MONITEUR BELGE | BELGISCH STAATSBLAD

Publication conforme aux articles 472 à 478 de la loi-programme du 24 décembre 2002, modifiés par les articles 4 à 8 de la loi portant des dispositions diverses du 20 juillet 2005 et les articles 117 et 118 de la loi du 5 mai 2019.

Le *Moniteur belge* peut être consulté à l'adresse :
www.moniteur.be

Direction du Moniteur belge, chaussée d'Anvers 53, 1000 Bruxelles - Directeur : Eva Kuijken

Numéro tél. gratuit : 0800-98 809

195e ANNEE

Publicatie overeenkomstig artikelen 472 tot 478 van de programmawet van 24 december 2002, gewijzigd door de artikelen 4 tot en met 8 van de wet houdende diverse bepalingen van 20 juli 2005 en artikelen 117 en 118 van de wet van 5 mei 2019.

Dit *Belgisch Staatsblad* kan geconsulteerd worden op :
www.staatsblad.be

Bestuur van het Belgisch Staatsblad, Antwerpsesteenweg 53, 1000 Brussel - Directeur : Eva Kuijken

Gratis tel. nummer : 0800-98 809

195e JAARGANG

N. 209

JEUDI 18 SEPTEMBRE 2025
PREMIERE EDITION

DONDERDAG 18 SEPTEMBER 2025
EERSTE EDITIE

SOMMAIRE

INHOUD

Lois, décrets, ordonnances et règlements

Wetten, decreten, ordonnanties en verordeningen

Gouvernements de Communauté et de Région

Gemeenschaps- en Gewestregeringen

Gemeinschafts- und Regionalregierungen

Région wallonne

Waals Gewest

Wallonische Region

Service public de Wallonie

5 JUIN 2025. — Arrêté du Gouvernement wallon modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments, p. 70836.

Waalse Overheidsdienst

5 JUNI 2025. — Besluit van de Waalse Regering tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen, bl. 71797.

Öffentlicher Dienst der Wallonie

5. JUNI 2025 — Erlass der Wallonischen Regierung zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen an Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden, S. 71313.

1434 pages/bladzijden

LOIS, DECRETS, ORDONNANCES ET REGLEMENTS
WETTEN, DECRETEN, ORDONNANTIES EN VERORDENINGEN

GOUVERNEMENTS DE COMMUNAUTE ET DE REGION
GEMEENSCHAPS- EN GEWESTREGERINGEN
GEMEINSCHAFTS- UND REGIONALREGIERUNGEN

REGION WALLONNE — WALLONISCHE REGION — WAALS GEWEST

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

[C − 2025/006638]

5 JUIN 2025. — Arrêté du Gouvernement wallon modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

Le Gouvernement wallon,

Vu le décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, les articles 3, 11, §§ 1er et 4, 12, § 2, insérés par le décret du 17 décembre 2020, et l'article 60, alinéa 2 ;

Vu l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments ;

Vu le rapport du 30 octobre 2023, établi conformément à l'article 3, 2°, du décret du 11 avril 2014 visant à la mise en œuvre des résolutions de la Conférence des Nations unies sur les femmes à Pékin de septembre 1995 et intégrant la dimension du genre dans l'ensemble des politiques régionales ;

Vu l'avis de l'Inspecteur des finances, donné le 22 novembre 2023 ;

Vu l'accord du Ministre du Budget, donné le 5 juin 2025 ;

Vu l'avis n° 76.326/4 du Conseil d'État, donné le 26 juin 2024, en application de l'article 84, § 1er, alinéa 1er, 1°, des lois sur le Conseil d'État, coordonnées le 12 janvier 1973 ;

Considérant que l'outil informatique mettant en œuvre l'annexe D a été développé et mis en production le 1er septembre 2024 ;

Sur la proposition de la Ministre de l'Énergie ;

Après délibération,

Arrête :

Article 1er. Le présent arrêté transpose partiellement la Directive 2018/2001/UE du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

Art. 2. L'article 1er de l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013, modifié par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 janvier 2023, est complété par un 4°, rédigé comme suit :

« 4° la Directive 2018/2001/UE du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. ».

Art. 3. L'article 2 du même arrêté, modifié en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 janvier 2023, est complété par les 15° et un 16° rédigés comme suit :

« 15° la communauté d'énergies renouvelables : la communauté d'énergies renouvelables telle que définie à l'article 2, 2°quinquies, du décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité ; » ;

16° le partage d'énergie : le partage d'énergie tel que défini à l'article 2, 2°quater, du décret du 12 avril 2001 relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité. ».

Art. 4. Dans l'article 10/2 du même arrêté, inséré par l'arrêté du Gouvernement wallon du 28 janvier 2016 et modifié par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019, le paragraphe 1er est complété par un alinéa rédigé comme suit :

« Lorsque l'accusé de réception de la demande de permis est postérieur au 31 décembre 2025, le bâtiment intègre un pourcentage d'énergie qui provient de sources renouvelables de trente-cinq pour cent au minimum. Pour un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m^2, ce pourcentage d'énergie intègre quinze pour cent au minimum d'énergie provenant de systèmes utilisant une énergie produite à partir de sources renouvelables. Ces pourcentages sont calculés conformément à l'annexe A1. ».

Art. 5. Dans l'article 11 du même arrêté, remplacé par l'arrêté du Gouvernement wallon du 28 janvier 2016, le paragraphe 4 est complété par un alinéa rédigé comme suit :

« Lorsque l'accusé de réception de la demande de permis est postérieur au 31 décembre 2025, le bâtiment intègre un pourcentage d'énergie qui provient de sources renouvelables de trente-cinq pour cent au minimum. Pour un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m^2, ce pourcentage d'énergie intègre quinze pour cent au minimum d'énergie provenant de systèmes utilisant une énergie produite à partir de sources renouvelables. Ces pourcentages sont calculés conformément à l'annexe A3. ».

Art. 6. Dans le même arrêté, il est inséré un article 14/1 rédigé comme suit :

« Art. 14/1. § 1er. Lorsque le déclarant PEB estime qu'un bâtiment ne pourra pas rencontrer les exigences visées aux articles 10/2, § 1er, alinéa 3 ou 4, et 11, § 4, alinéa 3 ou 4, il joint à la déclaration PEB initiale, une note justificative indiquant les raisons qui justifient, selon lui, l'impossibilité technique, fonctionnelle ou économique d'installer le pourcentage d'énergie provenant de sources renouvelables requis.

Le déclarant PEB démontre, dans sa note justificative, l'impossibilité technique, fonctionnelle ou économique d'atteindre le pourcentage d'énergie provenant de sources de renouvelables requis à l'aide des technologies renouvelables prises en compte dans la méthode de calcul PEB, notamment au regard des considérations suivantes :

1° l'impossibilité de respecter les normes de bruit ;

2° la nature du sol ;

3° l'impossibilité de respecter les distances minimales vis-à-vis des limites mitoyennes ;

4° l'impossibilité de respecter les normes de qualité de l'air ;

5° l'absence d'espace ou de volume suffisant, dans le bâtiment concerné ou sur la parcelle du bâtiment, pour placer un type spécifique de générateur et/ou stocker son combustible ;

6° l'absence d'ensoleillement suffisant ;

7° la présence d'un ombrage issu de l'environnement trop important ;

8° l'absence de superficie suffisante, sur le bâtiment concerné ou sur la parcelle du bâtiment, pour placer des panneaux solaires ;

9° l'absence d'une fourniture de chaleur externe à proximité ;

10° l'absence d'une communauté d'énergie renouvelable à proximité.

Le déclarant PEB qui ne sollicite pas cette dérogation lors de la déclaration PEB initiale renonce à se prévaloir de cette dérogation, sauf lorsque le déclarant PEB justifie, lors de la déclaration PEB finale, un changement dans les conditions visées à l'alinéa 2.

§ 2. Outre les exigences visées à l'article 10/2, lorsqu'il n'y est pas dérogé en vertu de l'article 10 du décret, l'unité PER qui bénéficie de la dérogation respecte également les exigences suivantes :

1° le niveau EW n'excède pas trente ;

2° le Espec n'excède pas cinquante-cinq kWh/m^2.an.

§ 3. Outre les exigences visées à l'article 11, lorsqu'il n'y est pas dérogé en vertu de l'article 10 du décret, le niveau EW de l'unité PEN qui bénéficie de la dérogation n'excède pas soixante-cinq pourcent de la valeur déterminée conformément à l'article 11, paragraphe 5, arrondi à l'unité supérieure.

§ 4. Pour les bâtiments qui contiennent plusieurs unités PER et/ou PEN, l'évaluation des exigences visées aux §§ 2 et 3 s'effectue à l'échelle du bâtiment, conformément aux annexes A1 et A3. ».

Art. 7. Dans le même arrêté, il est inséré un article 14/2 rédigé comme suit :

« Art. 14/2. Pour toute demande de permis de construction ou reconstruction d'un bâtiment ou d'une unité PEB dont le déclarant PEB s'engage ou est engagé à participer à une communauté d'énergies renouvelables, le bâtiment ou l'unité PEB respecte les exigences visées aux articles 10/2 et suivants sans tenir compte, pour le respect des exigences relatives au niveau EW et au Espec, des apports d'énergie liés au partage d'énergie au sein de la communauté d'énergies renouvelables à laquelle il participe ou participera à l'issue de la construction ou reconstruction.

Le Ministre détermine les modalités de preuve de l'engagement du déclarant au sein de la communauté d'énergies renouvelables, la méthode de calcul applicable, ainsi que les modalités d'intégration des informations liées à la communauté d'énergies renouvelables dans le certificat PEB du bâtiment ou de l'unité concernée. ».

Art. 8. Dans le même arrêté, il est inséré un article 14/3 rédigé comme suit :

« Art. 14/3. § 1er Lorsque l'accusé de réception de la demande de permis est postérieur au 31 décembre 2025, le bâtiment ou l'unité PEB, lors de sa construction ou de sa reconstruction, ne peut intégrer de système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire fonctionnant au mazout ou au charbon.

§ 2. Lorsque, pour une raison technique, fonctionnelle ou économique, le déclarant PEB estime que son projet ne pourra rencontrer l'exigence visée au § 1er, il joint à la déclaration PEB initiale, une note justificative indiquant les raisons qui justifient, selon lui, l'impossibilité technique, fonctionnelle ou économique de respecter cette exigence.

Le déclarant PEB démontre, dans sa note justificative, l'impossibilité technique, fonctionnelle ou économique, notamment au regard des considérations suivantes :

1° l'impossibilité de respecter les normes de bruit ;

2° la nature du sol ;

3° l'impossibilité de respecter les distances minimales vis-à-vis des limites mitoyennes ;

4° l'impossibilité de respecter les normes de qualité de l'air ;

5° l'absence d'espace ou de volume suffisant, dans le bâtiment concerné ou sur la parcelle du bâtiment, pour placer un type spécifique de générateur et/ou stocker son combustible ;

6° l'absence d'ensoleillement suffisant ;

7° la présence d'un ombrage issu de l'environnement trop important ;

8° l'absence de superficie suffisante, sur le bâtiment concerné ou sur la parcelle du bâtiment, pour placer des panneaux solaires ;

9° l'absence d'une fourniture de chaleur externe à proximité ;

10° l'absence d'une communauté d'énergie renouvelable à proximité.

Le déclarant PEB qui ne joint pas de note justificative à la déclaration PEB initiale renonce à se prévaloir de cette dérogation. ».

Art. 9. A l'article 87 du même arrêté, modifié en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 janvier 2023, dans le paragraphe 3, les modifications suivantes sont apportées :

1° l'alinéa 1er est complété par un 7° rédigé comme suit :

« 7° 0,24 euros par écart de 1 MJ dans le domaine des énergies provenant de sources renouvelables, calculé conformément à l'annexe E » ;

2° à l'alinéa 2, les mots « et 7° » sont insérés entre les mots « à l'alinéa 1er, 1° à 5° » et les mots « , auquel, le cas échéant, s'ajoute le montant de l'amende visé à l'alinéa 1er, 6° » ;

3° à la suite du § 3 est inséré un § 3/2 rédigé comme suit :

« § 3/2. Les manquements établis à l'article 59, 2°, du décret, en ce qu'il concerne les exigences PEB déterminées à l'article 14/3 du présent arrêté, sont punis d'une amende fixée à 2.000 € par système prohibé, majorée de 3.000 € pour chacune des unités PEB desservies par ce système. ».

Art. 10. Dans le même arrêté, l'annexe A1, modifiée en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 19 janvier 2022, est remplacée par l'annexe 1re jointe au présent arrêté.

Art. 11. Dans le même arrêté, l'annexe A3, modifiée en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 19 janvier 2022, est remplacée par l'annexe 2 jointe au présent arrêté.

Art. 12. Dans le même arrêté, l'annexe B1, modifiée en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 19 janvier 2022, est modifiée selon les indications reprises à l'annexe 3 jointe au présent arrêté.

Art. 13. Dans le même arrêté, l'annexe C2, modifiée par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019, est remplacée par l'annexe 4 jointe au présent arrêté.

Art. 14. Dans le même arrêté, l'annexe C3, remplacée par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019, est remplacée par l'annexe 5 jointe au présent arrêté.

Art. 15. Dans le même arrêté, l'annexe D, modifiée en dernier lieu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 23 mai 2019, est modifiée selon les indications reprises à l'annexe 6 jointe au présent arrêté.

Art. 16. Dans le même arrêté, l'annexe E, modifiée par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019, il est inséré un paragraphe 5 repris dans l'annexe 7 jointe au présent arrêté.

Art. 17. Le présent arrêté entre en vigueur le 1er janvier 2026.

Les articles 10, 11, 12, 13, 14 et 16 sont applicables lorsque l'accusé de réception de la demande de permis est postérieur au 31 décembre 2025.

Par dérogation à l'alinéa 1er, l'article 15 produit ses effets le 1er septembre 2024.

Art. 18. La Ministre de l'Energie est chargée de l'exécution du présent arrêté.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 1re à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

« Annexe A1 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DES UNITES RESIDENTIELLES (Méthode PER)

Avant-propos

La présente annexe décrit la méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire (niveau Ew) d'un bâtiment résidentiel. Le niveau Ew tient compte à la fois du bâtiment et des installations de chauffage, de ventilation, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement ainsi que de l'utilisation d'une énergie durable. Cette combinaison de possibilités constructives, de choix au niveau des techniques d'installation et de production d'énergie durable permet à l'auteur de projet d'adopter les moyens les plus appropriés pour satisfaire aux exigences imposées.

Le Ministre peut déterminer des spécifications complémentaires pour calculer l'impact des atriums ou des doubles façades ventilées sur les performances énergétiques d'une unité PER.

1 Références vers d'autres textes

1.1 Listes des annexes au présent arrêté

Dans ce texte, il est fait référence aux annexes au présent arrêté. Les titres complets de ces annexes sont les suivants.

- Annexe A.1 : Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des bâtiments résidentiels ;
- Annexe A.2 : Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités non résidentielles ;
- Annexe B.1 : Document de référence pour les pertes par transmission ;
- Annexe B.2 : Traitement des nœuds constructifs ;
- Annexe C.1 : Valeurs U maximales admissibles ou valeurs R minimales à réaliser ;
- Annexe C.2 : Dispositifs de ventilation dans les bâtiments résidentiels ;
- Annexe C.3 : Dispositifs de ventilation des immeubles non résidentiels ;
- Annexe E.1 : Détermination des amendes administratives.

1.2 Normes

Les annexes A.1, A.2, B.2, C.1 et C.2 au présent arrêté font référence aux normes suivantes. Seule la version de norme portant la date mentionnée est d'application, à moins que le Ministre ne signale explicitement son remplacement par une autre version. Les références normatives dans l'annexe C.3VHN au présent arrêté sont données dans cette annexe.

ARI Standard 560:2000	Absorption water chilling and water heating packages (ARI : Air-Conditioning and Refrigeration Institute)
ISO 15099:2003	Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
NBN D 50-001:1991	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
NBN EN 303-5	Heating boilers - Part 5 : Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kW - Terminology, requirements, testing and marking
NBN EN 308:1997	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
NBN EN 410	Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
NBN EN 1873:2016	Prefabricated accessories for roofing - Individual rooflights of plastics - Product specification and test methods
NBN EN 1027:2000	Windows and doors - Watertightness - Test method
NBN EN 12309-2:2000	Gas-fired absorption and adsorption air-conditioning and/or heat pump appliances with a net heat input not exceeding 70 kW - Part 2 : Rational use of energy
NBN EN 12977-3:2012	Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 3 : Performance test methods for solar water heater stores
NBN EN 13141-1	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1 : Externally and internally mounted air transfer devices.

NBN EN 13141-7	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 7 : Performance testing of a mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings
NBN EN 13141-8	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 8 : Performance testing of un-ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for a single room
NBN EN 13229	Foyers ouverts et inserts à combustibles solides - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 13240	Poêles à combustible solide - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 14134:2004	Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems
NBN EN 14785	Appareils de chauffage domestique à convection à granulés de bois - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 14511:2011	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
NBN EN 14825:2013	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance
NBN EN 15250	Appareils de chauffage domestique à combustible solide à libération lente de chaleur - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 16510-1	Appareils de chauffage domestiques à combustion solide - Partie 1 : Exigences générales et méthodes d'essai
NBN EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1 : Rating and performance
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaic devices - Part 1 : measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN EN ISO 9806	Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods
NBN EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations
NBN EN ISO 12241:1998	Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules
NBN EN ISO 13786:2017	Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods
NBN EN ISO 13790:2004	Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)
NBN EN ISO 52022-1	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 1 : Simplified calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing
NBN EN ISO 52022-3	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 3 : Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing

2 Définitions

- **Appareil de chauffage local à foyer ouvert** : un dispositif de chauffage décentralisé utilisant les combustibles gazeux ou liquides, dont le lit de combustion et les gaz de combustion ne sont pas isolés de façon étanche du local dans lequel le produit est installé, et qui est raccordé de façon étanche à un conduit de cheminée ou à une sortie de foyer ou nécessite un conduit de fumée pour l'évacuation des produits de la combustion.
- **Appareil de chauffage local à foyer fermé** : un dispositif de chauffage décentralisé utilisant les combustibles gazeux ou liquides, dont le lit de combustion et les gaz de combustion sont isolés de façon étanche du local dans lequel le produit est installé, et qui est raccordé de façon étanche à un conduit de cheminée ou à une sortie de foyer ou nécessite un conduit de fumée pour l'évacuation des produits de la combustion.
- **Arrêté du 15 mai 2014 :** arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.
- **Appareils de production connectés en série :** appareils de production connectés de telle sorte que la sortie du fluide caloporteur de l'appareil connecté comme premier est connecté avec l'entrée du fluide caloporteur de l'appareil suivant. La configuration où la sortie de l'appareil connecté comme premier est connecté avec l'évaporateur d'une pompe à chaleur, n'est pas considérée comme une configuration avec des appareils de production connectés en série.
- **Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux :** énergie transmise au système de distribution (ou au système de stockage) de chaleur destinée au chauffage des locaux par l'installation de production de chaleur destinée au chauffage.
- **Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire :** énergie transmise au système de distribution d'eau chaude sanitaire (ou au système de stockage) par l'installation de production de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire.
- **Besoins nets en énergie pour le chauffage :** énergie qui serait nécessaire pour maintenir le volume protégé à température intérieure pendant une certaine période (en l'occurrence, 1 mois dans la présente annexe) en cas d'utilisation d'une installation avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
- **Besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire :** énergie qui serait nécessaire pour amener l'eau chaude sanitaire à la température souhaitée pendant une certaine période (en l'occurrence, 1 mois dans la présente annexe) en cas d'utilisation d'une installation avec un rendement égal à 1 pour le système et la production.
- **Biocarburant :** combustible gazeux ou liquide produit à titre principal (plus de 50%) à partir de la biomasse comme, par exemple, le biogaz.
- **Boucle d'eau :** un circuit d'eau fermé qui parcourt le bâtiment. Ce circuit est utilisé par une (ou plusieurs) pompe(s) à chaleur en tant que source de chaleur ou de froid. Dans ce processus, chaque pompe à chaleur connectée extrait ou injecte de la chaleur dans la boucle d'eau.
- **Chauffage commandé à distance ("slave heater") :** un dispositif de chauffage décentralisé électrique qui ne peut pas fonctionner de manière autonome et doit recevoir des signaux d'une centrale de commande externe qui ne fait pas partie du produit mais est connectée à celui-ci par fil pilote, liaison sans fil, communication par ligne électrique ou une technique équivalente, de façon à réguler l'émission de chaleur dans la pièce dans laquelle le produit est installé.
- **Chauffage central :** installation de chauffage où un fluide caloporteur transporte la chaleur produite à un ou plusieurs espaces à l'intérieur du volume protégé.
- **Chauffage collectif :** installation destinée au chauffage de plus d'une unité PEB.
- **Chauffage local :** installation de chauffage où la chaleur est émise dans l'espace où elle est produite sans utiliser un fluide caloporteur pour distribuer la chaleur à travers l'espace.

- **Coefficient de déperditions de chaleur par transmission :** déperditions de chaleur par transmission à travers un ensemble de parois pour une différence de température de 1 Kelvin entre les ambiances qu'elles séparent.
- **Coefficient de déperditions de chaleur par ventilation :** déperditions de chaleur pour une différence de température de 1 Kelvin résultant du réchauffement du débit d'air qui pénètre dans le volume protégé par ventilation et par infiltration par unité de temps.
- **Coefficient de performance (COP) :** rapport entre la puissance de chauffe et la puissance absorbée d'une pompe à chaleur (coefficient of performance).
- **Coefficient de transmission thermique :** transmission thermique à travers un élément de construction plan, par unité de surface, unité de temps et unité de différence de température, entre les ambiances des deux côtés de l'élément.
- **Cogénération :** production combinée de chaleur et d'électricité.
- **Combilus :** une conduite de circulation qui sert aussi bien pour l'eau chaude sanitaire que pour le chauffage.
- **Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire :** consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement (fictif), les auxiliaires ainsi que l'éclairage dans le cas des bureaux et des écoles, calculée selon la méthode décrite dans la présente annexe pour les unités PER et dans l'annexe A.2 au présent arrêté pour les unités PEN. L'économie d'énergie primaire procurée par l'électricité auto produite à l'aide d'un système photovoltaïque ou d'une installation de cogénération est décomptée.
- **Consommation d'énergie finale pour le chauffage :** énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour le chauffage.
- **Consommation d'énergie finale pour l'eau chaude sanitaire :** énergie finale nécessaire pour couvrir les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire.
- **Couches minces :** deuxième génération de technologies solaires photovoltaïques ; les cellules solaires sont constituées d'un empilement de couches minces sur un substrat de type silicium amorphe (a-Si), ou un alliage de cuivre, d'indium de gallium et de sélénium (CIGS) ou du tellure de cadmium (CdTe).
- **Débit de ventilation :** quantité d'air extérieur amenée par ventilation par unité de temps.
- **Débit d'infiltration/exfiltration :** quantité d'air extérieur qui pénètre/qui sort par infiltration/ppar exfiltration dans le/hors du volume protégé ou dans un/hors d'un secteur énergétique par unité de temps.
- **Déperditions de chaleur :** quantité de chaleur que perd en moyenne le volume protégé par unité de temps.
- **Déperditions de chaleur par transmission :** déperditions de chaleur résultant de la transmission de chaleur.
- **Déperditions de chaleur par ventilation :** déperditions de chaleur résultant du réchauffement du débit de ventilation et d'infiltration dans le volume protégé jusqu'à obtention de la température intérieure imposée par l'annexe.
- **Espace adjacent chauffé :** espace adjacent situé à l'intérieur d'un volume protégé. On peut distinguer 3 contextes différents :
  - Espace chauffé adjacent au volume protégé considéré. Par exemple, un espace situé à l'intérieur du volume protégé d'un bâtiment existant sur une parcelle attenante ou à l'intérieur du volume protégé d'une partie de bâtiment existante sur la même parcelle. Ce dernier cas peut s'appliquer, par exemple, lors de l'agrandissement d'un bâtiment.
  - Espace chauffé adjacent à l'unité PEB considérée. Par exemple :
    - un espace situé dans une unité PEB adjacente (à l'intérieur du même volume protégé) ;

  - un autre espace (auquel aucune exigence de performance énergétique n'est imposée) situé à l'intérieur du même volume protégé (par exemple, une cage d'escalier commune dans un immeuble à appartements) ;
  - un espace situé dans un volume protégé adjacent.
- Espace chauffé adjacent au secteur énergétique considéré. Par exemple :
  - un espace situé dans un secteur énergétique adjacent (à l'intérieur de la même unité PEB) ;
  - un espace situé dans une unité PEB adjacente ;
  - un autre espace situé à l'intérieur du même volume protégé ;
  - un espace situé dans un volume protégé adjacent.

  REMARQUE : voir également le § 5.2 en ce qui concerne les conventions relatives aux espaces situés dans des bâtiments ou parties de bâtiments existants adjacents.

- **Espace adjacent non chauffé (EANC) :** espace adjacent situé en-dehors d'un volume protégé et qui est non chauffé.
- **Facteur de performance saisonnier :** rapport entre la chaleur émise et l'énergie consommée par une pompe à chaleur pendant une certaine période.
- **Facteur solaire d'un vitrage :** rapport entre le flux d'ensoleillement qui pénètre par un vitrage et le flux d'ensoleillement qui frappe le vitrage. Le facteur solaire inclut aussi bien la transmission directe et diffuse que les gains indirects résultant de l'absorption du flux d'ensoleillement. La comparaison entre systèmes de vitrage utilise le rayonnement direct sur une surface perpendiculaire aux rayons du soleil pour des raisons de technique de mesure.
- **Fluide caloporteur :** liquide ou gaz avec lequel de l'énergie thermique est déplacée d'un endroit à un autre comme, par exemple, l'eau dans un circuit de radiateurs ou une solution antigel dans l'échangeur de chaleur d'une pompe à chaleur.
- **Fourniture de chaleur externe :** fourniture de chaleur qui n'est pas produite sur la même parcelle.
- **Fourniture de chaleur externe efficace :** fourniture de chaleur externe qui répond aux conditions visées à l'article 2, 27° du Décret PEB du 28 novembre 2013.
- **Gains de chaleur :** somme des gains solaires qui pénètrent dans le volume protégé par les parois transparentes et de la production interne de chaleur.
- **Niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E_w) :** rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du volume protégé et une consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence, multiplié par 100.
- **Opaque :** qui s'oppose au passage des rayons du soleil (par opposition à "transparent").
- **Panneau solaire photovoltaïque non ventilé (intégré au bâti) :** élément constructif multifonction, intégré en façade ou en toiture en remplacement d'éléments de couverture ou de vitrage traditionnels ; parallèle au plan de la paroi, il assure l'étanchéité de celle-ci.
- **Panneau solaire photovoltaïque ventilé (non intégré au bâti) :** tout type de panneaux montés sur une structure portante spécifique, en surimposition par rapport à la paroi du bâtiment, permettant une circulation d'air sur la face arrière du panneau. L'inclinaison du panneau peut être différente de celle de la paroi sur laquelle il est monté.
- **Paroi extérieure :** construction ou partie de construction qui constitue la séparation entre le volume protégé et l'air extérieur, le sol ou l'eau.
- **Paroi intérieure :** construction ou partie de construction qui sépare le volume protégé et un espace adjacent, chauffé ou non.
- **Paroi transparente :** une paroi complètement ou partiellement transparente.

- **Perméabilité caractéristique à l'air :** débit d'air pour une différence de pression de 50 Pa, déduit de la courbe caractéristique pression / débit du bâtiment résidentiel considéré ou calculé suivant la méthode par défaut indiquée dans la présente annexe.
- **Poêle à accumulation (ou à libération lente de chaleur) :** poêle avec une capacité de stockage de chaleur permettant d'encore fournir de la chaleur après l'extinction du feu. Lors de la réalisation d'un test selon la norme NBN EN 15250, l'intervalle de temps séparant le moment où la température de surface maximale est atteinte et le moment où la température de surface chute à la moyenne entre la température maximale et la température de l'environnement doit être au moins de 4 heures.
- **Position nominale (de l'installation de ventilation) :** la position de régulation (des ventilateurs et/ou des organes de régulation) qui est prévue pour réaliser les débits minima exigés. Sauf mention explicite contraire sur le panneau de commande, la position maximale est considérée comme la position nominale.
- **Pouvoir calorifique inférieur (PCI) :** quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée.
- **Pouvoir calorifique supérieur (PCS) :** quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée condensée et la chaleur récupérée.
- **Production de chaleur interne :** chaleur dégagée par les personnes, l'éclairage, les ventilateurs, les pompes et tous les autres appareils à l'intérieur du volume protégé.
- **Puissance électrique maximale d'un moteur électrique (ou d'une combinaison moteur électrique – ventilateur) :** c'est la puissance électrique maximale que le moteur électrique (ou la combinaison moteur électrique – ventilateur) peut absorber en régime continu, y compris le cas échéant tous les éléments auxiliaires. La puissance électrique est dès lors mesurée à hauteur de l'alimentation du réseau. Le régime continu est défini dans la norme NBN EN 60034-1 (Service type S1).
- **Régulation :**
  - **Régulation locale :** les débits sont régulés pour chaque espace individuellement.
  - **Régulation par zones :**
    - les débits sont régulés pour chaque zone séparément ;
    - les espaces sont répartis en au moins deux zones différentes, dont une ou plusieurs zones jour et une ou plusieurs zones nuit ;
    - tous les séjours doivent appartenir aux zones jour et toutes les chambres à coucher doivent appartenir aux zones nuit.
  - **Régulation centrale :** les débits sont régulés ensembles pour tous les espaces de l'unité PER.

    Remarque : dans un système à la demande, la régulation de l'alimentation peut être locale, par zone ou centrale et la régulation de l'évacuation peut être locale, par zone ou centrale.
- **Rendement à charge partielle :** rendement de production d'une installation à charge partielle.
- **Rendement à pleine charge :** rendement de production d'une installation de production de chaleur à la puissance nominale.
- **Rendement de distribution :** fraction de la chaleur ou du froid produit, effectivement fournie aux éléments de chauffage. Si, dans le cas d'une production sur site, l'appareil de production ne se trouve pas dans le bâtiment, le rendement de distribution inclut également les déperditions de chaleur des conduites entre l'endroit de production et le bâtiment.
- **Rendement de production :** rapport entre la chaleur fournie par un appareil producteur de chaleur et l'énergie utilisée.
- **Rendement du système :** fraction de la chaleur utile produite effectivement utilisée.

- **Secteur énergétique :** un ensemble d'espaces du volume protégé qui :
  - appartiennent à la même zone de ventilation ;
  - sont dotés du même type de système d'émission de chaleur (à moins que, dans le cas de chauffage central, l'on calcule avec le rendement d'émission le plus mauvais) ;
  - et sont chauffés par le même appareil producteur de chaleur (ou, le cas échéant, la même combinaison d'appareils producteurs de chaleur).
- **Surface d'utilisation :** la surface au sol, déterminée tel que prescrit au chapitre 2 de l'annexe A.2 au présent arrêté.
- **Surface totale de plancher chauffée ou climatisée (A_{ch}) :** la somme des surfaces de planchers de chaque niveau de la construction situés dans le volume protégé, mesurées entre les faces externes des murs extérieurs. Sont comptabilisées les surfaces présentant une hauteur sous plafond minimale de 1,50 m, pour autant que l'espace considéré présente au moins en un point une hauteur minimale de 2,20 m.
- **Système d'énergie solaire photovoltaïque :** dispositif qui capte l'énergie solaire et la transforme en électricité.
- **Système d'énergie solaire photovoltaïque commun :** dispositif qui capte l'énergie solaire et la transforme en électricité, physiquement connecté à un ou plusieurs compteurs desservant les parties communes d'un bâtiment ou à un compteur commun à plusieurs unités PER au sein d'un projet PEB.
- **Système d'énergie solaire thermique :** dispositif qui capte l'énergie solaire et la convertit en chaleur.
- **Taux d'utilisation des gains de chaleur :** fraction des gains de chaleur procurés par l'ensoleillement et les sources internes, qui réduit les besoins nets en énergie pour le chauffage du volume protégé.
- **Température extérieure :** température moyenne de l'air extérieur mesurée sur une période donnée, en l'occurrence 1 mois dans la présente annexe.
- **Transformateur à isolation galvanique :** ce type de transformateur permet l'isolation galvanique de deux types de circuits n'ayant aucune connexion électrique entre eux. un onduleur photovoltaïque avec transformateur dispose d'une séparation galvanique constituant une barrière de sécurité entre le circuit solaire (courant continu) et le raccordement au réseau (courant alternatif).
- **Transparent :** qui laisse passer en tout ou en partie les rayons du soleil, avec ou non le maitien d'une image nette (par opposition à opaque). 'Transparent' inclut donc aussi bien la notion de 'transparent' que celle de 'translucide'.
- **Ventilation mécanique :** ventilation réalisée par un ou plusieurs ventilateurs.
- **Ventilation naturelle :** ventilation réalisée sous l'effet du vent et de la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur.
- **Volume protégé :** volume de tous les espaces d'un bâtiment qui est protégé, du point de vue thermique, de l'environnement extérieur (air ou eau), du sol et de tous les espaces adjacents qui ne font pas partie d'un volume protégé.
- **Zone de ventilation :** partie fermée d'une unité PEB, dotée d'un système indépendant de ventilation.

3 Symboles, abréviations et indices

3.1 Symboles et abréviations

< signifie : dérivé de

Symbole	Signification	Unités
A	surface (projetée) (synonymes : aire, superficie)	m²
A	air	-
B	largeur	m
B	fluide antigel (brine)	-
C	compacité	m
C	capacité thermique effective	J/K
COP	coefficient de performance d'une pompe à chaleur (coefficient of performance)	-
D	diamètre	m
E	consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	MJ
E_w	niveau de la consommation d'énergie primaire	-
EANC	espace adjacent non chauffé	-
EEI	indice d'efficacité énergétique	
EER	efficacité frigorifique (energy efficiency ratio)	-
F	facteur (de réduction)	-
G	terme symbolisant un gain de performance	-
H	coefficient de transfert thermique	W/K
I	ensoleillement	MJ/m²
L	profondeur	m
I	indicateur (pour la surchauffe)	Kh
IAM	facteur d'angle d'incidence	-
Nu	nombre de Nusselt	-
P	périmètre	m
P	puissance	W
P	pression	Pa
Pr	nombre de Prandtl	-
Q	quantité de chaleur ou d'énergie	MJ
R	résistance thermique	m².K/W
Re	nombre de Reynolds	(-)
RF	facteur de réduction	-
SAEF	facteur énergétique saisonnier des auxiliaires d'une pompe à chaleur gaz (seasonal auxiliary efficiency factor)	-
SCOP	coefficient de performance saisonnier d'une pompe à chaleur électrique (seasonal coefficient of performance)	-
SGUE	rendement saisonnier d'une pompe à chaleur gaz (seasonal gas utility efficiency)	-
SPF	coefficient de performance saisonnière	-
U	tension	V

U	coefficient de transmission thermique	W/(m².K)
V	volume	m³
$\dot{V}$	débit d'air, débit de ventilation	m³/h
W	quantité d'électricité	kWh
W	eau	-
X	variable auxiliaire pour les systèmes à énergie solaire thermique	-
Y	variable auxiliaire pour les systèmes à énergie solaire thermique	-
a	coefficient de déperdition thermique	W/(m².K) ou W/(m².K²)
a	coefficient, paramètre numérique, facteur d'utilisation	-
b	coefficient, paramètre numérique	-
c	facteur de correction	-
c	chaleur spécifique	J/(kg.K)
c	coefficient	-
d	épaisseur	m
d	numéro du jour caractéristique	-
e	facteur adimensionnel	-
f	facteur	-
g	facteur solaire	-
h	hauteur	m
l	longueur	m
m	facteur de multiplication	-
m	rang du mois	-
n	taux de ventilation	h^{-1}
n	nombre (quantité)	-
p	distance	m
q	flux de chaleur	W/m²
q	débit volumique	m³/h
r	facteur de réduction, facteur de correction	-
s	facteur de multiplication	-
t	temps, pas de temps	s ou h
w	facteur de multiplication	
z	profondeur	m
α	coefficient d'absorption	-
α	angle	degrés
α_h	angle d'obstacle	degrés
$\alpha_v,\alpha_{sL},\alpha_{sR}$	angles de saillie	degrés
β	angle d'élévation du soleil	degrés
β	rapport	-
δ	inclinaison	degrés

Δ…	supplément sur…	…
γ	rapport gains-déperditions	-
η	rendement	-
λ	rapport gains-déperditions	-
λ	conductivité thermique	W/(m.K)
ω	angle horaire	degrés
θ	température	°C
θ	angle	degrés
φ	latitude	degrés
Φ	flux de chaleur, puissance	W
ρ	masse volumique	kg/m³
τ	constante de temps	s
Ψ	coefficient de transmission thermique linéaire	W/(m.K)
χ	angle d'incidence	degrés
χ	coefficient de transmission thermique ponctuelle	W/K

3.2 Indices

< signifie : dérivé de

3D	tridimensionnel
a	année
A	espace adjacent chauffé (< adjacent)
abs	en absence
add	ventilation additionnelle
add m	ventilation additionnelle mécanique
add w	ventilation additionnelle par ouverture des fenêtres
adj	réglage (< adjustment)
AHU	caisson de traitement d'air (< air handling unit)
al	couche d'air
all	tous
amb	ambiant
ann	annuel
annih	annihilation
app	appareil
artif	artificiel
artif area	zone d'éclairage artificiel
as	système d'énergie solaire active (< active solar)
aux	(énergie) auxiliaire
ave	moyen
b	eau dans chaudière
B	référence à l'option B
bath	salle de bains
bf	sous-sol
bio	biomasse (<biomass)
boiler	chaudière
bw	mur de cave
c	conventionnel
C	protection solaire
C	référence à l'option C
calc	calculé
CCH	chauffage du carter (< crank case heating)
ch	chauffé
char	caractéristique
circ	circulation, conduite de circulation

co	condenseur
CO2	émissions de CO_2
cogen	cogénération
coldwater	eau froide
combi	combilus
compac	compacité
cons	consommation
constructions	parois de la surface de déperdition
contact	contact
cool	refroidissement
ct	tour de rerfroidissement
ctrl	contrôle
cw	mur-rideau
d	ouverture-jour
D	diamètre
D	vers air extérieur et eau
D	porte
day	jour
dayl	lumière du jour
dayl area	zone de lumière du jour
dc	fourniture de froid externe (< district cooling)
def	par défaut
demand	demande en énergie
depth	profondeur
design	conception
dh	fourniture de chaleur externe (< district heating)
dif	diffus
dim	dimensionnement
dir	direct
distr	distribution
duct	gaine
e	extérieur, externe
eb	température extérieure de base
eff	effectif

elec	électrique
electr	électronique
em	émission (< emission)
en	énergie
env obst	obstacles environnants
envelope	enveloppe du bâtiment
EPstor	stockage, au niveau d'une unité PEB
EPR	unité PER (< energy performance of residential buildings)
eq	équivalent
ev	évaporateur
evap	évaporation
exc	exception
excess	excédentaire
exh	bouche d'évacuation
extr	extraction
f	plancher (< floor)
f	profilé de fenêtre (< frame)
f	utilisation
fans	ventilateur(s)
fct	fonction
final	consommation finale
first	(connecté comme) premier
fitting	armature
flat	projection horizontale
flow	débit
fl.h	chauffage par le sol
free	ouverture manuelle des parties ouvrantes
g	vitrage (< glazing)
g	gains (de chaleur)(< gain)
g	sol (< ground)
gasHP	pompe à chaleur gaz (< gas heat pump)
GCV	pouvoir calorific supérieur (< gross caloric value)
gen	production

geo	géo-cooling
go	vitrage de la partie ouvrante
gross	brut
h	rayonnement hémisphérique
h	humidité
heat	chauffage (de l'espace)
hr	récupération de chaleur (< heat recovery)
hor	horizontal
HP	pompe à chaleur (< heat pumps)
horshad	ombrage par l'horizon (< horizon shading)
hum	humidification
hx	échangeur de chaleur (< heat exchanger)
hyg	hygiénique
i	interne
i	nombre ordinal
i	partie opaque
in	entrant
in/exfilt	in/exfiltration
inst	installation
instal	installé
insul	isolation (< insulation)
insulating part	partie isolante
int	intérieur
int	intermittence
j	nombre ordinal
January	janvier
junctions	nœuds constructifs
k	nombre ordinal
kitchen	cuisine
L	longueur
L	déperditions de chaleur (transmission + ventilation) (< loss)
l	linéaire
leak	fuite, défaut d'étanchéité

length	longueur de conduite
LTHP	pompe à chaleur basse température selon EcoDesign (<low temperature heat pump)
light	éclairage
lim	limite
loc	place (< localisation)
loop	circuit capteur
loss	pertes (< losses)
m	nombre
m	mensuel (sur base mensuelle)
max	maximal
meas	mesuré
mech	mécanique
min	minimal
mod	modulant
n	nombre ordinal, nombre
nat	naturel
nat.gas	gaz naturel (< natural gas)
ncalc	(dans une) unité pas calculée
NCV	pouvoir calorific inférieur (< net calorific value)
net	net
netw	réseau de distribution de chaleur (< network)
ngeo	refroidissement passif, autre que le geo-cooling
night	nuit
norm	normalisé
nom	nominal
npref	non préférentiel
nres	non résidentiel
OAR	ouverture d'alimentation réglable
obst from build	obstacles liés au bâtiment
occ	occupation (période d')
off	éteint
on	allumé

oper	en service
operation	prenant en compte les limites des conditions de fonctionnement
out	hors tension
over	surventilation
overh	surchauffe (< overheating)
p	panneau
p	primaire
p	projetée
part	charge partielle (< part load)
path	chemin
perm	permanent
po	panneau opaque de la partie ouvrante
precool	pré-refroidissement
pref	préférentiel
preh	préchauffage
pres	présent
princ	principal
prim	primaire
ps	système d'énergie solaire passif
pumps	pompes
pv	photovoltaïque
r	nombre
r	rayonnement
r	lanterneau sans costière
rad	radiateur
rc	lanterneau avec costière
RE	énergie renouvelable (< renewable energy)
real	réel
rec	récupération
red	réduction
reduc	réduction
ref	référence
refl	réflexion
req	exigé
res	résidentiel
return	retour
rm	(par) espace
rl	lanterneau (< rooflight)
ro	grille de ventilation de la partie opaque
s	saison
s	soleil, ensoleillement
s	par le sol (< soil)
SB	veille (< stand-by)
se	flux de chaleur sortant de la construction
sec	secteur énergétique
setpoint	Point de consigne
sh+wh	chauffage de l'air ambiant et de l'eau (< space heating + water heating)
shad	ombragé (< shaded)
si	flux de chaleur entrant dans la construction
sink	évier
sizing	pas de limitation sur les conditions de fonctionnement
slab	dalle
soil	sol (< soil)
source	source
spec	spécifique
sphere	sphère
stack	gaine d'extraction
stor	stockage
supply	amenée, insuflation
switch	commutation
sys	système (d'installation)
T	transmission
t	transparent
tap	élément de robinetterie (< tap)
te	de la surface à l'environement extérieur

tech	technologie
test	en conditions d'essai
th	thermique
thresh	valeur de seuil (< threshold)
throttle	vanne gaz
TL	sans transformateur (<transformerless)
TO	thermostat éteint (< thermostat off)
tot	total
tr	transparent
tube	conduit
tubing	tuyauterie
turb	flow turbulent
U	espace adjacent non chauffé (< unheated)
unit	unité résidentielle
unocc	inoccupation (période d') (< unoccupied)
unshad	non ombragé (< unshaded)
usable	utilisable
util	utilisation
V	ventilation
vent	ventilation
vert	vertical
vrf	débit de réfrigération variable (< variable refrigerant flow)
w	fenêtre (< window)
W	eau
wall	façade
wall.h	chauffage mural
water	eau chaude sanitaire
wC	avec protection solaire (< with curtain)
well	source
win	ouverture de fenêtre
woC	sans protection solaire (< without curtain)
woC	sans conduites de circulation ou combilus
woL	sans pertes (< without loss)
ws	combinaison fenêtre & volet
wt	échangeur de chaleur sol-eau
x	vide sanitaire ou cave
z	nombre ordinal
zone	zone de ventilation

4 Structure de la méthode

La détermination de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire (niveau E_w) s'effectue en plusieurs étapes.

Dans une première étape, on calcule les besoins énergétiques mensuels nets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Ce calcul fait intervenir les déperditions par transmission, les déperditions par ventilation, les gains solaires, les gains de chaleur internes et la consommation d'eau chaude sanitaire. Les risques de surchauffe font l'objet d'un contrôle séparé.

Dans une deuxième étape, les besoins énergétiques mensuels nets pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont convertis en besoins énergétiques mensuels bruts. Cette conversion s'effectue en divisant les besoins nets par le rendement de système, respectivement de l'installation de chauffage et de l'installation d'eau chaude sanitaire.

Dans une troisième étape, on détermine la consommation (finale) mensuelle d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Pour ce faire, on soustrait, le cas échéant, l'apport énergétique mensuel d'un système d'énergie solaire thermique des besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La différence ainsi obtenue est divisée par le rendement de production de l'installation de production de chaleur. Par ailleurs, on calcule aussi la consommation (finale) mensuelle d'énergie pour les fonctions auxiliaires et on détermine la consommation (finale) mensuelle d'énergie équivalente pour le refroidissement. Si de l'électricité est produite dans le bâtiment à l'aide d'un système d'énergie solaire photovoltaïque ou par cogénération, on calcule la production d'électricité caractéristique mensuelle.

Dans une quatrième étape, on calcule la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. Pour ce faire, on commence par multiplier chacune des consommations finales mensuelles d'énergie (pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et les fonctions auxiliaires) par le facteur de conversion pour l'énergie primaire de la source d'énergie correspondante pour obtenir les consommations d'énergie primaires mensuelles. En ce qui concerne l'électricité auto produite, on calcule l'économie d'énergie primaire réalisée dans les centrales électriques en effectuant la multiplication par le facteur de conversion d'application. On additionne ensuite les consommations caractéristiques mensuelles d'énergie primaire sur les 12 mois de l'année, moins l'économie caractéristique mensuelle d'énergie primaire procurée par l'électricité auto produite.

Dans une cinquième étape, on calcule, sur la base de la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, du volume protégé, de la surface totale de plancher chauffée ou climatisée (A_{ch}) et de la surface à travers laquelle se produisent des déperditions par transmission ($A_{T,E}$), le niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E_w).

A différentes étapes des calculs, on a le choix entre une 'approche simple' et un 'calcul plus détaillé'. L'approche simple repose sur des valeurs par défaut. Le calcul détaillé nécessite des données d'entrée supplémentaires et la fourniture d'informations par les entreprises.

5 Schématisation du bâtiment

5.1 Principe

La performance énergétique concerne souvent un sous-volume d'un bâtiment, selon, par exemple, que les espaces sont chauffés (et/ou refroidis) ou non, selon la destination des différentes parties et la présence éventuelle de plusieurs unités d'habitation. C'est pourquoi, pour déterminer la performance énergétique, on subdivise par convention le bâtiment en différentes parties. Chaque sous-volume qui doit satisfaire en soi à une exigence de performance énergétique relative à un bâtiment résidentiel est appelé "unité PER". Au besoin, on procède à une subdivision supplémentaire en zones de ventilation et en secteurs énergétiques afin de pouvoir intégrer correctement différents types d'installations dans les calculs.

Remarque :
La subdivision de l'ensemble du bâtiment considéré pour la détermination de la performance énergétique peut différer de la division à réaliser éventuellement pour l'exigence (les exigences) d'isolation thermique globale (destination industrielle ou non industrielle des différentes parties du bâtiment).

Une autre subdivision peut encore s'appliquer pour la conception des dispositifs de ventilation (voir annexes C.2 et C.3 au présent arrêté) : le cas échéant, il faut distinguer les parties de bâtiment à destination résidentielle des parties de bâtiment à destination non résidentielle.

5.2 Subdivision du bâtiment

On considère l'ensemble du bâtiment ou l'ensemble de l'extension (d'un bâtiment existant) et l'on procède successivement aux subdivisions suivantes :

- On définit le volume protégé. Le volume protégé doit comprendre au moins tous les espaces du bâtiment considéré ou de l'extension envisagée qui sont équipés d'éléments de chauffe et/ou de refroidissement (radiateurs, chauffage par le sol, bouches d'amenée d'air chaud, ventilo-convecteurs, etc.).
- On divise le volume protégé, selon le cas, en une ou plusieurs parties ayant chacune une des destinations suivantes :
  - partie de bâtiment destinée au logement : les exigences en matière de performance énergétique pour les bâtiments résidentiels sont d'application ;
  - destinations non résidentielles pour lesquelles les exigences en matière de performance énergétique sont d'application (voir l'annexe A.2 au présent arrêté) ;
  - autres destinations : des exigences en matière de performance énergétique ne s'y appliquent pas, à moins que ces autres destinations ne soient considérées comme une partie d'une des deux destinations précédentes.
- On considère la partie du volume protégé destinée à l'habitation.
  - Au cas où cette partie dans son ensemble sert au logement individuel (par exemple, habitation individuelle), l'ensemble de cette partie sera décrite par la suite comme unité PER. Cette unité PER doit satisfaire à l'exigence en matière de performance énergétique imposée aux bâtiments résidentiels.
  - Au cas où plus d'une unité d'habitation individuelle se trouve dans cette partie (par exemple, appartements individuels dans un immeuble à appartements), chaque unité d'habitation

constitue en soi une unité PER qui doit satisfaire à l'exigence en matière de performance énergétique imposée aux bâtiments résidentiels. Les parties collectives de ce genre d'immeuble (par exemple, cage d'escalier et couloirs communs) ne sont pas prises en considération dans la détermination de la performance énergétique et ne doivent pas satisfaire à une exigence en matière de performance énergétique. (Mais d'autres exigences peuvent s'appliquer à ces parties collectives comme, par exemple, des valeurs U maximum).

- Seule la consommation d'énergie d'une unité PER est considérée dans la présente méthode de détermination. Si nécessaire ou si souhaité, on divise ce volume en plusieurs secteurs énergétiques tel que décrit au § 5.3.

Remarque :

Les espaces du bâtiment considéré ou de l'extension considérée, qui ne sont pas repris dans le volume protégé, sont donc non chauffés par définition.

IMPORTANT :

Espaces adjacents chauffés

Dans le cadre de cette réglementation, on peut toujours partir de l'hypothèse que tous les espaces des bâtiments adjacents existants sont des espaces chauffés (même si ce n'est pas nécessairement le cas physiquement).

Lors de la détermination du niveau de consommation d'énergie primaire, on suppose qu'aucun flux de chaleur n'a lieu à travers les parois mitoyennes avec des espaces adjacents chauffés.

En dehors de ces parois mitoyennes avec des espaces adjacents chauffés, on tient bien compte, dans la détermination de la performance énergétique, des flux par transmission à travers toutes les autres parois du volume protégé, même si ces parties de l'enveloppe donnent sur une parcelle adjacente.

5.3 Subdivision de l'unité PER en zones de ventilation et en secteurs énergétiques

5.3.1 Principe

Le volume protégé de l'unité PER est divisé en zone de ventilation et en secteurs énergétiques selon la définition mentionnée ci-dessus et selon les règles ci-dessous.

5.3.2 Division en zones de ventilation et en secteurs énergétiques

Généralement, dans une unité PER, il n'y a qu'une seule installation de ventilation, tous les espaces individuels sont chauffés de la même façon et un seul appareil central produit la chaleur. Dans ces cas, il n'est pas nécessaire de subdiviser l'unité PER en zones de ventilation et en secteurs énergétiques : l'ensemble de l'unité PER constitue alors la seule zone de ventilation et le seul secteur énergétique.

C'est uniquement quand plusieurs types d'installations sont présents (ce qui est beaucoup moins fréquent), qu'il faut effectuer une subdivision en zones de ventilation et/ou en secteurs énergétiques tel que décrit ci-dessous.

Les systèmes de ventilation sont subdivisés en quatre types différents (voir également les annexes C.2 et C.3 au présent arrêté) :

- système A : ventilation naturelle,
- système B : ventilation mécanique simple flux par insufflation,
- système C : ventilation mécanique simple flux par extraction,
- système D : ventilation mécanique double flux.

Si des installations de ventilation indépendantes sont présentes dans différentes parties fermées de l'unité PER, de type différent selon la subdivision ci-dessus, chacune de ces parties constitue une zone de ventilation. Un secteur énergétique ne peut pas s'étendre sur différentes zones de ventilation. Il y a donc toujours au moins autant de secteurs énergétiques que de zones de ventilation.

Si on applique un chauffage local (par exemple, chauffage à résistance électrique) dans un espace et que des éléments d'émission de chaleur d'un système de chauffage central y sont également présents, on ne tient pas compte du système de chauffage central présent dans cet espace pour la détermination de la performance énergétique : on s'intéresse uniquement aux caractéristiques du système local. Mais, en présence de feux ouverts ou de poêles à bois, c'est quand même le système de chauffage central qui est pris en considération.

Si différents espaces de la zone de ventilation sont chauffés de différentes façons (après application de la convention ci-dessus en matière de chauffage central et local combiné) de telle sorte que les différents systèmes tombent dans une autre catégorie du Tableau [43], il faut procéder à une subdivision en secteurs énergétiques. Mais cette subdivision n'est pas obligatoire en cas de chauffage central. Dans ce cas, on peut faire les calculs avec le rendement d'émission le plus faible du Tableau [43] dans tout le secteur énergétique et on ne peut plus opter pour la méthode de calcul détaillée selon l'Annexe D de la présente annexe.

Enfin, le fait que plusieurs générateurs de chaleur centraux fournissent séparément de la chaleur à différentes parties de la zone de ventilation entraîne, en principe, une nouvelle subdivision en secteurs énergétiques. Mais cette subdivision n'est pas nécessaire si les générateurs de chaleur ont (arithmétiquement) le même rendement de production (par exemple, dans le cas de l'utilisation de deux chaudières de chauffage identiques pour différentes parties de la zone de ventilation).

(Les mêmes règles de subdivision s'appliquent également quand chaque partie de la zone de ventilation est chauffée par une combinaison de générateurs de chaleur centraux, au lieu d'un seul appareil.)

Il est permis de subdiviser l'unité PER en un plus grand nombre de secteurs énergétiques, mais ce n'est pas obligatoire. Un plus grand nombre de secteurs énergétiques entraîne, généralement, davantage de travail de calcul (nécessité de données d'entrée supplémentaires), mais n'influence peu ou pas la valeur calculée de la consommation caractéristique annuelle d'énergie.

Si l'unité PER contient des espaces qui ne sont pas équipés d'un système d'émission de chaleur (par exemple, W.-C., couloirs, rangements, espaces qui ne sont pas immédiatement utilisés comme des chambres à coucher,…), ces espaces doivent être affectés à un secteur énergétique d'un espace adjacent du même étage. Si aucun dispositif d'alimentation en air neuf n'est présent dans l'espace non chauffé considéré mais qu'il y a des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur depuis des espaces adjacents (il s'agit, par exemple, d'un espace de passage ou d'extraction, ou d'un espace de rangement),

on affecte l'espace au (à un des) secteur(s) énergétique(s) adjacent(s) d'où le local considéré est approvisionné en air fourni. Si un étage entier d'une unité PER est non chauffé, il doit être affecté à un secteur énergétique d'un étage adjacent.

On détermine la consommation caractéristique annuelle et de référence d'énergie primaire de l'unité PER selon la présente méthode de détermination.

5.3.3 Volume et surfaces des parois d'un secteur énergétique

Lors de la détermination du volume $V_{sec\ i}$ et des surfaces des parois (tous deux sur la base des dimensions extérieures), la limite entre deux secteurs énergétiques est formée par l'axe de la paroi intermédiaire.

5.3.4 Absence de système de chauffage

Si l'unité PER n'est pas chauffée, c.-à-d. si aucun espace de l'unité PER n'est équipé d'un système d'émission de chaleur, alors il faut considérer, par convention et dans chaque espace, un chauffage local par convecteur électrique avec régulation électronique.

6 Indicateurs de consommation d'énergie primaire

6.1 Niveau de consommation d'énergie primaire

Le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PER est donné par le rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de cette unité PER et une valeur de référence, multiplié par 100 :

Eq. 5 $$E_w = 100 \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}} \quad (-)$$

avec :

E_w	le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PER, (-) ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, calculée selon le § 13.2, en MJ ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}$	la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

La valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire est donnée par :

Eq. 6 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w} = \begin{pmatrix} E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} \end{pmatrix} \cdot A_{ch} \quad (MJ)$$

où :

Eq. 7 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} = Q_{heat,net,ann,ref}/0{,}728 \quad (MJ/m^2)$$

représente la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence pour le chauffage.

avec :

Eq. 8 $$Q_{heat,net,ann,ref} = Q_{L,heat,ann,ref} - 4500/A_{ch} - 100 \quad (MJ/m^2)$$

qui donne les besoins annuels nets de référence pour le chauffage en MJ/m².

où :

A_{ch}	est la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PER, en m² ;
$Q_{L,heat,ann,ref}$	donne les besoins annuels nets en énergie dus aux pertes par transmission et par ventilation et est calculé en fonction de la compacité ($V_{EPR}/A_{T,E}$) par les relations suivantes :

Eq. 9 Si $V_{EPR}/A_{T,E} \leq 1$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 407/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$

Si $1 \leq V_{EPR}/A_{T,E} \leq 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 298/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 109 + 248.b_{hyg,ref}$

Si $V_{EPR}/A_{T,E} > 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 735/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$ (MJ/m²)

avec :

$A_{T,E}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent l'unité PER et à travers lesquelles des déperditions par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[1] (voir également le § 5.2), en m² ;

V_{EPR} le volume total de l'unité PER, en m³ ;

$\beta_{hyg,ref}$ le taux de ventilation hygiénique de référence dans l'unité PER, en h^{-1}.

On a :

Eq. 10 $V_{EPR} = \sum_i V_{seci}$ (m³)

et :

Eq. 11 $b_{dedic,ref} = 1,5.[0,2 + 0,5.\exp(-A_{ch}/167)]$ (h^{-1})

avec :

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m³.

Dans l'Eq. 10, il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER.

Eq. 12 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} = \max[9793,36/A_{ch};3324,5/A_{ch} + 100,95]$ (MJ/m²)

représente la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence pour l'eau chaude sanitaire.

Eq. 13 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} = 53$ (MJ/m²)

représente la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de référence pour les auxiliaires.

[1] Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre l'unité PER et des espaces adjacents chauffés ne sont pas prises en considération dans les calculs pour la détermination de $A_{T,E}$.

6.2 Consommation spécifique annuelle d'énergie primaire

La consommation spécifique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER est donnée par le rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de cette unité PER et la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de cette unité PER :

Eq. 14 $$E_{spec} = \frac{1}{3{,}6} \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{A_{ch}} \quad (kWh/m^2)$$

avec :

E_{spec}	la consommation spécifique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, en kWh/m² par an ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, calculée selon le § 13.2, en MJ ;
A_{ch}	la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PER, en m².

7 Besoins nets en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

7.1 Principe

Les besoins nets en énergie pour le chauffage sont calculés par secteur énergétique pour tous les mois de l'année. A cette fin, on détermine chaque fois les déperditions mensuelles totales par transmission et par ventilation à une température conventionnelle, ainsi que les gains mensuels totaux par gains de chaleur internes et solaires. On établit ensuite le bilan énergétique mensuel à l'aide du taux d'utilisation des gains de chaleur.

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont calculés de manière forfaitaire en fonction du volume de l'unité PER. On peut également tenir compte d'une récupération de chaleur. Seuls les points de consommation suivants sont pris en considération :

- les points de puisage des cuisines ;
- la ou les douche(s) et/ou la ou les baignoire(s) dans la ou les salle(s) de bain.

Tous les autres points de puisage de l'unité PER (y compris donc le ou les lavabo(s) dans les salles de bains) ne sont pas pris en considération.

7.2 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux par secteur énergétique

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par secteur énergétique comme suit :

Eq. 15 Si $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ est supérieur ou égal à 2,5, on a :

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$$

Si $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ est inférieur à 2,5, on a :

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = Q_{L,heat,sec\ i,m} - \eta_{util,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{g,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 7.6 ;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ ;
$Q_{L,heat,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation du secteur énergétique i, en MJ, déterminées selon le § 7.4 ;
$\eta_{util,heat,sec\ i,m}$	le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur du secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 7.6 ;
$Q_{g,heat,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et production de chaleur interne dans le secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.5.

7.3 Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i sont donnés par :

Eq. 16 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} . f_{bath\ i} . \max\left[64;\ 64 + 0,220 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad \text{(MJ)}$$

Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier i dans une cuisine[2] sont donnés par :

Eq. 17 $$Q_{water,sink\ i,net,m} = r_{water,sink\ i,net} . f_{sink\ i} . \max\left[16;\ 16 + 0,055 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, en MJ ;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, en MJ ;
$r_{water,bath\ i,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération thermique de l'écoulement, à calculer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$r_{water,sink\ i,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine i par récupération thermique de l'écoulement, à calculer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$f_{bath\ i}$	la part de la douche ou de la baignoire i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de l'unité PER, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
$f_{sink\ i}$	la part de l'évier de cuisine i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la (de toutes les) cuisine(s) de l'unité PER, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
V_{EPR}	le volume total de l'unité PER, voir le § 6, en m³ ;
t_m	la longueur du mois considéré en Ms, voir le Tableau [1].

S'il ne devait y avoir aucune douche ni baignoire dans l'unité PER[3], on n'envisage pas de consommation d'eau chaude sanitaire destinée à cette fin. De même, s'il ne devait y avoir aucun évier de cuisine dans l'unité PER[3], on n'envisage pas non plus de consommation d'eau chaude sanitaire destinée à cette fin.

Les parts des différents points de puisage sont déterminées comme suit :

---

[2] D'éventuels autres points de puisage d'eau chaude (par exemple, pour le lave-vaisselle ou le lave-linge) ne sont pas pris en considération. Le cas échéant, plusieurs éviers dans une cuisine sont considérés séparément.

[3] Par exemple dans le cas d'une extension à laquelle une exigence de performance énergétique est imposée.

Eq. 18 $f_{bath\ i} = 1/N_{bath}$ et $f_{sink\ i} = 1/N_{sink}$ (-)

avec :

N_{bath} le nombre total de douches et de baignoires dans l'unité PER ;

N_{sink} le nombre total d'éviers de cuisine dans l'unité PER.

Tableau [1] : Le numéro du jour caractéristique, la longueur du mois, la température extérieure moyenne et l'ensoleillement total et diffus moyen sur une surface horizontale non ombragée

Mois	Jour caracté-ristique	Longueur du mois t_m (Ms)	Température extérieure moyenne du mois $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m²)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m²)
Janvier	15	2,6784	3,2	71,4	51,3
Février	46	2,4192	3,9	127,0	82,7
Mars	74	2,6784	5,9	245,5	155,1
Avril	105	2,5920	9,2	371,5	219,2
Mai	135	2,6784	13,3	510,0	293,5
Juin	166	2,5920	16,2	532,4	298,1
Juillet	196	2,6784	17,6	517,8	305,8
Août	227	2,6784	17,6	456,4	266,7
Septembre	258	2,5920	15,2	326,2	183,6
Octobre	288	2,6784	11,2	194,2	118,3
Novembre	319	2,5920	6,3	89,6	60,5
Décembre	349	2,6784	3,5	54,7	40,2

7.4 Déperditions de chaleur mensuelles par transmission et ventilation

7.4.1 Principe

Les déperditions de chaleur mensuelles par transmission dans un secteur énergétique sont obtenues en multipliant le coefficient de transfert thermique par transmission par la longueur du mois considéré et par l'écart entre la température intérieure moyenne et la température extérieure mensuelle moyenne.

Le calcul des déperditions de chaleur mensuelles par ventilation s'effectue de façon similaire.

7.4.2 Règle de calcul

On détermine les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation comme suit :

Eq. 19 $$Q_{L,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m}$$ (MJ)

avec :

Eq. 20 $$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 21 $$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

et avec :

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission du secteur énergétique i, en MJ ;
$Q_{V,heat,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation du secteur énergétique i, en MJ ;
$H_{T,heat,sec\ i}$	le coefficient de transfert thermique par transmission du secteur énergétique i, en W/K, déterminé selon le § 7.7 ;
$H_{V,heat,sec\ i}$	le coefficient de transfert thermique par ventilation du secteur énergétique i, en W/K, déterminé selon le § 7.8 ;
18	la valeur de calcul imposée par la présente annexe pour la température intérieure, en °C ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, déterminée selon le Tableau [1] ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, déterminée selon le Tableau [1].

7.5 Gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur

On détermine les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur du secteur énergétique i comme suit :

Eq. 22 $$Q_{g,heat,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,heat,sec\ i,m}$$ (MJ)

avec :

$Q_{i,sec\ i,m}$ les gains de chaleur mensuels par production interne de chaleur dans le secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.9 ;

$Q_{s,heat,sec\ i,m}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement dans le secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.10.

7.6 Taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels

On détermine le taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels par secteur énergétique comme suit :

Eq. 23 $\eta_{util,heat,sec\ i,m} = a/(a+1)$ pour $\gamma_{heat,sec\ i,m} = 1$

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = \frac{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a}}{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a+1}} \text{ pour tous les autres cas} \quad (-)$$

avec :

Eq. 24 $$\gamma_{heat,sec\ i,m} = Q_{g,heat,sec\ i,m} / Q_{L,heat,sec\ i,m} \quad (-)$$

Eq. 25 $$a = 1 + \frac{\tau_{heat,sec\ i}}{54000} \quad (-)$$

où :

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$ le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i, (-) ;

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production interne de chaleur du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.5 ;

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation du secteur énergétique i, en MJ, déterminées selon le § 7.4 ;

a un paramètre numérique, (-) ;

$\tau_{heat,sec\ i}$ la constante de temps du secteur énergétique i, en s.

On suppose que la constante de temps du secteur énergétique i est égale à :

Eq. 26 $$\tau_{heat,sec\ i} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,heat,sec\ i} + H_{V,heat,sec\ i}} \quad (s)$$

avec :

$C_{sec\ i}$ la capacité thermique effective du secteur énergétique i, en J/K ;

$H_{T,heat,sec\ i}$ le coefficient de transfert thermique par transmission, en W/K, déterminé selon le § 7.7 ;

$H_{V,heat,sec\ i}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation, en W/K, déterminé selon le § 7.8.

La capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$, peut être déterminée de manière détaillée ou simplifiée.

7.6.1 Calcul détaillé de la capacité thermique effective du secteur énergétique i

La capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$, est déterminée selon la méthode détaillée de la norme NBN EN ISO 13786, pour une période de variations thermiques (T) d'un jour (dans ce cas, $C_{sec\ i}$ correspond à C_m de la norme).

7.6.2 Calcul simplifié de la capacité thermique effective du secteur énergétique i

La capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$, est déterminée en trois étapes :

- premièrement, on évalue le caractère "massif" de chaque élément de construction présents dans le secteur énergétique ;
- deuxièment, on évalue le type de construction du secteur énergétique en fonction du caractère massif des éléments de construction présents dans le secteur énergétique ;
- troisièmement, la capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$, est déterminé en fonction du type de construction du secteur énergétique.

1re étape : caractère "massif" d'un élément de construction

Le caractère "massif" d'un élément de construction peut être évualué de manière simplifiée ou détaillée.

Méthode simplifiée

Un élément de construction est considéré comme massif si sa masse, déterminée en partant de l'intérieur jusqu'à une lame d'air ou une couche de conductivité thermique inférieure à 0,20 W/(m.K), est d'au moins 100 kg/m².

Méthode détaillée

Un élément de construction est considéré comme massif si sa capacité thermique spécifique (κ_m) calculée conformément à la norme NBN EN ISO 13786, pour une période de variations thermiques (T) d'un jour, est supérieure à 45 kJ/m².

2e étape : type de construction du secteur énergétique

- Le terme 'lourd' s'applique aux secteurs énergétiques dont au moins 90% de la surface des éléments de construction horizontaux, inclinés et verticaux sont massifs.
- Le terme 'mi-lourd' s'applique aux secteurs énergétiques dont au moins 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou aux secteurs énergétiques dont au moins 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'peu-lourd' s'applique aux secteurs énergétiques dont 50 à 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, ou aux

secteurs énergétiques dont 50 à 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.
- Le terme 'léger' s'applique à tous les autres secteurs énergétiques.

Dans le présent contexte, un élément de construction est considéré comme :
- horizontal si sa pente est égale à 0° ;
- incliné si sa pente est strictement supérieure à 0° et inférieure à 60° ;
- vertical si sa pente est supérieure ou égale à 60°.

3e étape : capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$

La capacité thermique effective du secteur énergétique i, $C_{sec\ i}$, est reprise du Tableau [41] en fonction du type de construction.

Tableau [41] : Valeur de la capacité thermique effective $C_{sec\ i}$ du secteur énergétique i, méthode simplifiée

Type de construction	$C_{sec\ i}$ (J/K)
Lourd	123000 $V_{sec\ i}$
Mi-lourd	87000 $V_{sec\ i}$
Peu-lourd	55000 $V_{sec\ i}$
Léger	37000 $V_{sec\ i}$

avec :

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m^3.

7.7 Coefficient de transfert thermique par transmission

7.7.1 Principe

Le coefficient de transfert thermique par transmission se développe, comme la géométrie du bâtiment, en trois dimensions. Il faudrait donc le calculer de manière tridimensionnelle, voir la norme NBN EN ISO 10211. Ce genre de calcul tridimensionnel sert de référence.

Le calcul tridimensionnel de référence est remplacé, dans la présente annexe, par un calcul simplifié basé sur les principes suivants :
- l'élément principal des déperditions par transmission est unidimensionnel ;
- la surface entourant le volume protégé est continue sauf au droit des parois mitoyennes avec des espaces adjacents chauffés ;
- et les parois sont planes.

Une paroi plane de surface A se caractérise par un coefficient de transmission thermique U. Tous les nœuds constructifs linéaires de longueur l entre deux parois sont affectés d'un coefficient linéaire de transmission thermique Ψ et tous les nœuds constructifs ponctuels sont affectés d'un coefficient ponctuel de transmission thermique χ. Les nœuds constructifs linéaires et ponctuels, propres à une

paroi et répartis sur toute la surface de cette paroi, sont repris dans le coefficient de transmission thermique de cette paroi.

Le coefficient de transfert thermique par transmission est déterminé pour toutes les parois entre le secteur énergétique et l'environnement extérieur (air ou eau), le secteur énergétique et le sol, et le secteur énergétique et les espaces adjacents non chauffés. Il faut également prendre ces parois en considération dans la détermination du coefficient de transfert thermique si elles donnent sur une parcelle attenante, voir également le § 5.2. On suppose qu'il n'y a aucune pertes par transmission vers des espaces adjacents chauffés.

7.7.2 Règle de calcul

On détermine le coefficient de transfert thermique total par transmission pour chaque secteur énergétique comme suit :

Eq. 27 $$H_{T,heat,sec\,i} = H_{T,sec\,i}^{constructions} + H_{T,sec\,i}^{junctions} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ le coefficient de transfert thermique total par transmission au travers des parois de la surface de déperdition du secteur énergétique i, en W/K ;

$H_{T,sec\,i}^{junctions}$ le coefficient de transfert thermique total par transmission due aux nœuds constructifs du secteur énergétique i, en W/K.

On trouvera davantage d'explications sur les différentes manières de tenir compte des nœuds constructifs (linéaires comme ponctuels) dans l'annexe B.2 au présent arrêté.

On détermine le coefficient de transfert thermique par transmission au travers des parois de la surface de déperdition du secteur énergétique i comme suit :

Eq. 28 $$H_{T,sec\,i}^{constructions} = H_{D,sec\,i}^{constructions} + H_{g,sec\,i}^{constructions} + H_{U,sec\,i}^{constructions} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ le coefficient de transfert thermique total par transmission au travers des parois de la surface de déperdition du secteur énergétique i, en W/K ;

$H_{D,sec\,i}^{constructions}$ le coefficient de transfert thermique par transmission directe entre le secteur énergétique i et l'air extérieur et entre le secteur énergétique i et l'eau, au travers des parois de la surface de déperdition, en W/K ;

$H_{g,sec\,i}^{constructions}$ le coefficient de transfert thermique par transmission au travers des parois de la surface de déperdition du secteur énergétique i vers le sol, en W/K ;

$H_{U,seci}^{constructions}$ le coefficient de transfert thermique par transmission au travers des parois de la surface de déperdition du secteur énergétique i vers l'extérieur via un espace adjacent non chauffé, en W/K.

Les différents termes sont calculés selon les spécifications plus précises de l'annexe B.1 au présent arrêté.

En ce qui concerne les éléments dont les propriétés thermiques ne sont pas connues ou ne peuvent pas être déterminées (par exemple, couches à structure complexe dans les éléments muraux, etc.), on peut toujours supposer que la résistance thermique propre de la couche ou de l'élément est égale à zéro. Le coefficient de transmission thermique totale est alors entièrement déterminé par les résistances des surfaces de contact avec l'environnement intérieur et extérieur (compte tenu des surfaces développées), et, éventuellement, par les résistances thermiques des autres couches de l'élément.

Il ne faut pas tenir compte des passages de conduites (eau, gaz, électricité, égouts, etc.) et des éléments analogues présents dans les parois extérieures, pour autant que leur surface totale ne dépasse pas 0,25% de la surface totale ($A_{T,E}$) de l'unité PER concernée, à travers laquelle surviennent des déperditions par transmission (donc, à l'exception des parois adjacentes à des espaces adjacents chauffés). Dans ce cas, les éléments susmentionnés se voient attribuer la même valeur U que les parois dans lesquels ils se trouvent.

Quant aux volets, il faut supposer par convention qu'ils sont fermés 8 heures par jour[4].

7.8 Coefficient de transfert thermique par ventilation

7.8.1 Principe

On détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation en multipliant la capacité thermique sensible de 1 m^3 d'air par la somme des débits d'air suivants :

- le débit d'air moyen résultant de l'infiltration et de l'exfiltration ;
- le débit d'air moyen résultant de la ventilation hygiénique, compte tenu d'un éventuel facteur de réduction pour le préchauffage ou de multiplication pour le prérefroidissement ;
- le cas échéant, le débit d'air moyen résultant d'une surventilation en cas d'application d'une pompe à chaleur sur l'air de ventilation rejeté pour la préparation d'eau chaude sanitaire ;
- et, pour l'évaluation du risque de surchauffe, le débit d'air moyen résultant de la ventilation par ouverture manuelle des parties ouvrantes.

L'extraction mécanique qui évacue la vapeur d'eau pendant la cuisson d'aliments est ignorée. Il en va de même pour l'extraction mécanique présente dans les toilettes ou la salle de bains, lorsque celle-ci assure une extraction plus élevée de manière temporaire mais n'est pas nécessaire pour satisfaire aux exigences de ventilation des annexes C.2 ou C.3 au présent arrêté. En ce qui concerne la consommation d'énergie des ventilateurs des systèmes mécaniques, on se reportera au § 11.2.

[4] Si les volets ne sont pas commandés depuis l'intérieur, aucune réduction ne s'applique.

7.8.2 Règle de calcul

On détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation du secteur énergétique i comme suit :

- pour les calculs de chauffage :

Eq. 29 $$H_{V,heat,seci} = H_{V,inf/exfilt,heat,seci} + H_{V,hyg,heat,seci} + H_{V,over,heat,seci} \quad \text{(W/K)}$$

- pour les calculs de refroidissement :

Eq. 30 $$H_{V,cool,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,cool,seci} + H_{V,hyg,cool,seci,m} \\ + H_{V,over,cool,seci} \end{pmatrix} \quad \text{(W/K)}$$

- pour les calculs de l'indicateur de surchauffe :

Eq. 31 $$H_{V,overh,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} \\ + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci} \end{pmatrix} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$H_{V,heat,seci}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation du secteur énergétique i pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$H_{V,cool,seci,m}$ le coefficient de déperdition mensuel de chaleur par ventilation du secteur énergétique i pour les calculs de refroidissement, en W/K ;

$H_{V,overh,seci,m}$ le coefficient de déperdition mensuel de chaleur par ventilation du secteur énergétique i pour les calculs de l'indicateur de surchauffe, en W/K ;

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$, $H_{V,in/exfilt,cool,seci}$ et $H_{V,in/exfilt,overh,seci}$ le coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration pour la détermination des besoins de chauffage, de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, déterminé selon le § 7.8.3, en W/K ;

$H_{V,hyg,heat,seci}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique pour la détermination des besoins de chauffage, déterminé selon le § 7.8.5, en W/K ;

$H_{V,hyg,cool,seci,m}$ et $H_{V,hyg,overh,seci,m}$ le coefficient de déperdition mensuel de chaleur par ventilation hygiénique pour la détermination des besoins de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, déterminé selon le § 7.8.5, en W/K ;

$H_{V,over,heat,seci}$, $H_{V,over,cool,seci}$ et $H_{V,over,overh,seci}$ le coefficient de déperdition de chaleur par surventilation pour la détermination des besoins de chauffage, de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, déterminé selon le § 7.8.7, en W/K ;

$H_{V,free,nat,overh,seci}$ le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation par l'ouverture manuelle des parties ouvrantes pour la détermination de l'indicateur de surchauffe, déterminé selon le § 7.8.8, en W/K.

7.8.3 Coefficient de déperdition de chaleur par in/exfiltration

Les expressions pour les coefficients de déperdition de chaleur par infiltration/exfiltration pour le secteur énergétique i sont les suivantes :

- pour les calculs de chauffage :

Eq. 32 $H_{V,in/exfilt,heat,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$ (W/K)

- pour les calculs de refroidissement :

Eq. 33 $H_{V,in/exfilt,cool,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ (W/K)

- pour les calculs de l'indicateur de surchauffe :

Eq. 34 $H_{V,in/exfilt,overh,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,overh,seci}$ (W/K)

avec :

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$, $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ et $\dot{V}_{in/exfilt,over,seci}$ le débit d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment dans le secteur énergétique i, respectivement pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, tel que déterminé ci-après, en m³/h.

7.8.4 Débit d'infiltration et d'exfiltration

Le débit moyen d'in/exfiltration à appliquer dans le secteur énergétique i, en m³/h, est donné de manière conventionnelle par :

- pour les calculs de chauffage :

Eq. 35 $\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- pour les calculs de refroidissement :

Eq. 36 $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- pour les calculs de l'indicateur de surchauffe :

Eq. 37 si $H_{V,free,nat,overh,seci} = 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,overh} \cdot A_{T,E,seci}$

si $H_{V,free,nat,overh,seci} > 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0$ (m³/h)

avec :

$\dot{v}_{50,heat}$, $\dot{v}_{50,cool}$ et $\dot{v}_{50,overh}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface, respectivement pour les calculs de chauffage, les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, tel que déterminé ci-après, en m³/(h.m²) ;

$A_{T,E,sec\ i}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le secteur énergétique i et à travers lesquelles des déperditions par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[5] (voir également les § 5 et 7.7), en m².

Si une mesure de l'étanchéité à l'air de l'ensemble de l'unité PER (ou le cas échéant d'une partie plus grande du volume protégé) est réalisée, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface, $\dot{v}_{50,heat}$ et $\dot{v}_{50,cool}$, en m³/(h.m²), est de :

Eq. 38 $$\dot{v}_{50,heat} = \dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,overh} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad (m^3/(h.m^2))$$

avec :

A_{test} la surface totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors de l'essai d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois contigües à des espaces adjacents chauffés, en m² ;

$\dot{V}_{50}$ le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure, en m³/h, déduit de l'essai d'étanchéité à l'air mesuré conformément aux spécificationsdéterminées par le Ministre.

Sinon, les valeurs par défaut suivantes sont d'application, en m³/(h.m²) :

- pour les calculs de chauffage : $\dot{v}_{50,heat} = 12$;
- pour les calculs de refroidissement : $\dot{v}_{50,cool} = 0$;
- pour les calculs de l'indicateur de surchauffe : $\dot{v}_{50,overh} = 0$.

Le Ministre peut déterminer des spécifications complémentaires concernant les mesures d'étanchéité à l'air.

7.8.5 Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique

Le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation hygiénique est donné par :

- pour les calculs de chauffage :

Eq. 39 $$H_{V,hyg,heat,sec\ i} = 0{,}34\ r_{preh,heat,sec\ i}\ \dot{V}_{hyg,heat,sec\ i} \quad (W/K)$$

- pour les calculs de refroidissement :

[5] Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre le secteur énergétique et des espaces adjacents chauffés, ne sont pas prises en compte dans le calcul de $A_{T,E,sec\ i}$.

Eq. 40 $H_{V,hyg,cool,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,cool,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ (W/K)

- pour les calculs de l'indicateur de surchauffe :

Eq. 41 $H_{V,hyg,overh,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,overh,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,overh,sec\,i}$ (W/K)

avec :

$r_{preh,heat,sec\,i}$, $r_{preh,cool,sec\,i}$ et $r_{preh,overh,sec\,i}$ la valeur du facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur les besoins nets en énergie, respectivement pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, calculé selon l'Annexe B de la présente annexe,(-) ;

$\dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$, $\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ et $\dot{V}_{hyg,overh,seci}$ le débit de ventilation hygiénique dans le secteur énergétique i, respectivement pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, tel que déterminé ci-après, en m³/h ;

$r_{precool,seci,m}$ un facteur de multiplication mensuel pour l'effet de pré-refroidissement de l'air de ventilation pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, calculée selon l'Annexe B de la présente annexe,(-).

7.8.6 Débit de ventilation hygiénique

On détermine le débit de ventilation hygiénique du secteur énergétique i comme suit :

Eq. 42 $\dot{V}_{hyg,heat,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci}$ (m³/h)

Eq. 43 $\dot{V}_{hyg,cool,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci}$ (m³/h)

Eq. 44 $\dot{V}_{hyg,overh,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci}$ (m³/h)

avec :

V_{EPR} le volume total de l'unité PER, voir le § 6, en m³ ;

$f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ et $f_{reduc,vent,overh,seci}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans le secteur énergétique i, respectivement pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$m_{heat,sec\,i}$, $m_{cool,sec\,i}$ et $m_{overh,sec\,i}$ un facteur multiplicateur qui est fonction du système de ventilation dans le secteur énergétique i et de la qualité d'exécution de ce dernier, respectivement pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur de surchauffe comme déterminé ci-dessous ;

$V_{sec\,i}$ le volume du secteur énergétique i, en m³.

La valeur par défaut de $f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ et $f_{reduc,vent,overh,seci}$ est 1. Des valeurs plus favorables sont à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

La valeur du facteur multiplicateur $m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ et $m_{overh,sec\ i}$ peut varier entre 1,0 et 1,5. La valeur par défaut de $m_{heat,sec\ i}$ est de 1,5. La valeur par défaut pour $m_{cool,sec\ i}$ et $m_{overh,sec\ i}$ est de 1,0. Pour déterminer des valeurs plus favorables, on se référera à l'Annexe B de la présente annexe.

7.8.7 Coefficient de déperdition de chaleur par surventilation

Pour un système de ventilation mécanique où l'air est extrait mécaniquement, l'air rejeté peut être utilisé par une pompe à chaleur comme source de chaleur pour la préparation d'eau chaude sanitaire.

Dans ce cas, on parle de surventilation lorsque la quantité d'air repris, nécessaire pour le bon fonctionnement de la pompe à chaleur à un moment donné, se situe au-dessus du débit de ventilation hygiénique à ce moment.

L'expression pour les coefficients de déperdition de chaleur par surventilation pour le secteur énergétique i est la suivante :

Eq. 45 $$H_{V,over,heat,sec\,i} = H_{V,over,cool,sec\,i} = H_{V,over,overh,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{over,sec\,i} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$\dot{V}_{over,seci}$ le débit d'air supplémentaire déterminé tel que ci-après, résultant d'une surventilation dans le secteur énergétique i, dans le cas des systèmes à extraction mécanique où une pompe à chaleur utilise l'air rejeté comme source de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, en m^3/h.

L'effet de la surventilation n'est pas encore pris en compte. On considère donc : $\dot{V}_{over,sec\ i} = 0$.

7.8.8 Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation par l'ouverture manuelle des parties ouvrantes

L'expression pour le coefficient de perte de chaleur par ventilation par l'ouverture manuelle des parties ouvrantes est la suivante :

Eq. 46 $$H_{V,free,nat,overh,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{free,nat,overh,sec\,i} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$\dot{V}_{free,nat,overh,sec\,i}$ le débit de ventilation utilisé pour la détermination de l'indicateur de surchauffe dans le cas de la ventilation par l'ouverture manuelle des parties ouvrantes, déterminé selon le § 7.8.9, en m^3/h.

Le débit de ventilation utilisé pour la détermination de l'indicateur de surchauffe dans le cas de la ventilation par l'ouverture manuelle des parties ouvrantes est déterminé sur base du Tableau [37] en fonction du potentiel de ventilation intensive.

Tableau [37] : Valeurs du débit de ventilation par ouverture des fenêtres selon le potentiel de ventilation intensive

Potentiel de ventilation intensive	$\dot{V}_{free,nat,overh,seci}$ **(m³/h)**
Potentiel de ventilation intensive nul	0
Potentiel de ventilation intensive très faible	0,15 . V_{seci}
Potentiel de ventilation intensive faible	0,20 . V_{seci}
Potentiel de ventilation intensive moyen	0,40 . V_{seci}
Potentiel de ventilation intensive élevé	0,55 . V_{seci}
Potentiel de ventilation intensive très élevé	0,70 . V_{seci}
Potentiel de ventilation intensive maximal	1,10 . V_{seci}

7.8.9 Potentiel de ventilation intensive

La détermination du potentiel de ventilation intensive se fait pour l'ensemble de l'unité PER sur base de l'organigramme de la Figure [2] ci-dessous dont les différents termes sont définis ci-après :

Figure [2] : Potentiel de ventilation intensive

Une ouverture de ventilation intensive s'apparente à un, ou la combinaison de plusieurs, élément ouvrant de type fenêtre, panneau, porte, porte-fenêtre ou grille, dont la surface cumulée permettant le passage d'air est supérieure à 6.4% de la superficie plancher nette totale du local d'implantation.

Le caractère d'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive est établi selon les règles déterminées par le Ministre ou, par défaut, une ouverture est considérée comme étant accessible depuis l'extérieur du bâtiment.

Une ouverture de ventilation intensive est considérée sécurisée si soit elle offre la possibilité d'une position d'ouverture fixe permettant un passage d'air d'une hauteur ou largeur ne dépassant pas 15 cm, soit elle est équipée d'un dispositif, fixe ou mobile mais présentant des positions fixes, divisant l'ouverture en éléments dont la hauteur ou la largeur de passage d'air ne dépasse pas 15 cm. L'impact de la présence de l'élément de sécurisation sur la surface de passage d'air et la réduction de débit liée sont négligés.

Une ouverture de ventilation intensive permet une modulation de la surface d'ouverture si elle offre au moins une configuration d'ouverture fixe entre les configurations complètement ouverte et complètement fermée.

Une ouverture est équipée d'un dispositif de modulation automatique si elle est équipée d'un dispositif de robotisation dont le module de gestion intègre les données d'une sonde de température intérieure.

Une unité PER est configurée de façon à assurer une capacité de ventilation intensive importante si elle permet une ventilation soit traversante par des ouvertures distribuées sur au moins deux façades dont l'orientation diffère de 90° ou plus, soit par effet cheminée par des ouvertures dont les hauteurs moyennes sont distantes d'au moins 3 m selon un axe vertical.

7.9 Gains de chaleur internes mensuels

7.9.1 Principe

Les gains de chaleur internes sont égaux à toute la chaleur produite dans un secteur énergétique par des sources internes, à l'exception du système de chauffage des locaux : par exemples l'émission de chaleur des personnes, de l'éclairage et des appareils. Dans le cadre de la réglementation, on établit leur valeur de manière forfaitaire. Dans les espaces adjacents non chauffés, les gains de chaleur internes sont par hypothèse égaux à zéro.

7.9.2 Règle de calcul

On détermine les gains de chaleur internes dans un secteur énergétique i pendant un mois donné comme suit :

Eq. 50 si $V_{EPR} \leq 192\ m^3 : Q_{i,seci,m} = \left(1,41 . V_{EPR} + 78\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$

si $V_{EPR} > 192\ m^3 : Q_{i,seci,m} = \left(0,67 . V_{EPR} + 220\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$ (MJ)

avec :

V_{EPR} le volume total de l'unité PER, voir le § 6, en m³ ;

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m³ ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1].

7.10 Gains solaires mensuels

7.10.1 Principe

Les gains solaires relatifs à un mois donné se composent de la somme de 3 termes :

- les gains solaires par les parois transparentes, à l'exception des parois en briques de verre ;
- les gains solaires par les systèmes d'énergie solaire passifs non ventilés ;
- les gains solaires provenant d'espaces adjacents non chauffés.

Les systèmes d'énergie solaire passifs ventilés avec de l'air extérieur ou intérieur doivent être déterminés selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence et se baser sur l'annexe F de la norme NBN EN 13790.

7.10.2 Règle de calcul

On détermine les gains solaires dans un secteur énergétique i pendant un mois donné comme suit :

Eq. 51 $$Q_{s,heat,sec\ i,m} = \sum_{j=1}^{m} Q_{s,heat,tr,m,j} + \sum_{k=1}^{n} Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^{p} Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{s,heat,tr,m,j}$ les gains solaires par une paroi transparente j pendant le mois considéré, en MJ, déterminés selon le § 7.10.3 ;

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ les gains solaires par un système d'énergie solaire passif non ventilé k pendant le mois considéré, en MJ, déterminés selon le § 7.10.4 ;

$Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l}$ la part des gains solaires, pendant le mois considéré, de l'espace adjacent non chauffé l qui profite indirectement au secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon les Annexe A et Annexe C de la présente annexe.

A cette fin, il faut effectuer une somme sur toutes les parois transparentes j à l'exception des parois en briques de verre, tous les systèmes d'énergie solaire passifs non ventilés k et tous les espaces adjacents non chauffés l du secteur énergétique i. La façon de traiter les espaces adjacents non chauffés se trouve à l'Annexe A de la présente annexe.

L'indice 'heat' (c.-à-d. la valeur utilisée pour la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage) est remplacé par l'indice 'cool' pour la détermination des besoins nets en énergie pour le refroidissement et par l'indice 'overh' pour la détermination de l'indicateur de surchauffe.

7.10.3 Gains solaires par une paroi transparente

7.10.3.1 Principe

L'importance des gains solaires par une paroi transparente dépend de l'écran formé par des éléments de l'environnement étrangers au bâtiment ou liés au bâtiment, par des protections solaires fixes et par des protections solaires mobiles. L'écran formé par des éléments de l'environnement est pris en

compte dans le calcul de l'ensoleillement incident ; l'écran formé par une protection solaire l'est par adaptation du facteur solaire g.

7.10.3.2 Règle de calcul

Les gains solaires par la paroi transparente j, $Q_{s,heat,tr,m,j}$, sont donnés par :

Eq. 52 $Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$ (MJ)

avec :

0,95	le facteur de réduction lié à la salissure ;
$g_{m,j}$	le facteur solaire mensuel de la paroi transparente j, déterminé selon le § 7.10.3.3, (-) ;
$A_{g,j}$	la surface vitrée de la paroi transparente j en m² ;
$I_{s,m,j,shad}$	l'ensoleillement de la paroi transparente j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe.

Pour les lanterneaux, la surface vitrée $A_{g,j}$ de l'Eq. 52 $Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$ est remplacée par la surface de la projection horizontale de la surface extérieure éclairante $A_{t,flat}$ telle que définie dans la norme NBN EN 1873.

Si la paroi transparente j est une fenêtre dont la valeur U est déterminée avec la méthode simplifiée, il faut toujours prendre :

Eq. 53 Si $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0,7 \cdot A_{w,d,j}$

Si $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0,8 \cdot A_{w,d,j}$ (m²)

avec :

$A_{w,d,j}$	la surface de l'ouverture de jour de la fenêtre j, en m².

7.10.3.3 Facteur solaire mensuel $g_{m,j}$ d'une paroi transparente

7.10.3.3.1 Principe

Le facteur solaire mensuel d'une paroi transparente ($g_{m,j}$) est déterminé par le facteur solaire de la partie transparente de cette paroi transparente et par la nature de la protection solaire. A cet égard, il convient d'établir une distinction entre protection solaire intérieure, protection solaire extérieure et protection solaire intégrée. Une protection solaire intérieure se trouve du côté intérieur de la paroi transparente, une protection solaire extérieure se trouve du côté extérieur, et une protection solaire intégrée se trouve entre les vitres qui constituent ensemble la partie transparente. Les protections solaires peuvent se situer dans le plan et en-dehors du plan de la paroi transparente. Les volets, volets roulants, stores et persiennes sont des exemples de protections solaires situées dans le plan de la paroi transparente. Les marquises, stores à projection et bannes solaires sont des exemples de protections solaires hors du plan de la paroi transparente. Une protection solaire composée exclusivement d'écrans architectoniques est traitée comme un élément de l'environnement lié au bâtiment. Par ailleurs, les protections solaires peuvent être fixes, à commande manuelle ou automatique (distinction importante pour la détermination du facteur d'utilisation $a_{C,m,j}$). La position d'une protection solaire

fixe est immuable ; les protections solaires à commande manuelle ou automatique ont au moins deux positions. Une commande automatique exige un activateur piloté de manière automatique (par exemple, un moteur) et au moins un capteur d'ensoleillement par orientation de façade ou un détecteur d'absence qui referme la protection solaire en cas d'absence. En présence d'une protection solaire intégrée où l'espace intérieur est ventilé avec de l'air intérieur ou extérieur, le facteur solaire doit faire l'objet d'une demande d'équivalence.

7.10.3.3.2 Règle de calcul

On détermine le facteur solaire mensuel d'une paroi transparente comme suit :

Eq. 54 $$g_{m,j} = 0,9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp}$$ (-)

avec :

0,9	une valeur fixe pour la correction de l'angle d'incidence, (-) ;
F_c	le facteur de réduction pour protection solaire, (-), déterminé selon le § 7.10.3.4 ;
$a_{c,m}$	le facteur d'utilisation mensuel de la protection solaire, (-), déterminé selon le § 7.10.3.5 ;
$g_{g,\perp}$	le facteur solaire du vitrage pour une incidence normale, (-), déterminé selon la norme NBN EN 410 (dans laquelle il est désigné par le symbole g).

Si une paroi transparente est équipée de plusieurs systèmes de protection solaire mobile (par exemple, protection intérieure et extérieure), il faut prendre en considération le système qui possède la plus haute valeur F_c pour les calculs de chauffage, et le système possédant la valeur F_c la plus basse pour l'évaluation de l'indicateur de surchauffe et des besoins nets en énergie pour le refroidissement des espaces.

7.10.3.4 Facteur de réduction F_C pour protection solaire

7.10.3.4.1 Protection solaire dans le plan de la paroi transparente

Le facteur de réduction pour une protection solaire située dans le plan de la paroi transparente est donné par le rapport entre le facteur solaire pour une incidence normale de la combinaison de la partie transparente et de la protection solaire, et le facteur solaire pour une incidence normale de la seule partie transparente :

Eq. 55 $$F_C = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}}$$ (-)

avec :

$g_{g+C,\perp}$	le facteur solaire pour une incidence normale de la combinaison de la partie transparente et de la protection solaire, (-), déterminé selon les normes NBN EN ISO 52022-1, NBN EN ISO 52022-3 (dans lesquelles il est désigné par le symbole et l'indice g_{tot}) ou selon la norme ISO 15099. La norme NBN EN ISO 52022-1 peut uniquement être appliquée si toutes les conditions spécifiées dans celle-ci sont respectées ;

$g_{g,\perp}$ le facteur solaire pour une incidence normale pour la partie transparente de la paroi transparente, (-), déterminé selon la norme NBN EN 410 (dans laquelle il est désigné par le symbole g).

Si $g_{g+C,\perp}$ n'est pas indiqué, il faut utiliser les valeurs par défaut du Tableau [3]. Ces valeurs sont indépendantes du facteur solaire de la partie transparente et restent constantes tout au long de l'année.

Tableau [3] : Valeurs par défaut pour le facteur de réduction F_C pour une protection solaire dans le plan de la paroi transparente

Système de protection solaire	F_C
Protection solaire extérieure	0,50
Protection solaire intégrée non ventilée	0,60
Protection solaire intérieure	0,90
Tous les autres cas	1,00

7.10.3.4.2 Protection solaire non située dans le plan de la paroi transparente

Seules les protections solaires ayant un facteur de transmission solaire (moyenné sur la surface) $\tau_{e,dir,h}$ (angle d'incidence perpendiculaire, transmission hémisphérique) inférieur à 30% sont prises en considération. Les protections solaires qui ne satisfont pas à ce critère sont négligées.

Le facteur de réduction moyen mensuel F_c pour une protection solaire non située dans le plan de la paroi transparente est donné par le rapport entre l'ensoleillement mensuel sur la paroi transparente ombragée par la protection solaire et l'ensoleillement mensuel de la paroi transparente non ombragée :

Eq. 56 $$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

avec :

$I_{s,m,j,shad,wC}$ l'ensoleillement sur la paroi transparente j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage assuré tant par les obstacles fixes que par la protection solaire, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe. Ceci exige de déterminer l'angle de surplomb α_v. La protection solaire est traitée ici comme si elle était opaque.

$I_{s,m,j,shad,woC}$ l'ensoleillement sur la paroi transparente j pour le mois considéré, compte tenu uniquement de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe.

7.10.3.5 Facteur d'utilisation mensuel $a_{c,m}$

Le facteur d'utilisation mensuel $a_{c,m}$ doit être déterminé par paroi transparente, en fonction du type de commande (manuelle ou automatique) et en fonction de l'orientation φ_j et de l'inclinaison θ_j de la surface vitrée j.

Avec une protection solaire fixe, $a_{c,m}$ est toujours égal à 1.

En cas de protection solaire mobile, on tire $a_{C,m}$ du Tableau [4]. Les tableaux C1 et C2 sont repris à l'Annexe C de la présente annexe. La valeur varie selon qu'il s'agit de la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage ou pour le refroidissement, ou de l'indicateur de surchauffe.

Tableau [4] : Le facteur d'utilisation moyen $a_{C,m}$, en fonction du type de calcul

Calcul / Commande	Chauffage	Refroidissement	Surchauffe
Manuelle	0,0	0,2	Tableaux C1
Automatique	0,0	max(0 ;Tableaux C2 diminué de 0,1)	Tableaux C2

7.10.4 Gains solaires par un système d'énergie solaire passif non ventilé

7.10.4.1 Définitions

Un système d'énergie solaire passif non ventilé est une construction composée d'une partie extérieure transparente et d'une partie intérieure opaque, et où aucune circulation d'air extérieur ou intérieur n'a lieu dans la(les) lame(s) d'air (éventuellement) présente(s). Les murs (massifs) avec sur-vitrage, combinés ou non avec une isolation transparente supplémentaire, en sont des exemples.

7.10.4.2 Règle de calcul

On détermine les gains solaires d'un système d'énergie solaire passif non ventilé k pendant le mois considéré comme suit :

Eq. 57 $$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$g_{eff,t,m,k}$ le facteur solaire effectif du système k, tel que déterminé ci-après, (-) ;

$A_{ps,g,k}$ la surface transparente du système d'énergie solaire passif k, en m² ;

$I_{s,m,k,shad}$ l'ensoleillement sur le système k pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe.

On détermine $g_{eff,t,m,k}$ comme suit :

- concernant les systèmes constructifs extérieurs ayant une transmission non négligeable de l'énergie solaire, la valeur effective est proportionnelle à l'absorption de la partie opaque :

Eq. 58 $$g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \frac{U}{U_{te}}$$ (-)

- concernant les systèmes constructifs extérieurs ayant une transmission négligeable de l'énergie solaire (par exemple, les constructions dans lesquelles un absorbeur est intégré), on adapte la valeur déterminée sur la base de mesures afin de tenir compte de la résistance thermique de la lame d'air (non ventilée) entre le système constructif et la partie opaque :

Eq. 59 $$g_{eff,t,m,k} = \left(R_{se} + R_t\right) \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \cdot U$$ (-)

avec :

Eq. 60 $$U = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si}\right)$$ (W/m².K)

Eq. 61 $$U_{te} = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al}\right)$$ (W/m².K)

et avec :

α	le coefficient d'absorption de la partie opaque, (-) ;
$g_{t,h}$	le facteur solaire du système constructif pour un rayonnement solaire hémisphérique diffus, (-) ;
$c_{m,k}$	un coefficient repris au

Tableau [5], (-) ;

$g_{t,\perp}$	le facteur solaire du système constructif sous un angle d'incidence normal, (-) ;
U	le coefficient de transmission thermique de l'élément de construction, de l'intérieur vers l'extérieur, en W/m².K ;
U_{te}	le coefficient de transmission thermique externe de l'élément de construction, depuis la surface qui délimite le système constructif jusqu'à l'environnement extérieur, en W/m².K ;
R_{se}	la résistance thermique superficielle externe, en m².K/W ;
R_t	la résistance thermique du système constructif, en m².K/W ;
R_{si}	la résistance thermique superficielle interne, en m².K/W ;
R_{al}	la résistance thermique de la couche d'air (non ventilée) entre la partie opaque et le système constructif, en m².K/W ;
R_i	la résistance thermique de la partie opaque derrière le système constructif, en m².K/W.

Tableau [5] : Coefficients $c_{m,k}$ pour le calcul du facteur solaire effectif d'une isolation transparente sur la base des valeurs mesurées pour l'incidence perpendiculaire et hémisphérique (pour les murs verticaux)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc
S	-0,105	-0,067	-0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	-0,054	-0,093	-0,105
SO/SE	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
O/E	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NO/NE	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000

8 Risque de surchauffe et refroidissement

8.1 Principe

Dans un climat froid comme celui de la Belgique, une combinaison raisonnable d'interventions constructives et occupationnelles réduit suffisamment le risque de surchauffe estivale dans les bâtiments résidentiels pour pouvoir se passer de refroidissement actif. Il suffit de ne pas prendre une surface de parois transparentestrop grande, de prévoir, si nécessaire, une protection solaire extérieure, de conférer aux murs intérieurs, aux plafonds et aux planchers une hauteur suffisante, une masse thermique suffisamment élevée et accessible, et d'assurer une ventilation supplémentaire la nuit.

Quand il y a encore des plaintes, elles sont généralement liées à une pièce. Les gains solaires par pièce, les gains de chaleur internes, la masse thermique accessible, les possibilités de ventilation et la température souhaitée (différente, par exemple, dans une salle de bains et dans une chambre à coucher) déterminent, entre autres, le risque de surchauffe dans cette pièce et la décision éventuelle de prévoir quand même un refroidissement actif. Une évaluation des risques de surchauffe devrait donc se faire au niveau de chaque pièce. Dans le cadre de la présente annexe, on utilise une méthode très simplifiée qui évalue la surchauffe par secteur énergétique sans donner de réponse définitive quant à la surchauffe possible dans une pièce.

L'évaluation se fait en 3 étapes.

Dans une première étape, pour chaque secteur énergétique, on évalue de façon conventionnelle le risque de surchauffe. Les gains de chaleur normalisés excédentaires sont pris comme indicateur du risque de surchauffe.

Une valeur de l'indicateur de surchauffe inférieure à la limite maximale autorisée ne donne aucune garantie qu'aucun problème de surchauffe ne surviendra. Un réel risque de surchauffe existe pour des valeurs proches de la valeur maximale. Si des problèmes de surchauffe se produisent, il y a de grandes chances pour qu'une installation de refroidissement actif soit installée, avec la consommation d'énergie associée. Pour tenir compte de manière équilibrée de l'effet de cette consommation sur la performance énergétique du bâtiment lors de la conception et de la construction, on introduit le concept de refroidissement fictif. De cette manière, on anticipe de manière conventionnelle l'utilisation éventuelle d'une installation de refroidissement.

Dans une deuxième étape, on définit, en fonction de l'indicateur de surchauffe, une sorte de probabilité conventionnelle qu'une installation de refroidissement actif soit effectivement placée. Deux cas peuvent se présenter :

- si une installation de refroidissement actif est placée dès la construction, on tient toujours entièrement compte des besoins de refroidissement. La probabilité qu'une installation de refroidissement soit placée est alors de 1, quelle que soit la valeur de l'indicateur de surchauffe.
- si on ne place pas de refroidissement actif lors de la construction, on considère un palier pour l'indicateur de surchauffe. Sous ce palier, le risque de surchauffe est considéré comme tellement faible que la probabilité que du refroidissement actif soit installé par après est prise comme étant égale à 0. Entre le palier et la valeur maximale autorisée, on considère conventionnellement une augmentation linéaire de la probabilité entre 0 et 1.

Au cas où la probabilité conventionnelle n'est pas nulle, on calcule, dans une troisième étape, le besoin net en énergie pour le refroidissement sur base des gains de chaleur excédentaires par rapport à la valeur de consigne pour le refroidissement. On prend conventionnellement 23°C comme valeur de consigne. Lorsqu'une installation de refroidissement actif garanti un confort d'été, on considère que les occupants utiliseront moins les éventuelles protections solaires ou les possibilités de ventilation (nocturne) intensive. Ces installations sont donc considérées différemment que lors de l'évaluation du risque de surchauffe.

8.2 Détermination de l'indicateur de surchauffe

On détermine, par secteur énergétique i, respectivement par unité PEB, l'indicateur de surchauffe comme étant égal aux gains de chaleur annuels normalisés excédentaires par rapport à la température de consigne du refroidissement pour le secteur énergétique i, respectivement pour l'unité PEB. Cette valeur étant égale à la somme des valeurs mensuelles :

Eq. 62 $$I_{overh,sec\ i} = Q_{excess\ norm,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,sec\ i,m} \quad \text{(Kh)}$$

Eq. 419 $$I_{overh,EPR} = Q_{excess\ norm,EPR,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,EPR,m} \quad \text{(Kh)}$$

avec :

Eq. 394 $$Q_{excess\ norm,\ sec\ i,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ sec\ i,m}\right) \cdot \left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{g,overh,\ sec\ i,m}}{H_{T,overh,\ sec\ i,m} + H_{V,overh,\ sec\ i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad \text{(Kh)}$$

Eq. 420 $$Q_{excess\ norm,\ EPR\ ,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ EPR\ ,m}\right) \cdot \Sigma_i\left[\left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{g,overh,\ sec\ i,m}\right]}{\Sigma_i\left(H_{T,overh,\ sec\ i,m} + H_{V,overh,\ sec\ i,m}\right)} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad \text{(Kh)}$$

et avec :

Eq. 64 $$Q_{g,overh,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,overh,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 421 $$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = a_{sec\ i,m} / \left(a_{sec\ i,m}+1\right) \text{ pour } \gamma_{overh,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{seci,\ m}}}{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{sec\ i,m}+1}} \text{ pour les autres cas} \quad \text{(-)}$$

Eq. 422 $$\eta_{util,overh,EPR,m} = a_{EPR,m} / \left(a_{EPR,m}+1\right) \text{ pour } \gamma_{overh,EPR,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,EPR,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}}}{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}+1}} \text{ pour les autres cas} \quad \text{(-)}$$

avec :

Eq. 66 $\gamma_{overh,sec\ i,m} = Q_{g,overh,sec\ i,m} / Q_{L,overh,sec\ i,m}$ (-)

Eq. 423 $\gamma_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i Q_{g,overh,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{L,overh,sec\ i,m}}$ (-)

Eq. 424 $a_{sec\ i,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,sec\ i,m}}{54000}$ (-)

Eq. 425 $a_{EPR,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,EPR,m}}{54000}$ (-)

Eq. 68 $Q_{L,overh,sec\ i,m} = Q_{T,overh,sec\ i,m} + Q_{V,overh,sec\ i,m}$ (MJ)

Eq. 69 $Q_{T,overh,sec\ i,m} = H_{T,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$ (MJ)

Eq. 70 $Q_{V,overh,sec\ i,m} = H_{V,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$ (MJ)

Eq. 71 $\tau_{overh,sec\ i,m} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}}$ (s)

Eq. 426 $\tau_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i C_{sec\ i}}{\sum_i \left(H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}\right)}$ (s)

avec :

$\eta_{util,overh,sec\ i,m}$	le taux d'utilisation des gains de chaleur mensuels du secteur énergétique i, pour l'indicateur de surchauffe, (-) ;
$Q_{g,overh,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et production de chaleur interne dans le secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, en MJ ;
$Q_{i,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuel par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.9.2 ;
$Q_{s,overh,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuel par ensoleillement dans le secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, en MJ, déterminés selon le § 7.10 ;
$\gamma_{overh,sec\ i,m}$	le rapport entre les gains de chaleur mensuels et les déperditions de chaleur mensuelles dans le secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, (-) ;
$Q_{L,overh,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission et par ventilation pour l'indicateur de surchauffe, en MJ ;
a_m	un paramètre numérique ;

$Q_{T,overh,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par transmission du secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, en MJ ;
$Q_{V,overh,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles par ventilation du secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, en MJ ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir le Tableau [1] ;
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour l'indicateur de surchauffe, égale par hypothèse à 1°C ;
$H_{T,overh,sec\ i}$	le coefficient de transfert thermique du secteur énergétique i par transmission pour l'indicateur de surchauffe, en W/K, tel que déterminé ci-dessous ;
$H_{V,overh,sec\ i,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel du secteur énergétique i par ventilation pour l'indicateur de surchauffe, en W/K, déterminé selon le § 7.8.2 ;
$\tau_{overh,sec\ i,m}$	la constante de temps mensuel du secteur énergétique i pour l'indicateur de surchauffe, en s ;
$C_{sec\ i}$	la capacité thermique effective du secteur énergétique i, en J/K, déterminée selon le § 7.6 ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1] ;
$f_{cool,geo,sec\ i,m}$	le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement par géo-cooling et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, tel que déterminé selon le § **Error! Reference source not found.**, (-).

Il faut sommer tous les secteurs d'énergie i de l'unité PER.

$H_{T,overh,sec\ i}$ est déterminé selon le § 7.7.2. Toutefois, si l'influence des nœuds constructifs est calculée de manière forfaitaire (selon l'option C de l'annexe B.2 au présent arrêté), ce supplément forfaitaire n'est pas pris en considération dans le calcul de l'indicateur de surchauffe.

8.3 Probabilité conventionnelle que du refroidissement actif soit installé

Lors de la détermination de la performance énergétique, on applique par convention la valeur suivante pour la probabilité que du refroidissement actif soit placé (voir le § 8.1 pour plus d'explications) :

- si le secteur énergétique i est lié à une machine de froid actif, ou à un système de fourniture de froid externe alimenté par une machine de froid actif, on a : $p_{cool,sec\ i} = 1$ (-)
- si aucun refroidissement actif n'est installé dans le secteur énergétique i, on a :

Eq. 72 $$p_{cool,sec\ i} = \max\left\{0; \min\left(\frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}; 1\right)\right\} \quad (-)$$

avec :

$I_{overh,thresh}$	la valeur de seuil au-dessus de laquelle il faut tenir compte, pour la détermination de la performance énergétique, d'un risque d'installation de refroidissement actif ultérieure. Cette valeur est par hypothèse égale à 1000 Kh ;

$I_{overh,max}$ la valeur maximale autorisée pour l'indicateur de surchauffe, cette valeur est par hypothèse égale à 6500 Kh.

8.4 Paragraphe vide

Ce paragraphe est volontairement vide.

8.5 Refroidissement

Les besoins nets en énergie pour le refroidissement par mois et par secteur énergétique i sont déterminés comme suit :

Eq. 446

$$Q_{cool,net,sec\ i,m} = p_{cool,sec\ i} \cdot \left(1 - f_{cool,geo,sec\ i,m} - f_{cool,ngeo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$p_{cool,sec\ i}$ la probabilité conventionnelle d'installation d'un refroidissement actif, déterminée selon le § 8.3, (-) ;

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ, tels que déterminés ci-dessous ;

$f_{cool,geo,sec\ i,m}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement par géo-cooling, directement ou via un système de fourniture de froid externe, et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, tel que déterminé selon le § 8.6.1, (-) ;

$f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement passif autre que du géo-cooling, directement ou via un système de fourniture de froid externe, et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, tel que déterminé selon le § 8.6.2, (-).

On détermine les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement, $Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$, comme suit :

Eq. 74 si $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ est supérieur ou égal à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = 0$$

si $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ est inférieur à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = Q_{g,cool,sec\ i,m} - \eta_{util,cool,sec\ i,m} \cdot Q_{L,cool,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

Eq. 75 $Q_{g,cool,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,cool,seci,m}$ (MJ)

Eq. 76 $\eta_{util,cool,sec\ i,m} = a_m / (1 + a_m)$ pour $\lambda_{cool,sec\ i,m} = 1$

$$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^{a_m}}{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^{a_m+1}}$$ pour les autres cas (-)

et :

Eq. 77 $\lambda_{cool,seci,m} = Q_{L,cool,seci,m} / Q_{g,cool,seci,m}$ (-)

Eq. 78 $a_m = 1 + \frac{\tau_{cool,seci,m}}{54000}$ (-)

Eq. 79 $Q_{L,cool,seci,m} = Q_{T,cool,seci,m} + Q_{V,cool,seci,m}$ (MJ)

Eq. 80 $Q_{T,cool,seci,m} = H_{T,cool,seci} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m$ (MJ)

Eq. 81 $Q_{V,cool,seci,m} = H_{V,cool,seci,m} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m$ (MJ)

Eq. 82 $\tau_{cool,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,cool,seci} + H_{V,cool,seci,m}}$ (s)

avec :

$\eta_{util,cool,sec\ i,m}$	le taux d'utilisation des déperditions de chaleur mensuels d'un secteur énergétique i, pour la détermination du besoin de refroidissement, (-) ;
$Q_{g,cool,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ ;
$Q_{i,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuels par production de chaleur interne dans le secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.9.2 ;
$Q_{s,cool,sec\ i,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ, déterminés selon le § 7.10 ;
$\lambda_{cool,sec\ i,m}$	le rapport entre les déperditions de chaleur mensuelles et les gains de chaleur mensuels dans le secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, (-) ;
$Q_{L,cool,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission et par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ ;
a_m	un paramètre numérique ;
$Q_{T,cool,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ ;

$Q_{V,cool,sec\ i,m}$	les déperditions de chaleur mensuelles du secteur énergétique i par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en MJ ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir le Tableau [1] ;
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 1°C ;
$H_{T,cool,sec\ i}$	le coefficient de transfert thermique du secteur énergétique i par transmission pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K. Cette valeur est par hypothèse égale à $H_{T,overh,sec\ i}$ tel que déterminé au § 8.2 ;
$H_{V,cool,sec\ i,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel du secteur énergétique i par ventilation pour la détermination du besoin de refroidissement, en W/K, déterminée selon le § 7.8 ;
$\tau_{cool,sec\ i,m}$	la constante de temps mensuel du secteur énergétique i pour la détermination du besoin de refroidissement, en s ;
$C_{sec\ i}$	la capacité thermique effective du secteur énergétique i, en J/K, déterminée selon le § 7.6 ;
23	la température intérieure imposée par la présente annexe pour la détermination du besoin de refroidissement, en °C ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1].

Remarque :

Pour le climat belge, le besoin de refroidissement dépend fortement des conditions atmosphériques du moment. Le besoin de refroidissement d'une année météorologique moyenne n'est pas égal au besoin de refroidissement moyen sur différentes années car les années chaudes pèsent relativement plus lourd. Les calculs tiennent compte de ce phénomène, en prenant des températures quelque peu supérieures à la moyenne au long de l'année.

8.6 Systèmes de refroidissement passifs

Le refroidissement passif est un refroidissement qui survient sans froid actif supplémentaire produit par une machine de froid. Le refroidissement passif pour les unités résidentielles est considéré comme suit.

8.6.1 Systèmes de refroidissement par géo-cooling

Dans les unités résidentielles, la technique du "géo-cooling", couplée à un système fermé avec un échangeur sol-eau vertical ou à un système ouvert qui utilise les eaux souterraines des aquifères profonds et une pompe à chaleur géothermique pour le chauffage, est prise en considération dans les calculs de refroidissement. Lorsque cette technique de géo-cooling est liée via un système de fourniture de froid externe, elle est considérée au même titre qu'un système présent sur le site. Le géo-cooling permet de refroidir l'eau de refroidissement en utilisant un échangeur de chaleur enterré profondément dans le sol ou de l'eau souterraine, sans refroidissement actif supplémentaire fourni par une machine de refroidissement à compression. L'eau de refroidissement est fournie aux unités résidentielles directement ou via un système de fourniture de froid externe. Ensuite, cette eau est envoyée dans un plancher rafraichissant, ce qui permet d'abaisser la température intérieure.

Cette technique du "géo-cooling" permet de fournir une fraction des besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement. Cette fraction, notée $f_{cool,geo,sec\ i,m}$, peut varier entre 0 à 1.

Le principe de calcul du rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement par géo-cooling, directement ou via un système de fourniture de froid externe, et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, est le suivant.

En l'absence d'un système de refroidissement par géo-cooling, alors on a $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Si une machine de froid actif fournit du froid à un système de fourniture de froid externe qui fournit lui-même du froid au secteur énergétique considéré, alors on a également $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Cette valeur tient également lieu de valeur par défaut.

Si un système de refroidissement par géo-cooling, directement ou via un système de fourniture de froid externe, associé à un échangeur sol-eau vertical ou à de l'eau souterraine fournit du froid au secteur énergétique considéré, alors $f_{cool,geo,seci,m}$ est déterminé tel que ci-dessous. Si un système de refroidissement par géo-cooling associé à un autre type d'échangeur sol-eau (par ex. un échangeur sol-eau horizontal) fournit du froid au secteur énergétique considéré, alors il faut utiliser la valeur par défaut. Des valeurs plus favorables sont à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

Deux facteurs limitants sont pris en compte pour déterminer $f_{cool,geo,sec\ i,m}$:

- la capacité du sous-sol à fournir l'énergie de refroidissement demandée par le bâtiment. En effet, le sous-sol ne peut fournir qu'une quantité limitée d'énergie de refroidissement sur une année. Il en est de même pour les systèmes ouverts qui utilisent de l'eau souterraine car il convient de maintenir l'équilibre thermique du sol en l'état. Dans la méthode, cette limitation dépend du facteur $f_{cool,geo,GHX}$;
- la capacité du plancher rafraichissant à fournir l'énergie de refroidissement demandée par le bâtiment. En effet, la surface au sol disponible pour le plancher rafraichissant détermine la puissance maximale émise par ce système d'émission. Par conséquent, une surface disponible trop petite peut limiter le potentiel de géo-cooling. Dans la méthode, cette limitation dépend du facteur $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$.

Le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i, directement ou via un système de fourniture de froid externe, par un système de refroidissement par géo-cooling associé à un échangeur sol-eau vertical ou à de l'eau souterraine et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, est donnée par :

Eq. 396 $f_{cool,geo,sec\ i,m} = \min(f_{cool,geo,GHX}\ ;\ f_{cool,geo,slab,sec\ i,m})$ (-)

avec :

$f_{cool,geo,GHX}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement par géo-cooling et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i sur base annuelle, en tenant compte uniquement de l'échangeur de chaleur du sous-sol ou de l'équilibre thermique des aquifères comme facteur limitant, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;

$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i par un système de refroidissement par géo-cooling et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i sur base mensuelle, en tenant compte uniquement de la limitation liée à la surface disponible pour le plancher rafraîchissant, tel que déterminé ci-dessous, (-).

Le facteur $f_{cool,geo,GHX}$ dépend des besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement, des besoins annuels bruts en énergie totaux pour l'eau chaude sanitaire et des besoins annuels bruts en énergie pour le chauffage. Il est déterminé comme suit :

- pour les systèmes fermés couplés à un échangeur sol-eau vertical, situés sur site ou via un système de fourniture de froid externe :

Eq. 397 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1\ ;\ \frac{\max\left(4000\ ;\ 0{,}3.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)\right)}{\sum_j \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}}\right) \quad (-)$$

- pour les systèmes ouverts qui utilisent de l'eau souterraine, situés sur site ou via un système de fourniture de froid externe :

Eq. 428 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1\ ;\ \frac{0{,}8.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)}{\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}\right) \quad (-)$$

avec :

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1, en MJ ;

$Q_{water,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie totaux pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage alimentés par le système, en MJ, tel que déterminé ci-dessous ;

$Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}$ les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique j, déterminés selon le § 8.5, en MJ.

Pour les systèmes situés sur site ou les systèmes de fourniture de froid externe qui sont refroidis par une combinaison de systèmes fermés couplés à un échangeur sol-eau vertical et de systèmes ouverts qui utilisent de l'eau souterraine, le facteur $f_{cool,geo,GHX}$ est déterminé comme la valeur minimum parmi les facteurs $f_{cool,geo,GHX}$ des systèmes concernés.

Il faut faire la somme sur :

- tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER qui sont alimentés, directement ou via un système de fourniture de chaleur externe, par la pompe à chaleur géothermique qui est lié au système de refroidissement par géo-cooling ;
- tous les secteurs énergétiques j de l'unité PER qui sont alimentés, directement ou via un système de fourniture de froid externe, par le système de refroidissement par géo-cooling.

Les besoins mensuels bruts en énergie totaux pour l'eau chaude sanitaire sont calculés comme suit :

Eq. 398 $$Q_{water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m} \quad (MJ)$$

où :

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire j, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;

Qwater,sink k,gross,m les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine k, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ.

Il faut faire la somme sur toutes les douches ou baignoires j et tous les éviers k de l'unité PER qui sont alimentés en ECS, directement ou via un système de fourniture de chaleur externe, par la pompe à chaleur géothermique qui est lié au système de refroidissement par géo-cooling.

Le terme $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ dépend de la demande de refroidissement du secteur énergétique i et de la surface au sol disponible pour le plancher rafraichissant. Il est calculé comme suit :

Eq. 399 Si $\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$ est égal à 0, on a :

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=0 \quad (-)$$

Dans tous les autres cas, on a :

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=\min\left(1\ ;\ \frac{\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}}{\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}}\right)\cdot f_{cool,slab,control} \quad (-)$$

avec :

$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}$ la puissance mensuelle moyenne émise par le plancher rafraîchissant dans le secteur énergétique i, en W, telle que déterminée ci-dessous ;

$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$ la puissance mensuelle moyenne de refroidissement demandée au niveau du secteur énergétique i, en W, telle que déterminée ci-dessous ;

$f_{cool,slab,control}$ un facteur permettant de tenir compte de l'efficacité du système de régulation, conventionnellement fixé à 0,9, (-).

On détermine la puissance mensuelle moyenne de refroidissement au niveau du secteur énergétique i comme suit :

Eq. 400 $$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}=\frac{Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}{t_m} \quad (W)$$

avec :

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 8.5, en MJ ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1].

On détermine la puissance mensuelle moyenne émise par le plancher rafraîchissant comme suit :

Eq. 401 $$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}=A_{cool,slab,sec\ i}\cdot U_{cool,slab}\cdot f_{cool,slab,usable}\cdot(23-\theta_{w,ave,slab,m})^{n_{slab,cool}} \quad (W)$$

avec :

$A_{cool,slab,sec\ i}$ la surface au sol du plancher rafraichissant pour le secteur énergétique i, en m² ;

$U_{cool,slab}$	le coefficient de transfert de chaleur du plancher rafraichissant, en W/m²K, conventionnellement fixé à 4,66 w/m²K ;
$f_{cool,slab,usable}$	un facteur qui prend en compte la surface réellement disponible pour l'émission radiative du plancher rafraichissant, conventionnellement fixé à 0,8, (-) ;
23	la température intérieure imposée par la présente annexe pour la détermination du besoin de refroidissement, en °C ;
$n_{slab,cool}$	un paramètre permettant le calcul de la puissance émise par le plancher rafraîchissant, conventionnellement fixé à 0,95, (-) ;
$\theta_{w,ave,slab,m}$	la température mensuelle moyenne de l'eau dans le plancher rafraichissant, en °C, déterminée selon le Tableau [42].

Tableau [42] : **Valeurs de la température mensuelle moyenne de l'eau dans le plancher rafraichissant**

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Dec
23	23	23	21	19,5	18,5	18,5	18,5	19,5	21	23	23

8.6.2 Systèmes de refroidissement passif autres que le géo-cooling

Pour les unités résidentielles, des systèmes de refroidissement passif autres que les échangeurs souterrains ou ceux utilisant l'eau souterraine sont également possibles, comme par exemple le refroidissement passif utilisant l'eau de surface. Ces systèmes de refroidissement passif sont considérés via le facteur $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$. Ce facteur est le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i, directement ou via un système de fourniture de froid externe, par un système de refroidissement passif, qui n'est pas un système de refroidissement par géo-cooling associé à un échangeur sol-eau vertical ou à de l'eau souterraine, et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle.

Ce facteur $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ peut varier entre 0 et 1. La valeur par défaut est 0. Des valeurs plus favorables peuvent être déterminées selon des règles définies par le Ministre. En l'absence de celles-ci, cette valeur par défaut est d'application.

9 Besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

9.1 Préambule

L'évaluation des besoins bruts en énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire tient compte du système de stockage de chaleur, de distribution de chaleur, d'émission de chaleur et de régulation pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sanitaire. Les besoins bruts en énergie représentent l'énergie transmise par les installations de production de chaleur au système de distribution de chaleur (ou de stockage de chaleur) consacré au chauffage des locaux et au système de distribution d'eau chaude sanitaire.

Une installation de chauffage se compose de :

- une installation de production de chaleur. En cas de chauffage central, il s'agit de chaudières (hydroniques), de générateurs (d'air chaud), de pompes à chaleur ou d'installations de cogénération. En cas de chauffage local, la production de chaleur s'effectue dans les émetteurs de chaleur proprement dits ;
- éventuellement un système de stockage de chaleur ;
- un système de distribution de chaleur. Il s'agit de conduites en cas de chauffage central hydronique et de gaines en cas de chauffage à air chaud. Un chauffage local n'a pas de système de distribution de chaleur ;
- un système d'émission de chaleur. Radiateurs, convecteurs, conduites dans le sol, conduites dans le plafond, conduites dans les murs ou grilles en cas de chauffage central ; poêles, radiateurs ou convecteurs en cas de chauffage local ;
- la régulation de chacun de ces systèmes.

Les besoins bruts en énergie pour le chauffage comprennent les besoins nets en énergie pour le chauffage et toutes les déperditions qui surviennent lors du stockage, de la distribution et de l'émission de chaleur ainsi que lors de la régulation de chacun de ces systèmes. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système.

Si, dans un secteur énergétique, plusieurs valeurs d'un rendement partiel donné devaient être d'application (par exemple, dans le Tableau [43]), il faut calculer avec la valeur la plus négative pour l'ensemble du secteur énergétique. (Le cas échéant, le secteur énergétique peut évidemment être subdivisé en plusieurs secteurs énergétiques plus petits.)

Une installation d'eau chaude sanitaire se compose de :

- une production de chaleur. On distingue ici deux types : les installations à production instantanée de l'eau chaude sanitaire et les installations à accumulation. Dans les deux cas, l'appareil producteur de chaleur destiné au chauffage des locaux peut fournir la chaleur, ou bien le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont chacun leur propre appareil producteur de chaleur ;
- une distribution de chaleur.

Les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire comprennent les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire et toutes les déperditions qui surviennent lors de la distribution. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système. Au cas où plus d'une installation de production de chaleur assure la production d'eau chaude sanitaire, chacune est associée aux points de puisage qu'elle dessert.

9.2 Besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage

9.2.1 Principe

On obtient les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i en divisant les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par le rendement mensuel moyen du système de chauffage. Ce rendement mensuel moyen du système représente le rapport entre la chaleur utile que le système d'émission de chaleur émet chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que l'installation de production de chaleur correspondante transmet chaque mois au système de distribution de chaleur (et éventuellement au stockage de chaleur). L'écart entre les deux est déterminé, entre autres, par les flux de déperdition suivants :

- les déperditions de stockage et de distribution non récupérées ;
- un flux de déperdition supplémentaire à travers les parois extérieures à l'arrière, au-dessous ou au-dessus du corps de chauffe ;
- un flux de déperdition supplémentaire résultant de la stratification de la température, à cause de laquelle la température au niveau de référence est plus basse qu'au niveau du plafond ;
- un flux de déperdition supplémentaire dû au fait que le calcul d'une température intérieure un peu basse mais constante de 18°C intègre un abaissement nocturne de la température et des températures diurnes différenciées, et que la régulation n'est pas en mesure de réaliser simplement la différenciation souhaitée ;
- un flux de déperdition supplémentaire du fait que les utilisateurs du bâtiment considèrent la valeur de consigne moins le différentiel comme la température souhaitée.

Les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage sont calculés comme suit :

Eq. 83 $$Q_{heat,gross,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{sys,heat,sec\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2 ;

$\eta_{sys,heat,sec\ i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminé selon le § 9.2.2, (-).

Les besoins bruts en énergie pour le chauffage des secteurs énergétiques qui sont desservis par un "combilus" sont déterminés selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

9.2.2 Rendement mensuel moyen du système

9.2.2.1 Principe

Le rendement mensuel moyen du système défini ci-dessus se compose, à son tour, du produit du rendement mensuel moyen de l'émission, de la distribution et du stockage :

Eq. 84 $\eta_{sys,heat,sec\ i,m} = \eta_{em,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ (-)

avec :

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ le rendement mensuel moyen d'émission d'un secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 9.2.2.2 ;

$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ le rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 9.2.2.3 ;

$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ le rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 9.2.2.4.

Le rendement mensuel moyen d'émission représente le rapport entre la chaleur utile que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur totale qu'ils émettent chaque mois. Il comprend aussi bien les déperditions de chaleur inutiles de ces éléments que les déperditions dues à une régulation imparfaite.

Le rendement moyen mensuel de distribution représente le rapport entre la chaleur que les corps de chauffe émettent chaque mois au profit du secteur énergétique et la chaleur que l'/les installation(s) de production de chaleur et/ou le/les ballon(s) de stockage transmet(tent) chaque mois au système de distribution de chaleur.

En cas de stockage d'énergie thermique dans un réservoir tampon, le rendement moyen mensuel de stockage représente le rapport entre la chaleur fournie chaque mois au système de distribution et la chaleur que l'/les installation(s) de production de chaleur transmet(tent) chaque mois au(x) ballon(s) de stockage.

9.2.2.2 Rendement d'émission

Pour simplifier l'approche, on prend les valeurs du Tableau [43]. Pour un calcul détaillé, on se reportera à l'Annexe D de la présente annexe.

Si, dans le cas d'un chauffage central, il y a plus d'un système d'émission dans le secteur énergétique, on tient compte du système ayant le plus mauvais rendement d'émission du Tableau [43]. Dans ce cas, il n'est plus possible d'utiliser l'Annexe D de la présente annexe.

Si, dans un secteur énergétique, il devait y avoir plusieurs types de chauffage local, il faut obligatoirement affiner la subdivision en secteurs énergétiques, afin qu'il ne subsiste plus qu'un seul type dans chaque secteur : voir également le § 5.3.

Tableau [43] : Valeurs de calcul pour le rendement d'émission

Chauffage central		
Régulation de la température intérieure	régulation de la température de départ de l'eau du circuit ou de l'air	
	valeur de consigne constante	valeur de consigne variable
Commande de la température par local	0,87 (1)	0,89 (1)
Autres	0,85 (1)	0,87 (1)
Chauffage local pour lequel le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.2.4		
Poêle au bois		0,82
Poêle au charbon		0,82
Poêle au mazout		0,87
Poêle au gaz		0,87
Radiateur ou convecteur électrique, sans régulation électronique (par exemple, avec bilame)		0,90
Radiateur ou convecteur électrique, avec régulation électronique		0,96
Chauffage électrique à accumulation, sans capteur externe (par exemple, réglage manuel)		0,85
Chauffage électrique à accumulation, avec capteur externe		0,92
Chauffage commandé à distance ("slave heater")		0,85
Chauffage électrique à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond		0,87
Chauffage local pour lequel le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.2.3		
Résistance électrique dans une paroi (plancher, mur ou plafond) en contact avec l'environnement extérieur		0,87
Tous les autres types de chauffage local		0,91
Chauffage collectif		

Si plusieurs unités d'habitation disposent d'une installation de production de chaleur commune, les valeurs ci-dessus (relatives au chauffage central) doivent être diminuées comme suit :

- si un décompte individuel des coûts de chauffage est établi par unité d'habitation sur la base d'une mesure individuelle de la consommation réelle : on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0,95
- si l'on n'effectue pas ce genre de décompte individualisé réel des coûts de chauffage : on multiplie la valeur d'application ci-dessus par le facteur 0,85.

Remarque : la présence ou non d'un décompte individuel doit être évaluée individuellement pour chaque unité d'habitation.

(1)Si un ou plusieurs éléments d'émission de chaleur du secteur énergétique sont (partiellement) installés devant un vitrage, le rendement est diminué de 0,08.

Dans les systèmes de chauffage central, il faut établir une distinction selon la régulation de la température de départ dans le système de distribution[6] :

- soit la valeur de consigne est constante ;
- soit la valeur de consigne change automatiquement (par exemple, avec la température extérieure).

Une régulation rentre dans la catégorie 'commande de la température par local' si l'émission de chaleur est régulée dans tous les locaux du secteur énergétique considéré de telle sorte que l'apport de chaleur se coupe automatiquement dès que la valeur de consigne de la température intérieure est atteinte. Cela peut se faire par exemple au moyen de vannes thermostatiques sur tous les éléments d'émission et/ou par une régulation thermostatique dans chaque pièce. Les vannes d'arrêt simples montées sur les radiateurs ne rentrent pas dans la catégorie 'pilotée par la température'.

9.2.2.3 Rendement de distribution

On prend comme approche simple du rendement mensuel de distribution les valeurs constantes du Tableau [7]. Pour un calcul détaillé, on consultera l'Annexe E de la présente annexe.

Tableau [7] : Rendement de distribution

Installation de chauffage	$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$
Chauffage local	1,00
Chauffage central à eau chaude ou à air chaud, chauffage collectif	
• Toutes les conduites ou les gaines à l'intérieur de la couche d'isolation du volume protégé	1,00
• Une partie des conduites ou des gaines à l'extérieur de la couche d'isolation du volume protégé	0,95

[6] Exemple : une valeur de consigne variable peut être réalisée à l'aide d'une régulation glissante de la température de la chaudière ou d'une vanne à trois voies immédiatement après la chaudière pour autant qu'elle soit équipée d'une régulation automatique à point de consigne variable.

9.2.2.4 Rendement du stockage

On prend comme approche simplifiée du rendement mensuel de stockage les valeurs constantes du Tableau [8].

Tableau [8] : Rendement de stockage

Stockage de chaleur pour le chauffage dans un (ou plusieurs) réservoir(s) tampon(s)	$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$
Absent	1,00
Présent • à l'intérieur du volume protégé • à l'extérieur du volume protégé	 1,00 0,97

9.3 Besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

9.3.1 Principe

Les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont obtenus en divisant le besoin net en énergie par le rendement mensuel moyen correspondant du système :

Eq. 85 $$Q_{water,bathi,gross,m} = r_{water,bathi,gross} \cdot \frac{Q_{water,bathi,net,m}}{\eta_{sys,bathi,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 86 $$Q_{water,sink\ i,gross,m} = r_{water,sink\ i,gross} \cdot \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{sys,sink\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, en MJ, déterminés selon le § 7.3 ;

$Q_{water,sink\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, en MJ, déterminés selon le § 7.3 ;

$\eta_{sys,bath\ i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminé selon le § 9.3.2.2 (-) ;

$\eta_{sys,sink\ i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminé selon le § 9.3.2.2, (-) ;

$r_{water,bath\ i,gross}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou à une baignoire i, par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-). La valeur par défaut vaut 1 ;

$r_{water,sink\ i,gross}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude

sanitaire destinée à un évier de cuisine i, par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-). La valeur par défaut vaut 1.

Les facteurs de réduction $r_{water,gross}$ ne peuvent pas être appliqués dans le cas où l'eau chaude sanitaire destinée à la douche, la baignoire ou l'évier de cuisine est soutirée à une conduite de circulation. Dans ce cas, il faut faire appel au principe d'équivalence.

Les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des points de puisage qui sont desservis par un "combilus" sont déterminés selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

9.3.2 Rendement du système pour l'eau chaude sanitaire

9.3.2.1 Principe

Le rendement du système pour l'eau chaude sanitaire dépend du mode de distribution de l'eau chaude et du mode de puisage. A chaque prélèvement, de l'eau chaude refoule l'eau qui a refroidi entre-temps dans les conduites de puisage. De même, après cette évacuation initiale, l'eau chaude se refroidit lors de son passage dans les conduites de puisage. Les installations à conduite de circulation présentent une déperdition de chaleur proportionnelle à la longueur de la conduite. La conduite de circulation peut concerner aussi bien une unité PER (par exemple, une habitation individuelle) que plusieurs unités PER (par exemple, les différentes unités d'habitation d'un immeuble à appartements à production centrale collective d'eau chaude sanitaire).

9.3.2.2 Règle de calcul

On détermine comme suit le rendement du système dans les salles de bains et les cuisines :

- sans conduite de circulation :

Eq. 87

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \qquad (-)$$

- avec conduite de circulation :

Eq. 88

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{water,circk,m}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{water,circk,m} \qquad (-)$$

avec :

$\eta_{tubing,bath\ i}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau sanitaire vers une douche ou une baignoire i, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;

$\eta_{tubing,sink\ i}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau sanitaire vers un évier de cuisine i, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;

$\eta_{water,circ\ k,m}$ la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation k, telle que déterminée ci-dessous, (-).

On détermine comme suit la contribution des conduites d'eau sanitaire :

Eq. 284 $$\eta_{tubing,bath\ i} = \frac{100}{100 + l_{tubing,bath\ i} / r_{water,bath\ i,net}} \quad (-)$$

Eq. 285 $$\eta_{tubing,sink\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,sink\ i} / r_{water,sink\ i,net}} \quad (-)$$

avec :

$l_{tubing,bath\ i}$ la longueur des conduites vers une douche ou une baignoire i, en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point de raccordement du/des producteur(s) de chaleur concerné(s) pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher de la salle de bains considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite.
S'il y a une conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher de la salle de bains considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite ;

$r_{water,bath\ i,net}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;

$l_{tubing,sink\ i}$ la longueur des conduites vers un évier de cuisine i, en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le(s) producteur(s) de chaleur concerné(s) pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher de la cuisine considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite. S'il y a une conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher de la cuisine considérée. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite ;

$r_{water,sink\ i,net}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine i par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;

Comme valeurs par défaut, on utilise :

- $l_{tubing,bath\ i}$ = 10 m
- $l_{tubing,sink\ i}$ = 20 m

On détermine comme suit la contribution de la conduite de circulation k :

Eq. 286

$$\eta_{water,circ\ k,m} = \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot f_{insul,circ\ k} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

avec :

Eq. 287

$$Q_{waterout,circk,m} = \sum_i \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,other\ i,net,m}}{\eta_{tubing,other\ i}} + \sum_l Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m} + \sum_m Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} + \sum_n Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} \quad (MJ)$$

et :

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1] ;

$f_{insul,circ\ k}$ un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments de la conduite de circulation k, telle que déterminée ci-dessous en fonction des propriétés de la conduite de circulation,
(-) ;

$l_{circ\ k,j}$ la longueur du segment j de la conduite de circulation k, en m ;

$\theta_{amb,m,j}$ la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite j, en °C :

- si le segment de conduite se trouve à l'intérieur du volume protégé, alors : $\theta_{amb,m,j} = 18$;

- si le segment de conduite se trouve dans un espace adjacent non chauffé, alors : $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$;

- si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, alors : $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

où : $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

$R_{l,j}$ la résistance thermique linéaire du segment de conduite j, en m.K/W, déterminée selon le § E.3 de la présente annexe ;

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, en MJ, déterminés selon le § 7.3 pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe A.3 pour les unités PEN, en MJ ;

$Q_{water,sink\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, en MJ, déterminés selon le § 7.3 pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe A.3 pour les unités PEN.

$Q_{water,other\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude i, en MJ, déterminés selon le § 5.10 de l'annexe A.2 ;

$\eta_{tubing,other\ i}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau sanitaire vers un autre point de puisage d'eau chaude i, (-), déterminée selon le § 6.5 de l'annexe A.2 ;

$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une unité résidentielle l qui n'est pas une unité PER, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, en MJ, tels que déterminés ci-dessous ;

$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire m se trouvant dans un bâtiment avec une destination non résidentielle et non industrielle et ne faisant pas partie d'une unité PEN, en MJ, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, tels que déterminés ci-dessous ;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine n se trouvant dans un bâtiment avec une destination non résidentielle et non industrielle et ne faisant pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, en MJ, tels que déterminés ci-dessous.

Exception : si $Q_{water\ out,\ circ\ k,\ m}$ est nul, alors $\eta_{water,circ\ k,m}$ vaut 1.

Pour la détermination de $\eta_{water,circ\ k,m}$, il faut effectuer une somme sur tous les segments j de la conduite de circulation k.

Pour la détermination de $Q_{water\ out,circ\ k,m}$, il faut effectuer une somme sur :

- l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i se trouvant dans une unité PER ou PEN et connectés à la conduite de circulation k ;
- l'ensemble des autres points de puisage d'eau chaude i se trouvant dans une unité PEN et connectés à la conduite de circulation k ;
- l'ensemble des unités résidentielles l qui ne sont pas des unités PER et qui sont connectés à la conduite de circulation k ;
- l'ensemble des douches et baignoires m et éviers de cuisine n se trouvant dans un bâtiment avec une destination non résidentielle et non industrielle, ne faisant pas partie d'une unité PEN, et qui sont connectés à la conduite de circulation k.

Le facteur de correction $f_{insul,circ\ k}$ dépend des propriétés de la conduite de circulation et des accessoires. Trois cas sont distingués.

Cas 1

Si la conduite de circulation et les accessoires satisfont à toutes les exigences ci-dessous, alors $f_{insul,circ_k} = 1,1$.

- L'isolation de chaque coude (*) est exécutée dans le même matériau et a la même épaisseur que l'isolation des segments de conduites adjacentes. Elle est posée de manière telle que l'isolation soit continue.
- L'isolation n'est interrompue par aucune fixation de la conduite.
- L'isolation de la conduite principale n'est pas interrompue au niveau des branchements (*) et l'isolation thermique des conduites de puisage, le cas échéant, sera continue par rapport à l'isolation de la conduite principale.
- Chaque élément de robinetterie (**) a une résistance thermique équivalente satisfaisant à la règle suivante :

Eq. 288 $R_{eq,tap} \geq \max(R_{l,j})$ (m.K/W)

avec :

$R_{eq,tap}$ la résistance thermique équivalente de l'isolation thermique de l'élément de robinetterie, déterminée comme ci-dessous, en m.K/W ;

$R_{l,j}$ la résistance thermique linéaire du segment de conduite j auquel l'élément de robinetterie est connecté, telle qu'établie au § E.3, en m.K/W.

Il faut prendre la valeur maximale de tous les segments de conduite j connectés à l'élément de robinetterie.

- Chaque corps de pompe est pourvu d'un manteau en matériau isolant avec un coefficient de conductivité $\lambda_{insul,pumps}$ et une épaisseur minimale d'isolant i $d_{insul,pumps}$ pour lesquels :

Eq. 289 $\frac{d_{insul,pumps}}{\lambda_{insul,pumps}} \geq 0,5$ (m.K/W)

avec :

$d_{insul,pumps}$ la plus courte distance entre les surfaces intérieure et extérieure de l'enveloppe isolante autour de la pompe, en ne tenant pas compte des pièces mobiles de commande, d'écrans d'affichage et des parties spécifiquement destinées à protéger l'électronique de la pompe contre la surchauffe (ailettes de refroidissement), en m ;

$\lambda_{insul,pumps}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour de la pompe, déterminée pour une température de référence de 40°C au minimum, en W/(m.K).

NOTE (*) Pour la conduite de circulation complète, il est possible de s'écarter des exigences décrites ci-dessus pour n_{exc} coudes ou branchements, n_{exc} étant déterminé comme ci-dessous.

NOTE (**) Elément de robinetterie : sont considérés dans cette annexe comme élément de robinetterie (à isoler) : collecteur, vanne d'isolement, vanne de régulation, robinet de purge, clapet anti-retour, débourbeur ou pot de décantation et bouteille casse-pression.

Cas 2

Si le cas 1 n'est pas d'application mais que la conduite de circulation et les accessoires satisfont à toutes les exigences ci-dessous, alors $f_{insul,circ\ k} = 1,3$.

- L'isolation de chaque coude (*) est exécutée dans le même matériau et a la même épaisseur que l'isolation des segments de conduites adjacentes. Elle est posée de manière telle que l'isolation soit continue.
- L'isolation n'est interrompue par aucune fixation de la conduite
- L'isolation de la conduite principale n'est pas interrompue au niveau des branchements (*) et l'isolation thermique des conduites de puisage, le cas échéant, sera continue par rapport à l'isolation de la conduite principale.

NOTE (*) Pour la conduite de circulation complète, il est possible de s'écarter des exigences décrites ci-dessus pour n_{exc} coudes ou branchements, n_{exc} étant déterminé comme ci-dessous.

Cas 3

Dans tous les autres cas, $f_{insul,circ\ k} = 2$. Cette valeur est aussi la valeur par défaut.

On détermine la résistance thermique équivalente de l'élément de robinetterie, $R_{eq,tap}$, comme suit :

Eq. 290 $$R_{eq,tap} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{insul,tap}} \ln\left(\frac{D_{e,eq,tap}}{D_{i,eq,tap}}\right) + \frac{1}{h_{se,tap} \cdot \pi \cdot D_{e,eq,tap}}$$ (m.K/W)

avec :

Eq. 291 $$D_{e,eq,tap} = D_{i,eq,tap} + 2 \cdot d_{insul,tap}$$ (m)

Eq. 292 $$D_{i,eq,tap} = \max(D_{i,j})$$ (m)

et :

$\lambda_{insul,tap}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour de l'élément de robinetterie, déterminée pour une température de référence de 40°C au minimum, en W/(m.K) ;

$D_{e,eq,tap}$ le diamètre extérieur équivalent de l'isolation autour de l'élément de robinetterie, en m ;

$D_{i,eq,tap}$ le diamètre extérieur équivalent de l'élément de robinetterie non isolé, en m ;

$d_{insul,tap}$ la plus courte distance entre les surfaces intérieure et extérieure de l'enveloppe isolante autour de l'élément de robinetterie, ne tenant pas compte des organes de commande, en m ;

$D_{i,j}$ le diamètre extérieur du segment de conduite j non isolée auquel l'élément de robinetterie est connecté, en m ;

$h_{se,tap}$ le total des coefficients de transmission thermique externe (par convection et par rayonnement) de l'élément de robinetterie, en W/(m².K), supposé égal à :
- à l'intérieur du volume protégé : $h_{se,tap} = 8$;
- dans un espace adjacent non chauffé : $h_{se,tap} = 10$;
- à l'extérieur : $h_{se,tap} = 25$.

Il faut prendre la valeur maximale de tous les segments de conduite j connectés à l'élément de robinetterie.

Le nombre de coudes ou de branchements pour lequel le non respect des exigences d'isolation est accepté, n_{exc}, est déterminé comme suit :

Eq. 293 $$n_{exc} = \frac{\sum_j l_{circ\,k,j}}{100} \quad (-)$$

avec :

$l_{circ\,k,j}$ la longueur du segment j de la conduite de circulation k, en m.

Il faut faire une somme sur tous les segments j de la conduite de circulation k. Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

On détermine les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une unité résidentielle l qui n'est pas une unité PER, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, $Q_{water,ncalc,res,unit\,l,gross\,woC,m}$, comme suit :

Eq. 294 $$Q_{water,ncalc,res,unit\,l,gross\,woC,m} = \frac{\max\left[64;\,64 + 0{,}220 \cdot \left(V_{unit\,l} - 192\right)\right] \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,res,unit\,l}} \quad (MJ)$$

avec :

$V_{unit\,l}$ le volume total de l'unité résidentielle l, en m³ ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1] ;

$\eta_{tubing,ncalc,res,unit\,l}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire dans l'unité résidentielle l, (-), déterminée comme $\eta_{tubing,bath\,i}$ avec, par convention :
- $r_{water,bath\,i,net} = 1$ et
- $l_{tubing,bath\,i} = 5$ m.

Comme valeur par défaut, on utilise : $V_{unit\,l} = 0$.

On détermine les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire m se trouvant dans un bâtiment avec une destination non résidentielle et non industrielle et ne faisant pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, $Q_{water,ncalc,nres,bath\,m,gross\,woC,m}$, comme suit :

Eq. 295 $$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} = \frac{213 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1] ;

$\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers une douche ou une baignoire m, (-), déterminée comme $\eta_{tubing,bath\ i}$ avec, par convention :

- $r_{water,bath\ i,net} = 1$ et
- $l_{tubing,bath\ i} = 5$ m.

On détermine les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine n se trouvant dans un bâtiment avec une destination non résidentielle et non industrielle et ne faisant pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de conduite de circulation/combilus, $Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$, comme suit :

Eq. 296 $$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} = \frac{A_{f,sink} \cdot 30,53 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$A_{f,sink}$ la surface d'utilisation des espaces nécessaires à la préparation des repas à partir de la cuisine dans laquelle se trouve l'évier n, en m², déterminée selon le § 5.10.2 de l'annexe A.2 ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir le Tableau [1] ;

$\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}$ la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un évier de cuisine n, (-), déterminée comme $\eta_{tubing,sink\ i}$ avec, par convention :

- $r_{water,sink\ i,net} = 1$ et
- $l_{tubing,sink\ i} = 5$ m.

10 Consommation finale d'énergie pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement

10.1 Préambule

Les appareils de production de chaleur entrent en compte dans l'évaluation de la consommation finale d'énergie. Cela se fait généralement par le biais du rendement de production, qui est calculé sur base d'une ou plusieurs caractéristique(s) du générateur de chaleur. Le cas échéant, on tient compte en même temps de la contribution utile des systèmes d'énergie solaire thermique. Une procédure spécifique s'applique au refroidissement.

Lors de l'extension d'un bâtiment, les cas suivants peuvent se présenter :

- si l'extension est chauffée par un nouvel appareil de production de chaleur qui fonctionne indépendamment des appareils existants, on applique la procédure ci-dessous dans son entièreté ;
- si on place de nouveaux appareils de production de chaleur qui fonctionnent en combinaison avec les appareils existants, il faut appliquer la procédure ci-dessous sans prendre les appareils existants en considération ;
- si on ne place pas d'appareils supplémentaires, mais que l'on fait uniquement usage d'appareils existants, alors on applique la procédure aux appareils existants. Si toutes les informations nécessaires ne sont pas disponibles, on peut alors utiliser des valeurs par défaut.

10.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage des locaux

10.2.1 Principe

L'énergie nécessaire pour chauffer un secteur énergétique peut être fournie par un seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils connectés en parallèle ou en série. Afin de traiter ce dernier cas, on introduit le formalisme d'un appareil connecté préférentiel d'une part et d'un ou des appareil(s) connecté(s) non préférentiel(s) d'autre part. Dans le cas (le plus courant) où il n'y qu'un seul appareil de production, cela correspond à une part préférentielle de 100%. Les expressions ci-après donnent alors comme résultat une consommation nulle pour les appareils non préférentiels.

Ce principe s'applique également aux pompes à chaleur hybrides (c'est-à-dire la combinaison d'une pompe à chaleur et d'une chaudière) et aux pompes à chaleur équipées d'une résistance électrique intégrée. Dans ces deux cas, les deux générateurs sont considérés comme des appareils de production connectés en parallèle. Exception : si le rendement de production d'une pompe à chaleur électrique équipée d'une résistance électrique intégrée est déterminé selon le § 10.2.3.3.2, l'influence de la résistance électrique est déjà comprise dans ce rendement de production et l'appareil est tout de même considéré comme un producteur unique.

10.2.2 Règle de calcul

La consommation finale d'énergie pour le chauffage par mois et par secteur énergétique, sans compter l'énergie des auxiliaires, est donnée par :

- pour le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) :

Eq. 93 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- pour le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k :

Eq. 328 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$f_{heat,m,pref}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminée comme indiqué ci-dessous, (-) ;
$f_{heat,m,npref\ k}$	la fraction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, déterminée comme indiqué ci-dessous, (-) ;
$f_{as,heat,sec\ i,m}$	la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i, qui est couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4, (-) ;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2, en MJ ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 10.2.3, (-) ;
$\eta_{gen,heat,npref\ k}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, déterminé selon le § 10.2.3, (-).

En ce qui concerne le regroupement et la répartition de producteurs de chaleur préférentiels et non préférentiels, on applique les mêmes règles que celles spécifiées aux § 7.1 et § 7.2.1 de l'annexe A.2 au présent arrêté.

On détermine la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s) comme suit :

- s'il n'y a qu'un seul type de générateur de chaleur, $f_{heat,m,pref} = 1$;
- sinon :
  - si le générateur de chaleur préférentiel n'est ni une installation de cogénération sur site, ni une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [34]. Pour appliquer le Tableau [34], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de x_m ;
  - si le générateur de chaleur préférentiel est une installation de cogénération sur site, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [10] ;

- si le générateur de chaleur préférentiel est une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [35]. Pour appliquer le Tableau [35], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de x_m.

Lors de l'utisation de ces tableaux, la régulation entre appareils préférentiels et non préférentiels est considérée comme une "régulation additionnelle de puissance de pointe" si le(s) appareil(s) non préférentiel(s) ne fonctionne(nt) qu'au moment où la demande de puissance est supérieure à la puissance que peut fournir l'appareil préférentiel et si, durant cette période, l'appareil préférentiel fonctionne à pleine puissance. Si l'appareil préférentiel est coupé pendant cette période et dans tous les autres cas, le cas "régulation de commutation de puissance de pointe" est d'application.

Un appareil préférentiel est considéré comme "modulant" s'il remplit au moins l'une des conditions suivantes :

- la puissance délivrée par l'appareil peut moduler sous 80% de la puissance nominale, en réponse à une demande en chaleur variable ;
- le générateur de chaleur est raccordé à un système de chauffage de surface (chauffage par le sol, par le mur ou par le plafond) ;
- le générateur de chaleur est raccordé à un ballon de stockage d'une contenance plus grande ou égale à $V_{min,i}$, déterminé comme ci-dessous.

Si l'appareil ne remplit aucune des conditions ci-dessus, il est considéré comme un appareil "à modulation restreinte".

La contenance minimale $V_{min,i}$ est déterminée comme suit :

Eq. 402

$$V_{min,i} = \frac{0,44 \times P_{gen,heat,\ pref,i}}{(\theta_{pref,i} - \theta_{return,design,i})} \quad (m^3)$$

où :

$P_{gen,heat,pref,i}$	la puissance nominale totale du générateur de chaleur préférentiel i, en kW ;
$\theta_{pref,i}$	la température à laquelle le générateur préférentiel i fournit de la chaleur au ballon de stockage, en °C ;
$\theta_{return,design,i}$	la température de retour de conception du système d'émission de chaleur auquel le générateur de chaleur préférentiel i fournit de la chaleur, comme déterminée au § 10.2.3.2, en °C.

Remarque : si $\theta_{return,design,i}$ est plus grand ou égal à $\theta_{pref,i}$, le ballon de stockage n'est pas pris en compte et il est automatiquement supposé que la condition correspondante sur l'aspect modulant n'est pas satisfaite.

Les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ sont toujours exprimées en fonction de la variable auxiliaire x_m. Cette variable auxiliaire est déterminée selon le § 7.3.1 de l'annexe A.3 au présent arrêté.

La consommation finale d'énergie des secteurs énergétiques qui sont desservis par un "combilus" est déterminée selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

Tableau [34] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{heat,m,pref}$ – cas où le système de production préférentiel n'est ni une installation de cogénération sur site, ni une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur

Variable auxiliaire x_m	Appareil préférentiel modulant		Appareil préférentiel avec modulation restreinte	
	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe
$x_m = 0$	1,00	1,00	0	0
$x_m = 0,05$	0,99	1,00	0	0
$x_m = 0,15$	0,97	0,99	0,04	0,06
$x_m = 0,25$	0,93	0,99	0,08	0,14
$x_m = 0,35$	0,87	0,97	0,15	0,25
$x_m = 0,45$	0,78	0,96	0,20	0,38
$x_m = 0,55$	0,62	0,92	0,19	0,49
$x_m = 0,65$	0,48	0,86	0,16	0,55
$x_m = 0,75$	0,35	0,79	0,13	0,56
$x_m = 0,85$	0,28	0,74	0,11	0,57
$x_m = 0,95$	0,25	0,71	0,10	0,56
$x_m = 1,05$	0,16	0,63	0,06	0,53
$x_m = 1,15$	0,15	0,61	0,06	0,52
$x_m = 1,25$	0,14	0,59	0,06	0,52
$x_m = 1,35$	0,09	0,51	0	0,45
$x_m = 1,45$	0,08	0,47	0	0,41
$x_m = 1,55$	0,07	0,46	0	0,41
$x_m = 1,65$	0,07	0,46	0	0,40
$x_m = 1,75$	0,06	0,44	0	0,40
$x_m = 1,85$	0,05	0,44	0	0,37
$x_m = 1,95$	0	0,39	0	0,33
$x_m = 2,05$	0	0,36	0	0,32
$x_m = 2,15$	0	0,35	0	0,31
$x_m = 2,25$	0	0,34	0	0,29
$x_m = 2,35$	0	0,31	0	0,28
$x_m = 2,45$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,55$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,65$	0	0,30	0	0,27
$x_m = 2,75$	0	0,28	0	0,26

x_m = 2,85	0	0,28	0	0,26
x_m = 2,95	0	0,27	0	0,26
x_m = 3,00	0	0,25	0	0,24
3,00 < x_m	0	0,25	0	0,24

Tableau [10] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{heat,m,pref}$ – cas où le système de production préférentiel est une installation de cogénération sur site

Cas		Fraction mensuelle
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,3$	0
	$0,3 \leq x_m < 0,9$	$\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$
	$0,9 \leq x_m < 1,3$	$0,43 \cdot x_m + 0,013$
	$1,3 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,35$	$1,66 \cdot x_m - 0,083$
	$0,35 \leq x_m < 0,9$	$0,36 \cdot x_m + 0,376$
	$0,9 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$

Les symboles présents dans le tableau sont définis comme suit :

$V_{stor,cogen}$ le volume d'eau du ballon, servant au stockage de la chaleur fournie par l'installation de cogénération, en m³ ;

$V_{stor,30\ min}$ le volume d'eau minimal du ballon nécessaire pour couvrir pendant 30 minutes la production de l'installation de cogénération sur site à pleine puissance, tel que déterminé au § A.6 de l'annexe A.3 au présent arrêté, en m³.

Tableau [35] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{heat,m,pref}$ – cas où le système de production préférentiel est une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur

Régulation	Régulation de commutation de puissance de pointe						Régulation additionelle de puissance de pointe					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
x_m = 0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_m = 0,05	0,73	0,82	0,91	0,97	0,99	0,99	0,73	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00
x_m = 0,15	0,65	0,79	0,89	0,94	0,97	0,97	0,65	0,80	0,90	0,96	0,99	0,99
x_m = 0,25	0,53	0,68	0,79	0,85	0,93	0,93	0,53	0,70	0,81	0,89	0,98	0,99
x_m = 0,35	0,40	0,54	0,66	0,73	0,83	0,84	0,41	0,56	0,69	0,79	0,92	0,96
x_m = 0,45	0,33	0,45	0,56	0,64	0,73	0,75	0,34	0,48	0,61	0,72	0,88	0,93
x_m = 0,55	0,30	0,41	0,50	0,56	0,62	0,63	0,33	0,46	0,59	0,70	0,84	0,89
x_m = 0,65	0,27	0,35	0,42	0,46	0,51	0,52	0,31	0,44	0,56	0,66	0,80	0,84
x_m = 0,75	0,23	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,31	0,42	0,54	0,63	0,74	0,78
x_m = 0,85	0,20	0,25	0,29	0,31	0,34	0,34	0,31	0,42	0,53	0,61	0,71	0,74
x_m = 0,95	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,30	0,40	0,49	0,57	0,67	0,71
x_m = 1,05	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,21	0,28	0,38	0,46	0,53	0,62	0,64
x_m = 1,15	0,12	0,15	0,17	0,18	0,20	0,20	0,26	0,36	0,45	0,51	0,60	0,62
x_m = 1,25	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,25	0,33	0,41	0,48	0,57	0,60
x_m = 1,35	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,25	0,33	0,40	0,45	0,52	0,53
x_m = 1,45	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09	0,10	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,49
x_m = 1,55	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,65	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,75	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,85	0	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,95	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,05	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,15	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,40
x_m = 2,25	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,36
x_m = 2,35	0	0	0	0	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32
x_m = 2,45	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,55	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,65	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,75	0	0	0	0	0	0	0,10	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30
x_m = 2,80	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25

2,80 < x_m	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25

X_{HP} est déterminé comme suit :

- si le rendement de production est déterminé selon § 10.2.3.3.2 :

Eq. 329 $X_{HP} = f_{\theta,em} \cdot SCOP_{on}$ (-)

- si le rendement de production est déterminé selon § 10.2.3.3.3 :

Eq. 330 $X_{HP} = f_{\theta,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

avec :

$f_{\theta,em}$ un facteur de correction pour la différence entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) et la température de sortie du condenseur à laquelle le $SCOP_{on}$ a été déterminé, déterminé selon § 10.2.3.3.2, (-) ;

$SCOP_{on}$ le coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif et pour les conditions climatiques moyennes, déterminé selon § 10.2.3.3.2, (-) ;

$f_{\theta,heat}$ un facteur de correction pour la différence entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) et la température de sortie du condenseur, déterminé selon § 10.2.3.3.3, (-) ;

COP_{test} le coefficient de performance de la pompe à chaleur, déterminé selon § 10.2.3.3.3, (-).

S'il y a un générateur de chaleur non préférentiel pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de chaleurs non préférentiels ont le même rendement de production selon le § 10.2.3 (et utilisent le même vecteur énergétique), la fraction mensuelle pour le chauffage du/des générateur(s) non préférentiel(s) k est déterminée comme suit :

Eq. 298 $f_{heat,m,npref\,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

S'il y a plusieurs générateurs de chaleur non préférentiels avec différents rendements de production selon le § 10.2.3 (et/ou s'ils utilisent différents vecteurs énergétiques), la fraction mensuelle pour le chauffage du/des générateur(s) non préférentiel(s) k est déterminée comme suit :

Eq. 299 $f_{heat,m,npref\,k}=(1-f_{heat,m,pref}).\frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\sum_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

où :

$f_{heat,m,npref\,k}$ la fraction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) non préférentiel(s) k, (-) ;

$f_{heat,m,pref}$ la fraction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), (-) ;

$P_{gen,heat,npref\,k}$ la puissance nominale totale du/des générateur(s) non préférentiel(s) k, en kW.

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels k.

NOTE 1 Pour les chaudières pour lesquelles le rendement de production est déterminé selon § 10.2.3.2.2, la puissance nominale est déterminée comme la production de chaleur utile P selon le Règlement européen (UE) n°813/2013.

NOTE 2 Pour les chaudières pour lesquelles le rendement de production est déterminé selon § 10.2.3.2.4, la puissance nominale est la puissance nominale visée par la Directive européenne Chaudières.

NOTE 3 La puissance thermique des pompes à chaleur électriques dont le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.3.2 est déterminée comme :

- la puissance thermique nominale P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau ;
- la charge calorifique nominale $P_{designh}$ selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'air ;
- la charge calorifique nominale $P_{design,h}$ selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW mais n'est pas supérieure à 1 MW et dont le fluide caloporteur est l'air.

NOTE 4 La puissance thermique des pompes à chaleur électriques dont le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.3.3 est déterminée selon la norme NBN EN 14511, dans les conditions de test définies au § 10.2.3.3.3.

NOTE 5 La puissance thermique des pompes à chaleur gaz à sorption dont le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.4.2 est déterminée comme la puissance thermique nominale P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013.

NOTE 6 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

10.2.3 Rendement de production pour le chauffage des locaux et l'humidification

10.2.3.1 Principe

Le rendement de production pour le chauffage est défini comme le rapport entre la fourniture de chaleur par l'installation de production de chaleur au système de distribution de chaleur et l'énergie nécessaire pour générer cette chaleur.

Le rendement de production pour le chauffage est déterminé, lorsque c'est possible, à l'aide de données produits établies de manière harmonisée à travers l'Union européenne.

A cette fin, le présent texte fait référence aux Directives européennes suivantes :

- la Directive 2009/125/CE du 21 octobre 2009, dite "Directive écodesign", établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie ;
- la Directive 2012/27/EU du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique, modifiant les Directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les Directives 2004/8/CE et 2006/32/CE ;

et plus particulièrement aux Règlements qui complètent ces Directives :

- le Règlement (UE) n°206/2012 de la Commission du 6 mars 2012 portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux climatiseurs et aux ventilateurs de confort ;
- le Règlement (UE) n°813/2013 de la Commission du 2 août 2013, portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes ;
- le Règlement (UE) n°2015/1188 de la Commission du 28 avril 2015 portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage décentralisés ;
- le Règlement (UE) n°2016/2281 de la Commission du 30 novembre 2016, mettant en oeuvre la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie, en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux appareils de chauffage à air, aux appareils de refroidissement, aux refroidisseurs industriels haute température et aux ventilo-convecteurs ;
- le Règlement (UE) n°2015/1189 de la Commission du 28 avril 2015 portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux chaudières à combustible solide ;

et également aux Communications suivantes qui complètent plus encore ces Directives :

- la Communication 2012/C 172/01 de la Commission dans le cadre de la mise en œuvre du Règlement (UE) n°206/2012 de la Commission du 6 mars 2012 portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux climatiseurs et aux ventilateurs de confort et du Règlement délégué (UE) n°626/2011 de la Commission du 4 mai 2011 complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'indication, par voie d'étiquetage, de la consommation d'énergie des climatiseurs ;
- la Communication 2014/C 110/01 de la Commission dans le cadre de la mise en œuvre du Règlement (UE) n°206/2012 de la Commission du 6 mars 2012 portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux climatiseurs et aux ventilateurs de confort et du Règlement délégué (UE) n°626/2011 de la Commission du 4 mai 2011 complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'indication, par voie d'étiquetage, de la consommation d'énergie des climatiseurs ;
- la Communication 2014/C 207/02 de la Commission dans le cadre du Règlement (UE) n°813/2013 de la Commission portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes et du Règlement délégué (UE) n°811/2013 de la Commission complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage mixtes, des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage des locaux, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire et des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage mixte, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire ;
- la Communication 2017/C 076/01 de la Commission dans le cadre de la mise en oeuvre du Règlement délégué (UE) 2015/1187 de la Commission complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des chaudières à combustible solide et des produits combinés constitués d'une chaudière à combustible solide, de

dispositifs de chauffage d'appoint, de régulateurs de température et de dispositifs solaires (NB : ce document est aussi utile à la compréhension du Règlement (UE) n°2015/1189).

La détermination du rendement de production, telle que décrite dans ce chapitre, est également d'application pour la production de chaleur destinée à l'humidification, voir § 7.5.1 de l'annexe A.3 au présent arrêté.

Si elle n'a pas déjà été prise en compte dans le rendement de production calculé ci-dessous, la consommation d'énergie électrique des auxiliaires est calculée selon le § 11.

10.2.3.2 Rendement de production de producteurs de chaleur qui ne sont pas des pompes à chaleur

10.2.3.2.1 Principe

Le rendement de production pour le chauffage des producteurs de chaleur suivants :

- les chaudières du type B1, destinées uniquement au chauffage, à combustible gazeux ou liquide (à l'exception des biocarburants), mises sur le marché à partir du 26/09/2015 et dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 10kW ;
- les chaudières du type B1 mixtes, destinées au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire, à combustible gazeux ou liquide (à l'exception des biocarburants), mises sur le marché à partir du 26/09/2015 et dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 30kW ;
- les chaudières qui ne sont pas du type B1, à combustible gazeux ou liquide (à l'exception des biocarburants), mises sur le marché à partir du 26/09/2015 et dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 400kW,
- les chaudières à combustible solide, mises sur le marché à partir du 01/01/2020 et dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 500 kW,

est déterminé selon le § 10.2.3.2.2.

Le rendement de production pour le chauffage pour les appareils de chauffage locaux qui fonctionnent au gaz, au combustible liquide ou à l'électricité (à l'exception des dispositifs de chauffage commandés à distance ou "slave heaters"), mis sur le marché après le 01/01/2018 et dont la puissance nominale n'est pas plus grande que 50 kW, est déterminé selon le § 10.2.3.2.3.

Pour tous les autres producteurs de chaleur qui ne sont pas des pompes à chaleur, le rendement de production pour le chauffage est déterminé selon le § 10.2.3.2.4.

10.2.3.2.2 Rendement de production des chaudières à l'aide de valeurs issues du Règlement européen (UE) n°813/2013 ou du Règlement européen (UE) n°2015/1189

Le rendement de production pour le chauffage d'une chaudière qui satisfait aux conditions mentionnées au § 10.2.3.2.1 est déterminé comme suit.

- Pour les chaudières à condensation :

Eq. 331 $$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \left\{ \eta_{part,GCV} + \left[\frac{f_{NCV/GCV} \cdot 0,003}{\cdot \left(\theta_{part,GCV} - \theta_{ave,boiler}\right)} \right] \right\} - a_{loc} - a_{perm} \quad (-)$$

- Pour les chaudières non à condensation :

Eq. 332 $$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \eta_{part,GCV} - a_{loc} - a_{perm} \quad (-)$$

avec :

$f_{dim,gen,heat}$ un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production pour le chauffage ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00, (-).

$f_{NCV/GCV}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur et du pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$\eta_{part,GCV}$ le rendement à charge partielle (par rapport au pouvoir calorifique supérieur) :

- pour les chaudières gaz et mazout, il s'agit de l'efficacité utile à une charge de 30% de la puissance thermique nominale, notée η_1 dans le Règlement européen (UE) n°813/2013, (-),
- pour les chaudières à combustible solide, il s'agit de l' efficacité utile à 30 ou à 50 % de la puissance thermique nominale, notée η_p dans le Règlement européen (UE) n°2015/1189, (-).

Exception : pour les chaudières à combustible solide à alimentation manuelle ne pouvant fonctionner à 50 % ou moins de la puissance thermique nominale en mode continu, la donnée η_p n'est pas disponible. On peut appliquer à la place l'efficacité utile à la puissance thermique nominale, notée η_n dans le Règlement européen (UE) n°2015/1189, (-) ;

$\theta_{part,GCV}$ la température d'entrée de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle $\eta_{part,GCV}$ a été déterminé, en °C ;

$\theta_{ave,boiler}$ la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière à appliquer, telle que déterminée au § 10.2.3.2.4, en °C ;

a_{loc} un facteur de correction qui tient compte de l'emplacement du producteur de chaleur, (-). Si l'appareil est placé hors du volume protégé ou si l'emplacement de l'appareil est inconnu, ce facteur vaut 0,02. Si l'appareil est placé dans le volume protégé, ce facteur vaut 0,00 ;

a_{perm} un facteur de correction qui tient compte du fait que la chaudière est maintenue ou non chaud en permanence, (-). Si la chaudière est équipée d'une régulation qui la maintient à température en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans

demande de chaleur[7] (c.-à-d. : entre deux périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière ne peut pas se refroidir de manière illimitée, pour atteindre finalement la température ambiante), ou si la régulation précise est inconnue, ce facteur vaut 0,05. Dans le cas contraire, ce facteur vaut 0,00.

La valeur par défaut pour le rendement de production pour le chauffage des chaudières qui sont évaluées selon le présent paragraphe est 0,73, diminuée des facteurs de réduction a_{loc} et a_{perm}.

10.2.3.2.3 Rendement de production pour le chauffage pour les appareils de chauffage locaux à l'aide de valeurs issues du Règlement européen (EU) n°2015/1188

Le rendement de production pour le chauffage d'un appareil de chauffage local qui satisfait aux conditions du § 10.2.3.2.1 est déterminé comme suit :

- pour les appareils au gaz ou au combustible liquide :

Eq. 403 $$\eta_{gen,heat} = f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$$ (-)

- pour les appareils électriques :

Eq. 404 $$\eta_{gen,heat} = 2,5 \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$$ (-)

où :

$f_{NCV/GCV}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, repris à l'Annexe F de la présente annexe ;

η_s l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux, déterminée selon le Règlement européen (UE) n°2015/1188, (-).

La valeur par défaut pour l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux η_s des appareils de chauffage locaux dont il est question dans ce paragraphe est :

- pour les appareils au gaz ou au combustible liquide à foyer ouvert : 0,42 ;
- pour les appareils au gaz ou au combustible liquide à foyer fermé : 0,72 ;
- pour les appareils électriques : 0,31.

10.2.3.2.4 Rendement de production des producteurs de chaleur pour lesquels des données issues des Règlements européen (UE) n°813/2013 et (EU) 2015/1188 ne sont pas prises en compte

On trouve le rendement de production dans le Tableau [44]. Pour la plupart des types d'appareil, des valeurs par défaut sont reprises dans ce tableau.

[7] Peu importe que la température de la chaudière reste constante ou qu'elle puisse quand même baisser de manière limitée jusqu'à un niveau de température moins élevé (mais pas tout à fait jusqu'à la température ambiante).

Tableau [44] : Rendement de production pour le chauffage $\eta_{gen,heat}$

Chauffage central	**Calcul détaillé**	**Valeurs par défaut**
Chaudière à eau chaude à condensation (1)(2)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . [\eta_{part,NCV} + 0,003 . (\theta_{part,NCV} - \theta_{ave,boiler})]$	0,73
Chaudière à eau chaude non à condensation (1)(2)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . \eta_{part,NCV}$	0,73
Générateur d'air chaud (1)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . \eta_{part,NCV}$	0,73
Installation de cogénération sur site	$f_{dim,gen,heat} . \varepsilon_{cogen,th}$	(5)
Fourniture de chaleur externe	$\eta_{heat,dh}$	0,97
Chauffage électrique par résistance (1)	1,00	1,00

Chauffage local (3)	**Calcul détaillé**	**Valeurs par défaut**	**Valeurs fixes**
Poêle au charbon ou poêle au bois (à l'exception des poêles à pellets) à foyer ouvert	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,30	-
Poêle au charbon ou poêle au bois (à l'exception des poêles à pellets) à foyer fermé	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,60	-
Poêle à pellets dont la puissance nominale est supérieure à 50 kW	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,77
Poêle à pellets dont la puissance nominale est inférieure ou égale à 50 kW	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,65	-
Poêle au mazout	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,80
Poêle au gaz	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,83
Chauffage électrique par résistance	-	-	1,00
Cas spéciaux			
Equivalence (4)			

(1) Si l'appareil est installé en dehors du volume protégé, il faut diminuer le rendement obtenu de 0,02.

(2) Si la chaudière est équipée d'une régulation qui maintient la chaudière à température en permanence, et donc aussi pendant les périodes sans demande de chaleur[8] (c.-à-d. : entre deux périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière ne peut pas se refroidir de manière illimitée, pour atteindre finalement la température ambiante), il faut diminuer le rendement obtenu de 0,05. Si l'on ne sait pas exactement comment la chaudière est contrôlée, il est supposé qu'un tel système de régulation existe (et que la chaudière ne peut pas se refroidir).

(3) Si le fabricant peut présenter, pour le rendement de production d'un corps de chauffe local, une valeur qui a été déterminée suivant des règles déterminées par le Ministre, on peut utiliser cette valeur au lieu de la valeur par défaut ci-dessus.

(4) Les dérogations par rapport aux catégories ci-dessus doivent être traitées sur base d'une demande d'équivalence ou, si elles existent, selon des règles déterminées par le Ministre. A défaut, on peut également utiliser une valeur par défaut de 0,73.

(5) Le rendement de conversion thermique d'une cogénération est déterminé selon le § A.2 de l'annexe A.3 au présent arrêté. La valeur par défaut éventuelle est donnée dans ce paragraphe.

Les symboles du tableau sont définis comme suit :

[8] Peu importe que la température de la chaudière reste constante ou qu'elle puisse quand même baisser de manière limitée jusqu'à un niveau de température moins élevé (mais pas tout à fait jusqu'à la température ambiante).

$f_{dim,gen,heat}$ un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production pour le chauffage ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00, (-) ;

$f_{NCV/GCV}$ est un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur et du pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$\eta_{part,NCV}$ le rendement à charge partielle (par rapport au pouvoir calorifique inférieur) déterminé à une charge de 30% de la puissance thermique nominale, (-). Exceptions :

- pour les chaudières non à condensation à combustible solide d'une puissance nominale inférieure ou égale à 500 kW, on peut appliquer la valeur à 50% de charge ou celle à 100% de charge, à condition que ce rendement soit déterminé selon la norme NBN EN 303-5,
- pour les producteurs d'air chaud, pour les chaudières à combustible solide d'une puissance nominale supérieure à 500 kW et pour les chaudières à condensation à combustible solide d'une puissance nominale inférieure ou égale à 500 kW pour lesquels le rendement à 30% de charge ne peut pas être mesuré, on peut appliquer la valeur à 100% de charge ;

$\theta_{part,NCV}$ la température d'entrée de la chaudière à laquelle le rendement à charge partielle $\eta_{part,NCV}$ a été déterminé, en °C ;

$\theta_{ave,boiler}$ la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière à appliquer, déterminée comme indiqué ci-dessous, en °C ;

$\varepsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique pour une installation de cogénération sur site, tel que déterminé au § A.2 de l'Annexe A.3 au présent arrêté ;

$\eta_{heat,dh}$ le rendement pour une fourniture de chaleur externe, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre ;

η_{nom} le rendement utile à la puissance nominale, déterminé selon :

- la norme NBN EN 13240 ou la norme NBN EN 16510-1 pour les poêles au charbon et poêles au bois (à l'exception des poêles à pellets) à foyer ouvert ;
- la norme NBN EN 13229 ou la norme NBN EN 16510-1 pour les poêles au charbon et poêles au bois (à l'exception des poêles à pellets) à foyer fermé ;
- la norme NBN EN 15250 pour les poêles au charbon et poêles au bois (à l'exception des poêles à pellets) à accumulation ;
- la norme NBN EN 14785 pour les poêles à pellets.

Dans le cas de chaudières à condensation, on détermine la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière par :

Eq. 429 $\theta_{ave,boiler} = 6,4 + 0,63 \,.\, \theta_{in,design}$ (°C)

où :

$\theta_{ave,boiler}$ la température moyenne saisonnière de l'eau de la chaudière à utiliser, en °C ;

$\theta_{in,design}$ la température d'entrée de la chaudière dans les conditions de conception, déterminée comme indiqué ci-dessous, en °C.

On détermine la température d'entrée de la chaudière dans les conditions de conception $\theta_{in,design}$ comme suit :

- pour les chaudières connectées en série avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur et dont l'entrée du fluide caloporteur n'est pas connectée au système d'émission mais à la sortie du fluide caloporteur d'un autre générateur de chaleur, on a :

Eq. 430 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right) \quad (°C)$$

- dans tous les autres cas, on a :

Eq. 431 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} \quad (°C)$$

où :

$\theta_{return,design}$ la température de retour de conception du système d'émission de chaleur, en °C.

$\theta_{supply,design}$ la température de départ vers le système d'émission de chaleur dans les conditions de conception, en °C. Il faut tenir compte ici non seulement du système d'émission, mais aussi du dimensionnement d'un éventuel réservoir tampon (température maximum de stockage).

$f_{heat,m,first}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur connecté(s) comme premier(s)[9] dans une série d'appareils en série, déterminée comme $f_{heat,m,pref}$ au § 10.2.2 en considérant le(s) producteur(s) de chaleur connecté(s) comme premier(s) comme producteur(s) préférentiel(s), (-) ;

$x_{m,first}$ la variable auxiliaire pour la détermination de la fraction en demande de chaleur couverte par le(s) producteur(s) de chaleur connecté(s) comme premier(s), déterminée comme x_m au § 7.3.1 de l'annexe PEN, tout en considérant le(s) producteur de chaleur connecté(s) comme premier(s) comme le(s) producteur(s) préférentiel(s), (-).

Il faut effectuer une sommation sur tous les mois de l'année.

La valeur par défaut pour la température de retour de conception du système d'émission est de 45°C pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, par le mur ou par le plafond) et de 70°C pour tous les autres systèmes d'émission de chaleur. Pour la température de départ du système d'émission, on peut prendre comme valeur par défaut pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, le mur et le plafond) $\theta_{supply,design}$ = 55°C et, pour tous les autres systèmes d'émission, $\theta_{supply,design}$ = 90°C. Si les deux types de systèmes d'émission sont présents dans un secteur énergétique, c'est le système ayant la température de retour de conception et la température de départ la plus élevée qui est pris en considération[10]. On peut introduire des valeurs meilleures conformément à des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

---

[9] Celui-ci étant le générateur de chaleur dont l'entrée est connectée au (conduit de) retour du système d'émission. Le générateur connecté comme premier n'est pas automatiquement le générateur préférentiel. Si c'est quand même le cas, alors on a $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. Dans l'autre cas, il faut un nouveau calcul pour déterminer la fraction couverte par le générateur connecté comme premier.

[10] Il est toujours possible de diviser un secteur énergétique en différents secteurs énergétiques plus petits et pour chacun d'entre eux prendre en considération leur système d'émission de chaleur.

10.2.3.3 Rendement de production des pompes à chaleur électriques

10.2.3.3.1 Principe

Les pompes à chaleur électriques[11] peuvent tirer leur chaleur de diverses sources de chaleur :

- sol via un fluide caloporteur : la pompe à chaleur pompe un fluide caloporteur (généralement, une solution antigel, par exemple, un mélange eau-glycol) à travers un échangeur de chaleur enterré vertical ou horizontal. La chaleur prélevée dans le sol par ce fluide caloporteur est cédée à l'évaporateur ;
- sol par évaporation directe : l'évaporateur dans le sol tire directement la chaleur sensible du sol par conduction (et éventuellement la chaleur latente, par congélation) sans l'intervention d'un fluide de transport intermédiaire ;
- nappe phréatique, eau de surface ou similaire : l'eau est pompée, cède sa chaleur à l'évaporateur et est réinjectée dans son milieu d'origine ;
- air extérieur : l'air extérieur est amené jusqu'à l'évaporateur à l'aide d'un ventilateur et y cède sa chaleur ;
- air repris : l'air repris du système de ventilation est amené sur l'évaporateur et y cède sa chaleur ;
- autres.

Les pompes à chaleur électriques peuvent délivrer leur chaleur à l'eau, à l'air ou à la structure du bâtiment (où des condenseurs sont intégrés dans la structure du bâtiment (principalement les planchers, et éventuellement d'autres parois comme par exemple les murs ou les plafonds), et

---

[11] **Remarque :**

Dans le présent texte, on entend par pompes à chaleur des machines actives qui prélèvent de la chaleur à une source à basse température et qui émettent cette chaleur à une température plus élevée pour le chauffage des locaux, pour l'humidification ou pour la production d'eau chaude sanitaire. Une telle augmentation de température de la chaleur s'effectue forcément avec l'apport d'une (quantité moindre d') énergie valorisable.

Avec certains systèmes de ventilation, il est aussi possible de transférer la chaleur de l'air repris à l'air neuf (plus froid) à l'aide d'échangeurs de chaleur passifs. Le transfert de chaleur s'effectue dans ce cas de manière tout à fait naturelle de la température haute vers la température basse sans apport d'énergie supplémentaire (à part une petite quantité d'énergie auxiliaire supplémentaire, par exemple une petite consommation supplémentaire pour les ventilateurs afin de surmonter la perte de charge supplémentaire de l'échangeur de chaleur. Les appareils de ce genre se présentent sous différentes variantes (par exemple, échangeurs de chaleur à plaques à flux croisé ou à contre-courant, échangeurs de chaleur rotatifs, échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire, systèmes régénérateurs, etc.) et sont désignés ici sous le terme général d'appareil de récupération de chaleur. L'évaluation énergétique des appareils de récupération de chaleur s'effectue lors du traitement des déperditions de ventilation au § 7.4.

Quand on utilise des pompes à chaleur pour l'air de ventilation, elles sont souvent combinées avec des appareils de récupération de chaleur. C'est normalement plus intéressant du point de vue énergétique. Pour éviter les doubles comptages, le coefficient de performance de la pompe à chaleur utilisé dans ce chapitre ne peut se rapporter qu'à la pompe à chaleur proprement dite sans intégrer l'effet de l'appareil de récupération de chaleur, puisque ce dernier est explicitement repris dans le calcul du chapitre concernant la ventilation. La combinaison de l'évaluation de la pompe à chaleur au sens strict dans le présent chapitre et de l'appareil de récupération de chaleur dans le chapitre ventilation donne une évaluation correcte du système combiné dans son ensemble lors de la détermination de la consommation d'énergie caractéristique.

délivrent la chaleur directement à la structure du bâtiment (sans l'intervention d'un fluide de transport intermédiaire tel que l'air ou l'eau)).

Le rendement de production

- des pompes à chaleur électriques mises sur le marché à partir du 26/09/2015, dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 400 kW et avec :
  - soit le sol via un fluide caloporteur comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur, ou
  - soit l'eau comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur, ou
  - soit l'air extérieur comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur
- des pompes à chaleur électriques mises sur le marché à partir du 01/01/2013, dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et avec l'air extérieur comme source de chaleur et l'air comme fluide caloporteur
- des pompes à chaleur électriques mises sur le marché à partir du 01/01/2018, dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW mais n'est pas supérieure à 1 MW et avec l'air extérieur comme source de chaleur et l'air comme fluide caloporteur

est déterminé selon le § 10.2.3.3.2.

Le rendement de production des autres types de pompes à chaleur électriques est déterminé selon le § 10.2.3.3.3.

La valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat}$ pour les pompes à chaleur électriques utilisant l'air comme source de chaleur et comme fluide caloporteur vaut :

- 3,30 si les unités extérieures et intérieures ont été mises sur le marché après le 01/01/2018, que la puissance nominale est comprise entre 12 kW et 1 MW, et que le fabricant ne fournit pas de documentation technique selon le règlement européen (UE) n°2016/2281 pour la combinaison effectivement utilisée, mais pour une ou plusieurs autres combinaisons du même type d'unité extérieure avec le même type d'unité intérieure ;
- si les unités extérieures et intérieures ont une puissance nominale qui n'excède pas 12 kW et que le fabricant ne fournit pas de documentation technique selon le règlement européen (UE) n°206/2012 pour la combinaison 92/224 effectivement utilisée, mais le fait pour une ou plusieurs autres combinaisons du même type d'unité extérieure avec le même type d'unité intérieure, alors appliquer :
  - 3,00 si les unités extérieures et intérieures ont été mises sur le marché après le 01/01/2013 ;
  - 3,40 si les unités extérieures et intérieures ont été mises sur le marché après le 01/01/2014 ;
- 1,25 dans tous les autres cas.

Pour tous les autres types de pompes à chaleur électriques, la valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat}$ est fixée à 2,00.

10.2.3.3.2 Rendement de production des pompes à chaleur électriques à l'aide de valeurs issues du Règlement européen (UE) n°206/2012, du Règlement européen (UE) n°813/2013 ou du Règlement européen (UE) n°2016/2281

Le rendement de production pour le chauffage des pompes à chaleur électriques qui satisfont aux conditions mentionnées au § 10.2.3.3.1 est déterminé comme suit :

Eq. 333

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{\frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{SCOP_{inst}} + P_{TO} \cdot t_{TO} + P_{CCH} \cdot t_{CCH} + P_{off} \cdot t_{off} + P_{SB} \cdot t_{SB}} \quad (-)$$

où :

P_{nom} la puissance thermique nominale de la pompe à chaleur électrique, déterminée comme P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, comme $P_{designh}$ selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air ou comme $P_{rated,h}$ selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;

t_{on} la durée durant laquelle la pompe à chaleur est allumée, tirée du Tableau [38] en fonction du type de pompe à chaleur, en h ;

$SCOP_{inst}$ le coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif, en tenant compte de l'influence de l'installation, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

P_{TO} la puissance absorbée de la pompe à chaleur électrique au moment où la fonction "chauffage" est enclenchée mais où la pompe à chaleur électrique n'est pas opérationnelle parce qu'il n'y a pas de demande de chaleur, déterminée selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air et selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;

t_{TO} la durée durant laquelle la fonction "chauffage" est enclenchée sans que la pompe à chaleur électrique ne soit opérationnelle parce qu'il n'y a pas de demande de chaleur, tirée du Tableau [38] en fonction du type de pompe à chaleur, en h ;

P_{CCH} la puissance absorbée de la pompe à chaleur électrique au moment où l'appareil est activé pour éviter la migration du réfrigérant vers le compresseur, déterminée comme P_{CK} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air et selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;

t_{CCH} la durée durant laquelle la pompe à chaleur électrique est activée afin d'éviter la migration du réfrigérant vers le compresseur, tirée du Tableau [38] en fonction du type de pompe à chaleur, en h ;

P_{off}	la puissance absorbée de la pompe à chaleur électrique en mode arrêt, déterminée selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air et selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;
t_{off}	la durée durant laquelle la pompe à chaleur électrique est en mode arrêt, tirée du Tableau [38] en fonction du type de pompe à chaleur, en h ;
P_{SB}	la puissance absorbée de la pompe à chaleur électrique en mode veille, déterminée selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air et selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour les pompes à chaleur dont la puissance nominale est supérieure à 12 kW et dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;
t_{SB}	la durée durant laquelle la pompe à chaleur électrique est en mode veille, tirée du Tableau [38] en fonction du type de pompe à chaleur, en h.

Tableau [38] : Durées t_{on}, t_{TO}, t_{CCH}, t_{off} et t_{SB}, en h, en fonction du type de pompe à chaleur

Type de pompe à chaleur		t_{on} (h)	t_{TO} (h)	t_{CCH} (h)	t_{off} (h)	t_{SB} (h)
Fluide caloporteur	**Refroidissement actif (*) ?**					
Eau	Non	2066	178	3850	3672	0
	Oui	2066	178	178	0	0
Air	Non	1400	179	3851	3672	0
	Oui	1400	179	179	0	0
(*)Non = pompe à chaleur qui n'est pas utilisée comme refroidissement actif (en mode réversible) / Oui = pompe à chaleur qui est utilisée comme refroidissement actif (en mode réversible)						

Le coefficient de performance en mode mode actif, en tenant compte de l'influence de l'installation, $SCOP_{inst}$, est déterminé comme suit :

Eq. 334 $$SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

avec :

$f_{\theta,em}$ un facteur de correction pour la différence entre la température de sortie de la pompe de chaleur dans les conditions de conception et la température de sortie du condenseur à laquelle le $SCOP_{on}$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{\theta,source}$ un facteur de correction pour la différence entre la température (conventionelle) de la source chaude et la température d'entrée à l'évaporateur avec laquelle le $SCOP_{on}$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{\Delta\theta}$ un facteur de correction pour la différence entre, d'une part, la différence de température à travers le condenseur de la pompe à chaleur dans des conditions de conception et, d'autre part, la différence de température de l'eau à travers le condenseur dans les conditions d'essai selon la norme NBN EN 14511 ou sous les conditions de tests pour lesquelles $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

f_{pumps} un facteur de correction pour la consommation d'énergie d'une pompe sur le circuit vers l'évaporateur, déterminé comme mentionné au § 10.2.3.3.3, (-) ;

f_{AHU} un facteur de correction pour la différence entre le débit d'air de conception et le débit d'air lors de l'essai selon la norme NBN EN 14511 ou le débit d'air avec lequel $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été determiné. f_{AHU} intervient uniquement pour les pompes à chaleur couplées à l'air de ventilation et est déterminé comme mentionné au § 10.2.3.3.3, (-) ;

$f_{dim,gen,heat}$ un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production pour le chauffage ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00, (-) ;

$SCOP_{on}$ le coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif et pour les conditions climatiques moyennes, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-).

Pour les pompes à chaleur électriques dont le fluide caloporteur est l'air et à double conduit, le $SCOP_{on}$ est déterminé comme suit :

Eq. 335 $SCOP_{on} = 0{,}7 \cdot COP_{nom}$ (-)

où :

COP_{nom} le coefficient de performance nominal de la pompe à chaleur électrique, déterminé comme COP_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 en tenant compte de la Communication 2012/C 172/01 et de la Communication 2014/C 110/01, (-).

Pour les autres pompes à chaleur électriques dont le fluide caloporteur est l'air, le $SCOP_{on}$ correspond :

- si la puissance nominale n'est pas supérieure à 12 kW : au $SCOP_{on}$ selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 en tenant compte de la Communication 2012/C 172/01 et de la Communication 2014/C 110/01 ;
- si la puissance nominale est supérieure à 12 kW : au $SCOP_{on}$ selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281.

Pour toutes les pompes à chaleur électriques dont le fluide caloporteur est l'air, on a :

Eq. 336 $f_{\theta,em} = 1$ (-)

Pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau, le $SCOP_{on}$ est déterminé sur base du Règlement européen (UE) n°813/2013 et en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02. Dans le cadre du Règlement européen, il est précisé si la pompe à chaleur est une pompe à chaleur basse température. Dans ce cas, $SCOP_{on}$ est déterminé pour une température de sortie du condenseur de 35°C. Si la pompe à chaleur n'est pas une pompe à chaleur basse température, $SCOP_{on}$ est déterminé pour une température de sortie du condenseur de 55°C. Si on ne sait pas à quelle température le $SCOP_{on}$ a été déterminé, il est supposé qu'il s'agit d'une pompe à chaleur basse température et que le $SCOP_{on}$ introduit a été déterminé pour une température de sortie du condenseur de 35°C.

Le régime de température pour lequel $SCOP_{on}$ est donné détermine comment $SCOP_{on}$, $f_{\theta,em}$ et $f_{\Delta\theta}$ doivent être déterminés. Les cas suivants peuvent se produire.

- Si la pompe à chaleur est une pompe à chaleur basse température, alors :

Eq. 337 $SCOP_{on} = SCOP_{on,35°C}$ (-)

Eq. 432 $f_{\theta,em} = 1 + 0{,}02 \cdot (35 - \theta_{out,LTHP})$ (-)

Eq. 406 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Si la pompe à chaleur n'est pas une pompe à chaleur basse température, alors :

Eq. 339 $SCOP_{on} = SCOP_{on,55°C}$ (-)

Eq. 433 $f_{\theta,em} = 1 + 0,02 \cdot (55 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 407 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

où :

$SCOP_{on,35°C}$ le coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif, pour les conditions climatiques moyennes et pour une température de sortie du condenseur de 35°C, déterminé selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02, (-) ;

$SCOP_{on,55°C}$ le coefficient de performance de la pompe à chaleur électrique en mode actif, pour les conditions climatiques moyennes et une température de sortie du condenseur de 55°C, déterminé selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02, (-) ;

$\theta_{out,design}$ la température de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, déterminée selon le § 10.2.3.3.3, en °C ;

$\theta_{out,LTHP}$ la température de sortie de la pompe à chaleur basse température dans les conditions de conception dans les conditions de conception, comme déterminé ci-dessous, en °C ;

$\Delta\theta_{design}$ la différence de température entre le départ et le retour du système d'émission (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) dans les conditions de conception, déterminée selon le § 10.2.3.3.3, en °C. La valeur par défaut vaut 0°C.

La température de sortie d'une pompe à chaleur basse température dans les conditions de conception dans les conditions de conception, $\theta_{out,LTHP}$, est donnée par :

Eq. 434 $\theta_{out,LTHP} = \min(\theta_{out,design} ; 60°C)$ (°C)

avec :

$\theta_{out,design}$ la température de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, déterminée selon le § 10.2.3.3.3, en °C.

Lors de la détermination de $SCOP_{on}$ selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, il faut indiquer la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ est déterminée : air, eau ou saumure. La source de chaleur pour laquelle $SCOP_{on}$ est déterminé et la source de chaleur de l'installation réelle déterminent la valeur de $f_{\theta,source}$. Les cas suivants peuvent se produire.

- Pour les pompes à chaleur qui sont mises en oeuvre avec le sol ou l'eau comme source de chaleur :

Eq. 343 $f_{\theta,source} = 1 + 0,018 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

où :

$\theta_{source,design}$ la température de la source de chaleur de l'installation réelle, en °C, fixée conventionnellement en fonction de la source de chaleur :

- 2°C si la source de chaleur est l'eau de surface ou des eaux usées des égouts ou l'effluent d'une usine de traitement des eaux usées ;
- 10°C si la source de chaleur est l'eau de la nappe phréatique ou une boucle d'eau ;
- 0°C si la source de chaleur est le sol (via un échangeur de chaleur) ;
- à déterminer par le Ministre pour d'autres sources de chaleur ;

$\theta_{source,test}$ la température de la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, en °C. Si la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé est l'eau ou si la source de chaleur n'est pas connue, cette température est fixée à 10°C. Si la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé est la saumure, cette température est fixée à 0°C.

- Pour les pompes à chaleur qui sont mises en oeuvre avec l'air extérieur comme source de chaleur :

Eq. 344 $f_{\theta,source} = 1$ (-)

10.2.3.3.3 Rendement de production des pompes à chaleur électriques non basé sur des données issues d'un Règlement européen

Le rendement de production pour le chauffage des pompes à chaleur qui ne tombent pas dans le champ d'application du § 10.2.3.3.2, $\eta_{gen,heat}$, est donné par :

Eq. 96 $\eta_{gen,heat} = SPF$ (-)

avec :

Eq. 345 $SPF = f_{\theta,heat} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

où :

$f_{\theta,heat}$ un facteur de correction pour la différence entre la température de sortie de la pompe de chaleur dans les conditions de conception et la température de sortie du condenseur dans l'essai selon la norme NBN EN 14511, en cas de transport de chaleur par l'eau, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{\Delta\theta}$ un facteur de correction pour la différence entre, d'une part, la différence de température à travers le condenseur de la pompe à chaleur dans des conditions de conception et, d'autre part, la différence de température de l'eau à travers le condenseur dans les conditions d'essai selon la norme NBN EN 14511 ou sous les conditions de tests pour lesquelles $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

f_{pumps} un facteur de correction pour la consommation d'énergie d'une pompe sur le circuit vers l'évaporateur, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

f_{AHU} un facteur de correction pour la différence entre le débit d'air de conception et le débit d'air lors de l'essai selon la norme NBN EN 14511 ou le débit d'air avec lequel $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été déterminé. f_{AHU} intervient uniquement pour les pompes à

chaleur couplées à l'air de ventilation et est déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{dim,gen,heat}$ un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production pour le chauffage ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00, (-) ;

COP_{test} le coefficient de performance de la pompe à chaleur selon la norme NBN EN 14511 dans les conditions d'essai décrites dans le Tableau [12] ci-dessous, (-) :

Tableau [12] : Conditions d'essai pour la détermination du COP_{test}

Source chaude	Emission de chaleur	Conditions de test
sur base du tableau 3 de la norme NBN EN 14511-2		
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A2/A2
uniquement de l'air extérieur	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	A2/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A20/A20
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	A20/A2
uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	A2/A20
sur base du tableau 5 de la norme NBN EN 14511-2		
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	B0/A20
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	B0/A2
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	B0/A20
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	W10/A20
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	W10/A2
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	W10/A20
sur base du tableau 7 de la norme NBN EN 14511-2		
sol par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	eau	B0/W35
sol par l'intermédiaire d'eau souterraine	eau	W10/W35

Source chaude	Emission de chaleur	Conditions de test
sur base du tableau 12 de la norme NBN EN 14511-2		
air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	eau	A2/W35
uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	eau	A20/W35
où : A air comme vecteur (air). Le nombre qui suit est la température d'entrée au bulbe sec, en °C. B fluide intermédiaire avec une température de congélation inférieure à celle de l'eau (brine). Le nombre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur, en °C. W eau comme vecteur (water). Le nombre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur ou la température de sortie au condenseur, en °C.		

NOTE : certaines conditions d'essai correspondent aux "standard rating conditions" de la norme NBN EN 14511-2. D'autres correspondent aux "application rating conditions". La plupart des conditions d'essai pour le chauffage direct de l'air extérieur constituent un ajout : ces combinaisons spécifiques ou conditions de températures n'apparaissent pas telles quelles dans la norme.

Le Ministre peut déterminer des spécifications complémentaires et/ou divergentes pour calculer le COP_{test} et/ou le $\eta_{gen,heat}$.

Le facteur de correction $f_{\theta,heat}$ est déterminé comme suit :

- si le fluide caloporteur est l'air, $f_{\theta,heat} = 1$;
- si le fluide caloporteur est l'eau, $f_{\theta,heat}$ vaut :

Eq. 435 $$f_{\theta,heat} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(43 - \theta_{out,design}\right) \quad (-)$$

avec :

$\theta_{out,design}$ la température de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, déterminée comme indiqué ci-dessous, en °C.

On détermine la température de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception $\theta_{out,design}$ comme suit :

- pour les pompes à chaleur connectées en série avec une ou plusieurs autres générateurs de chaleur et dont l'entrée du fluide caloporteur est connectée au système d'émission mais dont la sortie du fluide caloporteur n'est pas connectée au système d'émission (ou le stockage) mais à l'entrée du fluide caloporteur d'un autre générateur de chaleur, on a :

Eq. 436 $\theta_{out,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right)$ (°C)

- dans tous les autres cas, on a :

Eq. 437 $\theta_{out,design} = \theta_{return,design}$ (°C)

où :

$\theta_{return,design}$ la température de retour de conception du système d'émission de chaleur, en °C.

$\theta_{supply,design}$ la température de départ vers le système d'émission de chaleur dans les conditions de conception, en °C. Il faut tenir compte ici non seulement du système d'émission, mais aussi du dimensionnement d'un éventuel réservoir tampon (température maximum de stockage).

$f_{heat,m,first}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur connecté(s) comme premier[12] dans une série d'appareils en série, déterminée comme $f_{heat,m,pref}$ au § 10.2.2 en considérant le(s) producteur de chaleur connecté(s) comme premier comme producteur(s) préférentiel(s), (-) ;

$x_{m,first}$ la variable auxiliaire pour la détermination de la fraction en demande de chaleur couverte par le(s) producteur(s) de chaleur connecté(s) comme premier, déterminée comme x_m dans § 7.3.1 de l'annexe PEN, tout en considérant le(s) producteur de chaleur connecté(s) comme premier comme le(s) producteur(s) préférentiel(s), (-).

Il faut effectuer une sommation sur tous les mois de l'année.

La valeur par défaut pour la température de retour de conception du système d'émission est de 45°C pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, par le mur ou par le plafond) et de 70°C pour tous les autres systèmes d'émission de chaleur. Pour le température de départ du système d'émission, on peut prendre comme valeur par défaut pour les systèmes de chauffage de surface (chauffage par le sol, le mur et le plafond) $\theta_{supply,design}$ = 55°C et, pour tous les autres systèmes d'émission, $\theta_{supply,design}$ = 90°C. Si les deux types de systèmes d'émission sont présents dans un secteur énergétique, c'est le système ayant la température de retour de conception et la température de départ la plus élevée qui est pris en considération[13]. On peut introduire des valeurs meilleures conformément à des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

Le facteur de correction $f_{\Delta\theta}$ est déterminé comme suit :

- si le fluide caloporteur est l'air, $f_{\Delta\theta} = 1$;
- si le fluide caloporteur est l'eau, $f_{\Delta\theta}$ vaut :

Eq. 99 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(\Delta\theta_{design} - \Delta\theta_{test}\right)$ (-)

---

[12] Celui-ci étant le générateur de chaleur dont l'entrée est connectée au (conduit de) retour du système d'émission. Le générateur connecté comme premier n'est pas automatiquement le générateur préférentiel. Si c'est quand même le cas, alors on a $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. Dans l'autre cas, il faut un nouveau calcul pour déterminer la fraction couverte par le générateur connecté comme premier.

[13] Il est toujours possible de diviser un secteur énergétique en différents secteurs énergétiques plus petits et pour chacun d'entre eux prendre en considération leur système d'émission de chaleur.

avec :

$\Delta\theta_{design}$ la différence de température entre l'entrée et la sortie de la pompe à chaleur (en prenant en compte, le cas échéant, le stockage de chaleur) dans les conditions de conception, déterminée comme indiqué ci-dessous, en °C ;

$\Delta\theta_{test}$ l'augmentation de température de l'eau au travers du condenseur lors des tests selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 si le rendement de production de la pompe à chaleur est déterminé selon le § 10.2.3.3.2, ou lors des tests selon la norme NBN EN 14511 si le rendement de production de la pompe à chaleur est déterminé selon le § 10.2.3.3.3, en °C.

On peut prendre $f_{\Delta\theta}$ = 0,93 comme valeur par défaut.

La différence de température entre l'entrée et la sortie de la pompe à chaleur, $\Delta\theta_{design}$, est déterminée comme suit :

Eq. 438 $\Delta\theta_{design}=(\theta_{out,design}-\theta_{in,design})$ (°C)

avec :

$\theta_{out,design}$ la température de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, déterminée comme indiqué ci-dessus, en °C ;

$\theta_{in,design}$ la température d'entrée de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, selon le § 10.2.3.2.4, en °C.

Le facteur de correction f_{pumps} est déterminé comme suit :

- S'il n'y a pas de pompe pour l'apport de chaleur vers l'évaporateur, f_{pumps} = 1 (c.-à-d. l'air comme source de chaleur ou évaporation directe dans le sol) ;
- Si la puissance électrique de la (ou d'une des) pompe(s) est inconnue, f_{pumps} = 5/6 ;
- Si la puissance électrique de la (ou de toutes les) pompe(s) (P_{pumps}, en kW) est connue et si le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.3.2 :

Eq. 346 $$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \cdot SCOP_{on} \Big/ P_{nom}}$$ (-)

- Si la puissance électrique de la (ou de toutes les) pompe(s) (P_{pumps}, en kW) est connue et si le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.3.3 :

Eq. 347 $$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \Big/ P_{HP}}$$ (-)

avec :

$P_{pumps,j}$ la puissance électrique de la pompe j pour l'apport de chaleur vers l'évaporateur, en kW ;

$SCOP_{on}$ le coefficient de performance en mode actif et pour les conditions climatiques moyennes de la pompe à chaleur électrique, déterminé comme indiqué au § 10.2.3.3.2, (-) ;

P_{nom} la puissance thermique nominale de la pompe à chaleur électrique, déterminée comme P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'eau ou comme $P_{designh}$ selon le Règlement européen (UE) n°206/2012 pour les pompes à chaleur dont le fluide caloporteur est l'air, en kW ;

P_{HP} la puissance électrique (en kW) de la pompe à chaleur selon la norme NBN EN 14511 dans les mêmes conditions d'essai que pour la détermination de COP_{test}.

Il faut effectuer une somme sur toutes les pompes j qui assurent la fourniture de chaleur à l'évaporateur de la pompe à chaleur.

Le facteur de correction f_{AHU} est déterminé comme suit :

- Si l'air de ventilation repris comme seule source chaude (sans mélange préalable avec de l'air extérieur), air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local) :

Eq. 101 $$f_{AHU} = \frac{0,51 + 0,7 \min\left(\dot{V}_{supply}; \dot{V}_{extr}\right)/\dot{V}_{max}}{0,51 + 0,7\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

On peut prendre comme valeur par défaut : $f_{AHU} = 0,51$.

- Si l'air de ventilation repris comme seule source chaude (sans mélange préalable avec l'air extérieur), l'émission de chaleur ne se faisant pas uniquement vers l'air de ventilation fourni :

Eq. 102 $$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{extr}/\dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

On peut prendre comme valeur par défaut : $f_{AHU} = 0,75$

- Si l'air de ventilation fourni comme seul fluide caloporteur (sans recyclage de l'air du local), l'air de ventilation repris n'étant pas la seule source chaude :

Eq. 103 $$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{supply}/\dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

On peut prendre comme valeur par défaut : $f_{AHU} = 0,75$

- Dans tous les autres cas : $f_{AHU}=1$;

avec :

$\dot{V}_{max}$ le débit d'air maximal dans l'installation tel qu'indiqué par le fabricant, en m^3/h. Si le fabricant indique une plage de débits, on prend alors la valeur la plus grande ;

$\dot{V}_{test}$	le débit d'air dans l'installation lors de l'essai selon la norme NBN EN 14511, en m^3/h ;
$\dot{V}_{extr}$	le débit d'évacuation de conception dans l'installation, en m^3/h, arrondi à l'unité ;
$\dot{V}_{supply}$	le débit d'alimentation de conception dans l'installation, en m^3/h, arrondi à l'unité.

10.2.3.4 Rendement de production des pompes à chaleur au gaz

10.2.3.4.1 Principe

Les pompes à chaleur au gaz peuvent fonctionner selon deux principes :

- pompes à chaleur à moteur à gaz ;
- pompes à chaleur gaz à sorption.

Tout comme pour les pompes à chaleur électrique, les pompes à chaleur au gaz peuvent tirer leur chaleur de diverses sources de chaleur :

- sol via un fluide caloporteur : la pompe à chaleur pompe un fluide caloporteur (généralement, une solution antigel, par exemple, un mélange eau-glycol) à travers un échangeur de chaleur enterré vertical ou horizontal. La chaleur prélevée dans le sol par ce fluide caloporteur est cédée à l'évaporateur ;
- sol par évaporation directe : l'évaporateur dans le sol tire directement la chaleur sensible du sol par conduction (et éventuellement la chaleur latente, par congélation) sans l'intervention d'un fluide de transport intermédiaire ;
- nappe phréatique, eau de surface ou similaire : l'eau est pompée, cède sa chaleur à l'évaporateur et est réinjectée dans son milieu d'origine ;
- air extérieur : l'air extérieur est amené jusqu'à l'évaporateur à l'aide d'un ventilateur et y cède sa chaleur ;
- air repris : l'air repris du système de ventilation est amené sur l'évaporateur et y cède sa chaleur ;
- autres.

Les pompes à chaleur au gaz peuvent délivrer leur chaleur à l'eau ou l'air ou à la structure du bâtiment (où des condenseurs sont intégrés dans la structure du bâtiment (principalement les planchers, et éventuellement d'autres parois comme par exemple les murs ou les plafonds), et délivrent la chaleur directement à la structure du bâtiment (sans l'intervention d'un fluide de transport intermédiaire tel que l'air ou l'eau)).

Le rendement de production des pompes à chaleur gaz à sorption mises sur le marché à partir du 26/09/2015, dont la puissance nominale n'est pas supérieure à 400 kW et avec :

- soit le sol via un fluide caloporteur comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur, ou
- soit l'eau comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur, ou
- soit l'air extérieur comme source de chaleur et l'eau comme fluide caloporteur

est déterminé selon le § 10.2.3.4.2.

Le rendement de production des pompes à chaleur à moteur à gaz est déterminé selon le § 10.2.3.4.3.

Le rendement de production des autres types de pompes à chaleur au gaz est déterminé conformément à des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

La valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat}$ pour les pompes à chaleur au gaz utilisant l'air comme source de chaleur et comme fluide caloporteur est fixé à 0,5. Pour tous les autres types de pompes à chaleur au gaz, la valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat}$ est fixée à 0,8.

10.2.3.4.2 Rendement de production des pompes à chaleur gaz à sorption à l'aide de valeurs issues du Règlement européen (UE) n°813/2013

Le rendement de production pour le chauffage des pompes à chaleur gaz à sorption qui satisfont aux conditions mentionnées au § 10.2.3.4.1 est déterminé comme suit :

Eq. 348

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom,gasHP}}{\left(\left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot P_{nom,gasHP} + f_{p,elec} \cdot \left(\sum_j P_{pumps,gasHP,j}\right)\right)} \quad (-)$$

où :

$P_{nom,gasHP}$ la puissance thermique nominale de la pompe à chaleur gaz à sorption, déterminée comme P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, en kW ;

$f_{p,nat.gas}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour le gaz naturel, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$SGUE_{inst}$ le rendement saisonnier de la pompe à chaleur gaz à sorption en mode chauffage, en tenant compte de l'influence de l'installation, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{p,elec}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$SAEF_{heat}$ le facteur énergétique saisonnier des auxiliaires en mode chauffage, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$P_{pumps,gasHP,j}$ la puissance électrique de la pompe j pour l'apport de chaleur vers l'évaporateur, en kW.

Il faut effectuer une somme sur toutes les pompes j qui assurent la fourniture de chaleur à l'évaporateur de la pompe à chaleur gaz à sorption. La somme est nulle s'il n'y a pas de pompe pour assurer la fourniture de chaleur à l'évaporateur. Si la puissance d'une (ou plusieurs) pompe(s) n'est pas connue, la somme est déterminée comme suit :

Eq. 349

$$\sum_j P_{pumps,gasHP,j} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot \frac{P_{nom,gasHP}}{f_{p,elec}} \quad (kW)$$

avec :

$f_{p,nat.gas}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour le gaz naturel, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$SGUE_{inst}$ le rendement saisonnier de la pompe à chaleur gaz à sorption en mode chauffage, en tenant compte de l'influence de l'installation, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{p,elec}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$SAEF_{heat}$ le facteur énergétique saisonnier des auxiliaires en mode chauffage, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$P_{nom,gasHP}$ la puissance thermique nominale de la pompe à chaleur gaz à sorption, determiné comme P_{rated} selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, en kW.

Le rendement saisonnier en mode chauffage de la pompe à chaleur gaz à sorption, en tenant compte de l'influence de l'installation, $SGUE_{inst}$, est donné par :

Eq. 350 $$SGUE_{inst} = f_{\theta,em,gasHP} \cdot f_{\theta,source,gasHP} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SGUE_{heat} \quad (-)$$

où :

$f_{\theta,em,gasHP}$ un facteur de correction pour la différence entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) et la température de sortie du condenseur à laquelle le $SGUE_h$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{\theta,source,gasHP}$ un facteur de correction pour la différence entre la température (conventionelle) de la source de chaleur et la température d'entrée à l'évaporateur à laquelle le $SGUE_h$ a été déterminé, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$f_{\Delta\theta}$ un facteur de correction pour la différence entre les variations de température, d'une part, du système d'émission de chaleur dans des conditions de conception (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) et, d'autre part, de l'eau à travers le condenseur dans les conditions d'essai selon la norme NBN EN 14511 ou dans des conditions d'essai dans lesquelles $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été determiné, en cas de transport de chaleur par l'eau, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

f_{AHU} un facteur de correction pour la différence entre le débit d'air de conception et le débit d'air lors de l'essai selon la norme NBN EN 14511 ou le débit d'air avec lequel $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ a été determiné. f_{AHU} intervient uniquement pour les pompes à chaleur couplées à l'air de ventilation et est déterminé comme mentionné au § 10.2.3.3.3,(-) ;

$f_{dim,gen,heat}$ un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production pour le chauffage ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00, (-) ;

$SGUE_{heat}$ le rendement saisonnier en mode chauffage de la pompe à chaleur gaz à sorption, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-).

$SGUE_{heat}$ est déterminé sur base de $SGUE_h$ comme mentionné dans le Règlement européen (UE) n°813/2013 et en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02. Dans le cadre du Règlement européen, il est précisé si la pompe à chaleur est une pompe à chaleur basse température. Dans ce cas, $SGUE_h$ est déterminé pour une température de sortie du condenseur de 35°C. Si la pompe à chaleur n'est pas une pompe à chaleur basse température, $SGUE_h$ est déterminé pour une température de sortie du condenseur de 55°C. Si on ne sait pas à quelle température le $SGUE_{heat}$ a été déterminé, il est supposé qu'il s'agit d'une pompe à chaleur basse température et que le $SGUE_h$ encodé a été déterminé pour une température de sortie du condenseur de 35°C.

Le régime de température pour lequel $SGUE_h$ est donné selon le Règlement européen détermine comment $SGUE_{heat}$, $f_{\theta,em,gasHP}$ et $f_{\Delta\theta}$ doivent être déterminés. Les cas suivants peuvent se produire.

- Si la pompe à chaleur est une pompe à chaleur basse température, alors :

Eq. 351 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,35°C}$ (-)

Eq. 439 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01.(35 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 409 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Si la pompe à chaleur n'est pas une pompe à chaleur basse température, alors :

Eq. 353 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,55°C}$ (-)

Eq. 440 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01.(55 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 410 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

où :

$SGUE_{heat,35°C}$ le rendement saisonnier en mode chauffage de la pompe à chaleur gaz à sorption, pour les conditions climatiques moyennes et pour une température de sortie du condenseur de 35°C, déterminé comme $SGUE_h$ selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02, (-) ;

$SGUE_{heat,55°C}$ le rendement saisonnier en mode chauffage de la pompe à chaleur gaz à sorption, pour les conditions climatiques moyennes et pour une température de sortie du condenseur de 55°C, déterminé comme $SGUE_h$ selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02, (-) ;

$\theta_{out,design}$ la température de de sortie de la pompe à chaleur dans les conditions de conception, déterminée selon le § 10.2.3.3.3, en °C ;

$\Delta\theta_{design}$ la différence de température entre l'entrée et la sortie de la pompe à chaleur (en prenant en compte, le cas échéant, le stockage de chaleur) dans les conditions de conception, déterminée selon le § 10.2.3.3.3, en °C. La valeur par défaut vaut 0°C.

Lors de la détermination de $SGUE_h$ selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, il faut indiquer la source de chaleur avec laquelle $SGUE_h$ est déterminée : air, eau ou saumure. La source de chaleur pour laquelle $SGUE_h$ est déterminé et la source de chaleur de l'installation réelle déterminent la valeur de $f_{\theta,source,gasHP}$. Les cas suivants peuvent se produire.

- pour les pompes à chaleur gaz à sorption qui sont mises en oeuvre avec le sol ou l'eau comme source de chaleur :

Eq. 357 $f_{\theta,source,gasHP} = 1 + 0,015 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

où :

$\theta_{source,design}$ la température de la source de chaleur de l'installation réelle, en °C, fixée conventionnellement en fonction de la source de chaleur :

- 2°C si la source de chaleur est l'eau de surface ou des eaux usées des égouts ou l'effluent d'une usine de traitement des eaux usées ;
- 10°C si la source de chaleur est l'eau de la nappe phréatique ou une boucle d'eau ;
- 0°C si la source de chaleur est le sol (via un échangeur de chaleur) ;
- à déterminer par le Ministre pour d'autres sources de chaleur ;

$\theta_{source,test}$ la température de la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, en °C. Si la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé est l'eau ou si la source de chaleur n'est pas connue, cette température est fixée à 10°C. Si la source de chaleur avec laquelle $SCOP_{on}$ ou $SGUE_h$ est déterminé est la saumure, cette température est fixée à 0°C.

- pour les pompes à chaleur gaz à sorption qui sont mises en oeuvre avec l'air extérieur comme source de chaleur :

Eq. 358 $f_{\theta,source,gasHP} = 1$ (-)

Le facteur énergétique saisonnier des auxiliaires en mode chauffage de la pompe à chaleur gaz à sorption, $SAEF_{heat}$, est déterminé comme suit :

Eq. 411 $$SAEF_{heat} = \frac{CC \cdot (\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps}) \cdot SGUE_{heat}}{SGUE_{heat} - (\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps})}$$ (-)

où :

CC le coefficient de conversion [pour l'électricité], tel que défini dans le Règlement européen (UE) n°813/2013, (-) ;

η_s l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux de la pompe à chaleur gaz à sorption, déterminée selon le Règlement européen (UE) n°813/2013 en tenant compte de la Communication 2014/C 207/02, (-) ;

a_{pumps} un facteur de correction qui, lors de la détermination du rendement selon le Règlement européen (UE) n°813/2013, tient compte de manière forfaitaire de l'impact de la consommation énergétique des pompes externes, valant 0,00 pour les pompes à chaleur gaz à sorption dont la source chaude est l'air et valant 0,05 pour les autres pompes à chaleur gaz à sorption, (-) ;

$SGUE_{heat}$ le rendement saisonnier de la pompe à chaleur gaz à sorption en mode chauffage, déterminé comme mentionné ci-dessus, (-).

10.2.3.4.3 Rendement de production des pompes à chaleur à moteur à gaz

Le rendement de production pour le chauffage des pompes à chaleur à moteur à gaz est déterminé comme suit, indépendamment de la source de chaleur ou de l'application :

Eq. 360 $\eta_{gen,heat} = 1,20$ (-)

Le Ministre peut déterminer des spécifications complémentaires et/ou divergentes pour calculer le $\eta_{gen,heat}$.

10.3 Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire

10.3.1 Principe

L'énergie nécessaire pour produire de l'eau chaude sanitaire peut être fournie par un seul appareil de production ou par une combinaison d'appareils connectés en parallèle ou en série. On peut éventuellement utiliser différents appareils (ou une combinaison d'appareils) pour les différents points de puisage de la salle de bains et de la cuisine. En raison du cas où plusieurs appareils sont connectés, on introduit le formalisme d'un appareil connecté préférentiel et un ou plusieurs appareil(s) non préférentiel(s), de manière tout à fait analogue au cas du chauffage. Dans le cas (le plus courant) où il n'y a qu'un seul appareil de production, cela correspond à une part préférentielle de 100%. Les expressions ci-après donnent alors comme résultat une consommation nulle pour l'appareil non préférentiel.

Ce principe s'applique également aux pompes à chaleur hybrides (c'est-à-dire la combinaison d'une pompe à chaleur et d'une chaudière) et aux pompes à chaleur équipées d'une résistance électrique intégrée. Dans ces deux cas, les deux générateurs sont considérés comme des appareils de production connectés en parallèle. Exception : si le rendement de production d'une pompe à chaleur équipée d'une résistance électrique intégrée est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 et que la résistance électrique était activée lors du test réalisé conformément au Règlement Européen concerné, l'appareil est considéré comme un seul générateur. Si le rendement de production d'une pompe à chaleur équipée d'une résistance électrique intégrée est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 et que la résistance électrique n'était pas activée lors du test réalisé conformément au Règlement Européen concerné, cette exception ne s'applique pas, le formalisme preférentiel/non-préférentiel est conservé et le rendement de production de la résistance électrique intégrée est déterminé selon le § 10.3.3.4.2.

10.3.2 Règle de calcul

La consommation finale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire est donnée par mois par :

- pour le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) :

Eq. 104 $$Q_{water,bath\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,bath\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}}$$ (MJ)

Eq. 106 $$Q_{water,sink\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,sink\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}}$$ (MJ)

- pour le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k :

Eq. 361 $$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}}$$ (MJ)

Eq. 362 $$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}}$$ (MJ)

avec :

$f_{water,m,pref}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), avec l'indice 'bath i' ou 'sink i' selon le cas (-) :

- s'il y a seulement un appareil, on a : $f_{water,m,pref} = 1$;

- s'il y a plusieurs producteurs de chaleur et que ces appareils assurent également le chauffage, on a : $f_{water,m,pref} = f_{heat,m,pref}$;

- s'il y a plusieurs producteurs de chaleur et que ces appareils assurent uniquement la préparation de l'eau chaude sanitaire, on tire la valeur du Tableau [36] ;

$f_{water,m,npref\ k}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, avec l'indice 'bath i' ou 'sink i' selon le cas (-) :

- s'il y a seulement un appareil, on a :

Eq. 302 $f_{water,m,npref\ k} = 1 - f_{water,m,pref}$ (-)

- s'il y a plusieurs producteurs de chaleur et que ces appareils assurent également le chauffage, on détermine la valeur de $f_{water,m,npref\ k}$ selon le § 10.2.2 ;

- s'il y a plusieurs producteurs de chaleur et que ces appareils assurent uniquement la préparation de l'eau chaude sanitaire, on détermine la valeur de $f_{water,m,npref\ k}$ comme expliqué ci-dessous ;

$f_{as,m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 avec les indices 'water,bath i' et 'water,sink i' pour la préparation de l'eau chaude sanitaire respectivement, soit pour la douche/baignoire, soit pour l'évier de cuisine ;

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;

$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$ et $\eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour la douche ou la baignoire i, connectée, selon l'indice 'pref' ou 'npref k', au(x) producteur(s) préférentiel(s) ou non préférentiel(s), déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;

$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$ et $\eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour l'évier i, connecté, selon l'indice 'pref' ou 'npref k', au(x) producteur(s) préférentiel(s) ou non préférentiel(s), déterminé selon le § 10.3.3, (-).

Si le ballon d'eau chaude est connecté au(x) producteur(s) préférentiel(s) et au(x) producteur(s) non préférentiel(s) k (ce qui est souvent le cas), on a, avec l'indice 'bath i' ou 'sink i' selon le cas :

Eq. 255 $\eta_{stor,water,m,pref} = \eta_{stor,water,m,npref\ k}$ (-)

Les valeurs pour $f_{water,m,pref}$ données dans le Tableau [36] sont exprimées en fonction de la variable auxiliaire x_m, déterminée selon le § 7.3.1 de l'annexe A.2 du présent arrêté.

Tableau [36] : Fractions mensuelles de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s) pour la production de l'eau chaude sanitaire, $f_{water,m,pref}$

Variable auxiliaire x_m	Fraction mensuelle
$x_m = 0$	1,00
$x_m = 0,05$	1,00
$x_m = 0,15$	0,99
$x_m = 0,25$	0,98
$x_m = 0,35$	0,96
$x_m = 0,45$	0,93
$x_m = 0,55$	0,93
$x_m = 0,65$	0,90
$x_m = 0,75$	0,69
$x_m = 0,85$	0,56
$x_m = 0,95$	0,51

x_m = 1,0	0,48
1,0 < x_m	$0{,}4765.x_m^{-0.998}$

S'il y a plusieurs producteurs de chaleurs non préférentiels avec différents rendements de production selon le § 10.2.3 (et/ou qui utilisent différents vecteurs énergétiques) qui n'assurent que la production d'eau chaude sanitaire, les fractions mensuelles pour l'eau chaude sanitaire du/des producteur(s) non préférentiel(s) k sont déterminées comme suit :

Eq. 303 $$f_{water,m,npref,k}=(1-f_{water,m,pref}).\frac{P_{gen,water,npref,k}}{\sum_k P_{gen,water,npref,k}} \quad (-)$$

où :

$f_{water,m,npref\,k}$ la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie pour la préparation d'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, (-) ;

$f_{water,m,pref}$ la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie pour la préparation d'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), (-) ;

$P_{gen,water,npref\,k}$ la puissance nominale totale du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en kW.

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels k.

NOTE 1 La puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la Directive européenne Chaudières.

NOTE 2 La puissance thermique des pompes à chaleur est déterminée selon la norme NBN EN 14511, dans les conditions de test explicitées au § 10.2.3.3.

NOTE 3 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

La consommation finale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire des points de puisage qui sont desservis par un "combilus" est déterminée selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

10.3.3 Rendements de production et de stockage pour l'eau chaude sanitaire

10.3.3.1 Principe

Les rendements de production et de stockage pour l'eau chaude sanitaire sont déterminés, lorsque c'est possible, à l'aide de données produits établies de manière harmonisée à travers l'Union européenne.

A cette fin, le présent texte fait référence à deux Directives européennes :

- la Directive 2009/125/CE du 21 octobre 2009, dite "Directive écodesign", établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie ;

- la Directive 2010/30/UE du 19 mai 2010 concernant l'indication, par voie d'étiquetage et d'informations uniformes relatives aux produits, de la consommation en énergie et en autres ressources des produits liés à l'énergie ;

et, plus particulièrement, aux Règlements (délégués) qui complètent ces Directives :

- le Règlement délégué (UE) n°811/2013 de la Commission du 18 février 2013, complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des dispositifs de chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage mixtes, des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage des locaux, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire et des produits combinés constitués d'un dispositif de chauffage mixte, d'un régulateur de température et d'un dispositif solaire ;
- le Règlement délégué (UE) n°812/2013 de la Commission du 18 février 2013, complétant la Directive 2010/30/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'étiquetage énergétique des chauffe-eau, des ballons d'eau chaude et des produits combinés constitués d'un chauffe-eau et d'un dispositif solaire ;
- le Règlement (UE) n°813/2013 de la Commission du 2 août 2013, portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage des locaux et aux dispositifs de chauffage mixtes ;
- le Règlement (UE) n°814/2013 de la Commission du 2 août 2013, portant application de la Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux chauffe-eau et aux ballons d'eau chaude.

L'énergie électrique consommée par les auxiliaires pour l'eau chaude sanitaire est, le cas échéant, comprise dans le rendement de production.

10.3.3.2 Classement de systèmes de production d'eau chaude sanitaires

Les systèmes de production d'eau chaude sanitaire peuvent être classés en plusieurs catégories :

- les systèmes qui sont soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013, c'est-à-dire, sauf exceptions prévus dans le Règlement, les systèmes de production pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, d'une puissance nominale inférieure ou égale à 70 kW ;
- les systèmes qui sont soumis au Règlement (UE) n°813/2013, c'est-à-dire, sauf exceptions prévus dans le Règlement, les systèmes de production pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, d'une puissance nominale inférieure ou égale à 400 kW ;
- les systèmes qui sont soumis au Règlement délégué (UE) n°812/2013, c'est-à-dire, sauf exceptions prévus dans le Règlement, les systèmes de production d'eau chaude sanitaire uniquement, d'une puissance nominale inférieure ou égale à 70 kW et dont le stockage éventuel est inférieur ou égal à 500 litres ;
- les systèmes qui sont soumis au Règlement (UE) n°814/2013, c'est-à-dire, sauf exceptions prévus dans le Règlement, les systèmes de production d'eau chaude sanitaire uniquement, d'une puissance nominale inférieure ou égale à 400 kW et dont le stockage éventuel est inférieur ou égal à 2000 litres ;
- les systèmes non soumis à l'un des Règlements précités. Parmi les systèmes non soumis à l'un des Règlements précités, on retrouve notamment les producteurs de chaleur conçus spécifiquement pour utiliser des combustibles gazeux ou liquides produits à partir de la biomasse, ou des combustibles solides (par exemple, pellets, charbon), les dispositifs de cogénération dont la puissance électrique maximale est égale ou supérieure à 50 kW.

10.3.3.3 Données nécessaires au calcul des rendements de production et de stockage pour l'eau chaude sanitaire

Les termes mentionnés en italique et soulignés sont définis dans le Règlement applicable (seule la première occurrence du terme est mise en italique et soulignée).

Les conditions climatiques à prendre en considération, si nécessaire, sont les *conditions climatiques moyennes*, telles que définies dans les Règlements précités.

10.3.3.3.1 Systèmes soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013 ou au Règlement délégué (UE) n°812/2013

Pour les systèmes soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013 ou au Règlement délégué (UE) n°812/2013, les données d'entrée nécessaires au calcul des rendements de production et de stockage sont les suivantes, telles que définies dans le Règlement délégué (UE) n°811/2013 et le Règlement délégué (UE) n°812/2013 :

- l'*efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau* η_{wh}, en %, ou, à défaut, la *classe d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau* ;
- le *profil de soutirage déclaré* ;
- le cas échéant : les *pertes statiques* [d'un *ballon d'eau chaude*] S, en W.

Ces données peuvent provenir d'une des sources suivantes :

- une étiquette telle que définie à l'annexe III du Règlement applicable ;
- une fiche de produit conforme à l'annexe IV du Règlement applicable ;
- une documentation technique conforme à l'annexe V du Règlement applicable ;
- des "informations à fournir" dans les cas prévus par l'annexe VI du Règlement applicable.

Pour les *chauffe-eau solaires*, l'efficacité énergétique (ou, le cas échéant, la classe d'efficacité énergétique) est l'*efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau du générateur de chaleur* $\eta_{wh,nonsol}$, telle que définie à l'annexe VIII du Règlement applicable, les performances du capteur solaire étant évaluées selon le § 10.4. Toutefois, si $\eta_{wh,nonsol}$ n'est pas disponible, le chauffe-eau solaire est évalué selon les § 10.3.3.3.3 et 10.3.3.4.2, et ce même s'il est soumis à un des Règlements précités.

Pour les *produits combinés* avec un *dispositif solaire*, l'efficacité énergétique (ou, le cas échéant, la classe d'efficacité énergétique) à prendre en considération est l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau seul, sans tenir compte du dispositif solaire, dont les performances sont évaluées selon le § 10.4.

Si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau η_{wh} n'est pas connue, mais que la classe d'efficacité est connue, l'efficacité η_{wh} peut être prise comme l'efficacité énergétique minimale de la classe d'efficacité énergétique pour le profil de soutirage déclaré correspondant, telle que définie dans le Règlement délégué (UE) n°811/2013 et le Règlement délégué (UE) n°812/2013 et reprise au Tableau [30].

Tableau [30] : Efficacité énergétique η_{wh} minimale, en %, des classes d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, selon les profils de soutirage déclaré, selon les Règlements délégués (UE) n°811/2013 et (UE) n°812/2013

		Profil de soutirage déclaré							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Classe d'efficacité énergétique	A^{+++}	62	62	69	90	163	188	200	213
	A^{++}	53	53	61	72	130	150	160	170
	A^{+}	44	44	53	55	100	115	123	131
	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40
	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

NOTE 1 En vertu du Règlement (UE) n°813/2013 et du Règlement (UE) n°814/2013, il n'est plus autorisé, depuis le 26 septembre 2015, à mettre sur le marché des chauffe-eau dont l'efficacité énergétique est inférieure à l'efficacité énergétique minimale de la classe E (sauf exception définie dans le Règlement (UE) n°814/2013).

NOTE 2 Le Règlement délégué (UE) n°811/2013 et le Règlement délégué (UE) n°812/2013 définissent une classe G, pour les systèmes dont l'efficacité énergétique est inférieure à l'efficacité énergétique minimale de la classe F. Etant donné la note 1 ci-dessus et la valeur par défaut dont il est question ci-dessous, cette classe n'a pas été reprise au Tableau [30].

Si ni l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, ni la classe d'efficacité énergétique ne sont connues ou si le profil de soutirage déclaré n'est pas connu, la valeur par défaut η_{wh} = 22% s'applique.

10.3.3.3.2 Systèmes soumis au Règlement (UE) n°813/2013 ou au Règlement (UE) n°814/2013

Sont visés ici les systèmes soumis au Règlement (UE) n°813/2013 ou au Règlement (UE) n°814/2013 mais non soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013 ou au Règlement délégué (UE) n°812/2013, c'est-à-dire les systèmes dont la puissance nominale est supérieure à 70 kW et inférieure ou égale à 400 kW ou dont le stockage éventuel est supérieur à 500 litres et inférieur ou égal à 2000 litres. Pour ces systèmes, les données d'entrée nécessaires au calcul des rendements de production et de stockage sont les suivantes, telles que définies dans le Règlement (UE) n°813/2013 et le Règlement (UE) n°814/2013 :

- l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau η_{wh}, en % ;
- le profil de soutirage déclaré ;
- le cas échéant : les pertes statiques [d'un ballon d'eau chaude] S, en W.

Ces données peuvent provenir d'une documentation technique ou d'une autre source d'information conforme aux exigences de l'article 4 et à l'annexe II du Règlement applicable.

Pour les produits combinés avec un dispositif solaire, l'efficacité énergétique à prendre en considération est l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau seul, sans tenir compte du dispositif solaire, dont les performances seront évaluées sont le § 10.4.

Si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau ou si le profil de soutirage déclaré n'est pas connu, la valeur par défaut η_{wh} = 32% s'applique.

10.3.3.3.3 Systèmes non soumis aux Règlements précités

Pour les systèmes non soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013, au Règlement délégué (UE) n°812/2013, au Règlement (UE) n°813/2013 ou au Règlement (UE) n°814/2013, aucune donnée spécifique n'est nécessaire. Les rendements de production et de stockage sont évalués en fonction de caractéristiques générales du système.

10.3.3.4 Règles de calcul des rendements de production et de stockage pour l'eau chaude sanitaire

10.3.3.4.1 Systèmes soumis aux Règlements précités

Rendement de production $\eta_{gen,water}$

Pour les systèmes de production d'eau chaude sanitaire soumis au Règlement délégué (UE) n°811/2013, au Règlement délégué (UE) n°812/2013, au Règlement (UE) n°813/2013 ou au Règlement (UE) n°814/2013, le rendement de production (par rapport au pouvoir calorifique supérieur) $\eta_{gen,water}$ est déterminé selon l'Eq. 256.

Eq. 256 si le vecteur énergétique est différent de l'électricité :

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water}$$

si le vecteur énergétique est l'électricité :

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot CC \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water} \quad (-)$$

avec :

η_{wh}	l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, exprimée par rapport au pouvoir calorifique supérieur, en %, déterminée comme expliqué au § 10.3.3.3.1 ou au § 10.3.3.3.2 ;
CC	le coefficient de conversion [pour l'électricité], tel que défini dans les Règlements précités, (-) ;
$f_{stor>gen,water}$	un facteur de correction pour tenir compte de l'influence du stockage sur le rendement de production, (-), déterminé comme expliqué ci-dessous ;
$f_{dim,gen,water}$	un facteur de correction pour tenir compte du dimensionnement du système de production d'eau chaude sanitaire, (-) ; actuellement, ce facteur est conventionnellement fixé à 1,00.

Facteur de correction $f_{stor>gen,water}$ et rendement de stockage $\eta_{stor,water}$

S'il n'y a pas de stockage (production instantanée), ou si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire est déterminée en intégrant la présence du stockage (par exemple, ballon d'eau chaude intégré au producteur d'eau chaude chaude sanitaire), on a :

- $f_{stor>gen,water}$ = 1,00 ;
- $\eta_{stor,water}$ = 1,00.

S'il y a un stockage et si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire est déterminée sans tenir compte de la présence du stockage (par exemple, ballon d'eau chaude séparé), ou si on ne sait pas si l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau est déterminée en intégrant ou non la présence du stockage, on a :

- $f_{stor>gen,water}$ = 1,02 ;
- $\eta_{stor,water,m}$ est déterminé mensuellement selon :

Eq. 257 $$\eta_{stor,water,m} = \frac{Q_{stor,water,gross,m}}{(Q_{stor,water,gross,m} + Q_{loss,stor,water,m})}$$ (-)

où :

$Q_{stor,water,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie totaux pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage connectés au ballon d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminés selon l'Eq. 258 ;

$Q_{loss,stor,water,m}$ les pertes mensuelles de stockage du ballon d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminées selon l'Eq. 259 ;

avec :

Eq. 258 $$Q_{stor,water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m}$$ (MJ)

où :

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ.

Il faut faire la somme pour toutes les douches ou baignoires j et tous les éviers k connectés au ballon d'eau chaude sanitaire.

Les pertes mensuelles de stockage du ballon d'eau chaude sanitaire sont données par :

- Si le réservoir d'eau chaude est réchauffé par un système à énergie solaire thermique monovalent dont les prestations sont déterminées selon le § 10.4, alors : $Q_{loss,stor,water,m} = 0$ MJ.
- Si le réservoir d'eau chaude est partiellement réchauffé par un système à énergie solaire thermique bivalent dont les prestations sont déterminées selon le § 10.4, alors :

Eq. 363 $$Q_{loss,stor,water,m} = 0,4 \cdot S.t_m$$ (MJ)

- Dans tous les autres cas, alors :

Eq. 259 $Q_{loss,stor,water,m} = S.t_m$ (MJ)

avec :

S les pertes statiques du ballon d'eau chaude couplé au producteur, en W, telle que définies au § 10.3.3.3, ou à défaut selon l'Eq. 260 ;

t_m la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1].

Si les pertes statiques S ne sont pas connues, alors il faut utiliser la valeur par défaut suivante :

Eq. 260 $S = 31 + 16,66 \,.\, V^{0,4}$ (W)

avec :

V le volume du ballon d'eau chaude sanitaire, en litres.

Si le volume du ballon d'eau chaude n'est pas connu, alors il faut utiliser la valeur par défaut suivante : V = 2000 litres.

10.3.3.4.2 Systèmes non soumis aux Règlements précités

Pour les systèmes non soumis aux Règlements précités, les rendements de production et de stockage ne sont pas évalués séparément mais ensemble. Les valeurs de calculs ci-dessous sont valables tant pour les appareils producteurs qui réchauffent uniquement l'eau chaude sanitaire, que pour les appareils qui assurent aussi bien le chauffage des locaux que l'approvisionnement en eau chaude sanitaire.

Appareils autres que les appareils à combustion et les pompes à chaleur

Pour les appareils autres que les appareils à combustion et les pompes à chaleur, le produit du rendement de production $\eta_{gen,water}$ et du rendement de stockage $\eta_{stor,water}$ est donné au Tableau [49].

Tableau [49] : Valeurs de calcul pour ($\eta_{gen,water} \,.\, \eta_{stor,water}$) pour les appareils autres que les appareils à combustion et les pompes à chaleur

	chauffage instantané[14]	avec stockage de chaleur[15]

[14] Les installations de production qui chauffent l'eau instantanément génèrent de la chaleur uniquement aux moments où l'on prélève de l'eau chaude sanitaire, sans qu'il y ait stockage de chaleur dans l'installation. Dès que le puisage d'eau chaude cesse, la production de chaleur s'arrête également et l'ensemble du système refroidit jusqu'à température ambiante (en l'absence d'un nouveau puisage).

[15] Les installations de production avec stockage de chaleur tiennent une quantité de chaleur à disposition dans un réservoir de stockage, y compris aux moments où l'on ne prélève pas d'eau chaude. Le stockage de chaleur peut se faire aussi bien sous la forme de l'eau chaude sanitaire proprement dite, que sous la forme d'eau de chaudière ; dans ce dernier cas, l'eau sanitaire est réchauffée par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur au moment précis des prélèvements. Les mêmes produits des rendements de production et de stockage restent d'application même si l'installation ne maintient pas de la chaleur à disposition en permanence, mais peut refroidir librement pendant certaines périodes (la nuit, par exemple).

Chauffage électrique par résistance	0,75	0,70
Installation de cogénération sur site (1)	$\varepsilon_{cogen,th}$	$\varepsilon_{cogen,th} - 0,05$
Fourniture de chaleur externe (1)	$\eta_{water,dh}$	$\eta_{water,dh} - 0,05$
Autres cas	équivalence (2)	

(1) Ces valeurs de calcul indiquent déjà les rendements par rapport au pouvoir calorifique supérieur.

(2) Les dérogations par rapport aux catégories ci-dessus doivent être traitées, sur base d'une demande d'équivalence ou, si elles existent, selon des règles déterminées par le Ministre.

Les symboles du tableau ont été définis comme suit :

$\varepsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique pour une installation de cogénération sur site, tel que déterminé au § A.2 de l'annexe A.2 au présent arrêté ;

$\eta_{water,dh}$ le rendement à considérer pour une fourniture de chaleur externe pour la préparation d'eau chaude sanitaire, à déterminer en détail selon des règles déterminées par le Ministe et par défaut égale à 0,97.

Appareils à combustion et pompes à chaleur

Pour les appareils à combustion et les pompes à chaleur, le produit $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water}$ est déterminé comme :

Eq. 441 $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water} = f_p \cdot \eta_{tot,water}$ (-)

avec :

$\eta_{tot,water}$ l'efficacité énergétique conventionnelle pour le chauffage de l'eau tenant compte du stockage, déterminée comme mentionné ci-dessous, (-) ;

f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe.

L'efficacité énergétique conventionnelle pour le chauffage de l'eau tenant compte du stockage, $\eta_{tot,water}$, est donnée au au Tableau [50] ou au Tableau [51] en fonction de la situation.

Le Tableau [50] s'applique aux cas suivants :

1. les appareils qui ne desservent qu'une seule unité PER (quelle que soit la puissance nominale et le volume de stockage éventuel) ;
2. les appareils qui ne desservent qu'une seule unité PEN et dont la puissance nominale est inférieure ou égale à 70 kW et dont le stockage éventuel est inférieur ou égal à 500 litres ;
3. les appareils qui desservent plusieurs unités PEB et dont la puissance nominale est inférieure ou égale à 70 kW et dont le stockage éventuel est inférieur ou égal à 500 litres.

Le Tableau [51] s'applique à tous les autres cas.

Tableau [50] : Valeurs de calcul pour $\eta_{tot,water}$ – cas 1, 2 et 3

Type de ballon(s) d'eau chaude	Sans ballon	Ballon(s) qui ne sont pas directement chauffé(s) par combustion		Ballon(s) directement chauffé(s) par combustion (1)
Epaisseur x de l'isolation du(des) ballon(s) en mm / Type d'appareil	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm ou épaisseur inconnue	0 mm ≤ x
Chaudière non à condensation	0,60	0,54	0,45	0,45
Chaudière à condensation	0,70	0,63	0,52	
Pompe à chaleur	0,86	0,77	0,64	-
(1) sans utilisation d'un fluide intermédiaire				

Tableau [51] : Valeurs de calcul pour $\eta_{tot,water}$ – autre cas

Type de ballon(s) d'eau chaude	Sans ballon	Ballon(s) qui ne sont pas directement chauffé(s) par combustion		Ballon(s) directement chauffé(s) par combustion (1)
Epaisseur x de l'isolation du(des) ballon(s) en mm / Type d'appareil	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm ou épaisseur inconnue	0 mm ≤ x
Chaudière non à condensation	0,75	0,67	0,56	0,50
Chaudière à condensation	0,85	0,76	0,63	
Pompe à chaleur	1,03	0,92	0,77	-
(1) sans utilisation d'un fluide intermédiaire				

NOTE Ces valeurs de calcul indiquent déjà les rendements par rapport au pouvoir calorifique supérieur.

10.4 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique

Seuls les systèmes d'énergie solaire thermique de qualité sont pris en compte dans le calcul de la contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique. Le Ministre peut déterminer des règles pour déterminer la qualité du système d'énergie solaire thermique. Le Ministre peut déterminer les conditions auxquelles un système d'énergie solaire thermique doit satisfaire pour être considéré comme un système d'énergie solaire thermique de qualité.

Au cas où le système solaire thermique est (aussi) utilisé pour chauffer l'eau d'une piscine dans une unité d'habitation, celui-ci n'est pas pris en compte et $f_{as,heat,sec\ i,m}$, $f_{as,hum,i,m}$, $f_{as,water,bath\ i,m}$, $f_{as,water,sink\ i,m}$ et $f_{as,water,other\ i,m}$ sont considérés égaux à zéro.

La contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique se détermine comme suit :

- si le système dessert le chauffage des locaux ainsi que l'eau chaude sanitaire, se reporter au § 10.4.1 ;
- s'il dessert uniquement l'eau chaude sanitaire, se reporter au § 10.4.2 ;
- s'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue au chauffage du secteur énergétique i, $f_{as,heat,sec\ i,m}$ est nul ;
- s'il n'y a pas de système d'énergie solaire thermique qui contribue à la fourniture de chaleur à l'appareil humidificateur i, $f_{as,hum,i,m}$ est nul ;

- si un point de puisage particulier (baignoire / douche i ou évier de cuisine i ou autre point de puisage i) n'est pas préchauffé par un système d'énergie solaire thermique, la valeur respective de $f_{as,water,bath\ i,m}$ et/ou $f_{as,water,sink\ i,m}$ et/ou $f_{as,water,other\ i,m}$ est nulle.

La valeur par défaut pour f_{as} est égale à zéro pour chacun des vecteurs énergétiques.

10.4.1 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude sanitaire

On détermine la contribution énergétique utile mensuelle (comme part de la demande totale de chaleur de l'installation) d'un système d'énergie solaire thermique destiné au chauffage et à la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit.

Eq. 364

$$\text{Si } \sum_j A_{as,j} > 6m^2 : f_{as,heat,seci,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,heat,m}}{Q_{as,demand,heat,m}}\right); 1\right\}$$

$$\text{Si } \sum_j A_{as,j} \leq 6m^2 : f_{as,heat,seci,m} = 0 \qquad (-)$$

et :

Eq. 365

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\} \qquad (-)$$

Lors de l'application des formules ci-dessus, ce qui suit s'applique également :

Eq. 366 Si $Q_{as,demand,heat,m} = 0$, alors $f_{as,heat,sec\ i,m} = 0$. (-)

Eq. 367 Si $Q_{as,demand,water,m} = 0$, alors

$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0$. (-)

où :

Eq. 368

$$Q_{as,demand,heat,m} = \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_q Q_{hum,net,q,m} \qquad (MJ)$$

Eq. 369

$$Q_{as,demand,water,m} = \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l \frac{Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}} + \sum_n \frac{Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}} + \sum_o \frac{Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}} \qquad (MJ)$$

avec :

$A_{as,j}$ la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN 9806 (dans laquelle elle est désignée par le symbole et l'indice A_a), en m² ;

$Q_{as,out,heat,m}$ l'énergie solaire mensuelle utile au chauffage des locaux fournie par le système solaire thermique, comme définie au § 10.4.4, en MJ ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire thermique contribue, en MJ ;

$Q_{as,out,water,m}$ l'énergie solaire mensuelle utile à la production d'eau chaude sanitaire fournie par le système solaire thermique, compte tenu des pertes du ballon d'eau chaude, telle que définie au § 10.4.3, en MJ ;

$Q_{as,demand,water,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, en MJ ;

$Q_{hum,net,q,m}$ le besoin mensuel net d'humidification pour un humidificateur q, défini selon le § 5.11 de l'annexe A.2, en MJ ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1 de cette annexe pour les unités PER et selon le § 6.2 de l'annexe A.2 pour les unités PEN, en MJ ;

$Q_{water,bath\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire k, en MJ, déterminés selon le § 9.3 de cette annexe pour les unités PER et selon le § 6.5 de l'annexe A.2 pour les unités PEN ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine k, en MJ, déterminés selon le § 9.3 de cette annexe pour les unités PER et selon le § 6.5 de l'annexe A.2 pour les unités PEN ;

$Q_{water,other\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage k pour l'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminés selon le § 6.5 de l'annexe A.2 ;

$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une unité d'habitation l qui n'est pas une unité PER, sans tenir compte des pertes de la boucle de circulation/combilus, en MJ, tels que déterminés au § 9.3.2 ;

$\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}$ la contribution mensuelle au rendement du sytème des pertes de la boucle de circulation p d'une unité d'habitation l qui n'est pas une unité PER, telle que déterminée au § 9.3.2 ;

$Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une baignoire ou d'une douche n située dans un bâtiment à destination non résidentielle et non-industrielle et qui ne fait pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de la boucle de circulation/combilus, en MJ, tels que déterminés au § 9.3.2 ;

$\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}$ la contribution mensuelle au rendement du sytème des pertes de la boucle de circulation p d'une baignoire ou d'une douche n située dans un bâtiment à destination non résidentielle et non-industrielle et qui ne fait pas partie d'une unité PEN, telle que déterminée au § 9.3.2 ;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine o situé dans un bâtiment à destination non résidentielle et non-industrielle et qui ne fait pas partie d'une

unité PEN, sans tenir compte des pertes de la boucle de circulation/combilus, en MJ, tels que déterminés au § 9.3.2 ;

$\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}$ la contribution mensuelle au rendement du sytème des pertes de la boucle de circulation p d'un évier de cuisine o situé dans un bâtiment à destination non résidentielle et non-industrielle et qui ne fait pas partie d'une unité PEN, telle que déterminée au § 9.3.2.

Il faut faire une sommation sur :

- tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique ;
- tous les secteurs énergétiques i, situés dans des unités PER ou PEN auxquels le système d'énergie solaire thermique fournit de la chaleur ;
- tous les humidificateurs q, situés dans des unités PEN et auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur ;
- l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine k, situés dans des unités PER ou PEN et auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire ;
- tous les autres points de puisages k pour l'eau chaude sanitaire, situés dans des unités PEN et auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire ;
- toutes les unités de logement l, qui ne sont pas une unité PER et auxquelles le système d'énergie solaire fournit de la chaleur ;
- l'ensemble des douches et baignoires n et éviers de cuisine o auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire situé dans un bâtiment à destination non résidentielle et non-industrielle et auxquels le système d'énergie solaire fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

10.4.2 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire

On détermine la contribution mensuelle utile (comme part de la demande totale de chaleur de l'installation) d'un système d'énergie solaire thermique qui participe uniquement à la préparation de l'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 370 Si $Q_{as,demand,water,m} = 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0 \quad (-)$$

Si $Q_{as,demand,water,m} \neq 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\} \quad (-)$$

avec :

$Q_{as,out,water,m}$ l'énergie solaire mensuelle utile à la production d'eau chaude sanitaire fournie par le système solaire thermique, compte tenu des pertes du ballon d'eau chaude, telle que définie au § 10.4.3, en MJ ;

$Q_{as,demand,water,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, en MJ, telle que déterminée au § 10.4.1.

10.4.3 Contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire, compte tenu des pertes de stockage

On détermine la contribution énergétique utile mensuelle d'un système d'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire, compte tenu des pertes de stockage, comme suit :

Eq. 371 $$Q_{as,out,water,m} = Q_{as,woL,water,m} - Q_{as,loss,stor,water,m} \quad \text{(MJ)}$$

où :

Eq. 372 $$Q_{as,woL,water,m} = \max\left\{0\ ;\ \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,water,m} - 0,070 \cdot X_{as,water,m} \\ -0,265 \cdot Y^2_{as,water,m} + 0,002 \cdot X^2_{as,waterm} \\ +0,023 \cdot Y^3_{as,water,m} \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,water,m}\right\} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{as,woL,water,m}$ l'énergie mensuelle utile qui peut être fournie par le système solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire, sans compter les pertes du ballon d'eau chaude, en MJ ;

$Q_{as,loss,stor,water,m}$ les pertes mensuelles de stockage du système solaire thermique liées à l'eau chaude sanitaire, comme déterminées au § 10.4.3.3, en MJ ;

$Y_{as,water,m}$ la valeur mensuelle de la variable auxiliaire Y pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par le système solaire thermique, telle que définie au § 10.4.3.2, (-) ;

$X_{as,water,m}$ la valeur mensuelle de la variable auxiliaire X pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par le système solaire thermique, telle que définie au § 10.4.3.1, (-) ;

$Q_{as,demand,water,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

10.4.3.1 Variable auxiliaire X pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par un système solaire thermique

On détermine la valeur mensuelle de la variable auxiliaire X pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par un système solaire thermique comme suit :

Eq. 373 Si le système solaire thermique ne fournit que de l'eau chaude sanitaire ou si $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8+3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

Dans les autres cas :

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8+3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

avec :

$A_{as,j}$	la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;
$H_{as,loop}$	le coefficient de transfert de chaleur du circuit de capteurs (capteur+conduites), comme déterminé ci-dessous, en W/(m².K) ;
$\theta_{coldwater,m}$	la température mensuelle de l'eau froide, fixée conventionnellement à 10°C ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau [1] ;
$f_{as,stor}$	le facteur de correction de la capacité du ballon d'eau chaude, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;
$Q_{as,demand,water,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.
$Q_{as,demand,heat,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ ;

Il faut faire une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

On détermine le coefficient de transfert de chaleur du circuit de capteurs comme suit :

Eq. 374 $$H_{as,loop} = a_1 + a_2 \cdot 40 + \frac{\left(5+0,5 \cdot \sum_j A_{as,j}\right)}{\sum_j A_{as,j}} \quad (W/(m^2.K))$$

avec :

a_1 le coefficient de déperdition thermique du capteur solaire, déteminé selon la norme NBN EN ISO 9806, en W/(m².K). Les valeurs par défaut sont reprises dans le Tableau [39], en fonction du type de capteur. Dans le cas où plusieurs capteurs solaires sont raccordés sur le même circuit, le coefficient de déperdition thermique le plus élevé est retenu ;

a_2 la partie du coefficient de déperdition thermique dépendant de la température du capteur solaire, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806, en W/(m².K²). Les valeurs par défaut sont reprises dans le Tableau [39], en fonction du type de capteur Dans le cas où plusieurs capteurs solaires sont raccordés au circuit solaire, la partie du coefficient de déperdition thermique qui dépend de la température la plus élevée est retenue ;

$A_{as,j}$ la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m².

Il faut faire une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

On détermine le facteur de correction de la capacité du ballon d'eau chaude, pour l'eau chaude sanitaire, comme suit :

Eq. 375 $$f_{as,stor} = \left(\frac{75 \cdot \sum_j A_{as,j}}{f_{stor,sys} \cdot V_{as,stor}} \right)^{0,25} \quad (-)$$

avec :

$A_{as,j}$ la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;

$f_{stor,sys}$ le facteur de correction tenant compte du type de système (-). Pour les systèmes monovalents, ce facteur est égal à 1 ; pour les systèmes bivalents, ce facteur est égal à 0,6 ;

$V_{as,stor}$ le volume total du ballon d'eau chaude du système solaire thermique (y compris la partie qui est éventuellement réchauffée par le chauffage d'appoint), en litres.

Il faut faire une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

Tableau [39] : Valeurs par défaut des caractéristiques des capteurs

Paramètres	Capteur plan vitré	Tubes sous vide (CPC)	Tubes sous vide (Caloduc)
$\eta_{0,j}$	0,70	0,60	0,70
a_1	4,00	3,00	1,25
a_2	0,03	0,02	0,01
IAM_j	0,83	0,83	0,89

10.4.3.2 Variable auxiliaire Y pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par un système solaire thermique

On détermine la valeur mensuelle de la variable auxiliaire Y pour le soutien à la production d'eau chaude sanitaire par un système solaire thermique comme suit :

Eq. 376 Si le système solaire thermique ne fournit que de l'eau chaude sanitaire ou si

$$\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2 : Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

Dans les autres cas : $$Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

avec :

$A_{as,j}$	la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;
$I_{as,m,shad,j}$	l'ensoleillement du capteur j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe ;
IAM_j	le facteur d'angle d'incidence du capteur j, déterminé selon la norme NBN EN ISO 9806, (-). Les valeurs par défaut se retrouvent dans le Tableau [39] en fonction du type de capteur ;
$\eta_{0,j}$	le rendement du capteur j lorsqu'il n'y a aucune déperdition thermique vers l'ambiance (rendement optique ou rendement de crête), déterminé selon la norme NBN EN ISO 9806, (-). Les valeurs par défaut se retrouvent dans le Tableau [39] en fonction du type de capteur ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;
$Q_{as,demand,water,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.
$Q_{as,demand,heat,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

Il faut faire une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

10.4.3.3 Pertes mensuelles de stockage du système solaire thermique liées à l'eau chaude sanitaire

On détermine les pertes mensuelles de stockage du système solaire thermique liées à l'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 377 Si le système solaire thermique ne fournit que de l'eau chaude sanitaire ou si $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}-\theta_{as,stor,amb,m}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

Dans les autres cas :

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}-\theta_{as,stor,amb,m}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\cdot\left(\frac{Q_{as,demand,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}+Q_{as,demand,heat,m}}\right)\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

où :

Eq. 378 $$f_{as,woL,water,m} = \min\left(1;\frac{Q_{as,woL,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right) \quad \text{(-)}$$

avec :

$H_{as,stor}$	le coefficient de transfert thermique total du ballon d'eau chaude, comme déterminé ci-dessous, en W/K ;
$f_{stor,sys}$	le facteur de correction tenant compte du type de système (-). Pour les systèmes monovalents, ce facteur est égal à 1, pour les systèmes bivalents, ce facteur équivaut à 0,6 ;
$\theta_{coldwater,m}$	la température mensuelle de l'eau froide, fixée conventionnellement à 10°C ;
$f_{as,woL,water,m}$	la fraction solaire utile (comme part de la demande totale de chaleur) du système solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire, sans tenir compte des pertes du ballon d'eau chaude, (-) ;
$\theta_{as,stor,amb,m}$	la température moyenne mensuelle de l'ambiance (du local) où se situe le ballon d'eau chaude, en °C : - si le ballon d'eau chaude se situe dans le volume protégé : $\theta_{as,stor,amb,m} = 18$; - si le ballon d'eau chaude se situe dans un espace adjacent non chauffé : $\theta_{as,stor,amb,m} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$; - si le ballon d'eau chaude est situé à l'extérieur : $\theta_{as,stor,amb,m} = \theta_{e,m}$; où : $\theta_{e,m}$: la température moyenne extérieure, en °C, selon le Tableau [1] ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;
$Q_{as,demand,water,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

$Q_{as,demand,heat,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ ;

$Q_{as,woL,water,m}$ l'énergie mensuelle utile pour l'eau chaude sanitaire qui peut être fournie par le système solaire thermique, sans compter les pertes du ballon d'eau chaude, comme déterminée au § 10.4.3, en MJ.

On détermine le coefficient de transfert de chaleur total du ballon d'eau chaude, $H_{as,stor}$, comme suit :

Si $V_{as,stor} \leq 2000$, on détermine $H_{as,stor}$ selon la norme NBN EN 12977-3 ou par défaut suivant la formule :

Eq. 379 $$H_{as,stor} = \frac{31 + 16,66 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

Si : $V_{as,stor} > 2000$:

Eq. 380 $$H_{as,stor} = \frac{16,66 + 8,33 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$V_{as,stor}$ le volume total du ballon d'eau chaude du système solaire thermique (y compris la partie éventuellement réchauffée par un chauffage d'appoint), en litres.

10.4.4 Energie mensuelle utile pour le chauffage des locaux par un système solaire thermique

On détermine l'énergie mensuelle utile pour le chauffage des locaux par un système solaire thermique comme suit :

Eq. 381 $$Q_{as,out,heat,m} = \max\left\{0; \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,heat,m} - 0,070 \cdot X_{as,heat,m} \\ - 0,265 \cdot Y_{as,heat,m}^2 + 0,002 \cdot X_{as,heat,m}^2 \\ + 0,023 \cdot Y_{as,heat,m}^3 \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,heat,m}\right\} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Y_{as,heat,m}$ la valeur mensuelle de la variable auxiliaire Y pour le soutien au chauffage des locaux par le système solaire thermique, comme définie au § 10.4.4.2, (-) ;

$X_{as,heat,m}$ la valeur mensuelle de la variable auxiliaire X pour le soutien au chauffage des locaux par le système solaire thermique, comme définie au § 10.4.4.1, (-) ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ la demande mensuelle de chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

10.4.4.1 Variable auxiliaire X pour le soutien de chauffage des locaux par un système solaire thermique

On détermine la variable auxiliaire X pour le soutien de chauffage des locaux par un système solaire thermique comme suit :

Eq. 382
$$X_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j}\right] \cdot H_{as,loop} \cdot \left(88,75 - \theta_{e,m}\right) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

avec :

$A_{as,j}$ la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;

$H_{as,loop}$ le coefficient de transfert de chaleur du circuit capteur (capteur+conduites), comme déterminé au § 10.4.3.1, en W/(m².K) ;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, voir Tableau [1] ;

$f_{as,stor}$ le facteur de correction de la capacité du ballon d'eau chaude, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;

$Q_{as,demand,water,m}$ la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

$Q_{as,demand,heat,m}$ la demande mensuelle de chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

10.4.4.2 Variable auxiliaire Y pour le soutien de chauffage des locaux par un système solaire thermique

On détermine la variable auxiliaire Y pour le soutien de chauffage des locaux par un système solaire thermique comme suit :

Eq. 383
$$Y_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}\right]}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

avec :

$A_{as,j}$	la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;
$I_{as,m,shad,j}$	l'ensoleillement du capteur j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe ;
IAM_j	le facteur d'angle d'incidence du capteur j, déterminé selon la norme NBN EN ISO 9806, (-). Les valeurs par défaut se retrouvent dans le Tableau [39] en fonction du type de capteur ;
$\eta_{0,j}$	le rendement du capteur j lorsqu'il n'y a aucune déperdition thermique vers l'ambiance (rendement optique ou rendement de crête), déterminé selon la norme NBN EN ISO 9806, (-). Les valeurs par défaut se retrouvent dans le Tableau [39] en fonction du type de capteur ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;
$Q_{as,demand,water,m}$	la demande mensuelle en chaleur pour l'eau chaude sanitaire à laquelle le système solaire thermique contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.
$Q_{as,demand,heat,m}$	la demande mensuelle de chaleur pour le chauffage des locaux à laquelle le système solaire contribue, comme définie au § 10.4.1, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

10.5 Consommation d'énergie mensuelle équivalente pour le refroidissement

S'il y a trop de gains de chaleur excédentaires, le risque de surchauffe est élevé. Même si on n'installe pas de refroidissement actif lors de la construction, il est possible qu'on en installe un par la suite. C'est pourquoi on tient compte également, dans ces cas, d'une consommation de refroidissement fictive équivalente, voir chapitre 8.

On détermine la consommation d'électricité mensuelle équivalente pour le refroidissement comme suit :

Eq. 115 $$Q_{cool,final,sec\ i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec\ i,m}}{8,1} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement d'un secteur énergétique i, calculés selon le § 8.5 ;
8,1	le produit du rendement forfaitaire du système (0,9), d'un EER forfaitaire du système de refroidissement (2,5) et du facteur de conversion de MJ en kWh (3,6).

11 Consommation mensuelle d'énergie des auxiliaires

11.1 Consommation mensuelle d'énergie pour les fonctions auxiliaires

11.1.1 Consommation d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution

11.1.1.1 Principe

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution est déterminée dans ce chapitre. La conversion en énergie primaire se fait au § 13.5.

En ce qui concerne le refroidissement, aucune énergie auxiliaire ne doit être calculée pour la distribution. Il est considéré par convention que celle-ci est déjà prise en compte dans la détermination de la consommation d'énergie mensuelle équivalente pour le refroidissement (voir le § 10.5).

11.1.1.2 Règle de calcul pour la consommation d'énergie auxiliaire pour la distribution

11.1.1.2.1 Règle de calcul générale

On détermine la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire pour la distribution comme suit :

Eq. 304 $$W_{aux,dis,m} = \sum_j P_{pumps,dis,\ instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$W_{aux,dis,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PER, en kWh ;
$P_{pumps,dis,instal,j}$	la puissance installée du circulateur j desservant l'unité PER considérée, telle que définie au § 11.1.1.3, en W ;
$t_{on,dis,j,m}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution, tel que défini au § 11.1.1.4, en Ms.

Il faut faire la somme sur tous les circulateurs j qui desservent l'unité PER.

11.1.1.2.2 Exceptions

Les circulateurs de secours sont redondants pour le système. Leur consommation d'énergie auxiliaire ne doit donc pas être prise en compte.

11.1.1.3 Détermination de la puissance installée $P_{pumps,dis,instal,j}$

$P_{pumps,dis,instal,j}$ est la puissance installée du circulateur j, en W, et est déterminée comme suit :

- pour les circulateurs à rotor noyé : la puissance électrique moyenne mesurée à 100% du débit, nommée $P_{L,100\%}$, selon le Règlement (CE) n° 641/2009 ;
- pour les circulateurs à moteur ventilé dont le moteur électrique est séparé du rotor : la puissance électrique maximale que le moteur électrique peut délivrer en service continu, déterminée selon la norme NBN EN 60034-1 pour "Service type S1".

A défaut de donnée de produit, les valeurs par défaut suivantes peuvent être utilisées, en fonction du type de distribution :

- dans le cas de distribution pour le chauffage :

Eq. 305 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX(70 ; 0,084 \cdot \sum_i V_{sec\ i})$ (W)

avec :

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m^3.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le circulateur j.

- dans le cas de distribution de l'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) :

Eq. 306 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25 ; \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} . f_{insul,circ\ k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$$ (W)

- dans le cas d'une combinaison de distribution de l'eau chaude sanitaire et de distribution pour le chauffage (combilus) :

Eq. 307 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} . f_{insul,circ\ k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$$ (W)

où :

Δp_{pumps} la hauteur manométrique minimale, en Pa, déterminée comme mentionné ci-dessous ;

$f_{insul,circ\ k}$ un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments de la conduite de circulation k, tel que déterminé au § 9.3.2 ;

$l_{circ\ k,j}$ la longueur du segment j de la conduite de circulation k, en m ;

η_{pumps} le rendement du circulateur. Celui-ci est établi par convention égal à 0,2,(-) ;

$\theta_{amb,January,j}$ la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite j, en °C, telle que déterminée au § 9.3.2.2 ;

$R_{l,j}$ la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j, en m.K/W, telle que déterminée au § E.3 ;

ρ_W la densité de l'eau, en kg/m³. Celle-ci est prise par convention égale à 998 kg/m³ ;

c_W la capacité thermique spécifique de l'eau, en J/(kg.K). Celle-ci est prise par convention égale à 4182 J/(kg.K) ;

$\Delta\theta$ la différence de température entre le départ et le retour, en K. Celle-ci est prise par convention égale à 5 K.

Il faut faire la somme sur tous les segments j de la conduite de circulation k qui sont desservis par le circulateur j.

La hauteur manométrique minimale est donné par :

Eq. 308 $\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300$ (Pa)

avec :

$l_{circ\ k,l}$ la longueur du segment l de la conduite de circulation k, en m.

Il faut faire la somme sur tous les segments l de la conduite de circulation k qui sont desservis par le circulateur j.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la puissance du circulateur ($P_{pumps,dis,instal,j}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de chaleur des unités respectives. Dans le cas de distribution de chaleur pour le chauffage, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage. Dans le cas d'une distribution de l'eau chaude sanitaire ou d'un combilus, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en eau chaude sanitaire.

11.1.1.4 Détermination du temps de fonctionnement $t_{on,dis,j,m}$

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j, $t_{on,dis,j,m}$, en Ms, est déterminé en fonction du type de distribution, de la manière suivante.

- Pour les circulateurs pour la distribution d'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) et les circulateurs dans les combilus utilisés toute l'année :

Eq. 309 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Pour les circulateurs dans les combilus utilisés uniquement pendant la période hivernale :
  - Pour les mois pour lesquels $Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$:

Eq. 447 $t_{on,dis,j,m} = 0$ (Ms)

  - Pour tous les autres mois :

Eq. 448 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Pour les circulateurs pour la distribution pour le chauffage :

Eq. 310 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\ sec\ i})$ (Ms)

avec :

t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i, déterminé comme indiqué ci-dessous, in Ms.

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$, est déterminé comme suit :

- pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est connu :

Eq. 311 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- pour un circulateur à rotor ventilé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) :

Eq. 312 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- pour un circulateur avec régulation marche/arrêt ou pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est inconnu :

Eq. 313 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad \text{(Ms)}$$

- dans tous les autres cas ou si la régulation est inconnue :

Eq. 314 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \quad \text{(Ms)}$$

où :

$t_{heat,sec\ i,m}$	le temps de fonctionnement mensuel conventionel du système d'émission de chaleur du secteur énergétique i, en Ms, déterminé selon le § D.1 ;
EEI	l'indice d'efficacité énergétique, selon le Règlement (CE) n° 641/2009, (-) ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

11.1.2 Energie auxiliaire électrique pour la production

11.1.2.1 Principe

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique des auxiliaires pour la production de chaleur est déterminée dans ce chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au § 13.5.

En ce qui concerne le refroidissement, aucune énergie auxiliaire ne doit être calculée pour la production. Celle-ci est déjà prise en compte dans le rendement de production forfaitaire.

11.1.2.2 Règle de calcul pour l'énergie auxiliaire électrique pour la production

11.1.2.2.1 Règle de calcul générale

On détermine la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire pour la production dans l'unité PER, $W_{aux,gen,m}$, comme suit :

Eq. 315 $W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m}$ (kWh)

avec :

$W_{throttle/fans,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou des ventilateurs des générateurs de l'unité PER considérée, définie selon le § 11.1.2.3, en kWh ;
$W_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique et les dispositifs d'allumage des générateurs de l'unité PER considérée, définie comme ci-dessous, en kWh.

$W_{electr,gen,m}$ est défini selon :

Eq. 316 $W_{electr,gen,\,m} = \sum_j P_{electr,gen,\,j} \cdot \frac{t_m}{3,6}$ (kWh)

avec :

$P_{electr,gen,j}$	la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur j, la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs j qui desservent l'unité PER.

Si un générateur dessert plusieures unités PEN et/ou PER, la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionelle sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

Si, lors de l'application de la règle de répartition ci-dessus, le générateur de chaleur sert à l'humidification d'une ou plusieurs unités PEN, les besoins bruts pour l'humidification des unités PEN desservies doivent être ajoutés aux besoins bruts pour le chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire.

Si, lors de l'application de la règle de répartition ci-dessus, le générateur de chaleur délivre de la chaleur à une machine de refroidissement par absorption qui dessert une ou plusieurs unités PEN, la chaleur livrée à la machine de refroidissement par absorption et qui est nécessaire pour couvrir la demande de refroidissement des unités PEN desservies doit être ajoutée aux besoins bruts pour le chauffage et/ou pour l'eau chaude sanitaire et/ou pour l'humidification. La chaleur délivrée à la machine de refroidissement par absorption est déterminée pour chaque unité PEN desservie comme la contribution de la machine de refroidissement à absorption aux besoins bruts pour le refroidissement des locaux, $Q_{cool,gross}$, divisé par le coefficient d'efficacité frigorifique, EER_{nom}.

11.1.2.2.2 Exceptions

Pour les générateurs d'eau chaude sanitaire dont les rendements de production et de stockage sont calculés selon le § 10.3.3.4.1 et pour les générateurs de chauffage dont le rendement de production est calculé selon le § 10.2.3.3, le § 10.2.3.4.2 ou le § 10.2.3.4.3, la consommation d'énergie auxiliaire électrique du générateur est déjà prise en compte et ne doit plus être comptabilisée dans l'Eq. 315.

La consommation éventuelle d'énergie auxiliaire par les appareils de chauffage locaux, à l'exception des poêles à pellets dont la puissance nominale est inférieure ou égale à 50 kW, des poêles à charbon et des poêles à bois qui ne sont pas des poêles à pellets, pour lesquels le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.2.4, est déjà prise en compte dans le rendement de production et n'est donc plus considérée à nouveau dans les calculs.

11.1.2.3 Définition de la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs $W_{throttle/fans,gen,m}$

11.1.2.3.1 Règle de calcul générale

$W_{throttle/fans,gen,m}$ est défini comme suit :

Eq. 317 $$W_{throttle/fans,\,gen,\,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$P_{throttle/fans,gen,spec}$	la puissance spécifique pour la production des générateurs possédant un ventilateur et/ou une vanne gaz, considérée égale à 1 W/kW ;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	la puissance nominale du générateur j, en kW ;
$t_{on,gen,j,m}$	le temps de fonctionnement mensuel de la vanne gaz et/ou du ventilateur du générateur j, défini suivant le § 11.1.2.3.2, en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs j qui desservent l'unité PER et qui font usage d'une vanne gaz et/ou d'un ventilateur.

Si un générateur dessert plusieures unités PEN et/ou PER, la puissance nominale du générateur dans l'Eq. 317 doit être répartie de façon proportionelle entre les unités PEN et/ou PER concernées sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

11.1.2.3.2 Définition du temps de fonctionnement $t_{on,gen,j,m}$

$t_{on,gen,j,m}$ est défini comme suit :

Eq. 318 $$t_{on,gen,j,m} = MIN\left(t_m \; ; \frac{\left(\begin{array}{c} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad (Ms)$$

où :

t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1 de la présente annexe pour les unités PER et selon le § 6.2 de l'annexe A.3 pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.2.2 de la présente annexe pour les unités PER ou avec le § 7.2.1 de l'annexe A.3 pour les unités PEN ;
$Q_{water,bath\ l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'un bain k, déterminés selon le § 9.3.1 de la présente annexe pour les unités PER et selon le § 6.5 de l'annexe A.3 pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.3.2 de la présente annexe pour les unités PER ou avec le § 7.6 de l'annexe A.3 pour les unités PEN ;
$Q_{water,sink\ l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine k, déterminés selon le § 9.3.1 de la présente annexe pour les unités PER et selon le § 6.5 de l'annexe A.3 pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.3.2 de la présente annexe pour les unités PER ou avec le § 7.6 de l'annexe A.3 pour les unités PEN ;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k, déterminés selon le § 6.5 de l'annexe A.3, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 7.6 de l'annexe A.3 ;
$Q_{hum,net,l,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification l, déterminés selon le § 5.11 de l'annexe A.3, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 7.2.1 de l'annexe A.3 ;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique n, fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2 de l'annexe A.3, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par la machine de refroidissement par absorption o en accord avec le § 7.2.2 de l'annexe A.3 et pour autant que la chaleur pour la machine de refroidissement par absorption o soit couverte par le générateur j en accord avec le § 7.2.1 de l'annexe A.3 ;
$EER_{nom,o}$	le coefficient d'efficacité frigorifique de la machine de refroidissement par absorption o, déterminé selon le § 7.5.2 de l'annexe A.3, (-) ;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	la puissance nominale du générateur j, en kW.

Il faut toujours faire la somme sur :

- tous les secteurs énergétiques i (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur j ;

- tous les bains ou douches k (dans l'unité PEN considéré ou dans une autre unité PEN ou PER) et/ou les éviers de cuisine k qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les éviers de cuisine k (dans l'unité PEN considéré ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous autres points de puisage k (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les appareils d'humidification l (dans une unité PEN) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les secteurs énergétiques n (dans une unité PEN) qui sont desservis par la machine de refroidissement par absorption o et sur toutes les machines de refroidissement o qui sont desservis par le générateur j.

11.1.3 Consommation d'énergie auxiliaire d'un système solaire thermique

Pour déterminer la consommation d'énergie auxiliaire d'un système solaire thermique, on considère uniquement la consommation de la (des) pompe(s) du circuit capteur. Si aucun système solaire thermique ne dessert l'unité PER ou PEN, ou si le système solaire thermique n'est pas pris en considération, la consommation mensuelle d'électricité auxiliaire est égale à zéro. Dans le cas contraire, on détermine la consommation mensuelle d'électricité auxiliaire d'un système solaire thermique desservant l'unité PER ou PEN comme suit :

Eq. 384
$$W_{aux,as,m} = \left(\sum_k P_{pumps,as,k}\right) \cdot \frac{\left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)}{\sum_m \left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)} \cdot \frac{t_{on,as,a}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

met :

$P_{pumps,as,k}$	la puissance installée de la pompe primaire du circuit capteur k, comme définie ci-dessous, en W ;
$A_{as,j}$	la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;
$I_{as,m,shad,j}$	l'ensoleillement du capteur j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe ;
$t_{on,as,a}$	la durée annuelle de fonctionnement de la (des) pompe(s) capteurs, fixée conventionnellement à 7,2 Ms (2000 heures).

Il faut effectuer une sommation sur tous les mois de l'année et sur toutes les pompes de circulation k et tous les capteurs j du système solaire thermique.

Lorsque le système solaire thermique alimente plusieurs unités PER et/ou PEN, la puissance de(s) pompe(s) ($P_{pumps,as,k}$) doit être répartie proportionnellement sur ces unités PER et/ou PEN sur base de la demande de chaleur brute des unités auxquelles le système contribue respectivement.

On détermine la puissance installée de la pompe du circuit capteur k comme suit :

- pour les pompes immergées : la puissance électrique moyenne mesurée avec 100% du débit, appelée $P_{L,100\%}$, selon le Règlement (UE) n° 641/2009 ;
- pour les pompes non immergées dont le moteur électrique est séparé du rotor : la puissance électrique maximale que le moteur électrique peut atteindre en fonctionnement continu déterminée selon la norme NBN EN 60034-1 pour "duty type S1".

Alternativement, la puissance de(s) pompe(s) est déterminée comme :

Eq. 385 $$\sum_k P_{pumps,as,k} = 25 + 2 \cdot \sum_j A_{as,j} \quad \text{(W)}$$

Avec :

$A_{as,j}$ la surface d'entrée du capteur j du système d'énergie solaire thermique, déterminée selon la norme NBN EN ISO 9806 (dans laquelle elle est désigné par le symbole et l'indice A_G), en m² ;

Il faut effectuer une sommation sur tous les capteurs j qui constituent le système solaire thermique.

11.2 Consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs

11.2.1 Principe

Pour le calcul de la consommation électrique mensuelle des ventilateurs, on tient compte des ventilateurs présents dans les systèmes de ventilation mécanique pour la ventilation hygiénique et/ou dans les systèmes de chauffage par air, à l'exception des ventilateurs d'extraction dans un système A ou B qui sont conformes à la remarque "3)" du § 4.3.1.3 de la norme NBN D50-001.

Les ventilateurs suivants ne sont donc pas pris en compte : ventilateurs supplémentaires pour d'autres applications (par exemple, une hotte) et ventilateurs pour la ventilation qui desservent uniquement des espaces sans exigence de ventilation hygiénique.

Pour le calcul de la consommation électrique, on a le choix entre une méthode simplifiée (méthode 1 – voir § 11.2.2) et un calcul détaillé (méthode 2 et méthode 3 – voir § 11.2.3). Le choix de la méthode 1, 2 ou 3 doit être fait pour l'ensemble de l'unité PER.

Par "mode ventilation", on entend, dans les paragraphes suivants, que le ventilateur fonctionne uniquement pour la ventilation hygiénique et donc pour l'alimentation en air neuf (ou en air recyclé vers le séjour, le cas échéant) ou pour l'extraction de l'air vers l'extérieur. Par "mode chauffage", on entend que le ventilateur fonctionne dans le but de transporter de l'air chauffé ((partiellement) recirculé) vers les espaces desservis, en combinaison ou non avec la ventilation hygiénique.

11.2.2 Consommation électrique mensuelle des ventilateurs – méthode simplifiée (méthode 1)

Si on choisit le calcul simplifié, la consommation électrique mensuelle totale des ventilateurs dans l'unité PER vaut :

Eq. 261 $$W_{aux,fans,m} = \sum_{z} W_{aux,fans,zonez,m}$$ (kWh)

avec :

$W_{aux,fans,zone\ z,m}$ la consommation électrique mensuelle des ventilateurs dans la zone de ventilation z, en kWh, telle que déterminée ci-dessous.

Il faut faire une somme sur toutes les zones de ventilation de l'unité PER.

La consommation électrique mensuelle des ventilateurs est déterminée par zone de ventilation comme suit :

Eq. 262 $$W_{aux,fans,zonez,m} = t_m \cdot \left(f_{vent,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,vent,zonez} + f_{heat,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,heat,zonez}\right)/3,6$$

(kWh)

avec :

t_m la longueur du mois considérée, en Ms, voir Tableau [1] ;

$f_{vent,zone\ z,m}$ la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode ventilation, dans la zone de ventilation z, déterminée selon le § 11.2.2.3, (-) ;

$\Phi_{fans,vent,zone\ z}$ la valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui fonctionnent en mode ventilation dans la zone de ventilation z, déterminée selon le § 11.2.2.1, en W ;

$f_{heat,zone\ z,m}$ la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode chauffage, dans la zone de ventilation z, déterminée selon le § 11.2.2.3, (-) ;

$\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ la valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui fonctionnent en mode chauffage dans la zone de ventilation z, déterminée selon le § 11.2.2.2, en W.

11.2.2.1 Valeur de calcul par défaut pour la puissance électrique en mode ventilation

La valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui fonctionnent en mode ventilation dans la zone de ventilation z est déterminée comme suit :

Eq. 412 $$\Phi_{fans,vent,zone\ z} = f_1 \cdot \left[0.3 + 0.75 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot \sum V_{sec\ i}$$ (W)

avec :

f_1 un facteur de puissance spécifique pris du

Tableau [47], en W/(m³/h) ;

V_{EPR} le volume total de l'unité PER, voir § 6, en m³ ;

$V_{sec\ i}$ le volume du secteur énergétique i, en m^3.

Il faut faire une somme sur le volume de tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation considérée.

Tableau [47] : Valeurs de calcul par défaut pour le facteur de puissance spécifique en mode ventilation

Type de système de ventilation	Facteur de puissance spécifique f_1 (W/(m³/h))
Alimentation naturelle et évacuation naturelle	0
Mécanique simple flux par insufflation ou extraction	0,37
Mécanique double flux	0,95
Mécanique simple flux par extraction avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une pompe à chaleur	0,44
Mécanique double flux avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une pompe à chaleur	1,12

11.2.2.2 Valeur de calcul par défaut pour la puissance électrique en mode chauffage

La valeur de calcul pour la puissance électrique de l'ensemble des ventilateurs qui fonctionnent en mode chauffage dans la zone de ventilation z est définie au Tableau [48].

Tableau [48] : Valeurs de calcul par défaut pour la puissance électrique en mode chauffage ($V_{sec\ i}$: volume du secteur énergétique i)

Installation	Type de régulation du ventilateur	Puissance $\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ (W)
Pas de chauffage par air	s.o.	0
Chauffage par air	Pas de régulation ou régulation non automatique	$1,56 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$
	Régulation automatique	$1,05 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$

Il faut faire une somme sur le volume de tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation considérée.

11.2.2.3 Détermination de la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode ventilation ou en mode chauffage

La fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs, dans la zone de ventilation z, fonctionnent en mode ventilation ou chauffage respectivement, est donnée par :

- si les ventilateurs, dans la zone de ventilation z, servent uniquement au chauffage et n'assurent pas de ventilation hygiénique, alors on a pour tous les mois :
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 0$
  - $f_{heat,zone\ z,m}$ comme déterminé avec Eq. 264
- si les ventilateurs, dans la zone de ventilation z, servent uniquement à la ventilation hygiénique et n'assurent pas de chauffage par air, alors on a pour tous les mois :
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 1$
  - $f_{heat,zone\ z,m} = 0$
- s'il y a, dans la zone de ventilation z, à la fois des ventilateurs qui servent à la ventilation hygiénique et des ventilateurs qui servent au chauffage par air (ou s'il y a des ventilateurs qui servent aux deux fonctions), alors on a pour chaque mois m :

Eq. 263 $f_{vent,zone\ z,m} = 1 - f_{heat,zone\ z,m}$ (-)

Eq. 264 $$f_{heat,zone\ z,m} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,zone z} \cdot t_m\right)\right]$$ (-)

avec :

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1, en MJ ;
$P_{nom,zone\ z}$	la somme des puissances nominales des unités de production d'air chaud qui desservent la zone de ventilation z, en kW ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1].

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z.

11.2.3 Consommation électrique mensuelle des ventilateurs – calcul détaillé

Si on choisit le calcul détaillé, la consommation électrique mensuelle totale des ventilateurs dans l'unité PER vaut :

Eq. 265 $$W_{aux,fans,m} = \sum_j W_{aux,fans,m,j}$$ (kWh)

avec :

$W_{aux,fans,m,j}$	la consommation électrique mensuelle du ventilateur (groupe) j, en kWh, comme déterminée ci-dessous.

Il faut faire une somme sur tous les ventilateurs (groupes) j qui contribuent à la ventilation hygiénique de l'unité PER (alimentation et/ou évacuation et/ou recirculation) et tous les ventilateurs qui servent au chauffage par air (en combinaison ou non avec la ventilation hygiénique).

On détermine la consommation électrique mensuelle du ventilateur (groupe) j comme suit :

Eq. 266 $$W_{aux,fans,m,j} = t_m \cdot \left(f_{vent,m,j} \cdot \Phi_{fans,vent,j} + f_{heat,m,j} \cdot \Phi_{fans,heat,j}\right) / 3,6$$ (kWh)

avec :

t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1] ;
$f_{vent,m,j}$	la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode ventilation, déterminée selon le § 11.2.3.3, (-) ;
$\Phi_{fans,vent,m,j}$	la valeur de calcul pour la puissance électrique de tous les ventilateurs ensemble en mode ventilation, déterminée selon le § 11.2.3.1, en W ;
$f_{heat,m,j}$	la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode chauffage, déterminée selon le § 11.2.3.3, (-) ;
$\Phi_{fans,heat,m,j}$	la valeur de calcul pour la puissance électrique de tous les ventilateurs ensemble en mode chauffage, déterminée selon le § 11.2.3.2, en W.

11.2.3.1 Valeur de calcul pour la puissance électrique en mode ventilation – calcul détaillé

La valeur de calcul pour la puissance électrique en mode ventilation est déterminée au choix selon une des deux options suivantes :

- Option "méthode 2" : détermination de la valeur de calcul en un point de fonctionnement représentatif sur base de la puissance électrique installée (§ 11.2.3.1.1) ;
- Option "méthode 3" : détermination de la valeur de calcul en un point représentatif sur base de la puissance électrique mesurée en position nominale (§ 11.2.3.1.2).

Si un ventilateur (groupe) dessert plusieurs unités PEB (PER ou PEN[16]) (par exemple, un système centralisé pour plusieurs appartements), on détermine la valeur de calcul pour la puissance électrique de la zone z considérée en multipliant :

- la valeur de calcul totale déterminée ci-dessous,
- le rapport entre le maximum des débits exigés pour l'unité PER considérée et la somme des maximum des débits exigés pour toutes les zones de ventilation desservies par ce ventilateur.

Si un ventilateur (groupe) assure aussi l'alimentation et/ou l'évacuation dans des locaux sans exigences de ventilation hygiénique, aucune réduction (supplémentaire) ne peut être prise en compte pour ces locaux.

[16] Si le ventilateur dessert aussi des destinations non résidentielles, il faut considérer le débit de conception au lieu du maximum des débits exigés.

11.2.3.1.1 Option "méthode 2" : détermination de la valeur de calcul sur base de la puissance électrique installée

La valeur de calcul est déterminée en même temps pour tous les ventilateurs qui desservent ensemble une zone de ventilation.

Si un ventilateur (groupe) dessert plusieurs zones de ventilation et/ou unités PEB (PER ou PEN), on détermine la valeur de calcul en même temps pour tous les ventilateurs qui desservent toutes ces zones de ventilation et/ou unités PEB.

La méthode consiste en deux étapes :

Etape 1 : détermination du rapport de débit entre le point de fonctionnement représentatif et la position nominale

On détermine le rapport de débit $\beta_{\dot{V}}$ comme décrit au § 11.2.3.1.3.

Etape 2 : détermination de la puissance électrique au point de fonctionnement représentatif

On détermine la puissance électrique en mode ventilation de chaque ventilateur (groupe) j au point de fonctionnement représentatif comme suit :

Eq. 267 $\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,max,j}$ (W)

avec :

$f_{ctrl,j}$ un facteur de réduction qui tient compte du type de régulation du débit du système, pour le ventilateur (groupe) j, y inclus la ventilation à la demande, déterminé selon le § 11.2.3.1.4, (-) ;

$P_{fans,max,j}$ la puissance électrique maximale du moteur électrique ou de la combinaison moteur électrique-ventilateur du ventilateur (groupe) j, en W.

Pour la définition de la puissance électrique maximale, se reporter au § 2.

11.2.3.1.2 Option "méthode 3" : détermination de la valeur de calcul sur base de la puissance électrique mesurée en position nominale

La valeur de calcul est déterminée en même temps pour tous les ventilateurs qui desservent ensemble une ou plusieurs zones de ventilation.

Si un ventilateur (groupe) dessert plusieurs unités PEB (PER ou PEN) différentes, on détermine la valeur de calcul en même temps pour tous les ventilateurs qui desservent toutes ces unités PEB.

La méthode consiste en trois étapes, avec des conditions accompagnant éventuelles :

Etape 1 : mise en position nominale et mesure des débits et de la puissance électrique absorbée

Tous les ventilateurs sont placés en position nominale. Dans tous les espaces qui sont desservis par les ventilateurs, on mesure ensuite le débit mécanique d'alimentation en air neuf $\dot{V}_{mech.supply,rmr}$ (pour les séjours, y inclus le débit de recirculation, le cas échéant) et/ou le débit mécanique d'extraction vers l'extérieur $\dot{V}_{mech.extr,rmr}$. Pour chaque ventilateur (groupe), on mesure ensuite la puissance électrique absorbée in situ, $P_{fans,nom,j}$, conformément aux règles définies par le Ministre.

Pour chaque espace r dans lequel un débit mécanique d'alimentation est assuré par le(s) ventilateur(s) (groupe(s)), la condition suivante doit être satisfaite :

Eq. 268 $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ (m³/h)

Pour chaque espace r dans lequel un débit mécanique d'extraction est assuré par le(s) ventilateur(s) (groupe(s)), la condition suivante doit être satisfaite :

Eq. 269 $\dot{V}_{mech.extr,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,extr,rm\ r}$ (m³/h)

avec :

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	le débit d'alimentation en air neuf exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$\dot{V}_{req,extr,rmr}$	le débit d'extraction vers l'extérieur exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$	le débit d'alimentation en air neuf dans l'espace r, tel que mesuré dans l'étape 1 du § 11.2.3.1.2, pour les séjours y inclus le débit de recirculation le cas échéant, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$	le débit d'extraction vers l'extérieur de l'espace r, tel que mesuré dans l'étape 1 du § 11.2.3.1.2, en m³/h, arrondi à l'unité.

Si ces conditions ne sont pas satisfaites, on doit choisir la méthode 2 ou la méthode 1 (calcul simplifié).

Etape 2 : détermination du rapport de débit entre le point de fonctionnement représentatif et la position nominale

On détermine le rapport de débit $\beta_{\dot{V}}$ comme décrit au § 11.2.3.1.3.

Le rapport de débit $\beta_{\dot{V}}$ doit être inférieur ou égal à 1. Si cette condition n'est pas satisfaite, on doit choisir la méthode 2 ou la méthode 1 (calcul simplifié).

Etape 3 : détermination de la puissance électrique au point de fonctionnement représentatif

On détermine la puissance électrique en mode ventilation de chaque ventilateur (groupe) j au point de fonctionnement représentatif comme suit :

Eq. 270 $\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,nom,j}$ (W)

avec :

$f_{ctrl,j}$	un facteur de réduction qui tient compte du type de régulation du débit du système, pour le ventilateur (groupe) j, y inclus la ventilation à la demande, déterminé selon le § 11.2.3.1.4, (-) ;
$P_{fans,nom,j}$	la puissance électrique absorbée du ventilateur (groupe) j mesurée en position nominale, telle que déterminée dans l'étape 1, en W.

11.2.3.1.3 Détermination du rapport de débit entre entre le point de fonctionnement représentatif et la position nominale

On détermine le rapport de débit $\beta_{\dot{V}}$:

- Si on choisit l'option "méthode 2" :
  - Dans le cas d'un système B :

Eq. 271 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{req,supply,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Dans le cas d'un système C :

Eq. 272 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{req,extr,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Dans le cas d'un système D :

Eq. 442 $$\beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

- Si on choisit l'option "méthode 3" :
  - Dans le cas d'un système B :

Eq. 274 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.supply,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Dans le cas d'un système C :

Eq. 275 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.extr,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Dans le cas d'un système D :

Eq. 443 $$\beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

avec :

$\dot{V}_{req,zonez}$ le maximum des débits exigés de la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ le débit d'alimentation en air neuf exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ le débit d'extraction vers l'extérieur exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$ le débit d'alimentation en air neuf dans l'espace r, tel que mesuré dans l'étape 1 du § 11.2.3.1.2, pour les séjours y inclus le débit de recirculation le cas échéant, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$ le débit d'extraction vers l'extérieur de l'espace r, tel que mesuré dans l'étape 1 du § 11.2.3.1.2, en m³/h, arrondi à l'unité.

Il faut faire la somme sur tous les espaces r et toutes les zones de ventilation z et/ou toutes les unités PEB (PER ou PEN) desservies par le ventilateur (groupe).

On détermine le maximum des débits exigés de la zone de ventilation z comme suit :

Eq. 277 $$\dot{V}_{req,zonez} = \max\left(\sum_{r}\dot{V}_{req,supply,rmr};\sum_{r}\dot{V}_{req,extr,rmr}\right) \quad (m^3/h)$$

avec :

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ le débit d'alimentation en air neuf exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ le débit d'extraction vers l'extérieur exigé dans l'espace r, en m³/h, arrondi à l'unité.

Il faut faire une somme sur tous les espaces de la zone de ventilation z.

11.2.3.1.4 Facteur de réduction pour le type de régulation du débit (et la ventilation à la demande)

On détermine le facteur de réduction, $f_{ctrl,j}$, qui tient compte du type de régulation du débit du système, pour le ventilateur (groupe) j, y inclus la ventilation à la demande, en fonction de la stratégie de régulation du système de ventilation et du type de variation de vitesse de rotation du ventilateur comme spécifié dans le

Tableau [33].

Si le facteur de réduction, $f_{ctrl,j}$, est déterminé pour un groupe de ventilation j contenant plusieurs ventilateurs, il se peut que la stratégie de régulation du système de ventilation et/ou le type de variation de vitesse de rotation du ventilateur soient différents pour ces différents ventilateurs. Dans ce cas, le facteur de réduction, $f_{ctrl,j}$, du groupe de ventilation j est la valeur la plus élevée des différents facteurs de réduction, $f_{ctrl,j}$, déterminés séparément pour chacun des ventilateurs de ce groupe de ventilation.

Tableau [33] : Formules de calcul pour $f_{ctrl,j}$ pour différentes configurations

Stratégie de régulation du système de ventilation / Type de variation de vitesse de rotation du ventilateur	Régulation par vitesse de rotation variable et pression variable	Régulation par vitesse de rotation variable et pression constante	Etranglement et tous les autres types de régulation
Moteur EC avec régulation de la commutation Ou Moteur AC asynchrone avec régulation de la fréquence	$0.2+0.8\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
Moteur AC avec régulation de la tension (via transformateur ou semi-conducteurs)	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
Tous les autres types de régulation du moteur ou du ventilateur	1	1	1

avec :

Eq. 278 $f_{reduc} = f_{reduc,vent,heat,zonez}$ (-)

et avec :

$\beta_{\dot{V}}$ le rapport de débit entre le point de fonctionnement représentatif et la position nominale, comme déterminé au § 11.2.3.1.3, (-) ;

f_{reduc} un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z, pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs, (-) ;

$f_{reduc,vent,heat,zonez}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour les calculs de chauffage, déterminé au § 7.8.6, (-).

Pour appartenir à la stratégie de régulation "régulation par vitesse de rotation variable et pression variable", les conditions suivantes doivent être satisfaites :

- Si variation de vitesse uniquement :
  - le ventilateur j ne peut desservir qu'une seule unité PER ;
  - le réseau d'alimentation ou d'évacuation auquel le ventilateur j appartient doit être régulé uniquement par variation de la vitesse de rotation du ventilateur j, sans aucun organe d'étranglement (manuel ou automatique) pour la régulation de ce réseau (locale, par zone, centrale ou manuelle) ;

- si la régulation est manuelle, le ventilateur j doit être réglable manuellement grâce à un bouton de commande accessible, dans l'unité PER considérée, avec au moins 3 positions de régulation.

- Si variation de vitesse en combinaison avec étranglement :
  - le ventilateur j peut desservir une ou plusieurs unités PER ;
  - le réseau d'alimentation ou d'évacuation auquel le ventilateur j appartient doit être pourvu de clapets automatiques pour la régulation locale, par zone ou centrale de ce réseau :
    - si la régulation est locale, chaque espace desservi par le ventilateur j doit être pourvu d'un clapet automatique ;
    - si la régulation est par zone, chaque zone desservie par le ventilateur j doit être pourvue d'un clapet automatique ;
    - si la régulation est centrale (uniquement si le ventilateur j dessert plusieurs unités PER), chaque unité PER desservie par le ventilateur j doit être pourvue d'un clapet automatique ;
  - la vitesse de rotation du ventilateur j et l'ouverture des différents clapets automatiques du réseau d'alimentation ou d'évacuation auquel le ventilateur j appartient doivent être régulés de manière combinée afin d'obtenir, en permanence, au moins un clapet en position complètement ouverte.

Pour appartenir à la stratégie de régulation "régulation par vitesse de rotation variable et pression constante", les conditions suivantes doivent être satisfaites :

- le ventilateur j doit être un ventilateur à régulation automatique qui délivre une pression constante ;
- le réseau d'alimentation ou d'évacuation auquel le ventilateur j appartient doit être pourvu de clapets pour la régulation locale, par zone, centrale ou manuelle de ce réseau :
  - régulation locale ou par zone :
    - le ventilateur j peut desservir une ou plusieurs unités PER ;
    - si la régulation est locale, chaque espace desservi par le ventilateur j doit être pourvu d'un clapet automatique ;
    - si la régulation est par zone, chaque zone desservie par le ventilateur j doit être pourvue d'un clapet automatique ;
  - régulation centrale ou manuelle :
    - le ventilateur j doit desservir plusieurs unités PER ;
    - si la régulation est centrale, chaque unité PER desservie par le ventilateur j doit être pourvue d'un clapet automatique ;
    - si la régulation est manuelle, chaque unité PER desservie par le ventilateur j doit être pourvue d'un clapet, réglable manuellement grâce à un bouton de commande accessible dans l'unit PER correspondante avec au moins 3 positions de régulation.

11.2.3.2 Valeur de calcul pour la puissance électrique en mode chauffage – calcul détaillé

On détermine la puissance électrique de chaque ventilateur (groupe) j en mode chauffage comme suit :

Eq. 279 $\Phi_{fans,heat,j} = P_{fans,max,j}$ (W)

avec :

$P_{fans,max,j}$ la puissance électrique maximale du moteur électrique ou de la combinaison moteur électrique-ventilateur du ventilateur (groupe) j, en W.

Pour la définition de la puissance électrique maximale, se reporter au § 2.

Si un ventilateur (groupe) assure aussi le chauffage de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) (par exemple, un système centralisé pour plusieurs appartements), on détermine la valeur de calcul pour la puissance électrique en multipliant :

- la valeur de calcul totale déterminée ci-dessus ;
- le rapport entre le débit maximum de conception dans l'unité PER considérée et le débit maximal total de conception de ce ventilateur.

11.2.3.3 Détermination de la fraction mensuelle conventionnelle du temps où les ventilateurs fonctionnent en mode ventilation ou en mode chauffage

La fraction mensuelle conventionnelle du temps où le ventilateur j fonctionnent en mode ventilation ou chauffage respectivement, est donnée par :

- si le ventilateur j sert uniquement au chauffage et n'assure pas de ventilation volontaire, alors on a, pour tous les mois :
  - $f_{vent,m,j} = 0$
  - $f_{heat,m,j}$ comme déterminé avec Eq. 281
- si le ventilateur j sert uniquement à la ventilation hygiénique et n'assure pas de chauffage par air, alors on a, pour tous les mois :
  - $f_{vent,m,j} = 1$
  - $f_{heat,m,j} = 0$
- si le ventilateur j sert à la fois à la ventilation hygiénique et au chauffage par air, alors on a, pour chaque mois m :

Eq. 280 $f_{vent,m,j} = 1 - f_{heat,m,j}$ (-)

Eq. 281 $f_{heat,m,j} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\,i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,j} \cdot t_m\right)\right]$ (-)

avec :

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1, en MJ ;

$P_{nom,j}$ la puissance nominale de l'unité de production d'air chaud[17], en kW ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, voir Tableau [1].

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER qui sont pourvus de chauffage par air par le ventilateur j.

Si un ventilateur j chauffe également des locaux en-dehors de l'unité PER considérée, le numérateur (c.-à-d. le besoin mensuel brut en énergie) est multiplié par le rapport entre le volume total chauffé à l'aide du ventilateur j et la somme des volumes des secteurs énergétiques i situés à l'intérieur de l'unité PER considérée chauffés à l'aide du ventilateur j.

11.3 Consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'alimentation en air

La consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'alimentation en air est donné par :

Eq. 124 $$W_{aux,precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$W_{soil/water,m}$ la consommation mensuelle d'électricité de l'échangeur de chaleur sol-eau, telle que définie au § 11.3.1, en kWh ;

$W_{evap,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour le refroidissement par évaporation, telle que définie au § 11.3.2. en kWh.

Pour d'autres technologies, $W_{aux,precool,m}$ sera déterminée selon des règles déterminées par le Ministre.

[17] Si 1 ventilateur devait desservir plusieurs appareils producteurs d'air chaud, il faut prendre comme $P_{nom,j}$ la somme des puissances nominales de tous ces appareils.

11.3.1 Consommation mensuelle d'électricité de l'échangeur sol-eau

On détermine la consommation mensuelle d'électricité de l'échangeur de chaleur sol-eau comme suit :

Eq. 125

$$W_{soil/water,m} = \left[0,278 . t_m . w_{soil/water,m} . \left(\frac{\dot{V}_W}{3600} . f . \frac{L_{tube}}{D_{tube}} . 500 . \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2 + 150 . \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600} \right) \right]$$

(kWh)

avec :

t_m	la longueur du mois considéré en Ms, voir le Tableau [1] ;
$w_{soil/water,m}$	un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement de l'échangeur de chaleur sol-eau, déterminé selon le § B.3, (-) ;
$\dot{V}_W$	le débit d'eau qui traverse l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h ;
f	un facteur de friction :

Eq. 126 Si Re < 2300 : $f = \frac{64}{Re}$

Dans tous les autres cas : $f = (1,58 . \ln(Re) - 3,28)^{-2}$ (-)

avec :

Re	le nombre de Reynolds déterminé selon le § B.3, (-) ;
D_{tube}	le diamètre intérieur de la conduite dans le sol, en m ;
L_{tube}	la longueur de la conduite dans le sol, en m ;
n_{tube}	le nombre de conduites en parallèle ;
$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$	le débit de ventilation hygiénique dans le secteur énergétique i, pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 7.8.5 en m³/h.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z qui sont reliés à l'échangeur de chaleur.

11.3.2 Consommation mensuelle d'électricité pour le refroidissement par évaporation

La consommation mensuelle d'électricité pour le refroidissement par évaporation est donné par :

Eq. 127

$$W_{evap,m} = 0,278 . t_m . 250 . w_{evap,m} . \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600}$$

(kWh)

avec :

t_m	la longueur du mois considéré en Ms, voir le Tableau [1] ;

$w_{evap,m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement du refroidissement par évaporation, déterminé selon le § B.3.3, (-) ;

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}$ le débit de ventilation hygiénique dans le secteur énergétique i, pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 7.8.5, en m³/h.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z qui sont reliés au système de refroidissement par évaporation.

11.4 Consommation mensuelle d'électricité des systèmes de refroidissement passifs

La consommation mensuelle d'électricité pour les systèmes de refroidissement passifs est donnée par :

Eq. 449 $$W_{aux,cool,geo+ngeo,m} = \sum_i \frac{1}{3,6} \cdot \left(\frac{1}{12} + f_{aux,dc,sec\ i}\right) \cdot (f_{cool,geo,sec\ i,m} + f_{cool,ngeo,sec\ i,m}) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ, tel que déterminé selon le § 8.5 ;

$f_{cool,geo,sec\ i,m}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i, directement ou via un système de fourniture de froid externe, par un système de refroidissement par géo-cooling et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, tel que déterminé selon le § 8.6.1, (-) ;

$f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ le rapport de l'énergie de refroidissement fournie au secteur énergétique i, directement ou via un système de fourniture de froid externe, par un système de refroidissement passif qui n'est pas un système de refroidissement par géo-cooling et les besoins nets en énergie fondamentaux pour le refroidissement du secteur énergétique i, sur base mensuelle, tel que déterminé selon le § 8.6.2, (-) ;

12 le EER du système de refroidissement par géo-cooling, conventionnellement fixé à 12 ;

$f_{aux,dc,sec\ i}$ le facteur pour la consommation d'énergie auxiliaire d'un système de fourniture de froid externe, telle que déterminée ci-dessous (-).

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques de l'unité PER alimentés par les systèmes de refroidissement par géo-cooling.

Le facteur $f_{aux,dc,sec\ i}$ est déterminé comme suit :

- si un système de refroidissement passif via un système de fourniture de froid externe fournit de l'énergie de refroidissement au secteur énergétique i, $f_{aux,dc,sec\ i}$ est pris égal à 0,04 ;
- dans tous les autres cas, $f_{aux,dc,sec\ i}$ est pris égal à 0.

12 Production mensuelle d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site et des installations de cogénération sur site

12.1 Systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

12.1.1 Principe

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque sur site est déterminée en multipliant l'ensoleillement mensuel incident par le rendement de conversion. A part la détermination de la production, la méthode de calcul est comparable à celle utilisée pour les systèmes d'énergie solaire thermique. Mais l'incidence de l'ombrage est plus importante. Dès que différentes parties du système PV ont des orientations, des angles d'inclinaison ou un ombrage différents, il faut les calculer comme des systèmes différents.

Seuls les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque installés sur la parcelle du bâtiment comprenant l'unité PER considérée sont pris en compte. Ce qui revient à dire que les panneaux sont placés sur le toit ou sur la façade du bâtiment principal ou d'un bâtiment secondaire ou directement installés au sol (par exemple, panneaux suiveurs).

Si le système d'énergie solaire photovoltaïque est commun à plusieurs unités PEB (résidentielles et/ou non résidentielles) et/ou à des parties du bâtiment qui ne forment pas une unité PEB séparée (chauffée ou non), la production est répartie entre les différents volumes au prorata de leur volume V_{EPR} ou V_{EPNR} par rapport au volume total des parties du bâtiment qui partagent la production du système d'énergie solaire photovoltaïque commun.

12.1.2 Règle de calcul

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque i, en kWh, est calculée comme suit :

Eq. 128 $$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$P_{pv,i}$	la puissance crête du système photovoltaïque i en W, pour un flux d'ensoleillement de 1000 W/m², déterminée selon la norme NBN EN 60904-1, ou selon des normes telles que IEC 61215 ou IEC 61646 qui font explicitement référence à la série de normes IEC 60904 ;
$RF_{pv,i}$	facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque, calculé selon le § 12.1.4, (-) ;
$c_{pv,i}$	le facteur de correction pour l'ombrage, calculé selon le § 12.1.3 ;
$I_{s,m,i,shad}$	l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe.

12.1.3 Facteur de correction pour l'ombrage

On détermine le facteur de correction pour l'ombrage comme suit :

Eq. 129 $$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right) \quad (-)$$

avec :

$I_{s,m,i,shad}$ l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage des obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe ;

$I_{s,m,i,horshad}$ l'ensoleillement de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, en prenant en compte uniquement l'ombrage de l'horizon, en MJ/m², déterminé selon l'Annexe C de la présente annexe. Les autres obstacles (surplombs et écrans équivalents) ne sont donc pas pris en considération dans ce calcul.

Contrairement à la règle qui s'applique aux parois transparentes et aux systèmes d'énergie solaire thermique, on ne peut pas calculer avec les valeurs par défaut F_S tel qu'indiqué à l'Annexe C de la présente annexe. Un rendu détaillé de l'ombrage est toujours obligatoire pour les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque.

(S'il n'y a pas d'autres obstacles que l'horizon qui apportent de l'ombrage, $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i} = 1$, et il n'y a donc pas de diminution de production.)

12.1.4 Facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque

Le facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque est déterminé comme suit :

Eq. 427 $$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i} \quad (-)$$

avec :

$G_{tech,pv,i}$ le gain de performance lié au choix d'une technologie photovoltaïque en couches minces, (-), indiqué au Tableau [40] ;

$G_{TL,pv,i}$ le gain de performance lié à l'absence de transformateur à isolation galvanique dans l'onduleur, (-), indiqué au Tableau [40] ;

$G_{inst,pv,I}$ le gain de performance lié à un mode de pose non intégré à la paroi du bâtiment, (-), indiqué au Tableau [40].

Tableau [40] : Valeurs des paramètres considérés dans le calcul du facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque $RF_{pv,i}$

Paramètres	Caractéristique	Valeur (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Technologies mono ou poly-cristallines	0,00
	Technologies en couches minces	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Onduleur avec transformateur à isolation galvanique	0,00
	Onduleur sans transformateur à isolation galvanique (**)	0,01
$G_{inst,pv,I}$	Panneaux solaires photovoltaïques intégrés à la paroi du bâtiment	0,00
	Panneaux solaires photovoltaïques non intégrés à la paroi du bâtiment	0,01
(*)Le type de technologie utilisée est indiqué sur la fiche technique des modules. (**) Transformerless (sans transformateur) "TL" est habituellement indiqué dans la fiche technique de l'onduleur, (section "Topologie").		

12.2 Cogénération

12.2.1 Principe

Une installation de cogénération produit simultanément de la chaleur et de l'électricité. La consommation d'énergie finale (c'est-à-dire la consommation de combustible) d'une installation de cogénération est calculée au § 10.2.2 et au § 10.3.2. Dans ce chapitre, on détermine la production d'électricité par cogénération. Cette électricité est convertie en quantité d'énergie primaire épargnée au § 13.8.

12.2.2 Production d'électricité

On détermine la quantité d'électricité produite par l'installation de cogénération i sur site comme suit :

Eq. 130 $$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$\varepsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, tel que déterminé au § A.2 de l'annexe A.2 au présent arrêté ;

$Q_{cogen,final,i,m}$ la consommation mensuelle finale d'énergie de l'installation de cogénération i, telle que déterminée ci-dessous, en MJ.

On détermine la consommation mensuelle finale d'énergie de l'installation de cogénération i, conformément à la quantité de chaleur utile que cette installation de cogénération peut fournir :

Eq. 131

$$Q_{cogen,final,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} / \eta_{gen,heat,cogen}$$
$$+ \sum_i f_{water,bathi,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bathi,m}) \cdot Q_{water,bathi,gross,m} / \eta_{gen,water,bathi,m,cogen} \quad \text{(MJ)}$$
$$+ \sum_i f_{water,sinki,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sinki,m}) \cdot Q_{water,sinki,gross,m} / \eta_{gen,water,sinki,m,cogen}$$

avec :

$f_{heat,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur d'un secteur énergétique i, déterminée selon le § 10.2.2 ;
$f_{as,m}$	la part du besoin de chaleur total couvert par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4, Avec les indices 'heat, sec i' pour les besoins de chaleur du secteur énergétique i et 'water,bath i' et 'water,sink i' pour la préparation d'eau chaude sanitaire, soit pour la douche/baignoire i, soit pour l'évier de cuisine i, respectivement ;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1, en MJ ;
$\eta_{gen,heat,cogen}$	le rendement de production mensuel de l'installation de cogénération, déterminé selon le § 10.2.3, (-) ;
$f_{water,bath\ i,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 10.3.2 ;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,cogen}$	le rendement de production mensuel de l'installation de cogénération pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, pour la baignoire ou la douche i, déterminé selon le § 10.3.3, (-) ;
$f_{water,sink\ i,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 10.3.2 ;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminés selon le § 9.3.1, en MJ ;
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,cogen}$	le rendement de production mensuel de l'installation de cogénération pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, pour l'évier de cuisine i, déterminé selon le § 10.3.3, (-).

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER chauffés au moyen de l'installation de cogénération i et sur l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i de l'unité PER auxquels l'installation de cogénération i fournit de la chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

13 Consommation caractéristique d'énergie primaire

13.1 Préambule

La conversion de la consommation d'énergie finale en consommation d'énergie primaire introduit les facteurs de conversion pour l'énergie primaire dans le bilan énergétique. Tous les sous-termes sont ensuite additionnés afin d'obtenir la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. En ce qui concerne l'électricité produite par des installations photovoltaïques sur site ou par des installations de cogénération sur site, on introduit dans le calcul un bonus correspondant à l'économie de combustible dans les centrales électriques.

13.2 La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER comme suit :

Eq. 132

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} \\ + E_{p,cool,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$E_{p,heat,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon le § 13.3 ;

$E_{p,water,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon le § 13.4 ;

$E_{p,aux,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires, en MJ, déterminée selon le § 13.5 ;

$E_{p,cool,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire équivalente pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon le § 13.6 ;

$E_{p,pv,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, en MJ, déterminée selon le § 13.7 ;

$E_{p,cogen,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site, en MJ, déterminée selon le § 13.8.

13.3 La consommation d'énergie primaire pour le chauffage des locaux

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour le chauffage comme suit :

Eq. 386

$$E_{p,heat,m} = \sum_{i} \begin{pmatrix} f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$f_{p,pref}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$f_{p,npref\,k}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\,i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, à l'exception de l'énergie des auxiliaires, déterminée selon le § 10.2.2, en MJ ;

$Q_{heat,final,sec\,i,m,npref\,k}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k destinés au chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, à l'exception de l'énergie auxiliaire, déterminée selon le § 10.2.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels k et sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER.

13.4 La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 387

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\,i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{water,bath\,i,final,m,npref\,k} \right) \right) + \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\,i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{water,sink\,i,final,m,npref\,k} \right) \right)$$

(MJ)

avec :

$f_{p,pref}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$f_{p,npref\,k}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{water,bath\,i,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;

$Q_{water,bath\,i,final,m,npref\,k}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;

$Q_{water,sink\,i,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;

$Q_{water,sink\,i,final,m,npref\,k}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels k et sur toutes les douches et baignoires i et tous les éviers de cuisine i de l'unité PER.

13.5 La consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On calcule la consommation d'énergie primaire des auxiliaires, $E_{p,aux,m}$, comme suit :

Eq. 450 $$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{c} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} \\ + W_{aux,as,m} + W_{aux,precool,m} + W_{aux,cool,geo+ngeo,m} \end{array} \right) \quad \text{(MJ)}$$

avec :

f_p	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie considérée, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;
$W_{aux,fans,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour les ventilateurs dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.2, en kWh ;
$W_{aux,dis,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.1.1, en kWh ;
$W_{aux,gen,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la production dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.1.2, en kWh ;
$W_{aux,as,m}$	la consommation mensuelle d'électricité auxiliaire électrique d'un système solaire thermique desservant l'unité PER, déterminée selon le § 11.1.3, en kWh ;
$W_{aux,precool,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'alimentation en air, déterminée selon le § 11.3, en kWh ;
$W_{aux,cool,geo+ngeo,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les systèmes de refroidissement par systèmes de refroidissement passif, déterminée selon le § 11.4, en kWh.

13.6 La consommation équivalente d'énergie primaire pour le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement comme suit :

Eq. 136 $$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{cool,final,sec\ i,m}$	la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement, déterminée selon le § 10.5, en kWh ;
f_p	le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-).

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER.

13.7 L'économie d'énergie primaire résultant de la production d'électricité d'une installation solaire photovoltaïque

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque comme suit :

Eq. 137 $$E_{p,pv,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i}\right)$$ (MJ)

avec :

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-).

$W_{PV,m,i}$ la production mensuelle d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque i, déterminée selon le § 12.1.2, en kWh.

Il faut faire une somme sur tous les systèmes d'énergie solaire photovoltaïque i, tenant compte des règles de distribution telles que déterminées au § 12.1.1.

13.8 L'économie d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site

On détermine l'économie mensuelle équivalente d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site comme suit :

Eq. 138 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}\right)$$ (MJ)

avec :

f_p le facteur conventionnel de conversion en énergie primaire pour l'électricité autoproduite par cogénération, tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$W_{cogen,i,m}$ la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i, déterminée selon le § 12.2.2, en kWh.

Il faut faire une somme sur toutes les installations de cogénération sur site i de l'unité PER.

14 Emissions de CO_2

14.1 Préambule

La consommation d'énergie finale se compose d'une quantité de combustibles consommée et d'une quantité d'électricité consommée. Ces éléments s'accompagnent de certaines émissions de CO_2. L'électricité produite par des installations photovoltaïques et/ou de cogénération induit des émissions de CO_2 évitées lors de la production d'électricité conventionnelle et est déduite. Ces émissions de CO_2 peuvent être déterminées par consommation partielle et ensuite additionnées afin d'obtenir les émissions caractéristiques annuelles de CO_2.

Les facteurs d'émission de CO_2 (fCO_2) des différents vecteurs énergétiques sont repris à l'Annexe F de la présente annexe.

14.2 Emissions caractéristiques annuelles de CO_2

On détermine les émissions caractéristiques annuelles de CO_2 résultant de la consommation d'énergie de l'unité PER comme suit :

Eq. 241
$$CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} \\ + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(kg)}$$

$CO_{2,heat,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 résultant du chauffage des locaux, déterminées selon le § 14.3, en kg ;
$CO_{2,water,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 résultant de la préparation d'eau chaude sanitaire, déterminées selon le § 14.4, en kg ;
$CO_{2,aux,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 résultant des auxiliaires, déterminées selon le § 14.5, en kg ;
$CO_{2,cool,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 équivalentes résultant du refroidissement, déterminées selon le § 14.6, en kg ;
$CO_{2,PV,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 évitées résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site, déterminées selon le § 14.7, en kg ;
$CO_{2,cogen,m}$	les émissions mensuelles de CO_2 évitées résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site, déterminées selon le § 14.8, en kg.

14.3 Emissions mensuelles de CO_2 résultant du chauffage des locaux

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 de l'unité PER résultant du chauffage des locaux comme suit :

Eq. 389
$$CO_{2,heat,m} = \sum_{i} \begin{pmatrix} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{heat,fin,sec\,i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{CO2,npref\,k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\,k} \cdot Q_{heatf,inal,sec\,i,m,npref\,k} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(kg)}$$

avec :

$f_{CO2,pref}$ le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;

$f_{NCV/GCV,pref}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, à l'exception de l'énergie des auxiliaires, déterminée selon le § 10.2.2 (MJ) ;

$f_{CO2,npref\ k}$ le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe FAnnexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;

$f_{NCV/GCV,npref\ k}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, à l'exception de l'énergie auxiliaire, déterminée selon le § 10.2.2 (MJ).

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels k et sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER.

14.4 Emissions mensuelles de CO_2 résultant de la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 de l'unité PER résultant de la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 390

$$CO_{2,water,m} = \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) + \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

avec :

$f_{CO2,pref}$ le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;

$f_{NCV/GCV,pref}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;
$f_{CO2,npref\ k}$	le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;
$f_{NCV/GCV,pref}$	un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 10.3.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels k et sur toutes les douches et baignoires i et tous les éviers de cuisine i de l'unité PER.

14.5 Emissions mensuelles de CO_2 résultant de la consommation d'énergie auxiliaire

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 de l'unité PER résultant des auxiliaires, comme suit :

Eq. 320 $$CO_{2,aux,m} = f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{c} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} \\ + W_{aux,gen,m} + W_{aux,precool,m} \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

avec :

f_{CO2}	le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du générateur considéré, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;
$f_{NCV/GCV}$	un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;
$W_{aux,fans,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.2, en kWh ;
$W_{aux,dis,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.1.1, en kWh ;
$W_{aux,gen,m}$	la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la production dans l'unité PER, déterminée selon le § 11.1.2, en kWh ;
$W_{aux,precool,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'alimentation en air, déterminée selon le § 11.3, en kWh.

14.6 Emissions mensuelles de CO_2 résultant du refroidissement

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 équivalentes de l'unité PER résultant du refroidissement comme suit :

Eq. 245 $$CO_{2,cool,m} = \sum_i (s_{cool,i} \cdot f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final\,sec\,i,m}) \quad \text{(kg)}$$

avec :

$s_{cool,i}$ un facteur de multiplication déterminé par secteur énergétique i et dont la valeur s'élève à :

1, si un refroidissement actif est effectivement placé ;

0, si aucun refroidissement actif n'est placé ;

f_{CO2} le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du générateur considéré, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;

$f_{NCV/GCV}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$Q_{cool,final,sec\,i,m}$ la consommation mensuelle équivalente d'énergie pour le refroidissement, déterminée selon le § 10.5, en kWh.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PER.

14.7 Emissions mensuelles de CO_2 évitées résultant de la production d'électricité d'une installation solaire photovoltaïque sur site

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 de l'unité PER évitées résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque sur site comme suit :

Eq. 246 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{PV,m,i}\right) \quad \text{(kg)}$$

avec :

f_{CO2} le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du générateur considéré, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, en (kg/MJ) ;

$f_{NCV/GCV}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;

$W_{PV,m,i}$ la production mensuelle d'électricité du système d'énergie solaire photovoltaïque i, déterminée selon le § 12.1.2, en kWh.

Il faut faire une somme sur toutes les installations solaires photovoltaïques sur site i de l'unité PER, tenant compte des règles de distribution telles que déterminées au § 12.1.1.

14.8 Emissions mensuelles de CO_2 évitées résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site

On détermine les émissions mensuelles de CO_2 de l'unité PER évitées résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site comme suit :

Eq. 247 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}\right) \quad \text{(kg)}$$

avec :

f_{CO2}	le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique du générateur considéré, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe., en (kg/MJ) ;
$f_{NCV/GCV}$	un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du combustible utilisé, tel que repris à l'Annexe F de la présente annexe, (-) ;
$W_{cogen,i,m}$	la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i, déterminée selon le § 12.2.2, en kWh.

Il faut faire une somme sur toutes les installations de cogénération sur site i de l'unité PER.

15 Pourcentage annuel d'énergie renouvelable

15.1 Introduction

La méthode de calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER est exposée ci-dessous.

Les technologies énergétiques suivantes sont prises en considération pour le calcul de ce pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER :

- pompes à chaleur électriques ;
- énergie électrique produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide ;
- énergie électrique produite au sein d'une communauté d'énergie renouvelable ;
- énergie thermique résultant de la biomasse (qu'il s'agisse d'une chaudière biomasse, d'un poêle biomasse ou d'une installation de cogénération alimenté en biomasse solide) ;
- énergie solaire thermique ;
- fourniture de chaleur externe efficace.

Les pompes à chaleur alimentées au gaz sont exclues du calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER.

La production d'électricité sur site issue d'une installation de cogénération non alimentée en biomasse solide n'est pas valorisée dans le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER.

Le Ministre peut déterminer d'autres technologies énergétiques renouvelables, ainsi que les modalités de calcul pour leur prise en considération, pour le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER.

Pour un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m², le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable du bâtiment intègre également une valorisation de l'énergie non consommée par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du bâtiment autorisée par la valeur de l'exigence à respecter.

15.2 Calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER

Le pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PER est déterminé comme suit :

Eq. 451 $$\%_{RE} = 100 \,.\, \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \,.\, \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}} \quad (-)$$

avec :

$Q_{RE,tech}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PER, issue de technologies énergétiques renouvelables, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 452** ci-dessous ;

Q_{tot} la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PER, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 453** ci-dessous ;

$Q_{RE,sav}$ la quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PER, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur

de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 454** ci-dessous. Cette quantité d'énergie non consommée ne peut être valorisée que pour les unités PER faisant partie d'un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m² ;

Q_{lim} la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 455** ci-dessous.

Le résultat doit être arrondi à l'unité inférieure.

La quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PER, issue de technologies énergétiques renouvelables, est déterminé comme suit :

Eq. 452 $Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$ (MJ)

avec :

$Q_{RE\ th,HP}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des pompes à chaleur électriques, en MJ, déterminée selon le § 15.4 ;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique de l'unité PER produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide, en MJ, déterminée selon le § 15.5 ;

$Q_{RE\ el,REC}$ la part de la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique produite au sein d'une communauté d'énergie renouvelable, à laquelle l'unité PER participe, en MJ, déterminée selon des règles spécifiées par le Ministre ;

$Q_{RE\ th,bio}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des générateurs biomasse, en MJ, déterminée selon le § 15.6 ;

$Q_{RE\ th,as}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des systèmes d'énergie solaire thermique, en MJ, déterminée selon le § 15.7 ;

$Q_{RE\ th,dh}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace, en MJ, déterminée selon le § 15.8.

La quantité annuelle d'énergie utilisée au sein d'une unité PER est déterminée comme suit :

Eq. 453 $Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right) + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as}\right)$ (MJ)

avec :

$E_{p,heat,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon le § 13.3 ;

$E_{p,water,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon le § 13.4 ;

$E_{p,aux,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires de l'unité PER, en MJ, déterminée selon le § 13.5 ;

$E_{p,cool,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire équivalente de l'unité PER pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon le § 13.6 ;

$Q_{RE\ th,HP}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des pompes à chaleur électriques, en MJ, déterminée selon le § 15.4 ;

$Q_{RE\ th,as}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des systèmes d'énergie solaire thermique, en MJ, déterminée selon le § 15.7.

La quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PER, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, est déterminée comme suit :

Eq. 454 $Q_{RE,sav} = \max\left[0\ ;\ Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right)\right]$ (MJ)

avec :

Q_{lim} la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 455** ci-dessous ;

$E_{p,heat,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon le § 13.3 ;

$E_{p,water,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon le § 13.4 ;

$E_{p,aux,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires de l'unité PER, en MJ, déterminée selon le § 13.5 ;

$E_{p,cool,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire équivalente de l'unité PER pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon le § 13.6.

Cette quantité d'énergie non consommée ne peut être valorisée que pour les unités PER faisant partie d'un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m².

La limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, est déterminée comme suit :

Eq. 455 $Q_{lim} = 3{,}6\ .\ A_{ch}\ .\ E_{spec,req}$ (MJ)

avec :

A_{ch} la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PER, en m² ;

$E_{spec,req}$ la valeur de l'exigence à respecter pour la consommation spécifique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER, en kWh/m² par an, fixée à l'article 10/2 § 1er 3° de l'Arrêté.

15.3 Évaluations à l'échelle du bâtiment

15.3.1 Calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable du bâtiment

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, le pourcentage annuel d'énergie renouvelable, évalué pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 456 $$\%_{RE,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}}$$ (-)

avec :

$Q_{RE,tech,i}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PEB i, issue de technologies énergétiques renouvelables, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon l'**Eq. 452** ci-dessus ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 11.2 de l'annexe A.3 ;

$Q_{tot,i}$ la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon l'**Eq. 453** ci-dessus ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 11.2 de l'annexe A.3 ;

$Q_{RE,sav,i}$ la quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PEB i, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon l'**Eq. 454** ci-dessus ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 11.2 de l'annexe A.3 ;

$Q_{lim,i}$ la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon l'**Eq. 455** ci-dessus ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 11.2 de l'annexe A.3.

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé.

Le résultat doit être arrondi à l'unité inférieure.

15.3.2 Calcul du niveau de consommation d'énergie primaire et de la consommation spécifique annuelle d'énergie primaire à l'échelle du bâtiment, en cas de dérogation pour raisons techniques

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, le niveau de consommation d'énergie primaire à calculer en cas de dérogation pour raisons techniques, évalué pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 457 $$E_{W,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}}{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}}$$ (-)

avec :

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$ la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :

- en cas d'unité PER : selon le § 13.2 ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 10.2 de l'annexe A.3 ;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}$ la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon l'Eq. 6 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'annexe C de l'annexe A.3.

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé bénéficiant de la dérogation pour raisons techniques.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, l'exigence sur le niveau de consommation d'énergie primaire à respecter en cas de dérogation pour raisons techniques, évaluée pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 458 $$E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} \cdot E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (-)

avec :

$E_{W,req,i}$ la valeur de l'exigence à respecter pour le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEB i, et qui vaut :
- en cas d'unité PER : la valeur fixée à l'art. 14/1 § 2 1° de l'Arrêté ;
- en cas d'unité PEN : la valeur fixée à l'art. 14/1 § 3 de l'Arrêté ;

$A_{ch,i}$ la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PEB i, en m².

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé bénéficiant de la dérogation pour raisons techniques.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

Dans le cas de plusieurs unités PER regroupées au sein d'un même volume protégé, la consommation spécifique annuelle d'énergie primaire à calculer en cas de dérogation pour raisons techniques, évaluée pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 459 $$E_{spec,VP} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (kWh/m²)

avec :

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$ la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PER i, en MJ, déterminée selon le § 13.2 ;

$A_{ch,i}$ la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PER i, en m².

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER du volume protégé bénéficiant de la dérogation pour raisons techniques.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

15.4 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des pompes à chaleur électriques

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée par des pompes à chaleur électrique au sein de l'unité PER est déterminée comme suit :

Eq. 460

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} \sum_{i} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot\ (1-f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_{i}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{heat,m,npref\ l} \\ \cdot\ (1-f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_{j} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \\ \cdot\ (1-f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,\ gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_{j}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ bath\ j,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ l} \\ \cdot\ (1-f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,\ gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_{k} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \\ \cdot\ (1-f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_{k}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ l} \\ \cdot\ (1-f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \end{array} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

avec :

$f_{p,env}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de l'énergie renouvelable issue de l'environnement, (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$\eta_{gen,heat,pref}$ le rendement de production du ou des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), (-), déterminé selon le § 10.2.3 ;

$w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une pompe à chaleur électrique assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PER, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") :

- si oui : $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{heat,m,pref}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), (-), déterminée selon le § 10.2.2 ;

$f_{as,[\ldots],m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, avec l'indice "heat,sec i" pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i et les indices "water,bath j" et "water,sink k" pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, respectivement pour la douche/baignoire j et l'évier de cuisine k, (-), déterminée selon le § 10.4 ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 9.2.1 ;

$\eta_{gen,heat,npref\ l}$ le rendement de production du ou des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) l, (-), déterminé selon le § 10.2.3 ;

$f_{heat,m,npref\ l}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) l, (-), déterminée selon le § 10.2.2 ;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, (-), déterminé selon le § 10.3.3 ;

$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour la douche ou la baignoire j, connectée au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) ou non préférentiel(s) l (selon l'indice "pref" ou "npref l"), (-), déterminé selon le § 10.3.3 ;

$w_{HP,water,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une pompe à chaleur électrique assure la préparation de l'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j" ou "sink k" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") :

- si oui : $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{water,[\ldots],m,pref}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), avec l'indice "bath j" ou "sink k" selon le cas, (-), déterminée selon le § 10.3.2 ;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire j, en MJ, déterminés selon le § 9.3.1 ;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ l}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, (-), déterminé selon le § 10.3.3, ;

$f_{water,[\ldots]m,npref\ l}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) l, avec l'indice "bath j" ou "sink k" selon le cas, (-), déterminée selon le § 10.3.2 ;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, (-), déterminé selon le § 10.3.3 ;

$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour l'évier de cuisine k, connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) ou non préférentiel(s) l (selon l'indice "pref" ou "npref l"), (-), déterminé selon le § 10.3.3 ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine k, en MJ, déterminés selon le § 9.3.1 ;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ l}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, (-), déterminé selon le § 10.3.3.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels l, sur tous les secteurs énergétiques i, sur toutes les douches ou baignoires j et sur tous les éviers de cuisine k de l'unité PER et sur tous les mois m.

15.5 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique de l'unité PER produite sur site

La quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique de l'unité PER produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide, est déterminée comme suit :

Eq. 461 $Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right)$ (MJ)

avec :

$E_{p,pv,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, en MJ, déterminée selon le § 13.7 ;

$E_{p,cogen,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site, en MJ, déterminée selon le § 13.8.

15.6 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des générateurs biomasse

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des générateurs biomasse est déterminée comme suit :

Eq. 462
$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_l w_{bio,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l}\right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_l w_{bio,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l}\right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_l w_{bio,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ l}\right) \end{pmatrix}$$

(MJ)

avec :

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si un générateur biomasse assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PER, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") :

- si oui : $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{p,pref}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s), (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 10.2.2 ;

$f_{p,npref\ l}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l, (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 10.2.2 ;

$w_{bio,water,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si un générateur biomasse assure la production d'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j" ou "sink k" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") :

- si oui : $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;

$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels l, sur tous les secteurs énergétiques i, sur toutes les douches ou baignoires j et sur tous les éviers de cuisine k de l'unité PER et sur tous les mois m.

15.7 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des systèmes d'énergie solaire thermique

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER par des systèmes d'énergie solaire thermique est déterminée comme suit :

Eq. 463 $$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,\ sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$f_{p,env}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de l'énergie renouvelable issue de l'environnement, (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$f_{as,[\ldots],m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, avec l'indice "heat,sec i" pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i et les indices "water,bath j" et "water,sink k" pour la préparation d'eau chaude sanitaire de, respectivement, la douche ou la baignoire j et de l'évier de cuisine k, (-), déterminée selon le § 10.4 ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 9.2.1 ;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire j, en MJ, déterminés selon le § 9.3.1 ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine k, en MJ, déterminés selon le § 9.3.1.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i, sur toutes les douches ou baignoires j et sur tous les éviers de cuisine k de l'unité PER et sur tous les mois m.

15.8 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PER et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace est déterminée comme suit :

Eq. 464 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \begin{pmatrix} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_l \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_l \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_l \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l} \right) \end{pmatrix}$$

(MJ)

avec :

$f_{RE\ th,dh,m}$ la part d'énergie renouvelable thermique, évaluée mensuellement, du système de fourniture de chaleur externe efficace, (-), déterminée selon des règles spécifiées par le Ministre ;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une fourniture de chaleur externe efficace assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PER, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") :

- si oui : $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ le facteur de conversion en énergie primaire équivalent, évalué mensuellement, du système de fourniture de chaleur externe efficace selon que ce dernier soit identifié comme générateur préférentiel ou non préférentiel (selon l'indice "pref" ou "npref l"), (-), déterminé selon des règles spécifiées par le Ministre, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 10.2.2 ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 10.2.2 ;

$w_{dh,water,[\ldots]}$	un facteur de pondération qui détermine si une fourniture de chaleur externe efficace assure la production d'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j" ou "sink k" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref l") : - si oui : $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-) ; - si non : $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-) ;
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;
$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2 ;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 10.3.2.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels l, sur tous les secteurs énergétiques i, sur toutes les douches ou baignoires j et sur tous les éviers de cuisine k de l'unité PER et sur tous les mois m.

Annexe A Traitement des espaces adjacents non chauffés

Pour le traitement des espaces adjacents non chauffés lors de la détermination de la performance énergétique, les deux possibilités simplifiées suivantes sont prévues de manière standard.

A.1 Possibilité 1

Il est toujours permis de ne pas prendre en considération la géométrie extérieure des espaces adjacents non chauffés.

- Pour la détermination des besoins nets en énergie pour le chauffage, on suppose que la température des espaces adjacents non chauffés est égale à la température extérieure (c.-à-d. que le facteur de réduction b = 1). On considère qu'aucun rayonnement solaire n'atteint le volume protégé.
- Pour le calcul de l'indicateur de surchauffe et la détermination des besoins nets en énergie pour le refroidissement, on suppose que l'espace adjacent non chauffé se trouve à la même température que le volume protégé (c.-à-d. que le facteur de réduction b = 0). En d'autres termes, on ne tient pas compte de flux de chaleur par transmission du volume protégé vers l'espace adjacent non chauffé. Pour l'ensoleillement, on suppose que l'espace adjacent non chauffé ne constitue pas un obstacle.

A.2 Possibilité 2

Cette possibilité s'applique uniquement si l'espace adjacent non chauffé jouxte un seul secteur énergétique et s'il n'y a pas de ventilation hygiénique entre l'espace adjacent non chauffé et le volume protégé.

Dans les cas où l'espace adjacent non chauffé jouxte plusieurs secteurs énergétiques, le Ministre peut déterminer des règles complémentaires qui permettent de subdiviser l'espace adjacent non chauffé en plusieurs espaces adjacents non chauffés fictifs plus petits jouxtant chacun un seul secteur énergétique.

Quand plusieurs espaces adjacents non chauffés sont également adjacents entre eux, on admet par convention qu'il n'y a pas de transmission de chaleur ou d'échange d'air (par ventilation hygiénique ou par in/exfiltration) entre les espaces adjacents non chauffés. La paroi est également considérée comme opaque.

Dans les espaces adjacents non chauffés, les gains de chaleur internes sont supposés égaux à zéro.

Le facteur de réduction b est calculé selon les spécifications plus précises de l'annexe B1 au présent arrêté. Pour le traitement des nœuds constructifs, on applique les mêmes règles que celles du § 7.4 (distinction entre, d'une part, les calculs relatifs au chauffage et, d'autre part, les calculs relatifs au refroidissement et à la surchauffe).

Les gains solaires indirects du secteur énergétique adjacent (voir § 7.10.2) sont égaux à la fraction (1-b) des gains solaires absorbés dans les espaces adjacents non chauffés. Tant le facteur de réduction b que les gains solaires peuvent être différents au niveau, d'une part, des calculs relatifs au chauffage

et, d'autre part, des calculs relatifs à l'indicateur de surchauffe et au refroidissement en raison d'une différence dans le taux de ventilation et/ou le facteur d'utilisation d'une éventuelle protection solaire.

L'ensoleillement direct via l'espace adjacent non chauffé n'est pris en considération que si la paroi extérieure de l'espace adjacent non chauffé est également transparent perpendiculairement au centre de la paroi transparente entre l'espace adjacent non chauffé et le volume protégé. La détermination des angles d'ombrage de la paroi transparente entre l'espace adjacent non chauffé et le volume protégé tient compte de la géométrie de l'espace adjacent non chauffé (par exemple, toit opaque). On déduit de l'ensoleillement incident de la paroi transparente séparant l'espace adjacent non chauffé et le volume protégé le produit 0,95 . F_F . g_g du mur extérieur transparent opposé. Pour déterminer les gains solaires absorbés dans l'espace adjacent non chauffé, on déduit la pénétration solaire directe de l'espace adjacent non chauffé des gains solaires totaux entrants de l'espace adjacent non chauffé.

Annexe B Le débit de ventilation hygiénique

Un volume limité ayant une destination non résidentielle peut faire partie d'une unité PER.

En ce qui concerne la partie d'un bâtiment à destination de logement, les dispositifs de ventilation doivent satisfaire aux exigences selon l'annexe C.2 au présent arrêté. Celles-ci imposent des débits minimaux de conception. Ci-après, on entendra, par "débit exigé", pour les parties résidentielles, le débit minimal de conception visé à l'annexe C.2 au présent arrêté. Chaque fois qu'il est question de "débits exigés d'amenée d'air neuf", on ajoute intégralement le débit de conception d'insufflation minimum de la pièce (par convention, on suppose donc qu'aucun recyclage n'est appliqué).

Les dispositifs de ventilation des parties non résidentielles d'un bâtiment doivent satisfaire aux exigences selon l'annexe C.3 au présent arrêté. On y impose des débits minimaux de conception (correspondant à une occupation minimale donnée et à une qualité de l'air minimale visée) pour lesquels les dispositifs de ventilation doivent être conçus. L'équipe de construction peut définir des débits de conception plus élevés, correspondant à un degré d'occupation plus élevé, une meilleure qualité de l'air souhaitée, etc. En ce qui concerne les parties non résidentielles, ce sont les débits établis par l'équipe de construction qui sont visés ci-après par le terme "débit exigé".

Dans cette annexe B, on évalue différents termes des systèmes mécaniques à la position dite 'nominale'. La position nominale (de l'installation de ventilation) est définie au § 2.

La détermination du facteur de multiplication m et du facteur de réduction pour préchauffage r s'effectue par zone de ventilation. Les locaux de l'unité PER auxquels aucune exigence n'est imposée en matière d'insufflation en air neuf, de transfert ou d'extraction vers l'extérieur, sont regroupés avec une zone de ventilation adjacente. Dans le cas où il y a plusieurs zones de ventilation adjacentes, ces locaux sont regroupés avec les zones avec lesquelles ils sont éventuellement en contact par des liaisons intérieures. S'il n'y a pas de liaison de ce genre, le choix est libre.

Conformément aux règles relatives à la subdivision d'une unité PER en secteurs énergétiques tel qu'établi au § 5.3, un secteur énergétique ne peut pas couvrir plusieurs zones de ventilation, puisqu'un secteur énergétique doit être équipé du même type de système de ventilation. Mais une zone de ventilation peut se composer de plusieurs secteurs énergétiques, par exemple parce que les différentes parties ont des systèmes d'émission de chaleur différents (par exemple, un logement avec un seul système de ventilation, mais avec des radiateurs au 1er étage et un chauffage par le sol au rez-de-chaussée).

Le Ministre peut déterminer les règles à respecter pour les mesures des débits local par local, utilisées dans les calculs détaillés des facteurs $m_{sec\ i}$ et r_{preh}.

B.1 Détermination du facteur de multiplication $m_{sec\ i}$ pour le débit

Le facteur de multiplication $m_{sec\ i}$ d'un secteur énergétique i est égal au facteur de multiplication de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique fait partie :

Eq. 139 $m_{heat,sec\ i} = m_{cool,sec\ i} = m_{overh,sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$ (-)

La détermination du facteur de multiplication de la zone de ventilation z s'effectue tel que décrit ci-dessous.

B.1.1 Ventilation naturelle

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone\ z}$ tient compte, pour ces systèmes, des aspects suivants :

- en ce qui concerne l'alimentation :
  - le caractère autoréglable des bouches d'alimentation réglables.
- en ce qui concerne l'évacuation :
  - le caractère autoréglable des bouches d'évacuation réglables.
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'évacuation naturelle.

On détermine $m_{zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 140 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,zone\ z} + r_{leak,stack,zone\ z}}{r_{nat.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,zone\ z,def} + r_{leak,stack,zone\ z,def}} \right)$$ (-)

avec :

$r_{nat.supply,zone\ z}$	un facteur de correction prenant en compte le fait que les ouvertures d'alimentation réglables sont autoréglables dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$r_{nat.exh,zone\ z}$	un facteur de correction prenant en compte le fait que les ouvertures d'évacuation réglables sont autoréglables dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$r_{leak,stack,zone\ z}$	un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'évacuation dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	la valeur par défaut pour $r_{nat.supply,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	la valeur par défaut pour $r_{nat.exh,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	la valeur par défaut pour $r_{leak,\ stack,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;

B.1.1.1 *Facteur de correction $r_{nat.supply,zone\ z}$*

Les ouvertures d'alimentation naturelle qui ont été testées conformément à la norme NBN EN 13141-1 peuvent être classées dans une catégorie donnée selon le Tableau [18]. On évalue à cet effet dans quelle mesure le débit reste constant en cas de variation de la différence de pression.

On associe par convention le facteur de correction $r_{nat.supply,zone\ z}$ de la zone de ventilation z au classement en catégories tel qu'indiqué au Tableau [19]. C'est l'ouverture d'alimentation réglable (OAR) ayant le facteur de correction le plus élevé qui détermine la valeur pour l'ensemble de la zone de ventilation. La valeur par défaut est de 0,20.

Tableau [18] : Classe de réglage en fonction de la différence de pression

Différence de pression P	Débit en fonction du débit nominal à 2 Pa (q_N)				
(Pa)	Classe P_0	Classe P_1	Classe P_2	Classe P_3	Classe P_4
$0 \leq P < 2$ Pa		$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20 q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20 q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20 q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20 q_N$
2 Pa	q_N	q_N	q_N	q_N	q_N
$2 < P < 5$ Pa	Ne satisfait pas à la classe P_1	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}8 q_N$	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}8 q_N$	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}5 q_N$	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}2 q_N$
5 - 10 Pa		$\geq 0{,}70 q_N$ et $\leq 2{,}3 q_N$	$\geq 0{,}70 q_N$ et $\leq 2{,}0 q_N$	$\geq 0{,}70 q_N$ et $\leq 1{,}5 q_N$	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}2 q_N$
10 – 25 Pa		$\geq 0{,}50 q_N$ et $\leq 3{,}0 q_N$	$\geq 0{,}50 q_N$ et $\leq 2{,}0 q_N$	$\geq 0{,}50 q_N$ et $\leq 1{,}5 q_N$	$\geq 0{,}80 q_N$ et $\leq 1{,}2 q_N$
25 – 50 Pa		$\geq 0{,}30 q_N$ et $\leq 3{,}0 q_N$	$\geq 0{,}30 q_N$ et $\leq 2{,}0 q_N$	$\geq 0{,}30 q_N$ et $\leq 1{,}5 q_N$	$\geq 0{,}30 q_N$ et $\leq 1{,}5 q_N$
50 - 100 Pa		$\leq 3{,}0 q_N$	$\leq 2{,}0 q_N$	$\leq 2{,}0 q_N$	$\leq 2{,}0 q_N$
100 - 200 Pa		$\leq 4{,}0 q_N$	$\leq 3{,}0 q_N$	$\leq 3{,}0 q_N$	$\leq 3{,}0 q_N$

Tableau [19] : Facteur de correction $r_{nat.supply,zone\ z}$

Classe OAR	$r_{nat.supply,zone\ z}$
P0	0,20
P1	0,18
P2	0,14
P3	0,08
P4	0,02

B.1.1.2 *Facteur de correction $r_{nat.exh,zone\ z}$*

On affecte la valeur suivante aux bouches d'évacuation naturelles qui ne sont pas autorégulatrices : $r_{nat.exh,zone\ z} = 0{,}20$

C'est également la valeur par défaut.

On peut déterminer des valeurs meilleures suivant des règles déterminées par le Ministre.

B.1.1.3 *Facteur de correction $r_{leak,stack,zone\ z}$*

On calcule par convention $r_{leak,stack,zone\ z}$ de la zone de ventilation z comme suit :

Eq. 141 $$r_{leak,stack,zone\ z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone\ z}} \quad (-)$$

avec :

$\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$ le débit de fuite conventionnel de la gaine d'évacuation naturelle k dans la zone de ventilation z, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$\dot{V}_{req,exh,zone\ z}$ le débit d'évacuation total exigé pour la zone de ventilation z, égal à la somme des débits d'évacuation vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m³/h, arrondi à l'unité.

Il faut faire une somme sur tous les conduites d'évacuation naturelle k présentes dans la zone de ventilation z. On détermine le débit de fuite $\dot{V}_{leak,\ stack,\ zone\ z,\ k}$ d'une conduite d'évacuation naturelle k à la pression de service selon la procédure déterminée par le Ministre, ou en l'absence de celle-ci, conformément aux procédures décrites dans la norme NBN EN 14134. La pression de service à prendre en considération est, par convention, de 2 Pa.

Dans le cas où ou aucun résultat de mesure n'est présenté, $r_{leak,stack,zone\ z} = 0{,}025$. C'est la valeur par défaut.

B.1.2 Ventilation mécanique simple flux par insufflation

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone\ z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants :

- en ce qui concerne l'insufflation :
  - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation ;
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'insufflation mécanique.
- en ce qui concerne l'évacuation :
  - le caractère autoréglable des bouches d'évacuation réglables ;
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'évacuation naturelle.

On détermine $m_{zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 142 $$m_{zone\ z} = 1{,}0 + 0{,}5 \cdot \left(\frac{r_{mech.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,\ zone\ z} + r_{leak,stack,\ zone\ z}}{r_{mech.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,\ zone\ z,def} + r_{leak,stack,\ zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

avec :

$r_{mech.supply,zone\ z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans chacun des locaux et pour le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'insufflation mécanique dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;

$r_{nat.exh,zone\ z}$ un facteur de correction pour le caractère autoréglable des bouches d'alimentation dans la zone de ventilation z, tel que déterminé selon le § B.1.1, (-) ;

$r_{leak,stack,zone\ z}$ un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'extraction dans la zone de ventilation z, tel que déterminé selon le § B.1.1, (-) ;

$r_{mech.supply,zone\ z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{mech.supply,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;

$r_{nat.exh,zone\ z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{nat.exh,zone\ z}$, telle que déterminée selon le § B.1.1, (-) ;

$r_{leak,stack,zone\ z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{leak,stack,zone\ z}$, telle que déterminée selon le § B.1.1, (-) ;

B.1.2.1 *Facteur de correction $r_{mech.supply,zone\ z}$*

On calcule $r_{mech.supply,zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 143
$$r_{mech.supply,zone\ z} = r_{adj.mech.supply,zone\ z} + \frac{\sum_{l} \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} \quad (-)$$

avec :

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans la zone de ventilation z, telles que déterminées ci-dessous, (-) ;

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ les pertes par les fuites des conduits d'insufflation l dans la zone de ventilation z, à la position nominale de l'installation de ventilation, en m^3/h, arrondies à l'unité, tel que déterminé ci-dessous ;

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ le débit d'insufflation total exigé de la zone de ventilation z, égal à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés pour chacun des locaux, en m^3/h, arrondi à l'unité.

Dans le deuxième terme, il faut faire une somme sur tous les réseaux de conduits d'insufflation l dans la zone de ventilation z.

On détermine le facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation dans une zone de ventilation z comme suit :

- si, dans la zone de ventilation z, on n'a pas mesuré les débits (pour la position nominale de l'installation de ventilation) de toutes les bouches d'alimentation mécanique, on a :

  $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0,20$

  C'est la valeur par défaut.

- si, dans la zone de ventilation z, on a mesuré les débits (pour la position nominale de l'installation de ventilation) de toutes les bouches d'alimentation mécanique, on a :
  - si chacune des valeurs mesurées par local des débits d'insufflation mécanique (y compris les débits de recirculation) se situe entre 100% et 120% de la valeur exigée pour le local considéré, on a :

    $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0$

  - si chacune des valeurs mesurées par local des débits d'insufflation mécanique (y compris les débits de recirculation) est égale à au moins 100% de la valeur exigée pour le local considéré, mais qu'une ou plusieurs valeurs dépassent 120% des valeurs exigées, on a :

Eq. 144 $$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0,20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} - 1,20\right\}\right] \quad (-)$$

    où il faut faire une somme sur tous les débits mécaniques mesurés par local ($\dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}$, en m³/h, arrondi à l'unité) de tous les locaux d'alimentation j de la zone de ventilation z. $\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ est le débit d'insufflation mécanique total exigé dans la zone de ventilation z et est égal à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés des locaux individuels, en m³/h, arrondi à l'unité,

  - sinon :

    $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0,20$

On détermine les pertes de fuite de tous les réseaux de conduits d'insufflation à la pression de service dans la zone de ventilation z comme suit :

- en mesurant chacun des réseaux de conduits d'insufflation. Les mesures s'effectuent selon la procédure déterminée par le Ministre, ou en l'absence de celle-ci, conformément aux procédures décrites dans la norme NBN EN 14134 ;
- la valeur par défaut est de :

Eq. 145 $$\sum_k \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

  Cette valeur est d'application :
  - si on n'a pas effectué de mesure antérieure pour tous les réseaux de conduits d'insufflation ;
  - si les débits de fuite mesurés sont supérieurs à cette valeur par défaut.

B.1.3 Ventilation mécanique simple flux par extraction

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone\ z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants :

- en ce qui concerne l'alimentation :

- le caractère autoréglable des bouches d'alimentation réglables ;

- en ce qui concerne l'extraction :
  - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction ;
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'extraction mécanique.

On détermine $m_{zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 146
$$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \times \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{mech.extr,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{mech.extr,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

avec :

$r_{nat.supply,zone\ z}$	un facteur de correction pour le caractère autoréglable des bouches d'alimentation réglables de la zone de ventilation z, tel que déterminé selon le § B.1.1, (-) ;
$r_{mech.extr,zone\ z}$	un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans chacun des locaux et pour le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'extraction mécanique dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	la valeur par défaut pour $r_{nat.supply,zone\ z}$, telle que déterminée selon le § B.1.1, (-) ;
$r_{mech.extr,zone\ z,def}$	la valeur par défaut pour $r_{mech.extr,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-).

B.1.3.1 *Facteur de correction $r_{mech.extr,zone\ z}$*

On calcule $r_{mech.extr,zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 147
$$r_{mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} \quad (-)$$

avec :

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$	un facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$\dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}$	les pertes par les fuites du réseau de conduits d'extraction m dans la zone de ventilation z, à la position nominale de l'installation de ventilation, en m^3/h, arrondies à l'unité, telles que déterminées ci-dessous ;
$\dot{V}_{req,\ mech.extr,\ zone\ z}$	le débit d'extraction total exigé de la zone de ventilation z, égal à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m^3/h, arrondi à l'unité.

Dans le deuxième terme, il faut faire une somme sur tous les réseaux de conduits d'extraction m présents dans la zone de ventilation z.

On détermine le facteur de correction pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans une zone de ventilation z comme suit :

- si, dans une zone de ventilation z, on n'a pas mesuré les débits (pour la position nominale de l'installation de ventilation) de toutes les bouches d'extraction mécanique, on a :

  $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0{,}20$

  C'est la valeur par défaut.

- si, dans une zone de ventilation z, on a mesuré les débits (pour la position nominale de l'installation de ventilation) de toutes les bouches d'extraction mécanique, on a :
  - si chacune des valeurs des débits d'extraction mécanique mesurées pour chaque local se situe entre 100% et 120% de la valeur exigée pour le local considéré, on a :

    $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0$

  - si chacune des valeurs des débits d'extraction mécanique mesurées pour chaque local est égale à au moins 100% de la valeur exigée pour le local considéré, mais que 1 ou plusieurs valeurs dépassent 120% des valeurs exigées, on a :

Eq. 148 $$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0{,}20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} - 1{,}20\right\}\right] \quad (-)$$

où il faut faire une somme sur tous les débits mécaniques mesurés pour chaque local ($\dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}$, en m³/h, arrondi à l'unité) de tous les locaux d'extraction j de la zone de ventilation z. $\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ est le débit d'extraction mécanique total exigé dans la zone de ventilation z et est égal à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés de chacun des locaux, en m³/h, arrondi à l'unité.

sinon :

$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0{,}20$

On détermine les pertes de fuite de tous les réseaux de conduits d'extraction à la pression de service dans la zone de ventilation z comme suit :

- en mesurant chacun des réseaux de conduits d'extraction. Les mesures s'effectuent selon la procédure déterminée par le Ministre, ou en l'absence de celle-ci, conformément aux procédures décrites dans NBN EN 14134. ;
- la valeur par défaut est de :

Eq. 149 $$\sum_l \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,l} = 0{,}18 \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

Cette valeur est d'application :

- si on n'a pas effectué de mesure antérieure pour tous les réseaux de conduits d'extraction ;
- si les débits de fuite mesurés sont supérieurs à cette valeur par défaut.

B.1.4 Ventilation mécanique double flux

La détermination du facteur de multiplication $m_{zone\ z}$ tient compte, avec ces systèmes, des aspects suivants :

- en ce qui concerne l'insufflation :
  - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation ;
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'insufflation mécanique ;
- en ce qui concerne l'extraction :
  - la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'extraction ;
  - le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'extraction mécanique.

On détermine $m_{zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 150 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{all\ mech,zone\ z}}{r_{all\ mech,zone\ z,def}}$$ (-)

avec :

$r_{all\ mech,zone\ z}$ un facteur de correction pour le manque d'étanchéité à l'air des conduits d'insufflation et d'extraction et pour la régulation éventuellement défectueuse des bouches d'alimentation et d'extraction dans chacun des locaux de la zone de ventilation z, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ la valeur par défaut pour $r_{all\ mech,zone\ z}$, telle que déterminée ci-dessous, (-).

B.1.4.1 *Facteur de correction $r_{all\ mech,zone\ z}$*

On calcule $r_{all\ mech,zone\ z}$ par zone de ventilation z comme suit :

Eq. 151 $$r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max\left(\dot{V}_{calc,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z}\right)}{\max\left(\dot{V}_{req,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}\right)}$$ (-)

avec :

Eq. 152 $$\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} = r_{adj,mech.supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} + \sum_{l} \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l}$$ (m^3/h)

Eq. 153 $$\dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} + \sum_{m} \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$$ (m^3/h)

avec :

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ un facteur de correction pour le réglage éventuellement défectueux des bouches d'alimentation dans la zone de ventilation z, tel que déterminé selon le § B.1.2, (-) ;

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ les pertes de fuite du réseau de conduits d'insufflation l dans la zone de ventilation z, pour la position nominale de l'installation de ventilation, en m^3/h, arrondies à l'unité, telles que déterminées selon le § B.1.2 ;

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ le débit d'extraction total exigé pour la zone de ventilation z, égal à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés des locaux individuels, en m^3/h, arrondi à l'unité ;

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$ un facteur de correction pour la réglabilité éventuellement défectueuse des bouches d'extraction dans la zone de ventilation z, tel que déterminé selon le § B.1.3, (-) ;

$\dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$ les pertes par les fuites du réseau de conduits d'extraction m dans la zone de ventilation z, pour la position nominale de l'installation de ventilation, en m^3/h, arrondies à l'unité, telles que déterminées selon le § B.1.3 ;

$\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ le débit d'extraction total exigé de la zone de ventilation z, égal à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés des locaux individuels, en m^3/h, arrondi à l'unité.

Il faut faire une somme sur tous les réseaux de conduits d'insufflation l et sur tous les réseaux de conduits d'extraction m dans la zone de ventilation z.

B.2 Facteur de réduction pour préchauffage

Le facteur de réduction pour préchauffage r d'un secteur énergétique i est égal au facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie :

Eq. 154 $r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$

Eq. 155 $r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Eq. 156 $r_{preh,overh,sec\ i} = r_{preh,overh,zone\ z}$

La détermination du facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z à l'aide d'un appareil de récupération de chaleur s'effectue tel que décrit ci-après. Les règles pour le traitement du préchauffage par passage à travers un espace adjacent non chauffé et/ou à travers une gaine d'amenée souterraine sont déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

S'il n'y a pas de préchauffage, la valeur de r est égale à 1 dans chacun des cas.

La présente annexe ne traite pas des pompes à chaleur utilisant l'air repris comme source de chaleur :

- si la pompe à chaleur sert au chauffage, le calcul s'effectue selon le § 10.2.3.3 ;
- si la pompe à chaleur sert à la préparation d'eau chaude sanitaire, le calcul s'effectue selon le § 10.3.3.

Appareil de récupération de chaleur dans le cas d'une ventilation mécanique double flux

Dans une zone de ventilation z avec de la ventilation mécanique double flux, il est possible de préchauffer dans une plus ou moins grande mesure l'alimentation en air neuf à l'aide d'un échangeur de chaleur qui soustrait de la chaleur à l'air rejeté vers l'extérieur. L'air fourni provenant de l'extérieur peut éventuellement être introduit dans la zone de ventilation z via différentes entrées d'air. Dans ce cas, il se peut éventuellement que toutes les alimentations en air ne soient pas préchauffées. Inversement, l'extraction mécanique vers l'extérieur peut éventuellement se faire par différentes sorties d'air et il se peut qu'il n'y ait pas de récupération de chaleur pour certains de ces flux d'air. Si, en fin de compte, le débit total d'insufflation mécanique diffère du débit total d'extraction mécanique dans la zone de ventilation z, un flux d'air supplémentaire incontrôlé (vers l'intérieur ou l'extérieur) se produira forcément à travers l'enveloppe[18].

Les ventilateurs avec un contrôle automatique du débit ont une influence favorable sur le facteur de réduction du préchauffage, car l'équilibre du débit peut être maintenu, même lorsque les conditions de fonctionnement changent (p.ex. à cause de l'encrassement des filtres, ...). La régulation automatique du débit est une caractéristique du produit qui est déterminée pour tous les ventilateurs d'un groupe de ventilation et qui signifie qu'une régulation garantit que le débit fourni ne s'écarte pas de plus de 5 % de la valeur de consigne. Cette caractéristique du produit doit être vérifiée, pour chaque ventilateur du groupe, au moyen de mesures de débit pour toute la gamme de débit/pression du ventilateur.

Dans la plupart des cas, on peut déterminer le facteur de réduction pour chauffage résultant du préchauffage par récupération de chaleur de l'alimentation en air neuf dans une zone de ventilation z à l'aide de la formule suivante :

Eq. 157

$$r_{preh,heat,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

avec :

$e_{heat,hr,p}$ un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur à l'endroit p, déterminé comme suit :

- si le flux d'insufflation en air neuf p n'est pas préchauffé, on a $e_{heat,hr,p} = 0$
- si le flux d'insufflation en air neuf p est préchauffé à l'aide d'un appareil de récupération de chaleur, on a $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Le facteur r_p est déterminé tel que décrit ci-dessous. Le rendement thermique $\eta_{test,p}$ de l'appareil de récupération de chaleur à l'endroit p est déterminé tel que décrit à l'Annexe G de la présente annexe. Une valeur de rendement thermique peut être utilisée à la condition que ni $\dot{V}_{in,p}$ ni $\dot{V}_{out,p}$ ne soit supérieur au débit volumique pendant le test tel que défini à l'Annexe G de la présente annexe ;

[18] Par souci de simplification, on ne tient pas compte, par convention tout comme dans le § 7.8.2, de l'interaction possible entre le terme d'in/exfiltration et le terme de ventilation hygiénique.

$\dot{V}_{in,p}$ le débit d'air entrant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous ;

$\dot{V}_{out,p}$ le débit d'air sortant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous.

Il faut faire une somme sur tous les endroits p de la zone de ventilation z où a lieu une insufflation mécanique en air neuf et/ou une extraction mécanique vers l'extérieur.

On détermine le débit d'air neuf entrant à l'endroit p comme suit :

- si le groupe de ventilation qui fournit le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p est équipé d'une régulation de débit automatique telle que définie plus haut, on a :

Eq. 158 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

où on considère la valeur de consigne du débit entrant à l'endroit p pour la position nominale du ventilateur, en m³/h, arrondie à l'unité ;

- dans tous les autres cas, on a :

Eq. 159 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ (m³/h)

Pour la détermination des pertes de fuite du réseau de conduits d'insufflation $\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$, en m³/h, arrondies à l'unité, les mêmes règles s'appliquent que pour la ventilation mécanique simple flux par insufflation (voir § B.1.2). Si aucune valeur de mesure des pertes de fuite n'est disponible, leur valeur est supposée égale à zéro.

Si les débits d'insufflation pour la position nominale de l'installation de ventilation sont effectivement mesurés dans tous les locaux alimentés en air neuf via l'endroit p, on utilise alors pour $\dot{V}_{mechsupply,p}$ la somme de ces valeurs mesurées, en m³/h, arrondie à l'unité. Dans l'autre cas, $\dot{V}_{mechsupply,p}$ est supposé égal à la somme des débits d'insufflation en air neuf exigés par local, en m³/h, arrondie à l'unité.

Si l'appareil de récupération de chaleur alimente plusieurs unités PEB, il ne faut pas tenir compte des débits des autres unités PEB pour la détermination du facteur de réduction pour préchauffage.

On détermine le débit d'air d'extraction vers l'extérieur à l'endroit p comme suit :

- si le groupe de ventilation qui fournit le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p est équipé d'une régulation de débit automatique telle que définie plus haut, on a :

Eq. 160 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

où l'on considère la valeur de consigne du débit sortant à l'endroit p pour la position nominale du ventilateur, en m³/h, arrondie à l'unité ;

- dans tous les autres cas, on a :

Eq. 161 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extr\ duct,p}$ (m³/h)

En ce qui concerne la détermination des pertes de fuite du réseau de conduits d'extraction $\dot{V}_{leak,extrductp}$, en m³/h, arrondies à l'unité, les mêmes règles que pour la ventilation mécanique simple flux par extraction (voir § B.1.3) s'appliquent. Si aucune valeur de mesure des pertes de fuite n'est disponible, leur valeur est supposée égale à zéro.

Si les débits d'extraction pour la position nominale de l'installation de ventilation sont effectivement mesurés dans tous les locaux d'où de l'air est aspiré vers l'extérieur via l'endroit p, on utilise alors pour $\dot{V}_{mechextr,p}$ la somme de ces valeurs mesurées, en m³/h, arrondie à l'unité. Dans l'autre cas, $\dot{V}_{mechextr,p}$ est supposé égal à la somme des débits d'extraction vers l'extérieur exigés, en m³/h, arrondie à l'unité.
Si l'appareil de récupération de chaleur alimente plusieurs unités PEB, il ne faut pas tenir compte des débits des autres unités PEB pour la détermination du facteur de réduction pour préchauffage.

Dans le cas où il y a récupération de chaleur à l'endroit p, on détermine r_p comme suit :

- si le groupe de ventilation qui fournit le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p est équipé d'une régulation de débit automatique telle que définie plus haut, on a :
  r_p=0,95

- dans tous les autres cas, on a :
  r_p=0,85

On détermine le facteur de réduction pour le calcul du risque de surchauffe et des besoins nets en énergie pour le refroidissement comme suit :

$$r_{preh,overh,zone\ z} = r_{preh,cool,zone\ z} =$$

Eq. 162
$$\frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

où les différents termes sont les mêmes que ci-dessus, à l'exception de $e_{cool,hr,p}$, dont la valeur est déterminée comme suit :

- si l'appareil de récupération de chaleur p est équipé d'un by-pass grâce auquel le passage à travers l'échangeur de chaleur est totalement interrompu, ou s'il peut être totalement inactivé d'une autre façon (par exemple, par l' arrêt d'une roue thermique rotative), on a :

Eq. 163 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- si l'appareil de récupération de chaleur p est équipé d'un by-pass mais que le passage à travers l'échangeur de chaleur n'est pas totalement interrompu pour autant ou s'il n'est pas totalement inactivé d'une autre façon, on a :

Eq. 164 $e_{cool,hr,p} = 0,5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- dans tous les autres cas :

Eq. 165 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

B.3 Pré-refroidissement de l'air de ventilation

B.3.1 Règle de calcul

Le facteur de multiplication mensuel $r_{precool,seci,m}$ pour l'effet du pré-refroidissement de l'air de ventilation pour les besoins de refroidissement et pour l'évaluation du risque de surchauffe du secteur énergétique i est égal au facteur de multiplication pour l'effet du pré-refroidissement de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique fait partie :

Eq. 166 $r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$ (-)

S'il n'y a pas de système prévu pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation dans la zone de ventilation z, ou si seulement une partie du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation z est refroidi à l'aide d'un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, alors $r_{precool,zone\ z,m}$ est égale à 1.

Si plusieurs unités PEB utilisent le même système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, la valeur par défaut pour $r_{precool,zone\ z,m}$ est égale à 1 ; des valeurs plus favorables peuvent être utilisées sur base d'une demande d'équivalence.

Si un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation est présent et si l'entièreté du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation z est refroidi à l'aide de ce système de pré-refroidissement, $r_{precool,zone\ z,m}$ doit être déterminé comme suit :

Eq. 167 $$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \frac{\theta_{precool,ref,max,m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}{23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}$$ (-)

avec :

$e_{precool,m}$	l'efficacité mensuelle du système de pré-refroidissement concerné, (-) ;
$\theta_{precool,ref,max,m}$	la température de référence pour l'abaissement de température maximal, en °C ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;
$\Delta\theta_{e,m}$	une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 1°C.

Les expressions de $e_{precool,m}$ et $\theta_{precool,ref,max,m}$ sont développées pour deux types de technologies dans les prochains paragraphes. Pour d'autres technologies, $r_{precool,zone\ z,m}$ devra être déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

B.3.2 Echangeur de chaleur sol-eau

Les échangeurs de chaleurs placés dans le sol sont utilisés pour refroidir ou réchauffer l'air de ventilation (pré-refroidissement / préchauffage). Ici, c'est la masse thermique de la terre qui est utilisée pour fournir la chaleur à transférer. A une profondeur suffisante, la température du sol est stable. En été, cela signifie que l'air de ventilation fourni peut être refroidi ; en hiver, il peut être réchauffé. Dans des échangeurs de chaleur sol-eau, l'eau est envoyée à travers une série de tubes qui sont couplés à une batterie d'air par l'intermédiaire d'un collecteur. L'eau passant à travers la pompe est mise en circulation à travers les tubes et refroidira ou réchauffera l'air.

B.3.2.1 *Efficacité $e_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement*

Pour un échangeur de chaleur sol-eau, la valeur par défaut vaut :

Eq. 168 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

avec :

$w_{soil/water,m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement de l'échangeur de chaleur sol-eau (-) :

Eq. 169

si $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ alors $w_{soil/water,m} = 0$

si $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ alors $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

si $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ alors $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

où :

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

$\theta_{soil,m}$ la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée selon le § B.3.2.2, en °C.

B.3.2.2 *Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$*

La température de référence pour la détermination de la performance de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

Eq. 170 $$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt}\theta_{soil,m}}{e_{wt}-1} - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W}\left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right)}{\left(1 - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt}-1}\right)} \quad (°C)$$

avec :

$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$ le débit de ventilation hygiénique du secteur énergétique i, pour les calculs de refroidissement, tel que défini selon le § 7.8.4, en m³/h ;

$\dot{V}_w$ le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h ;

e_{wt} l'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-eau, telle que déterminée ci-dessous ;

$\theta_{soil,m}$ la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en °C ;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

$\Delta\theta_{e,m}$ une hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul du besoin net en énergie pour le refroidissement, égale par hypothèse à 1°C.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z qui sont reliés à l'échangeur de chaleur.

Pour la détermination de la température moyenne mensuelle du sol $\theta_{soil,m}$, il faut faire une distinction entre les conduites du sol horizontales et verticales :

- conduites horizontales : déduire la température moyenne mensuelle du sol du
- Tableau [20] ;
- conduites verticales : déterminer la température moyenne mensuelle du sol suivant la formule suivante :

Eq. 171 $$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$, $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ et $\theta_{soil,5m,m}$ la température moyenne mensuelle du sol à respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 m de profondeur, déduite du

Tableau [20], en °C ;

$L_{soil/water}$ la profondeur maximale de la conduite dans le sol, en m.

Tableau [20] : Température moyenne du sol pour la détermination du $\theta_{soil,m}$

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Pour les profondeurs intermédiaires, le tableau est interpolé.

L'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

Eq. 172 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_W}} \quad (-)$$

avec :

α_{wt} le coefficient de transmission thermique des conduites dans l'échangeur de chaleur sol-eau, tel que déterminé ci-dessous, en W/m².K ;

A_{wt} la surface d'échange des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en m² ;

$\dot{V}_w$ le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h.

Le coefficient de transmission thermique des conduites α_{wt} est déterminé suivant :

Eq. 173 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube}\right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right)\right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1}$$

(W/(m².K))

avec :

α_i le coefficient de convection interne de l'écoulement dans la conduite de l'échangeur de chaleur pour le pré-refroidissement, tel que déterminé ci-dessous, en W/m².K ;

t_{soil} l'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, telle que déterminée ci-dessous, en m ;

D_{tube} le diamètre intérieur de la conduite, en m ;

t_{tube} l'épaisseur de la paroi de la conduite, en m ;

λ_{tube} la conductivité thermique de la conduite, en W/m.K ;

λ_{soil} la conductivité thermique du sol, considérée égale à 2, en W/m.K.

Le coefficient de convection interne est donné par :

- pour l'eau :

Eq. 174 $$\alpha_i = 0{,}58 \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K))

pour une solution eau/glycol (tous les types) :

Eq. 175 $$\alpha_i = 0{,}43 \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K))

avec :

Eq. 176 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5\right)^{1/5}$$ (-)

Eq. 177 $$Nu_{lam} = \left[3{,}66^3 + 1{,}61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$ (-)

avec :

Eq. 178 $$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12{,}7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$ (-)

avec :

Eq. 179 $f_{turb} = (1{,}58 \cdot \ln Re - 3{,}28)^{-2}$ (-)

avec :

- pour l'eau :

Eq. 180 $Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}}$ (-)

Pr = 7

- pour une solution eau/glycol (tous les types) :

Eq. 181 $Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}}$ (-)

Pr = 12,5

L'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, t_{soil}, est donnée par :

Eq. 182 $t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2}$ si $p_{tube} - D_{tube} < 0{,}5$

$t_{soil} = 0{,}25$ si $p_{tube} - D_{tube} \geq 0{,}5$ (m)

avec :

p_{tube} la distance entre les conduites parallèles, en m ;

D_{tube} le diamètre intérieur de la conduite, en m.

La surface d'échange des conduites A_{wt} est donnée par :

Eq. 183 $A_{wt} = \pi . D_{tube} . L_{tube} . n_{tube}$ (m²)

D_{tube} le diamètre intérieur de la conduite, en m ;

L_{tube} la longueur de la conduite, en m ;

n_{tube} le nombre de conduites en parallèle, (-).

B.3.3 Refroidissement par évaporation

Le principe du refroidissement par évaporation (ou refroidissement adiabatique) est de refroidir l'air de ventilation fourni d'un bâtiment par injection d'eau. Il existe de nombreuses variantes de cette technologie, avec des prétraitements et des techniques de récupération différentes. La performance

des systèmes de refroidissement par évaporation est fortement variable en fonction du type de conception de ces systèmes.

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la méthode suivante peut être appliquée. Pour tous les autres systèmes plus complexes, le facteur $r_{precool,zone\ z,m}$ devra être déterminé sur base du principe d'équivalence.

B.3.3.1 *Efficacité $e_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement*

Pour du refroidissement par évaporation, la valeur par défaut pour l'efficacité vaut :

Eq. 184 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

avec :

$w_{evap,m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement du refroidissement par évaporation (-) :

Eq. 185 si $Q_{cool,net,m} \leq 0$ alors $w_{evap,m} = 0$

si $Q_{cool,net,m} > 0$ alors $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

avec :

$Q_{cool,net,seci,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement d'un secteur énergétique i, déterminés sans prendre en compte le système de refroidissement par évaporation considéré, en MJ.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i de la zone de ventilation z qui sont reliés au refroidissement par évaporation.

B.3.3.2 *Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$*

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la température de référence est la température humide du débit d'air concerné. La valeur par défaut de $\theta_{precool,ref,max,m}$ est égale à la température moyenne mensuelle humide, donnée au Tableau [21].

Tableau [21] : Température mensuelle moyenne humide (°C)

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C L'ensoleillement mensuel

C.1 Introduction

La présente annexe décrit les algorithmes de calcul de l'ensoleillement mensuel d'une surface quelconque j. L'ensoleillement est calculé pour les parois transparentes, les systèmes d'énergie solaire passifs, les capteurs solaires thermiques et les systèmes photovoltaïques. Pour l'utilisateur, seul le § C.2, où l'on définit comment l'ombrage est caractérisé, est intéressant.

La pente θ_j du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre la verticale et la normale au plan j. Pour une surface horizontale, la pente est de 0° ; pour une surface verticale, elle est de 90°.

L'orientation $\square_j$ du plan j est l'angle, exprimé en degrés, entre le sud et la projection horizontale de la normale sur le plan j. En direction de l'ouest, l'orientation est positive tandis qu'elle est négative en direction de l'est.

C.2 Schématisation de l'ombrage

C.2.1 Généralités

Une surface ensoleillée j peut être ombragée par des éléments environnants étrangers au bâtiment, appelés obstacles, et par des éléments liés au bâtiment, appelés saillies horizontales et verticales. Les obstacles font écran au rayonnement solaire direct si le soleil descend en dessous d'une hauteur déterminée. Les saillies horizontales font écran au rayonnement solaire direct si le soleil se trouve au-dessus d'une hauteur déterminée et les saillies latérales font écran au rayonnement solaire direct si l'angle horaire est inférieur ou supérieur à une valeur déterminée. Les obstacles comprennent les bâtiments, arbres et collines environnants. Les saillies comprennent les débords de toiture, balcons, auvents horizontaux et prolongements de murs latéraux.

C.2.2 Géométrie d'un obstacle

Les obstacles sont schématisés par un seul plan appelé plan d'obstacle vertical. L'angle d'obstruction α_h est l'angle entre le plan horizontal et la ligne reliant le point central de la surface ensoleillée au bord supérieur du plan d'obstacle vertical.

C.2.3 Géométrie des saillies

Les saillies sont schématisées par une saillie horizontale et deux saillies verticales définies à l'aide d'un angle de saillie dans le plan vertical α_v (0° en l'absence de saillie horizontale, valeur maximale 180°), à l'aide d'un angle de saillie à gauche α_{sL} (0° en l'absence de saillie à gauche, valeur maximale 180°) et à l'aide d'un angle de saillie à droite α_{sR} (0° en l'absence de saillie à droite, valeur maximale 180°) tels qu'indiqués à la Figure [1].

Explication : les limites des saillies horizontales et verticales forment un rectangle sur une photo prise au grand angle (fish-eye) depuis le centre du plan considéré dans la direction normale à celui-ci. Ce rectangle, appelé plan de ciel, correspond à la partie du ciel visible à partir du plan.

Figure [1] : Géométrie des saillies

C.2.4 Valeurs par défaut

Lorsqu'elles sont utilisées, les valeurs par défaut doivent s'appliquer à l'ensemble des angles de la surface ensoleillée. Les valeurs par défaut à utiliser pour les angles relatifs aux obstacles sont les suivantes :

- pour les calculs de chauffage et pour les capteurs solaires :
  - angle d'obstruction α_h : 25°
  - angle de saillie à gauche α_{sL}, à droite α_{sR} et verticale α_v : 0°
- pour les besoins de refroidissement et l'indicateur de surchauffe :
  - angle d'obstruction α_h : 15°
  - angle de saillie à gauche α_{sL}, à droite α_{sR} et verticale α_v : 0°

Pour rappel, pour des installations photovoltaïques, le calcul par défaut ne s'applique pas et il est obligatoire de toujours indiquer l'ombrage de manière détaillée (voir § 12.1).

C.3 Ensoleillement mensuel d'un plan non ombragé

C.3.1 Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan j quelconque non ombragé égal à la somme des ensoleillements mensuels directs, diffus et réfléchis.

Eq. 186 $I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad}$ (MJ/m²)

avec :

$I_{s,dir,m,j,unshad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,dif,m,j,unshad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,refl,m,j,unshad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m².

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

C.3.2 Ensoleillement direct

Le calcul de l'ensoleillement mensuel direct s'effectue à l'aide d'un jour caractéristique du mois. Il s'agit du 15 de chaque mois. Le numéro du jour caractéristique indique le nombre de jours à partir du 1er janvier (365 jours), voir le Tableau [1].

On détermine l'ensoleillement direct mensuel d'un plan non ombragé comme suit :

Eq. 187 $$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor}\right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad \text{(MJ/m²)}$$

avec :

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir le Tableau [1] ;

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir le Tableau [1] ;

$Q_{s,dir,char,j}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour) ;

$Q_{s,dir,char,hor}$ l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé j pour le jour caractéristique du mois considéré, en J/(m².jour) ;

On calcule l'ensoleillement direct journalier d'un plan non ombragé et l'ensoleillement direct journalier d'un plan horizontal non ombragé pour le jour caractéristique du mois considéré comme suit :

Eq. 188 $$Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\left\{0 \; ; \left[q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,j} \times \Delta\omega\right]\right\} \quad \text{(J/(m².jour))}$$

Eq. 189 $$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\left\{0 \; ; \left[q_{s,dir,n} \cdot \cos \chi_{s,hor} \cdot \Delta\omega\right]\right\} \quad \text{(J/(m².jour))}$$

avec :

$q_{s,dir,n}$ l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique du mois, en W/m², tel que calculé ci-dessous ;

ω l'angle horaire (180° à minuit, 90° à 6 h, 0° à midi, -90° à 18 h) ;

$\Delta\omega$ le pas dans l'angle horaire en ° (1 heure = 15°) ;

ω_1 le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ et $\cos\chi_{s,j}$ sont supérieurs à zéro ;

ω_2	le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ et $\cos\chi_{s,j}$ sont encore supérieurs à zéro ;
ω_3	le plus petit angle horaire (le matin) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ est supérieur à zéro ;
ω_4	le plus grand angle horaire (le soir) pour lequel $\cos\chi_{s,hor}$ est encore supérieur à zéro ;
$\chi_{s.j}$	l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan j, en °, tel que calculé ci-dessous ;
$\chi_{s.hor}$	l'angle d'incidence par pas $\Delta\omega$ du soleil sur le plan horizontal, en °, tel que calculé ci-dessous ;
240	facteur de conversion de l'angle horaire, en s.

On prend comme pas de temps, pour le calcul, un angle horaire de 15°.

On détermine l'ensoleillement direct d'un plan perpendiculaire à la direction du soleil pour le jour caractéristique de chaque mois par heure comme suit :

Eq. 190 $$q_{s,dir,n} = \max\left[0;1353.\left(1+0,033.\cos\left(\frac{360.d}{365}\right)\right).\exp\left(-m_{path}.d_R.T_L\right)\right] \quad (W/m^2)$$

avec :

d	le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir le Tableau [1] ;
m_{path}	le facteur de chemin, en m^{-1} ;
d_R	le chemin optique, en m ;
T_L	le facteur de trouble de l'atmosphère, (-) ;

Le facteur de chemin, le chemin optique et le facteur de trouble sont donnés par :

Eq. 416 $$m_{path} = \frac{0,992}{\sin(\beta) + 0,15.(\beta + 3,885)^{-1,253}} \quad (m^{-1})$$

Eq. 192 $$d_R = 1,4899 - 2,1099\cos(\beta) + 0,6322\cos(2.\beta) + 0,0253\cos(3.\beta) - 1,0022\sin(\beta) + 1,0077\sin(2.\beta) - 0,2606\sin(3.\beta) \quad (m)$$

Eq. 417 $$T_L = 3,372 + 0,053.\beta - 0,296.\cos(30.m) \quad (-)$$

avec :

β	l'angle d'élévation du soleil en ° ;
m	le rang du mois (1 pour janvier, 2 pour février, etc.), l'argument du cos est exprimé en °.

Cet angle d'élévation du soleil est égal à :

Eq. 194 $$\beta = \max\left[0;90 - \arccos\left[\cos\varphi.\cos\delta.\cos\omega + \sin\varphi.\sin\delta\right]\right] \quad (°)$$

avec :

φ la latitude, pour Uccle, soit +50,8° ;

δ l'inclinaison pour chacun des jours caractéristiques, en °, égal à

Eq. 195 $$\delta = \arcsin\left[-\sin(23,45).\cos\left(\frac{360}{365}.(d+10)\right)\right] \quad (°)$$

avec :

d le numéro de chacun des jours caractéristiques, voir le Tableau [1] .

On détermine l'angle d'incidence du soleil sur le plan j et sur le plan horizontal comme suit :

Eq. 418 $$\cos(\chi_{s,j}) = \begin{pmatrix} 0,775.\left[\sin(\delta).\cos(\theta_j) + \cos(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j).\cos(\varpi)\right] \\ -0,632.\left[\sin(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j) - \cos(\delta).\cos(\theta_j).\cos(\varpi)\right] \\ +\left[\cos(\delta).\sin(\theta_j).\sin(-\phi_j).\sin(\varpi)\right] \end{pmatrix} \quad (-)$$

Eq. 197 $$\chi_{s.hor} = 90 - \beta \quad (-)$$

C.3.3 Ensoleillement diffus

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan non ombragé comme suit :

Eq. 198 $$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor}.\ c_m.\left(\frac{1+\cos\theta_j}{2}\right) \quad (MJ/m^2)$$

avec :

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir le Tableau [1] ;

c_m un facteur de correction pour le caractère anisotrope du rayonnement diffus, voir le Tableau [22] ci-dessous ;

θ_j la pente du plan j, en °, c'est-à-dire l'angle entre la verticale et la normale au plan j.

Tableau [22] : Facteur de correction c_m pour le caractère anisotrope du rayonnement diffus

		Orientation (°)								
		0 (S)	±22,5	±45	±67,5	±90 (E/O)	±112,5	±135	±157,5	±180 (N)
Pente (°)	0 (H)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	22,5	1,03	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
	45	1,05	1,04	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,92	0,92
	67,5	1,06	1,05	1,03	0,99	0,94	0,90	0,86	0,84	0,83
	90 (V)	1,06	1,04	1,00	0,94	0,87	0,81	0,76	0,73	0,71
	112,5	0,98	0,97	0,92	0,85	0,76	0,68	0,63	0,60	0,60
	135	0,80	0,78	0,74	0,67	0,59	0,53	0,49	0,47	0,47
	157,5	0,58	0,56	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40	0,34
	180	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pour les pentes et les orientations intermédiaires, on commence par interpoler dans le tableau selon l'orientation à pente constante. Ensuite, on interpole dans un second temps selon la pente à orientation constante.

C.3.4 Ensoleillement réfléchi

On détermine l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan non ombragé comme suit :

Eq. 199 $$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos\theta_j}{2} \right)$$ (MJ/m²)

avec :

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé pour l'année de référence à Uccle en MJ/m², voir le Tableau [1].

C.4 Ensoleillement mensuel d'un plan ombragé

C.4.1 Pour un angle d'obstruction $\alpha_h \leq 60°$

C.4.1.1 Ensoleillement total

On suppose l'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé j quelconque égal à la somme des ensoleillements mensuels direct, diffus et réfléchi :

Eq. 200 $$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$ (MJ/m²)

avec :

$I_{s,dir,m,j,shad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m².

Les différents termes sont calculés aux paragraphes suivants.

C.4.1.2 *Ensoleillement direct*

On détermine l'ensoleillement mensuel direct du plan ombragé ($I_{s,dir,m,j,shad}$) de la même manière que pour un plan non ombragé. On applique les règles suivantes pour le calcul de l'ensoleillement direct journalier du plan considéré pour le jour caractéristique du mois considéré pour chaque angle horaire où le soleil se trouve au-dessus de l'horizon :

- Pour les angles horaires compris entre ω_1 et ω_2, pour lesquels l'élévation du soleil β est inférieure à l'angle d'obstacle α_h, on suppose l'ensoleillement direct égal à zéro ;
- Pour les autres angles horaires, on pratique une transformation des coordonnées sphériques pour l'angle azimutal du soleil γ_s et la hauteur du soleil β en un système d'axes pour lequel les obstacles sont définis. On obtient comme résultat les angles transformés γ_s' et β' ;
- Si le point (γ_s', β') tombe en-dehors du plan du ciel, l'ensoleillement direct est supposé égal à zéro. Sinon, l'ensoleillement direct est supposé égal à la valeur non ombragée.

L'angle azimutal du soleil γ_s est donné par :

Eq. 201 $$\gamma_s = -\mathrm{sign}(\omega) . \arccos\left(\frac{\cos(\chi_{s,hor}) . \sin(\varphi) - \sin(\delta)}{\sin(\chi_{s,hor}) . \cos(\varphi)}\right) \quad (-)$$

C.4.1.3 *Ensoleillement diffus*

On détermine l'ensoleillement diffus mensuel d'un plan ombragé comme suit :

Eq. 202 $$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \cdot \left(\frac{1+\cos(\theta_j)}{2}\right) . c_m . c_n \quad (MJ/m^2)$$

Eq. 203 $$c_n = \frac{\left(\left(\frac{180-\theta_j}{90}\right) . (1-\sin(\alpha_h)) - (1-\cos(\alpha_v))\right) . (180-\alpha_{sL}-\alpha_{sR})}{2 . (180-\theta_j)} \quad (-)$$

avec :

$I_{s,dif,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel diffus d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir le Tableau [1].

Si la formule pour la détermination de c_n conduit à une valeur négative, alors $c_n = 0$.

C.4.1.4 *Ensoleillement réfléchi*

On calcule l'ensoleillement réfléchi mensuel d'un plan quelconque comme suit :

Eq. 204 $$I_{s,refl,m,j,shad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right)$$ (MJ/m²)

avec :

$I_{s,tot,m,hor}$ l'ensoleillement mensuel total d'un plan horizontal non ombragé à Uccle, en MJ/m², voir le Tableau [1].

C.4.2 Pour un angle d'obstruction $\alpha_h > 60°$

Pour un angle d'obstruction $\alpha_h > 60°$, une distinction est faite entre obstacles liés au bâtiment et obstacles environnants.

L'ensoleillement mensuel d'un plan ombragé j se calcule alors suivant la relation suivante :

Eq. 205 $$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$$ (MJ/m²)

avec :

$F_{s,m,j,env\ obst}$ le facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants, (-) ;

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ l'ensoleillement pour le mois considéré sur le plan j, compte tenu de l'ombrage dû aux obstacles liés au bâtiment, en MJ/m².

C.4.2.1 *Ensoleillement $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$*

L'ensoleillement pour le mois considéré sur le plan j, compte tenu de l'ombrage dû aux obstacles liés au bâtiment, $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$, se calcule comme ci-dessous.

On suppose que l'ensoleillement $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ est égal à la somme des ensoleillements mensuels direct, diffus et réfléchi mais en ne prenant en compte que les obstacles liés au bâtiment (angle d'obstruction $\alpha_h = 0°$) :

Eq. 206 $$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$ (MJ/m²)

avec :

$I_{s,dir,m,j,shad}$ l'ensoleillement direct pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ l'ensoleillement diffus pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m² ;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ l'ensoleillement réfléchi pour le mois considéré sur le plan j, en MJ/m².

C.4.2.2 *Facteur d'ombrage*

Le facteur d'ombrage $F_{s,m,j,env\ obst}$ est calculé par interpolation linéaire par la relation suivante :

Eq. 207 $$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60°} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

où :

$F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ le facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants d'angle d'obstruction de 60°.

Les valeurs de $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ sont reprises dans les tableaux C0, en fonction de l'orientation et de l'inclinaison de la surface vitrée.

C.4.2.3 *Facteur d'ombrage dû aux obstacles environnants d'angle d'obstruction de 60°*

Ce paragraphe contient les tableaux C0 reprenant les valeurs mensuelles des facteurs d'ombrage $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ pour une série d'orientations et d'inclinaisons de surface vitrées.

Les valeurs sont données pour l'angle d'obstruction de 60°, angle à partir duquel le mode de prise en compte détaillé de l'ombrage est modifié.

Pour les orientations et les inclinaisons non reprises dans les tableaux, il faut faire une interpolation linéaire, en premier lieu suivant l'orientation, ensuite suivant l'inclinaison.

Pour les inclinaisons supérieures à 90°, les valeurs pour un angle d'inclinaison de 90° sont d'application.

Tableaux C0 : Facteurs d'ombrage – Angle d'obstruction de 60°

Tableau C0/ Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Février	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juin	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juillet	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Octobre	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tableau C0 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Février	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juillet	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Octobre	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tableau C0/ Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Février	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mars	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juin	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juillet	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tableau C0 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Mars	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Avril	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mai	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juin	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Septembre	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Octobre	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Novembre	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = 180° (NORD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Février	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Mars	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Avril	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mai	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juin	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juillet	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Août	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Septembre	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Octobre	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Mars	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Avril	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juin	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Septembre	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Octobre	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -90° (EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Février	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Mars	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Avril	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mai	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juin	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juillet	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Août	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Septembre	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Octobre	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Décembre	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tableau C0 / Orientation ϕ = -45° (SUD - EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Février	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juillet	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Novembre	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Facteur d'utilisation $a_{c,m,j}$: tableaux

Les tableaux C1 à C3 reprennent les valeurs mensuelles des facteurs d'utilisation $a_{c,m,j}$ des protections solaires pour une série d'orientations et d'inclinaisons de surfaces ensoleillées.

Pour les orientations et les inclinaisons non reprises dans les tableaux C1 à C3, il faut faire une interpolation linéaire, en premier lieu suivant l'orientation, ensuite suivant l'inclinaison.

Pour les inclinaisons supérieures à 90°, les valeurs pour un angle d'inclinaison de 90° sont d'application.

Tableaux C1 : Facteurs d'utilisation – Commande manuelle (résidentiel et non résidentiel) – Commande automatique (non résidentiel, pour calculs de chauffage)

Tableau C1 /Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Février	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Mars	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
Avril	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mai	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juin	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Août	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
Septembre	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Octobre	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
Novembre	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
Décembre	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tableau C1 / Orientation ϕ = 30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Février	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Mars	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
Avril	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mai	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Août	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
Septembre	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
Novembre	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
Décembre	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Février	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Mars	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
Avril	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mai	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juin	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juillet	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Août	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
Novembre	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
Décembre	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Orientation ϕ = 60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Février	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Mars	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
Avril	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mai	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juillet	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Octobre	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
Novembre	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
Décembre	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tableau C1 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Février	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Mars	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
Avril	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mai	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juin	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juillet	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Août	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
Septembre	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Octobre	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
Novembre	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
Décembre	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tableau C1 / Orientation ϕ = 120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
Avril	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mai	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juin	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juillet	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Août	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
Septembre	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Octobre	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
Avril	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mai	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juin	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juillet	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Août	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
Septembre	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Octobre	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mai	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juin	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juillet	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Août	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
Septembre	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mai	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juin	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juillet	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Août	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
Septembre	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mai	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juin	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juillet	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Août	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
Septembre	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mai	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juin	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juillet	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Août	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
Septembre	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
Avril	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mai	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juin	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juillet	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Août	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
Septembre	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Octobre	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ =-90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Février	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Mars	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
Avril	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mai	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juin	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juillet	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Août	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
Septembre	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Octobre	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
Novembre	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Février	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Mars	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
Avril	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mai	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Août	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
Septembre	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Octobre	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
Novembre	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Février	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Mars	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
Avril	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mai	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juin	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Août	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
Septembre	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Octobre	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
Novembre	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
Décembre	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Orientation ϕ = -30°					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Février	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Mars	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
Avril	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mai	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juillet	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
Septembre	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Octobre	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
Novembre	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
Décembre	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

Tableaux C2 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (résidentiel)

Tableau C2 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68
Février	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74
Mars	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75
Avril	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65
Mai	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59
Juin	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55
Août	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62
Septembre	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72
Octobre	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81
Novembre	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64
Décembre	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56

Tableau C2 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63
Février	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71
Mars	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74
Avril	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68
Mai	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53
Août	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73
Octobre	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82
Novembre	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64
Décembre	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58

Tableau C2 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60
Février	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68
Mars	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70
Avril	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67
Mai	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65
Juin	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51
Août	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72
Octobre	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82
Novembre	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62
Décembre	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42

Tableau C2 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54
Février	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64
Mars	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67
Avril	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66
Mai	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68
Juillet	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52
Août	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62
Septembre	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69
Octobre	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80
Novembre	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62
Décembre	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33

Tableau C2 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27
Février	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49
Mars	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55
Avril	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60
Mai	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62
Juin	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64
Juillet	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50
Août	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59
Septembre	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62
Octobre	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70
Novembre	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09

Tableau C2 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00
Mars	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30
Avril	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41
Mai	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51
Juin	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55
Juillet	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38
Août	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45
Septembre	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40
Octobre	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46
Novembre	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07
Avril	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31
Mai	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41
Juin	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47
Juillet	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31
Août	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34
Septembre	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22
Octobre	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01
Avril	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12
Mai	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29
Juin	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34
Juillet	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21
Août	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18
Septembre	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06
Octobre	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mai	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juin	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juillet	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Août	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
Septembre	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mai	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juin	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juillet	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Août	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
Septembre	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
Avril	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mai	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juin	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juillet	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Août	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
Septembre	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Mars	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
Avril	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mai	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juin	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juillet	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Août	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
Septembre	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Octobre	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Février	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Mars	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
Avril	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mai	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juin	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juillet	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Août	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
Septembre	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Octobre	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
Novembre	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Février	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Mars	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
Avril	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mai	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juin	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Août	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
Septembre	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Octobre	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
Novembre	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
Décembre	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tableau C2 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Février	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Mars	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
Avril	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mai	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Août	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
Septembre	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Octobre	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
Novembre	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
Décembre	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tableau C2 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Février	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Mars	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
Avril	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mai	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juin	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juillet	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Août	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
Septembre	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Octobre	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
Novembre	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
Décembre	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tableaux C3 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (non résidentiel)

Tableau C3 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69
Février	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75
Mars	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76
Avril	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68
Mai	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65
Juin	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68
Septembre	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74
Octobre	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83
Novembre	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69
Décembre	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65

Tableau C3 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70
Février	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73
Mars	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77
Avril	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72
Mai	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66
Juin	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62
Août	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70
Septembre	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76
Octobre	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83
Novembre	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67
Décembre	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62

Tableau C3 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63
Février	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72
Mars	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74
Avril	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68
Juin	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68
Juillet	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62
Août	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68
Septembre	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75
Octobre	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84
Novembre	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65
Décembre	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55

Tableau C3 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60
Février	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67
Mars	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69
Avril	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67
Mai	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66
Juin	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68
Juillet	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58
Août	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66
Septembre	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73
Octobre	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83
Novembre	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64
Décembre	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40

Tableau C3 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37
Février	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54
Mars	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60
Avril	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62
Mai	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63
Juin	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65
Juillet	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53
Août	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60
Septembre	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64
Octobre	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71
Novembre	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50
Décembre	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18

Tableau C3 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03
Mars	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35
Avril	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46
Mai	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53
Juin	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58
Juillet	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41
Août	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49
Septembre	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43
Octobre	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49
Novembre	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15
Avril	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32
Mai	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44
Juin	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48
Juillet	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32
Août	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38
Septembre	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27
Octobre	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01
Avril	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15
Mai	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31
Juin	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37
Juillet	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23
Août	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22
Septembre	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00
Mai	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01
Juin	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02
Juillet	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01
Août	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00
Septembre	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03
Mai	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22
Juin	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32
Juillet	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22
Août	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14
Septembre	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02
Avril	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19
Mai	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35
Juin	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42
Juillet	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35
Août	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26
Septembre	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08
Mars	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19
Avril	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31
Mai	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47
Juin	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52
Juillet	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45
Août	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36
Septembre	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25
Octobre	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21
Février	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40
Mars	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46
Avril	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50
Mai	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59
Juin	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62
Juillet	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57
Août	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53
Septembre	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48
Octobre	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38
Novembre	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45
Février	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56
Mars	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64
Avril	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59
Mai	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65
Juin	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62
Août	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61
Septembre	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63
Octobre	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61
Novembre	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43
Décembre	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42

Tableau C3 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49
Février	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63
Mars	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68
Avril	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62
Mai	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65
Juin	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64
Septembre	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68
Octobre	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68
Novembre	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56
Décembre	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47

Tableau C3 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62
Février	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72
Mars	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71
Avril	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65
Juin	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62
Août	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65
Septembre	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71
Octobre	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74
Novembre	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63
Décembre	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58

Annexe D Le rendement d'émission

La méthode de calcul détaillée donnée ici s'applique uniquement aux secteurs énergétiques qui n'ont qu'un seul système d'émission de chaleur composé de radiateurs, d'un chauffage par le sol ou d'un chauffage mural.

Les éléments calculés de manière plus détaillée sont les déperditions de chaleur supplémentaires à travers la paroi extérieure située derrière ou sous les systèmes d'émission de chaleur.

Dans la présente annexe, on établit à plusieurs reprises une distinction entre une valeur de consigne variable et une valeur de consigne constante de la température de départ de l'eau du circuit : voir le § 9.2.2.2 pour une description plus détaillée de cette distinction.

D.1 Temps de fonctionnement conventionnel du système d'émission de chaleur

On détermine le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur d'un secteur énergétique i comme suit :

- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a :

Eq. 208 $$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\left[29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}\right].\left(18 - \theta_{e,m}\right)/29} \quad \text{(Ms)}$$

- Si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a :

Eq. 209 $$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}} \quad \text{(Ms)}$$

Dans les deux formules :

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2 ;
$H_{T,heat,seci}$	le coefficient de transfert thermique par transmission du secteur énergétique i à la température extérieure de base, en W/K ;
$V_{sec\ i}$	le volume du secteur énergétique i, en m³ ;
$\theta_{e,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle, voir le Tableau [1].

D.2 Température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission

On détermine, pour chaque mois de la saison de chauffe, la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement comme suit :

- si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est variable, on a :

Eq. 210 $$\theta_{c,sec\ i,m} = 21 + \left(\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} - 21\right)\left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29}\right]^{0,75} \quad \text{(°C)}$$

- si la valeur de consigne de la température de départ de l'eau du circuit est constante, on a :

Eq. 211 $$\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta eb} \quad \text{(°C)}$$

mais en présence d'une chaudière standard sans post-mélange à l'aide d'une vanne à trois voies, il faut toujours calculer avec $\theta_{c,sec\ i,m}$ = 80°C, indépendamment de la température de conception du circuit d'émission.

avec :

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour la température extérieure de base, telle que déterminée ci-dessous, en °C ;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, voir le Tableau [1].

On détermine la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission pour une température extérieure de base (c.-à-d. pour les conditions de conception), comme suit :

Eq. 212 $\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0{,}5.(\theta_{supply,design,sec\ i} + \theta_{return,design,sec\ i})$ (°C)

avec :

$\theta_{supply,design,sec\ i}$ la température de départ de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (pour la température extérieure de base), en °C ;

$\theta_{return,design,sec\ i}$ la température de retour de conception de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i (à la température extérieure de base), en °C.

On peut prendre comme valeurs par défaut :

- pour le chauffage par le sol et le chauffage mural :
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 55°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 45°C
- pour des radiateurs :
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 90°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 70°C

De meilleures valeurs peuvent être adoptées conformément à des règles déterminées par le Ministre.

D.3 Radiateurs

On calcule les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires, $\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$, pour les radiateurs du secteur énergétique i, à travers les parois situées derrière les radiateurs, comme suit :

Eq. 213
$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \left\{ U_j \cdot A_{rad,j} \cdot \max\left(0 ; w \cdot \theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w) \cdot \theta_{e,m} - 18\right) \right\}$$ (MJ)

avec :

$\theta_{c,sec\ i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon le § D.2, en °C ;

$\theta_{e,m}$ la température extérieure mensuelle moyenne, voir le Tableau [1] ;

$t_{heat,sec\ i,m}$	le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i, déterminé selon le § D.1, en Ms ;
w	un facteur de pondération. Il est de 0,4 dans le cas où un écran réfléchissant possédant un facteur d'émissivité inférieur à 0,2 est présent derrière un radiateur j et de 0,8 dans tous les autres cas, (-) ;
U_j	la valeur U des parois extérieures situées derrière le radiateur j, en W/(m².K) ;
$A_{rad,j}$	la surface projetée du radiateur j, en m².

Il faut faire une somme sur tous les radiateurs j du secteur énergétique i qui sont placés contre une paroi extérieure.

Le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i, $\eta_{em,heat,seci,m}$, est égal à :

Eq. 214 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{rad,sec\ i,m}} \quad (-)$$

avec :

η	le multiplicateur repris au Tableau [23]. Ce multiplicateur tient compte des déperditions supplémentaires de régulation et des déperditions résultant de la stratification de la température ;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2 ;
$\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$	la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle derrière les radiateurs du secteur énergétique i, en MJ.

Tableau [23] : Multiplicateur η

Chauffage central à eau chaude		
régulation de la température intérieure	régulation de la température de départ de l'eau du circuit	
	valeur de consigne constante	valeur de consigne variable
commande de la température par local	0,92	0,94
autre	0,90	0,92

D.4 Chauffage par le sol

On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les planchers du secteur énergétique i, $\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$, comme suit :

Eq. 215 $$\Delta Q_{fl.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_j \left(U^*_{f,j} \times A_{f,j}\right)$$ (MJ)

avec :

$\theta_{c,sec\ i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, telle que déterminée selon le § D.2, en °C ;

$t_{heat,sec\ i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i, déterminé selon le § D.1, en Ms ;

$A_{f,j}$ la surface de plancher occupée par le chauffage par le sol j, au prorata de la part de ce plancher à travers lequel surviennent des déperditions par transmission, en m² ;

$U^*_{f,j}$ la valeur U équivalente du plancher sous le chauffage par le sol j, donnée ci-dessous.

- Dans le cas de planchers sur terre-plein, $U^*_{f,j}$ est donnée par :

Eq. 216 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75$$ (m².K/W)

avec :

$U_{f,j}$ la valeur U du plancher, calculée à partir de l'environnement intérieur jusqu'à la surface de séparation avec le sol, en W/(m².K).

- Dans le cas de planchers au-dessus d'une cave ou d'un vide sanitaire, $U^*_{f,j}$ est donnée par :

Eq. 217 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}}$$ (m².K/W)

où $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ et $U_{x,j}$ sont calculées selon les spécifications de l'annexe DRT au présent arrêté, en W/(m².K).

- Dans le cas de planchers en contact avec l'air extérieur, $U^*_{f,j}$ est donnée par :

Eq. 218 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25$$ (m².K/W)

avec :

$U_{f,j}$ le coefficient de transmission thermique du plancher de l'environnement intérieur jusqu'à l'air extérieur, calculé selon les spécifications les spécifications de l'annexe DRT au présent arrêté, en W/(m²K).

Il faut faire une somme sur tous les chauffages par le sol j du secteur énergétique i qui sont intégrés dans des parois délimitant le volume protégé.

On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i, $\eta_{em,heat,sec\ i,m}$, est égal à :

Eq. 219 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}}$$ (-)

avec :

η le multiplicateur repris au Tableau [23] ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2 ;

$\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$ la déperdition de chaleur supplémentaire mensuelle par les planchers dans le secteur énergétique i, en MJ.

D.5 Chauffage mural

On calcule la déperdition de chaleur mensuelle supplémentaire à travers les murs du secteur énergétique i, $\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$, comme suit :

Eq. 220 $$\Delta Q_{wall.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) \cdot t_{heat,seci,m} \cdot \sum_j \left(U^*_{wall,j} \cdot A_{wall,j}\right)$$ (MJ)

avec :

$\theta_{c,sec\ i,m}$ la température moyenne de l'eau dans le circuit d'émission du secteur énergétique i pendant le temps de fonctionnement conventionnel pour le mois considéré, déterminée selon le § D.2, en °C ;

$t_{heat,sec\ i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur dans le secteur énergétique i, déterminé selon le § D.1, en Ms ;

$A_{wall,j}$ la surface de la paroi verticale extérieure j, derrière le plan contenant le chauffage mural, en m² ;

$U^*_{wall,j}$ le coefficient de transmission thermique équivalente de la paroi verticale extérieure j, derrière le plan contenant le chauffage mural, donné par :

Eq. 221 $$U^*_{wall,j} = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175}$$ (W/(m².K))

avec :

$U_{wall,j}$ le coefficient de transmission thermique de la paroi verticale extérieure j située derrière l'élément.

Il faut faire une somme sur toutes les parois verticales extérieures j du secteur énergétique i, dans lesquelles un chauffage mural est intégré.

On suppose que le rendement d'émission mensuel du secteur énergétique i, $\eta_{em,heat,seci,m}$, est égal à :

Eq. 222 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}}$$ (-)

avec :

η le multiplicateur repris au Tableau [23], (-) ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2 ;

$\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$ les déperditions de chaleur mensuelles supplémentaires par les murs dans le secteur énergétique i, en MJ.

Annexe E Les déperditions de distribution

Le § E.1 présente annexe s'applique uniquement aux secteurs énergétiques alimentés par un seul réseau en-dehors du volume protégé. Si ce réseau fournit également de la chaleur à d'autres secteurs énergétiques, il faut en outre que chacun de ces autres secteurs énergétiques n'ait pas recours à un second réseau indépendant en-dehors du volume protégé. (Si l'ensemble du volume protégé constitue 1 seul secteur énergétique, chacune de ces conditions est remplie automatiquement.)

On calcule tout d'abord le rendement de l'ensemble du réseau. Ce rendement s'applique alors à tous les secteurs énergétiques approvisionnés en chaleur par ce réseau, même quand un secteur énergétique n'utilise qu'une partie du réseau.

E.1 Rendement de distribution

Le rendement moyen mensuel de distribution, $\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$, d'un secteur énergétique i est égal au rendement moyen mensuel de distribution du réseau de distribution de chaleur n qui approvisionne le secteur énergétique en chaleur :

Eq. 223 $\eta_{distr,heat,sec\ i,m} = \eta_{distr,heat,netw\ n,m}$ (-)

avec :

Eq. 224 $$\eta_{distr,heat,netw\ n,m} = \frac{Q_{out,heat,netw\ n,m}}{Q_{in,heat,netw\ n,m}}$$ (-)

avec :

Eq. 225 $Q_{in,heat,netw\ n,m} = Q_{out,heat,netw\ n,m} + Q_{distr,heat,netw\ n,}m$ (MJ)

et

Eq. 226 $$Q_{out,heat,netw\ n,m} = \sum_{i} \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{em,heat,sec\ i,m}}$$ (MJ)

avec :

$Q_{out,heat,netw\ n,m}$	la quantité mensuelle de chaleur fournie par le réseau de distribution de chaleur n aux secteurs énergétiques que le réseau dessert, en MJ ;
$Q_{in,heat,netw\ n,m}$	la quantité mensuelle de chaleur fournie par l'installation de production de chaleur ou par le ballon d'eau chaude au réseau de distribution de chaleur n, en MJ ;
$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	la quantité mensuelle de chaleur perdue par le réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé, en MJ ;
$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$	le rendement mensuel d'émission d'un secteur énergétique i, déterminé selon le § 9.2.2.2 ou selon l'Annexe D de la présente annexe, (-) ;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage d'un secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 7.2.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le réseau. Si le réseau de distribution de chaleur fournit aussi de l'énergie à des parties du bâtiment pour lesquelles on n'effectue aucun calcul de performance énergétique, on ne tient pas compte de l'effet de ces autres parties du bâtiment :

- on ne tient pas compte des déperditions des conduites de distribution qui desservent uniquement ces autres parties de bâtiment ;
- l'énergie fournie par le réseau à ces autres parties de bâtiment n'est pas non plus prise en compte dans le calcul de l'output du réseau.

E.2 Les déperditions de chaleur du réseau de distribution de chaleur

On détermine la déperdition de distribution du réseau, tant dans le cas de conduites d'eau que de conduits d'air, comme suit :

Eq. 321 $$Q_{distr,heat,netw\ n,m} = t_{heat,netw\ n,m} \cdot f_{insul,netw\ n} \cdot \sum_j \left(\theta_{c,netw\ n,m} - \theta_{amb,m,j}\right) \cdot \left(\frac{l_j}{R_{l,j}}\right) \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$t_{heat,netw\ n,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du réseau de distribution de chaleur n, en Ms. On suppose sa valeur égale au maximum des temps de fonctionnement conventionnels $t_{heat,sec\ i,m}$ (déterminés selon le § D.1, tant pour les systèmes de chauffage par eau que pour les systèmes de chauffage par air) des secteurs énergétiques i desservis par le réseau ;

$f_{insul,netw\ n}$ un facteur de correction pour prendre en compte l'effet de ponts thermiques sur la résistance thermique des segments du réseau de distribution de chaleur n, déterminé comme $f_{insul,circ\ k}$ au § 9.3.2.2 en transposant l'indice "circ k" en "netw n" et les mots "la conduite de circulation" et "la conduite de circulation k" en "le réseau de distribution de chaleur" et "le réseau de distribution de chaleur n", (-) ;

$\theta_{c,netw\ n,m}$ la température moyenne mensuelle du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n, en °C. On suppose sa valeur égale au maximum des températures moyennes mensuelles du fluide caloporteur dans les circuits d'émission de chacun des secteurs énergétiques desservis par le réseau. Ces températures sont déterminées comme suit par secteur énergétique :

- dans le cas de l'eau comme fluide caloporteur : il s'agit de la température $\theta_{c,sec\ i,m}$, déterminée selon le § D.2 (même lorsqu'il s'agit d'un autre système de chauffage que des radiateurs, ou qu'un chauffage par le sol ou par le mur, par exemple, des convecteurs)
- dans le cas de l'air comme fluide caloporteur : on utilise, pour chaque mois, la valeur moyenne pendant la saison de chauffe, donnée par :

Eq. 228 $$\theta_{c,sec\ i} = 8 + 0{,}6\ \theta_{supply,design,sec\ i} \quad \text{(°C)}$$

avec $\theta_{supply,design,sec\ i}$ la température de départ de conception de l'air pour la température extérieure de base. On peut prendre 50°C comme valeur par défaut. Si l'on utilise une autre température de conception, des calculs détaillés de la

conception du système d'émission (pour chaque local chauffé du secteur énergétique i) doivent faire partie de la déclaration PEB.

$\theta_{amb,m,j}$ la température ambiante moyenne mensuelle du segment j du réseau de distribution de chaleur, en °C :
- si le segment se trouve dans un espace adjacent non chauffé, on a :

Eq. 229 $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0,4.\theta_{e,m}$;

- si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, on a :

Eq. 230 $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

avec :

$\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

l_j la longueur du segment j, en m ;

$R_{l,j}$ la résistance thermique linéaire du segment j, en m.K/W, déterminée selon le § E.3.

Il faut faire une somme sur tous les segments j du réseau de distribution de chaleur n en dehors du volume protégé.

E.3 Détermination de la résistance thermique linéaire

La résistance thermique linéaire donne le flux de chaleur d'un segment du réseau de distribution de chaleur par unité de longueur et par degré de différence de température.

Les équations ci-dessous sont basées sur la norme NBN EN ISO 12241. La résistance de transmission thermique interne et la résistance propre de la conduite ou de la gaine sont supposées négligeables dans la formule.

En ce qui concerne les manteaux isolants multi-coques, on fait directement référence à cette norme.

Si pour un segment, l'épaisseur de l'isolant n'est pas connue, on considère que ce segment n'est pas isolé.

E.3.1 Conduites et gaines rondes

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit :

Eq. 322 $$R_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}.\pi.D_{e,j}} \quad \text{(m.K/W)}$$

avec :

$\lambda_{insul,j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j, déterminée pour une température de référence de 40°C au minimum, en W/(m.K) ;

$D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m ;

$D_{i,j}$ le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m ;

$h_{se,j}$ le total des coefficients de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) du segment j, en W/(m².K), supposé égal à :
- à l'intérieur du volume protégé : $h_{se,j} = 8$;
- dans un espace adjacent non chauffé : $h_{se,j} = 10$;
- à l'extérieur : $h_{se,j} = 25$.

E.3.2 Gaines rectangulaires

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit :

Eq. 323 $$R_{l,j} = \frac{d_{insul,j}}{2 \cdot \lambda_{insul,j} \cdot \left(H_j + B_j - 2 \cdot d_{insul,j}\right)} + \frac{1}{2 \cdot h_{se,j} \cdot \left(H_j + B_j\right)} \quad \text{(m.K/W)}$$

avec :

$\lambda_{insul,j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j, déterminée pour une température de référence de 40°C au minimum, en W/(m.K) ;

$d_{insul,j}$ l'épaisseur de l'isolation thermique autour de la gaine, en m ;

H_j la hauteur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;

B_j la largeur de la gaine isolée (dimension extérieure), en m ;

$h_{se,j}$ le coefficient de transmission thermique externe (par convection + par rayonnement) total du segment j, en W/(m².K), tel qu'établi au § E.3.1.

E.3.3 Conduites souterraines

On calcule la résistance thermique linéaire $R_{l,j}$ du segment j comme suit :

Eq. 233 $R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E$ (m.K/W)

avec :

Eq. 324 $$R'_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad \text{(m.K/W)}$$

et :

Eq. 235 $$R_E = \frac{1}{2.\pi.\lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2.H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad \text{(m.K/W)}$$

avec :

$\lambda_{insul,j}$ la conductivité thermique de l'isolation thermique autour du segment j, déterminée pour une température de référence de 40°C au minimum, en W/(m.K) ;

$D_{e,j}$ le diamètre extérieur de l'isolation, en m ;

$D_{i,j}$	le diamètre extérieur de la conduite non isolée, en m ;
λ_E	la conductivité thermique du sol environnant. On prend comme valeur : λ_E = 2 W/(m.K) ;
$H_{E,j}$	la distance entre le centre de la conduite et la surface du sol, en m.

Annexe F Facteurs fixés pour les vecteurs énergétiques

Pour la détermination du facteur de conversion conventionnel en énergie primaire, il y a deux cas :

- dans le cas d'un lien avec une fourniture de chaleur externe : $f_p = f_{p,dh}$, le facteur en énergie primaire équivalent de ce système, à déterminer en détail selon des règles déterminées par le Ministre et par défaut égale à 2,0 (-) ;
- dans les autres cas : le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie de l'appareil producteur considéré, tel que défini dans le Tableau [29] ci-dessous, (-).

Tableau [29] : Facteur de conversion en énergie primaire, Rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur et Facteur d'émission de CO_2, par vecteur énergétique

Vecteur énergétique	f_p	$f_{NCV/GCV}$	f_{CO2}
Gaz naturel	1,00	0,90	0,056
Mazout	1,00	0,94	0,073
Propane/Butane/GPL	1,00	0,92	0,062
Charbon	1,00	0,96	0,093
Bois	1,00	0,93	0
Pellets	1,00	0,91	0
Electricité	2,50	1,00	0,179
Electricité produite par une installation photovoltaïque	2,50	1,00	0,179
Electricité produite par une installation de cogénération	2,50	1,00	0,179
Energie renouvelable issue de l'environnement	1,00	1,00	0,000
Autres combustibles (1)	Equivalence		

(1) En ce qui concerne les vecteurs énergétiques qui ne figurent pas encore explicitement dans le tableau, le Ministre peut déterminer les valeurs à appliquer.

Annexe G Détermination du rendement thermique d'un récupérateur de chaleur

Le rendement thermique d'un récupérateur, η_{test}, est calculé selon le § G.2, sur base des résultats d'un essai selon le § G.1. La valeur par défaut du rendement thermique valable quel que soit le débit est $\eta_{test} = 0$.

Le débit volumique de test, $q_{v,test}$, est défini comme le plus petit des deux débits volumiques suivants : respectivement, celui de l'air extrait (q_{v11}) et de l'air fourni (q_{v22}) pendant le test selon le § G.1.

Le Ministre peut définir des spécifications complémentaires et/ou divergentes pour la détermination du rendement thermique d'un récupérateur de chaleur.

G.1 Mesure

Le test peut être réalisé, au choix, selon la norme NBN EN 308, de la norme NBN EN 13141-7 ou de la norme NBN EN 13141-8, en tenant compte des spécifications supplémentaires du, respectivement, § G.1.1 et du § G.1.2.

Le rapport d'essai doit contenir au moins les données de mesure suivantes :

- les températures mesurées à toutes les entrées et sorties du groupe de traitement d'air : la température de l'air neuf (t_{21}), de l'air fourni (t_{22}), de l'air extrait (t_{11}) et de l'air rejeté (t_{12}), en °C [19] ;
- les débits volumiques mesurés de l'air fourni ($q_{v22,test}$) et de l'air extrait ($q_{v11,test}$), en m^3/h ;
- la puissance électrique totale mesurée, absorbée par le groupe de traitement d'air lors de l'essai ($P_{elec,ahu,test}$), en W. Il s'agit de la puissance électrique totale de l'appareil complet y compris tous les ventilateurs et, le cas échéant, tous les éléments auxiliaires ;
- la position des ventilateurs par rapport à l'échangeur de chaleur dans l'appareil testé.

G.1.1 Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 308

Le test doit être réalisé suivant les exigences de mesurage décrites aux paragraphes § 5.5 et § 6.4 de la norme NBN EN 308, à l'exception des points suivants :

- le test doit être réalisé sur l'appareil de récupération de chaleur complet (incluant les châssis, ventilateurs, etc.), non modifié. Un appareil de récupération de chaleur contient toujours au moins un caisson et un échangeur de chaleur. L'appareil de récupération de chaleur testé doit également contenir tous les composants normalement présents dans le caisson de l'appareil à récupération de chaleur comme, par exemple, des ventilateurs, des filtres, un by-pass, des batteries de chauffage ou de refroidissement, etc. L'appareil à récupération de chaleur ne peut pas être modifié pour le test, par exemple, de l'isolation thermique supplémentaire ne peut pas être ajoutée ;
- il n'y a pas d'exigence concernant l'équilibre thermique (cfr. § 6.6 de la norme NBN EN 308) ;
- il n'y a pas d'exigence concernant les fuites internes et externes ;

[19] Remarque : pour la température, le symbole t est utilisé dans la norme NBN EN 308 et le symbole θ dans la norme NBN EN 13141-7 et la norme NBN EN 13141-8.

- il n'est pas exigé que le test soit réalisé pour différentes combinaisons de débits d'alimentation et d'extraction tel que décrit dans la norme.Par contre, il est exigé que le test :
  - porte sur un ou plusieurs débits, au choix. Le champ d'application du résultat final sera fonction du/ des débit(s) testés (voir texte principal de la présente annexe) ;
  - on s'appliquera autant que possible à établir un équilibre entre les débits volumiques d'alimentation et d'extraction ;
- seules les conditions d'admission d'air du test telles que reprises dans la table ci-dessous, extraite de la norme NBN EN 308 sont à considérer. Les mesurages réalisés à d'autres températures ne sont pas valables pour déterminer le rendement thermique décrit ci-après.

Tableau [26] : Catégorie du récupérateur de chaleur

Catégorie du récupérateur de chaleur (voir définitions de NBN EN 308)	**I II IIIa**	**IIIb**
Température de l'air extrait	25°C	25°C
Température humide de l'air extrait	< 14°C	18°C
Température de l'air neuf	5°C	5°C
Température humide de l'air neuf		3°C

G.1.2 Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 13141-7 ou selon la norme NBN EN 13141-8

L'essai doit être réalisé conformément aux conditions de la norme NBN EN 13141-7 ou de la norme NBN EN 13141-8, pour les conditions de température du test 1

G.2 Calcul

Le rendement thermique d'un récupérateur de chaleur est donné d'après :

Eq. 236 $$\eta_{test} = \frac{(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha})}{2} \quad (-)$$

Les rapports de température du côté de l'air fourni ($\eta_{t,sup}$) et du côté de l'air extrait($\eta_{t,eha}$) sont calculés au moyen des températures mesurées pendant l'essai et sont corrigées par convention pour tenir compte de la chaleur provenant de l'énergie électrique consommée :

Eq. 237 $$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Eq. 238 $$\eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Si l'appareil à récupération de chaleur ne contient pas de ventilateurs, les différences de température, Δt_{11}, Δt_{12}, Δt_{21}, Δt_{22}, sont égales à 0.

Dans les autres cas, les différences de température correspondant à la position des ventilateurs doivent être calculées par convention selon une des 4 configurations décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau [27] : Formules pour les différences de température correspondant à la position des ventilateurs

		Ventilateur d'extraction	
		Dans la position air extrait (11)	Dans la position air rejeté (12)
Ventilateur d'amenée d'air	En position air neuf (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	En position air fourni (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Pour un récupérateur de chaleur donné, il est possible d'effectuer des tests portant sur plusieurs débits. A chaque rendement thermique correspond un débit d'essai qui détermine la portée du champ d'application du texte (voir texte principal de la présente annexe).

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 2 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

« Annexe A3 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE DES UNITES RESIDENTIELLES (Méthode PER)

1 Introduction

Cette annexe présente la méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités non résidentielles ayant une ou plusieurs fonctions spécifiques, ci-après dénommées "unités PEN".

La structure globale de la méthode est analogue à celle appliquée aux unités résidentielles, ci-après dénommées "unités PER" ; voir le chapitre 4 de l'annexe A.1 au présent arrêté (Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des unités résidentielles).

On trouvera une liste des références normatives, des définitions, des symboles, des abréviations et des indices au chapitre 1, 2 et 3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Le Ministre peut définir des spécifications complémentaires pour déterminer l'impact des atrias ou des doubles façades ventilées sur les performances énergétiques d'une unité PEN.

2 Définition de la surface d'utilisation

La surface d'utilisation d'un espace ou d'un groupe d'espaces est la surface, mesurée au niveau du sol, délimitée par les parois verticales qui enveloppent l'espace ou le groupe d'espaces. Pour les escaliers et les planchers en pente, on prend en considération leur projection verticale sur le plan horizontal.

La détermination de la surface d'utilisation ne tient pas compte de :

- une cage d'escalier, une cage d'ascenseur ou un vide ;
- un mur porteur intérieur.

Lors de la détermination de la limite, on peut ne pas tenir compte d'une réservation ou d'un renfoncement secondaire, ni d'un élément de construction en saillie secondaire, si sa surface au sol est inférieure à 0,5 m².

3 Schématisation du bâtiment

3.1 Principe

La performance énergétique concerne souvent un sous-volume d'un bâtiment, selon, par exemple, que les espaces sont chauffés (et/ou refroidis) ou non, selon la fonction des différentes parties, etc. C'est pourquoi, pour déterminer la performance énergétique, on subdivise par convention le bâtiment en différentes parties. Chaque sous-volume qui doit satisfaire en soi à une exigence de performance énergétique relative à un bâtiment non résidentiel, est appelé "unité PEN". Au besoin, on procède à une subdivision supplémentaire en zones de ventilation et secteurs énergétiques afin de pouvoir tenir compte correctement des différents types d'installations dans les calculs et à une subdivision supplémentaire en parties fonctionnelles afin de pouvoir considérer les spécificités d'utilisation des différentes fonctions.

3.2 Subdivision du bâtiment

Toutes les définitions, tous les principes et toutes les règles à respecter relatifs à la subdivision d'un bâtiment sont déterminées par le Ministre.

4 Niveau de consommation d'énergie primaire

Le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEN est donné par le rapport entre la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN et une valeur de référence, multiplié par 100 :

Eq. 1 $$E_{EPNR} = 100 \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}} \quad (-)$$

où :

E_{EPNR}	le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEN, (-) ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, calculée selon le § 10.2, en MJ ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$	la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, comme selon l'Annexe C de la présente annexe, en MJ.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

5 Besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification

5.1 Principe

Les besoins nets en énergie pour le chauffage ou le refroidissement doivent être déterminés par secteur énergétique, pour tous les mois de l'année, pour être ensuite utilisés pour le calcul des besoins bruts en énergie (voir le § 6).

Pour le chauffage, les températures intérieures et de nombreux autres paramètres étant définis pour chaque fonction, il faut calculer préalablement les besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle et effectuer ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique considéré. Le calcul de ces besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle tient compte de l'intermittence et du profil d'occupation de cette partie fonctionnelle, tels que repris au Tableau [2], ainsi que de la masse thermique de la partie fonctionnelle.

Pour le refroidissement, de nombreux paramètres étant définis pour chaque fonction, il faut calculer préalablement les besoins nets en énergie mensuels par partie fonctionnelle et effectuer ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique considéré.

Pour l'eau chaude sanitaire, les besoins nets en énergie sont définis par fonction et calculés par point de puisage d'eau chaude (voir le § 5.10). On peut également tenir compte d'une récupération de chaleur. On distingue les points de puisage d'eau chaude comme suit :

- les douches et/ou baignoires ;
- les éviers de cuisine ;
- les autres points de puisage d'eau chaude, tels que les lavabos.

Tous les points de puisage d'eau chaude de l'unité PEN sont pris en considération.

Si les installations du bâtiment comprennent des dispositifs destinés à humidifier l'air neuf introduit dans (une partie de) l'unité PEN, on détermine la quantité d'énergie de vaporisation mensuelle nécessaire par humidificateur, compte tenu d'une éventuelle récupération d'humidité de l'air repris.

Tableau [1] : Valeurs mensuelles de la longueur du mois (t_m)de la température extérieure moyenne pour les calculs de chauffage ($\theta_{e,heat,m}$) et pour les calculs de refroidissement ($\theta_{e,cool,m}$)

Mois	t_m (Ms) [1]	$\theta_{e,heat,m}$ (°C)	$\theta_{e,cool,m}$ (°C)
Janvier	2,6784	3,2	3,9
Février	2,4192	3,9	4,8
Mars	2,6784	5,9	6,1
Avril	2,5920	9,2	9,8
Mai	2,6784	13,3	13,8
Juin	2,5920	16,2	17,1
Juillet	2,6784	17,6	17,8
Août	2,6784	17,6	18,1
Septembre	2,5920	15,2	16,3
Octobre	2,6784	11,2	11,9
Novembre	2,5920	6,3	6,7
Décembre	2,6784	3,5	3,5

[1] 1 Ms, 1 Megaseconde, équivaut à 1 million de secondes.

Tableau [2] : Profil conventionnel d'occupation pour chaque fonction

Fonctions		**Heure de début d'occupation**	**Heure de fin d'occupation**	**Jours par semaine**	**Fraction d'occupation par semaine**
Hébergement		0h	24h	7	1,00
Bureaux		8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Enseignement		8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0h	24h	7	1,00
	Sans occ. nocturne	8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
	Salle d'opération	0h	24h	7	1,00
Rassemblement	Occupation importante	9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54
	Faible occupation	9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54
	Cafétéria / Réfectoire	8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Cuisine		10h	20h	6 (Lu → Sa)	0,36
Commerce / Services		8h	20h	6 (Lu → Sa)	0,43
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50
	Fitness / Danse	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50
	Sauna / Piscine	8h	22h	6 (Lu → Sa)	0,50

Locaux techniques	0h	24h	7	1,00
Communs	Profil d'occupation comme déterminé ci-dessous			
Autre	8h	18h	5 (Lu → Ve)	0,30
Inconnue	9h	24h	6 (Lu → Sa)	0,54

Pour la fonction "Communs" :

- Si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert une ou plusieurs parties fonctionnelles ayant toutes la même fonction, la valeur de la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" est égale à la valeur des parties fonctionnelles desservies.
- Si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert plusieurs parties fonctionnelles ayant des fonctions différentes, son profil d'occupation sera déterminé comme suit :
  - heure de début d'occupation : prendre la valeur de la partie fonctionnelle desservie ayant l'heure d'occupation la plus précoce ;
  - heure de fin d'occupation : prendre la valeur de la partie fonctionnelle desservie ayant l'heure d'occupation la plus tardive ;
  - particularité de la fonction "Locaux techniques" : la détermination des heures d'occupation ci-dessus doit toujours se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques".
- La fraction d'occupation par semaine est alors déterminée par :

Eq. 2 $$f_{pres,fct\ f} = \frac{\sum_{d=1}^{7}\left(h_{occ,end,d} - h_{occ,start,d}\right)}{168} \quad (-)$$

avec :

$f_{pres,fct\ f}$ la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", (-) ;

$h_{occ,end,d}$ l'heure de fin d'occupation de la partie fonctionnelle "Communs" durant le jour d, en h ;

$h_{occ,start,d}$ l'heure de début d'occupation de la partie fonctionnelle "Communs" durant le jour d, en h.

5.2 Température intérieure pour les calculs de chauffage et de refroidissement et intermittence

5.2.1 Principes

Pour la détermination de la température intérieure de calcul en fonction de l'intermittence, on peut rencontrer les cas suivants :

- pour le chauffage :
  - chauffage continu (voir le § 5.2.2.1) ;

- chauffage quasi-continu :
  - chauffage intermittent mais inertie faible (voir le § 5.2.2.2.1),
  - chauffage intermittent mais inertie importante (voir le § 5.2.2.2.2) ;
- chauffage intermittent (voir le § 5.2.2.3) ;

- pour le refroidissement :
  - refroidissement continu (voir le § 5.2.3.1) ;
  - refroidissement quasi-continu :
    - refroidissement intermittent mais inertie faible (voir le § 5.2.3.2.1),
    - refroidissement intermittent mais inertie importante (voir le § 5.2.3.2.2) ;
  - refroidissement intermittent (voir le § 5.2.3.3).

Les hypothèses du chauffage/refroidissement continu s'appliquent aux parties fonctionnelles occupées en continu (24h/24 et 7 jours sur 7 - voir Tableau [2]) ou dont la température intérieure est constante (voir Tableau [4] pour le chauffage et Tableau [44] pour le refroidissement).

Les hypothèses du chauffage/refroidissement quasi-continu s'appliquent aux parties fonctionnelles qui connaissent un chauffage/refroidissement intermittent mais qui ont :

- soit une inertie trop faible : dans ce cas, la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage/refroidissement de la partie fonctionnelle est considérée comme égale à sa température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage/refroidissement ;
- soit une inertie trop importante : dans ce cas, la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle est considérée comme égale à sa température intérieure de consigne pour le chauffage/refroidissement.

Enfin, les hypothèses du chauffage chauffage/refroidissement intermittent s'appliquent aux parties fonctionnelles qui connaissent un chauffage chauffage/refroidissement intermittent et qui ont une inertie moyenne.

5.2.2 Chauffage

5.2.2.1 Chauffage continu

Les fonctions :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé – salle d'opération ;
- installations sportives – hall de sport / gymnase ;

ne connaissent pas d'intermittence du chauffage (soit occupation 24h/24 et 7 jours sur 7, soit température intérieure constante).

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions, on a donc :

Eq. 3 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

avec :

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C .

5.2.2.2 Chauffage quasi-continu

5.2.2.2.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

Eq. 5 $\tau_{heat,fct\ f} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 6 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

avec :

$\tau_{heat,fct\ f}$	la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.3, en h ;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, en °C, telle que reprise au Tableau [4].

5.2.2.2.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

Eq. 8 $\tau_{heat,fct\ f} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 9 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

avec :

$\tau_{heat,fct\ f}$	la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.3, en h ;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C.

5.2.2.3 Chauffage intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.2.1 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § 5.2.2.2.1 (Eq. 5) ou § 5.2.2.2.2 (Eq. 8) n'est remplie, on a :

Eq. 377

$$\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left(\frac{(\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot}{\log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fctf} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}}\right]} \right) \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	la valeur de calcul pour la température intérieure pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée § 5.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\tau_{heat,fct\ f}$	la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.3, en h.

Tableau [3] : Paramètres numériques pour la détermination du taux d'utilisation, pour toutes les fonctions

Chauffage		Refroidissement	
$a_{0,heat}$ (-)	$\tau_{0,heat}$ (h)	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$ (h)
1	15	1	15

Tableau [4] : Température intérieure de consigne pour le chauffage et température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage, par fonction

Fonctions		$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)
Hébergement		19,0	
Bureaux		21,0	16,8
Enseignement		21,0	16,8
Soins de santé	Avec occ. nocturne	23,0	
	Sans occ. nocturne	23,0	19,5
	Salle d'opération	19,0	
Rassemblement	Occupation importante	21,0	18,2
	Faible occupation	21,0	18,2
	Cafétéria / Réfectoire	21,0	16,8
Cuisine		19,0	16,4
Commerce / Services		21,0	17,6
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	13,0	
	Fitness / Danse	21,0	18,0
	Sauna / Piscine	27,0	22,5
Locaux techniques		21,0	
Communs		21,0	Déterminée comme ci-dessous
Autre		21,0	16,8
Inconnue		21,0	18,2

Pour la fonction "communs" :

La température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "communs", $\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies et se détermine comme suit :

Eq. 13 $\theta_{i,heat,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f} \cdot 21 + (1 - f_{pres,fct\ f}) \cdot 15$ (°C)

avec :

$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f ayant la fonction "Communs", en °C ;

$f_{pres,fct\ f}$ la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", telle que déterminée au § 5.1, (-).

Tableau [5] : Plus courte et plus longue période de temps pendant laquelle la fonction est non occupée, par fonction

Fonctions		$t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)	$t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)
Hébergement		0	0
Bureaux		14	62
Enseignement		14	62
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0	0
	Sans occ. nocturne	14	62
	Salle d'opération	0	0
Rassemblement	Occupation importante	9	33
	Faible occupation	9	33
	Cafétéria / Réfectoire	14	62
Cuisine		14	38
Commerce / Services		12	36
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	10	34
	Fitness / Danse	10	34
	Sauna / Piscine	10	34
Locaux techniques		0	0
Communs		Déterminés comme ci-dessous	
Autre		14	62
Inconnue		9	33

Pour la fonction "communs" :

- Le profil d'occupation d'une partie fonctionnelle "Communs" dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies (voir Tableau [2]).
- La plus courte et la plus longue période de temps pendant laquelle la partie fonctionnelle "Communs" est non occupée, $t_{unocc,min,fct\ f}$ et $t_{unocc,max,fct\ f}$, dépendent également des fonctions des parties fonctionnelles desservies. Pour déterminer ces paramètres, il faut calculer la plus courte et la plus longue période de temps, en h, pendant laquelle aucune des parties fonctionnelles desservies n'est occupée. La détermination de ces périodes de temps doit se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques", sauf si la partie fonctionnelle "Communs" ne sert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "Locaux techniques".

5.2.3 Refroidissement

5.2.3.1 Refroidissement continu

Les fonctions :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé – salle d'opération ;

ne connaissent pas d'intermittence du refroidissement (soit occupation 24h/24 et 7 jours sur 7, soit température intérieure constante).

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions et recourant au refroidissement actif, on a donc :

Eq. 263 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Eq. 264 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

avec :

$\theta_{i,cool,fct\ f}$	la température intérieure de calcul pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

5.2.3.2 Refroidissement quasi-continu

5.2.3.2.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

Eq. 265 $\tau_{cool,int,fct\ f,m} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 266 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)

Eq. 267 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

avec :

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$ la constante de temps mensuelle pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée comme indiqué ci-dessous, en h ;

$t_{unocc,min,fct\ f}$ la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en °C, telle que reprise au Tableau [44] ;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

La constante de temps mensuelle pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f est calculée comme suit :

Eq. 381 (h)

$$\tau_{cool,int,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + \left[\begin{array}{l} H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ m,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m} \end{array} \right] \right)}$$

où :

$C_{fct\ f}$ la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;

$H_{T,cool,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;

$H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.2, en W/K, mais où, pour les calculs intermédiaires, $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut la valeur mentionnée au Tableau [46] pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions hébergement, bureaux et enseignement et qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, et où $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ pour tous les autres cas ;

$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K ;

$H_{V,add\ m,,day,cool,int,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3, en W/K, mais où, pour les calculs intermédiaires, $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut la valeur mentionnée au Tableau [46] pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions hébergement, bureaux et enseignement et qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, et où $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ pour tous les autres cas ;

$H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.4, en W/K, mais où, pour les

calculs intermédiaires, $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut la valeur mentionnée au Tableau [46] pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions hébergement, bureaux et enseignement et qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, et où $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ pour tous les autres cas ;

$H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5, en W/K, mais où, pour les calculs intermédiaires, $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut la valeur mentionnée au Tableau [46] pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions hébergement, bureaux et enseignement et qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, et où $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ pour tous les autres cas ;

$H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6, en W/K, mais où, pour les calculs intermédiaires, $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut la valeur mentionnée au Tableau [46] pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions hébergement, bureaux et enseignement et qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, et où $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ vaut $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ pour tous les autres cas.

5.2.3.2.2 Inertie importante

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

Eq. 269 $\tau_{cool,int,fct\ f,m} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 270 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Eq. 271 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

avec :

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$ la constante de temps mensuelle pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.2.3.2.1, en h ;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

5.2.3.3 Refroidissement intermittent

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § 5.2.3.1 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § 5.2.3.2.1 (Eq. 265) ou § 5.2.3.2.2 (Eq. 269) n'est remplie, on a :

Eq. 272 $$\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

et :

Eq. 273 $$a_{cool,int,fct\ f,m} = \max\left[f_{cool,fct\ f}\,;1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,m}}\right) \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m} \cdot \left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right] \quad (-)$$

avec :

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § 5.4 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-) ;

$f_{cool,fct\ f}$ la fraction du nombre de jours d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle f est refroidie à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est égale au nombre de jours d'occupation par semaine selon l'affectation, repris au Tableau [2], divisé par 7, (-) ;

$\tau_{0,cool}$ une constante, reprise au Tableau [3], en h ;

$\tau_{cool,fct\ f,m}$ la constante de temps mensuelle pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.4, en h ;

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.4, (-).

Tableau [44] : Température intérieure de consigne pour le refroidissement des espaces avec refroidissement actif et température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement des espaces avec refroidissement actif, par fonction

Fonctions		$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)
Hébergement		25,0	
Bureaux		25,0	27,1
Enseignement		25,0	27,1
Soins de santé	Avec occ. nocturne	23,0	
	Sans occ. nocturne	23,0	25,1
	Salle d'opération	23,0	
Rassemblement	Occupation importante	25,0	26,4
	Faible occupation	25,0	26,4
	Cafétéria / Réfectoire	25,0	27,1
Cuisine		25,0	26,9
Commerce / Services		24,0	25,7
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	25,0	26,5
	Fitness / Danse	25,0	26,5
	Sauna / Piscine	Pas de calcul de refroidissement	
Locaux techniques		Pas de calcul de refroidissement	
Communs		25,0	Déterminée comme ci-dessous
Autre		25,0	27,1
Inconnue		25,0	26,4

Pour la fonction "communs" :

- La température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "communs", $\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies et se détermine comme suit :

Eq. 274 $$\theta_{i,cool,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f}.25 + (1 - f_{pres,fct\ f}).28$$ (°C)

avec :

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f ayant la fonction "Communs", en °C ;
$f_{pres,fct\ f}$	la fraction d'occupation par semaine de la partie fonctionnelle "Communs", telle que déterminée au § 5.1, (-).

- Le profil d'occupation d'une partie fonctionnelle "Communs" dépend des fonctions des parties fonctionnelles desservies (voir Tableau [2]).
- La plus courte et la plus longue période de temps pendant laquelle la partie fonctionnelle "Communs" est non occupée, $t_{unocc,min,fct\ f}$ et $t_{unocc,max,fct\ f}$, dépendent également des fonctions des parties fonctionnelles desservies. Pour déterminer ces paramètres, il faut calculer la plus courte et la plus longue période de temps, en h, pendant laquelle aucune des parties fonctionnelles desservies n'est occupée. La détermination de ces périodes de temps doit toujours se faire sans tenir compte de la présence d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "Locaux techniques".

5.3 Besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par secteur énergétique comme suit :

Eq. 378 $$Q_{heat,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m}$$ (MJ)

avec :

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	les besoins nets en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, du secteur énergétique i, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m}$	les besoins net en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, déterminés comme mentionné ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f du secteur énergétique i.

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, sont considérés être nuls durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, sont considérés être nuls durant les mois de juillet et d'août.

Pour le calcul des besoins nets en énergie mensuels pour le chauffage, on détermine chaque fois par partie fonctionnelle les déperditions mensuelles totales par transmission et par ventilation à une température de calcul $\theta_{i,heat,fct\ f}$ (définie au § 5.2), ainsi que les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne. On établit ensuite, toujours par partie fonctionnelle, le bilan énergétique mensuel à l'aide du taux d'utilisation des gains de chaleur.

On détermine le besoin mensuel net en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 404 Si $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ est supérieur ou égal à 2,5 ou inférieur à 0, on a :

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Si $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ est inférieur à 2,5 et supérieur ou égal à 0, on a :

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = Q_{L,heat,fct\ f,m} - \eta_{util,heat,fct\ f,m} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Exception : si $Q_{L,heat,fct\ f,m}$ est nul, on a :

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

avec :

Eq. 17 $$Q_{L,heat,fct\ f,m} = Q_{T,heat,fct\ f,m} + Q_{V,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 18 $$Q_{g,heat,fct\ f,m} = Q_{i,heat,fct\ f,m} + Q_{s,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$\gamma_{heat,fct\ f,m}$	le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m}$	le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, en tenant compte de l'intermittence, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{L,heat,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour le calcul du chauffage, en MJ ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m}$	le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, (-) ;
$Q_{g,heat,fct\ f,m}$	les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en MJ ;
$Q_{V,heat,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,heat,fct\ f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;

$Q_{s,heat,fct\ f,m}$ le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

Eq. 19 $$Q_{T,heat,fct\ f,m} = H_{T,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 20 $$Q_{V,heat,fct\ f,m} = H_{V,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

où :

$H_{T,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;

$H_{V,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.6.2, en W/K ;

$\theta_{i,heat,fct\ f}$ la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin énergétique pour le chauffage, déterminée § 5.2, en °C ;

$\theta_{e,heat,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;

t_m la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

Le taux d'utilisation pour les gains de chaleur est déterminé par mois et par partie fonctionnelle à l'aide de la masse accessible à la chaleur et du rapport entre gain de chaleur et déperdition de chaleur. On calcule le taux d'utilisation pour le chauffage par partie fonctionnelle et par mois, $\eta_{util,heat,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 21 si $\gamma_{heat,fct\ f,m} \neq 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \frac{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a}}{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a+1}} \quad \text{(-)}$$

si $\gamma_{heat,fct\ f,m} = 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \frac{a}{a+1} \quad \text{(-)}$$

où le rapport mensuel gain-déperdition par partie fonctionnelle et par mois, $\gamma_{heat,fct\ f,m}$, est défini comme :

Eq. 22 $$\gamma_{heat,fct\ f,m} = \frac{Q_{g,heat,fct\ f,m}}{Q_{L,heat,fct\ f,m}} \quad \text{(-)}$$

et où le paramètre numérique a relatif à la partie fonctionnelle f est donné par :

Eq. 23 $$a = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,fct\ f}}{\tau_{0,heat}} \quad \text{(-)}$$

avec, comme constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, $\tau_{heat,fct\ f}$, en h :

Eq. 24 $$\tau_{heat,fct\ f} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,heat,fct\ f} + H_{V,heat,fct\ f}\right)} \quad \text{(h)}$$

où :

$a_{0,heat}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,heat}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{fct\ f}$	la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;
$H_{T,heat,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en kJ/K ;
$H_{V,heat,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.6.2, en kJ/K.

5.4 Besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement

Pour le refroidissement, les besoins mensuels nets en énergie doivent également être déterminés par partie fonctionnelle. On effectue ensuite une sommation sur toutes les parties fonctionnelles dont se compose le secteur énergétique i considéré. Ces besoins mensuels nets en énergie sont toujours calculés, même si l'on n'installe pas de refroidissement actif.

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par secteur énergétique comme suit :

Eq. 25 $$Q_{cool,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$ les besoins nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, pour le mois m, en MJ ;

$Q_{cool,net,fct\ f,m}$ les besoins nets en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, comme déterminés ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f du secteur énergétique i.

Particularité de la fonction "Sauna/Piscine" et "Locaux techniques" : les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions, $Q_{cool,net,fct\ f,m}$, sont considérés être nuls durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{cool,net,fct\ f,m}$, sont considérés être nuls durant les mois de juillet et d'août.

On détermine les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 382 Si $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ est supérieur ou égal à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ est inférieur à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = a_{cool,int,fct\ f,m} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m} - \eta_{util,cool,fct\ f,m} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Exception : si $Q_{L,cool,fct\ f,m}$ est nul, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = Q_{g,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

Eq. 27 $$Q_{g,cool,fct\ f,m} = Q_{i,cool,fct\ f,m} + Q_{s,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 28 $Q_{L,cool,fct\ f,m} = Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,cool,fct\ f,m}$ (MJ)

où :

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain de la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	le besoin mensuel net en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, en MJ ;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, déterminé selon le § 5.2, (-) ;
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	les gains de chaleur mensuels de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m}$	le taux d'utilisation mensuel pour les déperditions de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminé ci-après, (-) ;
$Q_{L,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{V,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § 5.7, en MJ ;
$Q_{s,cool,fct\ f,m}$	le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.8, en MJ.

et :

Eq. 276 $Q_{T,cool,fct\ f,m} = H_{T,cool,fct\ f} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m$ (MJ)

Eq. 277
$$Q_{V,cool,fct\ f,m} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$$ (MJ)

Eq. 278
$$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 279
$$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 280

$$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 281

$$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 282

$$Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 283

$$Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

où :

$H_{T,cool,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § 5.5, en W/K ;
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.2, en W/K ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$	la température intérieure mensuelle de calcul de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, telle que déterminée ci-dessous, (-) ;
$\theta_{e,cool,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;
$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement, valant respectivement $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ ou $\theta_{e,V,cool,night,m}$ selon que la partie fonctionnelle f présente une occupation permanente, diurne ou nocturne (voir Tableau [2]). Ces valeurs sont définies au Tableau [45] en fonction du type de système de ventilation ;
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K ;
$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3, en W/K ;
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (mécanique) en journée pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45], en °C ;
$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement déterminé selon le § 5.6.3.4, en W/K ;

$\theta_{e,add,cool,night,m}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (mécanique) pendant la nuit pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45], en °C ;

$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5, en W/K ;

$\theta_{e,add,cool,day,m}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (par ouverture de fenêtre) en journée pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45] (colonne (3)), en °C ;

$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6, en W/K ;

$\theta_{e,add,cool,night,m}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation additionnelle (par ouverture de fenêtre) pendant la nuit pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [45] (colonne (5)), en °C ;

t_m la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

Tableau [45] : Valeurs de calculs de la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique et pour la ventilation additionnelle pour les calculs de refroidissement

	$\theta_{e,V,cool,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,day,m}$ et $\theta_{e,add,cool,day,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,night,m}$ et $\theta_{e,add,cool,night,m}$ (°C)	
Mois	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Janvier	3,9	16,0	4,2	16,0	3,4	16,0
Février	4,8	16,0	5,3	16,0	4,0	16,0
Mars	6,1	16,0	7,0	16,0	4,7	16,0
Avril	9,8	16,0	11,2	16,0	7,8	16,0
Mai	13,8	16,0	15,4	16,0	11,2	16,0
Juin	17,1	17,1	18,8	18,8	14,4	16,0
Juillet	17,8	17,8	19,3	19,3	15,4	16,0
Août	18,1	18,1	19,7	19,7	15,6	16,0
Septembre	16,3	16,3	17,5	17,4	14,6	16,0
Octobre	11,9	16,0	12,8	16,0	10,6	16,0
Novembre	6,7	16,0	7,2	16,0	6,0	16,0
Décembre	3,5	16,0	3,8	16,0	3,1	16,0

- Les colonnes (1), (3) et (5) s'appliquent en présence d'un système de ventilation naturelle ou d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction.
- Les colonnes (2), (4) et (6) s'appliquent en présence d'un système de ventilation simple flux par insufflation ou d'un système de ventilation mécanique double flux.
- Les colonnes (3) et (5) s'appliquent en cas de ventilation additionnelle par ouverture des fenêtres.

La température intérieure mensuelle de calcul pour les calculs de refroidissement, pour les fonctions hébergement, bureaux et enseignement qui ne sont pas équipées de refroidissement actif, est reprise au Tableau [46]. Dans les autres cas cette température est déterminée par :

Eq. 284 $\theta_{i,cool,fct\ f,m} = \theta_{i,cool,fct\ f}$ (°C)

où :

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement actif, déterminée selon le § 5.2, en °C.

Tableau [46] : Valeurs de calcul de la température intérieure mensuelle de calcul pour les calculs de refroidissement pour les fonctions hébergement, bureaux et enseignement qui ne sont pas équipées de refroidissement actif

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ (°C)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	26,1	26,6	26,6	25,8	25,0	25,0	25,0

Le taux d'utilisation pour les déperditions de chaleur est déterminé par mois et par partie fonctionnelle à l'aide de la masse accessible à la chaleur et du rapport entre déperdition de chaleur et gain de chaleur.

On calcule le taux d'utilisation pour le refroidissement par partie fonctionnelle et par mois, $\eta_{util,cool,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 285 Si $\lambda_{cool,fct\ f,m} \geq 0$ et $\lambda_{cool,fct\ f,m} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m}}{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m+1}} \quad (-)$$

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{b_m}{b_m + 1}$ (-)

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = 1$ (-)

où le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle, $\lambda_{cool,fct\ f,m}$, est défini comme suit :

Eq. 32 $\lambda_{cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m}}{Q_{g,cool,fct\ f,m}}$ (-)

et où le paramètre numérique b_m relatif à la partie fonctionnelle f est donné par :

Eq. 33 $b_m = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m}}{\tau_{0,cool}}$ (-)

avec, comme constante de temps mensuelle pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, $\tau_{cool,fct\ f,m}$:

Eq. 286 $\tau_{cool,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + H_{V,cool,fct\ f,m}\right)}$ (h)

où :

$b_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{fct\ f}$	la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.9, en kJ/K ;
$H_{T,cool,fct\ f}$	le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;
$H_{V,cool,fct\ f,m}$	le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement déterminé ci-dessous, en W/K.

et :

Eq. 287

$$H_{V,cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{V,cool,fctf,m}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{V,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-avant, en MJ ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$\theta_{e,cool,m}$	la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;
t_m	la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

5.5 Coefficients de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle

On détermine les coefficients de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, $H_{T,heat,fct\ f}$ et $H_{T,cool,fct\ f}$ respectivement selon les § 7 et § 8 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en transposant le fait que le calcul énergétique s'effectue au niveau de la partie fonctionnelle f et pas au niveau du secteur énergétique i.

Les parois en contact avec les espaces adjacents chauffés (autres parties fonctionnelles, autres secteurs énergétiques, parties du volume protégé hors unité PEN, bâtiments chauffés mitoyens, etc.) ne sont pas prises en compte.

5.6 Coefficients de transfert thermique par ventilation par partie fonctionnelle

5.6.1 Principe

La réglementation (voir annexe C.3 au présent arrêté) impose des débits de ventilation de conception minimaux par espace. Des débits de ventilation de conception plus élevés sont toujours autorisés. L'équipe de construction doit les établir clairement pour chaque espace. On distingue 4 sortes de systèmes de ventilation :

- ventilation naturelle ;
- ventilation mécanique simple flux par insufflation ;
- ventilation mécanique simple flux par extraction ;
- ventilation mécanique double flux.

Dans la suite du texte, les 3 dernières catégories sont définies collectivement comme ventilation mécanique.

En raison des règles qui régissent la délimitation des secteurs énergétiques et des parties fonctionnelles (voir § 3.2), il ne peut y avoir qu'une seule sorte de système de ventilation dans une même partie fonctionnelle.

5.6.2 Coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation, pour les calculs de chauffage, par partie fonctionnelle, comme suit :

Eq. 35 $$H_{V,heat,fct\ f} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} + H_{V,hyg,heat,fct\ f}$$ (W/K)

où :

$H_{V,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.6.2.1, en W/K ;

$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.6.2.2, en W/K.

5.6.2.1 Coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 36 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$$ (W/K)

Eq. 37 $$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,fct\ f}$$ (m^3/h)

où :

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltrationde la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$ le débit moyen d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en m^3/h ;

$\dot{v}_{50,heat}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en m³/(h.m²) ;

$A_{T,E,fct\ f}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[2] (voir également le § 5.5), en m².

Si une mesure de débit d'air de l'ensemble de l'unité PEN (ou, le cas échéant, d'une partie plus grande du volume protégé) est présentée, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage, $\dot{v}_{50,heat}$, est de :

Eq. 38 $$\dot{v}_{50,heat} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad (m^3/(h.m^2))$$

avec :

A_{test} la surface totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors de l'essai d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois contiguës à des espaces chauffés, en m² ;

$\dot{V}_{50}$ le débit de fuite à 50 Pa de l'enveloppe extérieure, en m³/h, déduit de la mesure de l'étanchéité à l'air conforme aux spécifications déterminées par le Ministre.

Sinon, la valeur par défaut suivante est d'application pour $\dot{v}_{50,heat}$: 12 m³/(h.m²).

5.6.2.2 Coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 39 $$H_{V,hyg,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,heat,fct\ f} \cdot r_{preh,heat,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$

(W/K)

où :

$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiéniquede la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage. La valeur par défaut de $f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$ est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;

[2] Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la partie fonctionnelle f et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de $A_{T,E,fct\ f}$.

$r_{preh,heat,fct\ f}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie de chauffage dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle, en m³/h, arrondi à l'unité.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule H_V avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au § 6.3 de l'annexe C.3 au présent arrêté.

5.6.3 Coefficients de transfert thermique par ventilation pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

Pour la détermination des besoins en refroidissement, on fait la distinction entre l'in/exfiltration, la ventilation hygiénique, et d'éventuelles stratégies de ventilation additionnelle mécanique en journée ou pendant la nuit, et de ventilation additionnelle par ouverture des fenêtres en journée ou pendant la nuit.

5.6.3.1 Coefficient mensuel de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

On détermine le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 41 $$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

Eq. 42 $$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,fct\ f} \quad \text{(m³/h)}$$

où :

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f}$ le débit moyen d'in/exfiltration à travers l'enveloppe non étanche du bâtiment pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle f, en m³/h ;

$\dot{v}_{50,cool}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de refroidissement, tel que déterminé ci-après, en m³/(h.m²) ;

$A_{T,E,fct\ f}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[3] (voir également § 5.5), en m².

Si une mesure de débit d'air de l'ensemble de l'unité PEN (ou, le cas échéant, d'une partie plus grande du volume protégé) est présentée, le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de refroidissement, $\dot{v}_{50,cool}$:

Eq. 43 $$\dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,heat}$$ (m³/(h.m²))

où :

$\dot{v}_{50,heat}$ le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface pour les calculs de chauffage, tel que déterminé au § 5.6.2.1, en m³/(h.m²).

Sinon, la valeur par défaut suivante est d'application pour $\dot{v}_{50,cool}$: 0 m³/(h.m²).

5.6.3.2 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f

On détermine le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 44 $$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f} \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot f_{vent,cool,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$ (W/K)

où :

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$ le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ un facteur de réduction pour la ventilation dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement. La valeur par défaut de $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon les règles déterminées par le Ministre, (-) ;

$r_{preh,cool,fct\ f}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle f,déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$r_{precool,fct\ f,m}$ un facteur multiplicateur mensuel pour l'effet du prérefroidissement de l'air de ventilation dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon l'Annexe B de la présente annexe, (-) ;

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

---

[3] Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la fonction f et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de $A_{T,E,fct\ f}$.

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.

5.6.3.3 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 288

$$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot b_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot (\dot{V}_{add,fct\ f} - \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f}) \quad \text{(W/K)}$$

où :

$r_{preh,cool,fct\ f}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle f considérée et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$r_{precool,fct\ f,m}$ un facteur multiplicateur mensuel pour l'effet du prérefroidissement de l'air de ventilation pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle f considérée et déterminé selon l'annexe B, (-) ;

$b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ un facteur de correction de la température déterminé selon le § 5.6.3.3.1 ;

$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;

$\dot{V}_{add,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, déterminé sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre ;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ un facteur de réduction de la ventilation pour les calculs de refroidissement dans la partie fonctionnelle f considérée. La valeur par défaut de $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ est 1 ; des valeurs plus favorables sont à déterminer selon les règles spécifiées par le Ministre, (-).

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée que dans les parties fonctionnelles équipées de systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation, de ventilation mécanique simple flux par extraction ou de ventilation mécanique double flux.

Si le paramètre $\dot{V}_{add,fct\ f}$ n'est pas déterminé, la valeur par défaut suivante, pour le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée, est d'application :

Eq. 421 $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0$ (W/K)

5.6.3.3.1 Facteur de correction de la température

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", le facteur de correction de la température pour le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique en journée pour les calculs de refroidissement, $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, est déterminé comme suit :

Eq. 383 $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = -0,3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct f,m} + 1$ (-)

avec :

Eq. 384 $$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}}{Q'_{g,cool,fct\ f,m}}$$ (-)

où :

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$	le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle pour le calcul de la ventilation additionnelle mécanique, (-) ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;
$Q'_{g,cool,fct\ f,m}$	le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé de la même façon que $Q_{g,cool,fct\ f,m}$ selon le § 5.4, mais sans tenir compte de la ventilation additionnelle mécanique ou de la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre, en MJ.

Dans les autres parties fonctionnelles, le facteur de correction de la température $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

5.6.3.3.2 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en en journée est en service pour les calculs de refroidissement, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, est déterminée comme suit :

Eq. 385 $$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fctf}; 0,5 \cdot e^{-1,25 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fctf,m}}\right\}$$ (-)

où :

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle pour le calcul de la ventilation additionnelle mécanique, déterminé selon le § 5.6.3.3.1, (-).

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle mécanique en journée, la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

5.6.3.4 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, $H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 292 $$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot c_{V,add\ m,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f}$$ (W/K)

où :

$r_{preh,cool,fct\ f}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage sur le besoin net en énergie pour le refroidissement dans la partie fonctionnelle f considérée et déterminé selon le § 5.6.4, (-) ;

$c_{V,add\ m,night,cool,fct\ f}$ un facteur de correction pour tenir compte des effets dynamiques :

- si la capacité thermique effective $C_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est déterminée sur base de la masse du plancher et que les parties j représentant ensemble au moins 15% de la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f présentent une capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f,j} \leq$ 180 kJ/(m².K) : $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- si la capacité thermique effective $C_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est déterminée sur base d'un calcul détaillé et que la capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est inférieure ou égale à 180 kJ/(m².K) : $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- autrement : $C_{V,add\ m,night,cool,fctf} = 1$, (-) ;

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.4.1, (-) ;

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à

l'unité. La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit que dans les parties fonctionnelles équipées de systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation, de ventilation mécanique simple flux par extraction ou de ventilation mécanique double flux.

5.6.3.4.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service pour les calculs de refroidissement, $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, est déterminée comme suit :

Eq. 386 $$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf};\ 0,4 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

avec :

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle pour le calcul de la ventilation additionnelle mécanique, déterminé selon le § 5.6.3.3.1, (-).

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit, la fraction du temps conventionnelle vaut 0.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle vaut 0.

5.6.3.5 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, $H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 295 $$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0;\ \left(0,34 \cdot b_{V,add\ w,day,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}\right)\right\} \quad (W/K)$$

où :

$b_{V,add\ w,day,cool,fct\ f}$ un facteur de correction de la température, valant 0,5, (-) ;

$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.5.1, (-) ;

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,day,fct\ f,m}$ le débit d'air moyen induit par l'ouverture des fenêtres en journée, déterminé selon le § 5.6.3.5.2, (en m³/h) ;

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f,m}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K.

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée que dans les parties fonctionnelles combinant trois conditions : il s'agit d'une fonction "bureau" ou "enseignement" ; il n'y est pas prévu de refroidissement actif ; la ventilation hygiénique y est assurée par un système de ventilation avec pulsion et extraction mécanique dans chaque espace de type bureau, salle de réunion ou salle de classe de la partie fonctionnelle.

5.6.3.5.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée est en service pour les calculs de refroidissement, $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, est déterminée, dans le cas d'une gestion manuelle par l'occupant, comme suit :

Eq. 387 $$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fctf}; 0,5 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

avec :

Eq. 388 $$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \end{array}\right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

où :

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle pour le calcul de la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre, (-) ;

$Q_{T,cool,fct\ f,m}$ la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée au § 5.4, en MJ ;

$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$ la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$ la déperdition de chaleur mensuelle par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique en journée de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ ;

$Q_{g,cool,fct\ f,m}$ le gain de chaleur mensuel de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.4, en MJ.

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre en journée, la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

En présence d'un système de gestion automatisée, la fraction du temps conventionnelle considérée est identique à celle déterminée pour le cas d'une gestion manuelle.

Dans les autres parties fonctionnelles, la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

5.6.3.5.2 Débit d'air

Le débit d'air moyen lié à l'ouverture des fenêtres en journée, $V_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, est déterminé par convention comme suit :

Eq. 298 $$\dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,day,j} \cdot A_{w,day,fctf,j}\right) \quad (m^3/h)$$

où :

$C_{ow,day,j}$ un coefficient tenant compte de l'angle d'ouverture des fenêtres, valant 0,174 pour les fenêtres oscillo/battantes et 0,9 pour les fenêtres battantes, basculantes, coulissantes ou à guillottines, (-) ;

$A_{w,day,fct\ f,j}$ la surface de fenêtre j faisant partie des fenêtres de la partie fonctionnelle f à considérer pour la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtres en journée, déterminée suivant les règles déterminées par le Ministre, en m².

5.6.3.6 Coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit

S'il y a lieu, on détermine le coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 299 $$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0; \left(0,34 \cdot c_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot b_{V,add\ w,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f}\right)\right\} \quad (W/K)$$

où :

$c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ un facteur de correction pour tenir compte des effets dynamiques :

- si la capacité thermique effective $C_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est déterminée sur base de la masse du plancher et que les parties j représentant ensemble au moins 15% de la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f présentent une capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f,j} \leq 180$ kJ/(m².K) : $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;

- si la capacité thermique effective $C_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est déterminée sur base d'un calcul détaillé et que la capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f}$ de la partie fonctionnelle f est inférieure ou égale à 180 kJ/(m².K) : $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;

- autrement : $c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f} = 1$;

$b_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ un facteur de correction de la température, valant 0,5, (-) ;

$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.6.1, (-) ;

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,night,fct\ f,m}$ le débit d'air moyen induit par l'ouverture des fenêtres pendant la nuit, déterminé selon le § 5.6.3.6.2, (en m³/h) ;

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § 5.6.3.1, en W/K.

Il y a lieu de ne considérer le calcul du coefficient de transfert thermique par ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit que dans les parties fonctionnelles où il n'est pas prévu de ventilation additionnelle mécanique simultanée.

5.6.3.6.1 Fraction du temps conventionnelle

Dans les parties fonctionnelles de type "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit est en service pour les calculs de refroidissement, $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, est déterminée comme suit :

Eq. 389 $$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf}; 0,38 \cdot e^{-1,7 \cdot \lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

où :

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$ le rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle pour le calcul de la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre, déterminé selon le § 5.6.3.5.1, (-).

En l'absence d'un système de ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit, la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

Dans les parties fonctionnelles autres que "bureaux" et "enseignement", la fraction du temps conventionnelle $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ vaut 0.

5.6.3.6.2 Débit d'air

Le débit d'air moyen lié à l'ouverture des fenêtres pendant la nuit, $V_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, est déterminé comme suit :

Eq. 302

$$\dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,night,j} \cdot A_{w,night,fctf,j}\right)$$

(m³/h)

$c_{ow,night,j}$ un coefficient tenant compte de la réduction de la surface de passage liée à l'angle d'ouverture des fenêtres et la présence de dispositifs de type filtre anti-insectes, valant 0,174 pour les fenêtres oscillo/battantes et 0,9 pour les fenêtres battantes, basculantes, coulissantes ou à guillottine, (-) ;

$A_{w,night,fct\ f,j}$ la surface des fenêtres de la partie fonctionnelle à prendre en compte pour la ventilation additionnelle par ouverture de fenêtre pendant la nuit, déterminée suivant les règles déterminées par le Ministre, en m².

5.6.4 Facteur de réduction lié au préchauffage

Le facteur de réduction lié au préchauffage de la partie fonctionnelle f, r_{preh}, est égal au facteur de réduction pour préchauffage du secteur énergétique i auquel elle appartient, lui-même égal au facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie :

- $r_{preh,heat,fct\ f} = r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$
- $r_{preh,cool,fct\ f} = r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

La détermination du facteur de réduction pour préchauffage de la zone de ventilation z à l'aide d'un récupérateur de chaleur s'effectue tel que décrit ci-après. Le préchauffage par traversée d'un espace contigu non chauffé et/ou d'une gaine d'alimentation souterraine doit être traité suivant les règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base du principe d'équivalence.

S'il n'y a pas de préchauffage, la valeur de r_{preh} est égale à 1 dans chacun des cas.

Les pompes à chaleur destinées au chauffage qui utilisent l'air rejeté comme source de chaleur ne sont pas abordées dans la présente annexe, mais au § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

<u>Récupérateur de chaleur dans le cas d'une ventilation mécanique double flux</u>

Dans une zone de ventilation z équipée d'une ventilation mécanique double flux, il est possible de préchauffer dans une plus ou moins grande mesure l'air neuf fourni à l'aide d'un échangeur de chaleur qui soustrait de la chaleur à l'air rejeté vers l'extérieur. Il est possible que l'alimentation en air neuf dans la zone de ventilation z se fasse à plusieurs endroits. Dans ce cas, il se peut éventuellement que toutes les alimentations en air ne soient pas préchauffées. Inversement, il est possible que l'extraction

mécanique vers l'extérieur s'effectue via plus d'une sortie d'air et il arrive qu'il n'y ait pas de récupération de chaleur sur certains de ces flux d'air. Si le débit total d'alimentation mécanique diffère du débit total d'évacuation mécanique dans la zone de ventilation z, un flux d'air supplémentaire incontrôlé (d'entrée ou de sortie) se produira forcément à travers l'enveloppe[4].

Les ventilateurs avec une régulation automatique du débit ont un effet positif sur le facteur de réduction pour le préchauffage, car l'équilibre des débits peut être maintenu, même en cas de changement des conditions d'exploitation (encrassement des filtres,...). La régulation automatique du débit est une propriété du produit qui est déterminée pour tous les ventilateurs du groupe de ventilation et qui assure que le débit fourni ne s'écarte pas de plus de 5% de la valeur de consigne. Cette propriété du produit doit être contrôlée pour chaque ventilateur du groupe de ventilation, sur base des mesures des débits pour la totalité de la gamme des débits et des pressions du ventilateur.

Le facteur de réduction pour chauffage résultant du préchauffage de l'air neuf fourni dans une zone de ventilation z par récupération de chaleur doit être déterminé à l'aide de la formule suivante :

Eq. 45

$$r_{preh,heat,zonez} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p} ; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0 ; \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p} ; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

(-)

où :

$e_{heat,hr,p}$ un facteur adimensionnel qui indique l'importance de la récupération de chaleur à l'endroit p, déterminé comme suit :

- si le flux d'air neuf fourni p n'est pas préchauffé, on a $e_{heat,hr,p} = 0$;
- si le flux d'air neuf fourni p est préchauffé à l'aide d'un récupérateur de chaleur, on a $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Le facteur r_p est déterminé tel que décrit ci-dessous. Le rendement thermique $\eta_{test,p}$ de l'appareil de récupération de chaleur à l'endroit p est déterminé tel que décrit à l'annexe G de l'annexe A.1 au présent arrêté. Une valeur de rendement thermique peut être utilisée à la condition que ni $\dot{V}_{in,p}$ ni $\dot{V}_{out,p}$ ne soit supérieur au débit volumique mesuré pendant l'essai tel que défini à l'annexe G de l'annexe A.1 au présent arrêté ;

$\dot{V}_{in,p}$ le débit d'air entrant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous ;

$\dot{V}_{out,p}$ le débit d'air sortant à l'endroit p, en m³/h, déterminé tel que décrit ci-dessous.

Il faut effectuer une sommation sur tous les endroits p de la zone de ventilation z où a lieu une alimentation mécanique en air neuf et/ou une évacuation mécanique vers l'extérieur.

On détermine le débit d'air extérieur entrant à l'endroit p comme suit :

[4] Par souci de simplification, l'interaction possible entre le terme d'in/exfiltration et le terme de ventilation volontaire n'est par convention pas prise en considération tout comme au § 5.6.

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p, est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :

Eq. 46 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$

où la valeur de consigne du débit entrant à l'endroit p à la position nominale du ventilateur pour la ventilation hygiénique, en m³/h, arrondi à l'unité, est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

Eq. 47 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,design,p}$

où le débit de conception de l'air neuf pour la ventilation hygiénique entrant à l'endroit p, en m³/h, arrondi à l'unité, est pris en compte.

On détermine le débit d'air évacué vers l'extérieur à l'endroit p comme suit :

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p, est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :

Eq. 48 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$

où la valeur de consigne du débit sortant à la position nominale du ventilateur pour la ventilation hygiénique, en m³/h, arrondi à l'unité, est prise en compte ;

- dans tous les autres cas :

Eq. 49 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,design,p}$

où le débit de conception de l'air sortant à l'endroit p pour la ventilation hygiénique, en m³/h, arrondi à l'unité, est pris en compte.

Dans le cas où il y a récupération de chaleur à l'endroit p, on détermine r_p comme suit :

- si le groupe de ventilation qui délivre le débit entrant et le débit sortant à l'endroit p, est équipé d'une régulation automatique telle que définie ci-dessus, alors on a :
  $r_p = 0,95$

- dans tous les autres cas, on a :
  $r_p = 0,85$

On détermine le facteur de réduction à utiliser pour les calculs de refroidissement comme suit :

Eq. 50

$$r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p} ; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0 ; \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p} ; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

où les différents termes sont les mêmes que ci-dessus, à l'exception de $e_{cool,hr,p}$, dont la valeur est déterminée comme suit :

- si le récupérateur de chaleur p est équipé d'un by-pass et que, de ce fait, la traversée de l'échangeur de chaleur est totalement exclue, ou peut être totalement inactivée d'une autre façon (par exemple arrêt d'un échangeur rotatif), on a :

Eq. 51 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- si le récupérateur de chaleur p est équipé d'un by-pass mais que la traversée de l'échangeur de chaleur n'est pas totalement exclue pour autant ou n'est pas totalement inactivée d'une autre façon, on a :

Eq. 52 $e_{cool,hr,p} = 0,5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- dans tous les autres cas :

Eq. 53 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

5.6.5 Fraction de temps pendant laquelle la ventilation est en service

Les valeurs des fractions du temps conventionnelles pendant lesquelles la ventilation est en service pour les calculs de chauffage et de refroidissement, respectivement $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct\ f}$, sont reprises par fonction au Tableau [7].

Tableau [7] : Fractions du temps conventionnelles $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct}$, par fonction

Fonctions		**$f_{vent,heat,fct\ f}$**	**$f_{vent,cool,fct\ f}$**	
			Système de ventilion naturelle	**Système de ventilation mécanique**
Hébergement		1,00	1,00	Egal à $f_{vent,heat,fct\ f}$
Bureaux		0,30		
Enseignement		0,30		
Soins de santé	Avec occ. nocturne	1,00		
	Sans occ. nocturne	0,30		
	Salle d'opération	1,00		
Rassemblement	Occupation importante	0,54		
	Faible occupation	0,54		
	Cafétéria / Réfectoire	0,10		
Cuisine		0,36		
Commerce / Services		0,43		

Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	0,50		
	Fitness / Danse	0,50		
	Sauna / Piscine	0,50		
Locaux techniques		1,00		
Communs		Déterminé comme ci-dessous		
Autre		0,30		
Inconnue		0,54		

Pour la fonction "Communs" : si une partie fonctionnelle occupée par cette fonction dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs des paramètres $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct\ f}$ sont égales aux valeurs les plus élevées dans les parties fonctionnelles desservies.

Si plusieurs parties fonctionnelles ayant des fonctions différentes sont présentes dans la même zone de ventilation, les valeurs des paramètres $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct\ f}$ de toutes les parties fonctionnelles f appartenant à la zone de ventilation concernée sont identiques et ont comme valeurs celles de la partie fonctionnelle f pour laquelle les valeurs $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct\ f}$ sont les plus élevées.

5.7 Production de chaleur interne

Les sources de chaleur internes considérées sont : les personnes, l'éclairage, les ventilateurs et autres appareils. On détermine la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage et les calculs de refroidissement comme suit :

Eq. 54 $$Q_{i,heat,fct\ f,m} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 55 $$Q_{i,cool,fct\ f,m} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

où :

Eq. 56 $$\Phi_{i,heat,fct\ f,m} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,heat,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

Eq. 57 $$\Phi_{i,cool,fct\ f,m} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,cool,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

où :

$Q_{i,heat,fct\ f,m}$ la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;

$Q_{i,cool,fct\ f,m}$ la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;

$\Phi_{i,heat,fct\ f,m}$ le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W ;

$\Phi_{i,cool,fct\ f,m}$	le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en W ;
$q_{i,pers,fct\ f}$	la production de chaleur interne spécifique moyenne dans la partie fonctionnelle f, résultant des personnes, reprise au Tableau [8], en W/pers ;
$f_{real,fct\ f}$	le rapport conventionnel entre l'occupation réelle moyenne pendant les heures d'utilisation et l'occupation maximale de conception, de la partie fonctionnelle f, reprises au Tableau [8], (-) ;
$f_{pres,fct\ f}$	la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans le bâtiment, déterminée de la partie fonctionnelle f et reprises au Tableau [2], (-) ;
$n_{design,fct\ f}$	le nombre de personnes qui se trouvent dans la partie fonctionnelle f considérée conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;
$q_{i,app,fct\ f}$	la production interne spécifique moyenne de chaleur dans la partie fonctionnelle f considérée, résultant des appareils, reprise au Tableau [8], en W/m² ;
$A_{f,fct\ f}$	la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f considérée, en m² ;
$r_{light,fct\ f}$	un facteur de réduction pour la partie fonctionnelle f dont la valeur est égale à : - 0,3 si la consommation d'énergie pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f est déterminée selon le § 9.2 (méthode forfaitaire), - 0,5 s'il y a une extraction sur des armatures d'éclairage présentes dans la partie fonctionnelle f considérée qui représentent au moins 70% de la puissance totale absorbée, - 1,0 dans les autres cas ;
$W_{light,fct\ f,m}$	la production de chaleur interne mensuelle dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par l'éclairage en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2, en kWh ;
$r_{fans,heat,fct\ f}$ $r_{fans,cool,fct\ f}$	un facteur de réduction respectivement pour le chauffage et le refroidissement, dont la valeur est égale à : - 0 s'il y a uniquement une extraction mécanique, - 0,6 s'il y a une ventilation mécanique double flux, - 0,8 s'il y a recyclage ou récupération de chaleur, - 0,3 s'il y a insufflation mécanique d'air et que la puissance des ventilateurs est déterminée selon le § 8.1.3 (méthode forfaitaire), - 0,5 dans les autres cas ;
$W_{fans,fct\ f,m}$	la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par les ventilateurs, en kWh, déterminée selon le § 8.1, en kWh ;
t_m	la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

Tableau [8] : Production de chaleur interne résultant des personnes et des appareils et fraction d'occupation réelle, par fonction

Fonctions		**Production de chaleur interne dûe aux personnes** $q_{i,pers,fct\ f}$ (W/pers)	**Production de chaleur interne dûe aux appareils** $q_{i,app,fct\ f}$ (W/m²)	**Fraction d'occupation réelle** $f_{real,fct\ f}$, (-)
Hébergement		100	2	0,21
Bureaux		100	3	0,30
Enseignement		100	1	0,50
Soins de santé	Avec occ. nocturne	100	4	0,80
	Sans occ. nocturne	100	3	0,50
	Salle d'opération	100	4	0,20
Rassemblement	Occupation importante	100	2	0,30
	Faible occupation	100	1	0,30
	Cafétéria / Réfectoire	100	2	0,15
Cuisine		100	5	0,80
Commerce / Services		100	3	0,30
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	300	1	0,30
	Fitness / Danse	300	1	0,30
	Sauna / Piscine	300	1	0,30
Locaux techniques		100	5	0,05
Communs		100	1	0,15
Autre		100	3	0,30
Inconnue		100	2	0,30

5.8 Gains de chaleur solaires

On détermine les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle pour les calculs de chauffage $Q_{s,heat,fct\ f,m}$ et pour les calculs de refroidissement $Q_{s,cool,fct\ f,m}$ selon le § 7.10 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en transposant le fait que le calcul énergétique s'effectue au niveau de la partie fonctionnelle f et pas au niveau du secteur énergétique i. A cette fin, on effectue une sommation sur l'ensemble des parois transparentes, des systèmes d'énergie solaire passives non ventilés et des espaces contigus non chauffés de la partie fonctionnelle f.

Contrairement à l'annexe A.1 au présent arrêté, la détermination du facteur d'utilisation mensuel des protections solaires mobiles $a_{C,m,j}$ se fait selon le Tableau [9]. Ce tableau fait référence aux tableaux C1 et C3 de l'annexe C de l'annexe A.1 au présent arrêté :

Tableau [9] : Facteur d'utilisation mensuel $a_{c,m,j}$, en fonction du type de calcul

Commande	Chauffage	Refroidissement
Manuelle	Tables C1	MAX(0 ; Tables C1 – 0,1)
Automatique	Tables C1	MAX(0 ; Tables C3 – 0,1)
Automatique + weekend(1)	Tables C1	Tables C3
(1) Pour les cas où les protections solaires restent en fonctionnement toute la journée pendant le WE.		

Si une paroi transparente est équipée de plusieurs systèmes de protection solaire mobile (par exemple protections intérieure et extérieure), il faut prendre en considération le système qui possède la plus haute valeur F_C pour les calculs de chauffage, et le système qui possède la plus basse valeur F_C pour les calculs de refroidissement.

5.9 Capacité thermique effective

5.9.1 Principe

Pour la détermination de la capacité thermique effective, on a le choix entre deux méthodes :

- soit sur base de la capacité thermique spécifique par m² de surface d'utilisation de la partie fonctionnelle selon le § 5.9.2 ;
- soit sur base d'un calcul détaillé selon le § 5.9.3.

5.9.2 Capacité thermique effective sur base de la masse du plancher

On détermine la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, $C_{fct\ f}$, en kJ/K, sur base de la masse du plancher, comme suit :

Eq. 58 $$C_{fct\ f} = \sum_j D_{fct\ f,j} \cdot A_{f,fct\ f,j} \quad \text{(kJ/K)}$$

où :

$C_{fct\ f}$ la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, en kJ/K ;

$D_{fct\ f,j}$ la capacité thermique spécifique effective de la partie j de la partie fonctionnelle f, reprise au Tableau [10], en kJ/(m².K), la valeur par défaut étant de 55 kJ/(m².K) ;

$A_{f,fct\ f,j}$ la surface d'utilisation de la partie j de la partie fonctionnelle f, en m².

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties j dont l'ensemble constitue la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f.

Tableau [10] : Capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f,j}$ par unité de surface d'utilisation, en kJ/(m².K)

Masse minimum de la structure de plafond et du plancher par unité de surface d'utilisation (kg/m²)	Faux plafond fermé **et** plancher surélevé	Faux plafond fermé **ou** plancher surélevé	Pas de faux plafond fermé ni de plancher surélevé
Moins de 100	55	55	55
100 à 400	55	110	180
Plus de 400	55	180	360

Un faux plafond est considéré comme fermé dès que moins de 15% nets de la surface du plafond est ouverte.

5.9.3 Capacité thermique effective sur base d'un calcul détaillé

On calcule la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, $C_{fct\ f}$, en kJ/K, comme la somme de la masse active de tous les éléments structurels situés dans la partie fonctionnelle f ou enveloppant la partie fonctionnelle f, les parois intérieures non portantes n'étant pas prises en considération, comme suit :

Eq. 59 $$C_{fct\ f} = \sum_k \rho_k . c_k . d_k . A_k \quad \text{(kJ/K)}$$

où :

$C_{fct\ f}$ la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, en kJ/K ;

ρ_k la masse volumique de l'élément de construction k, en kg/m³ ;

c_k la chaleur spécifique de l'élément de construction k, en kJ/kg.K ;

d_k l'épaisseur active de l'élément de construction k, en m, déterminée comme l'épaisseur de l'élément de construction pour autant que la résistance thermique de l'élément de construction, calculée perpendiculairement depuis la surface intérieure, soit inférieure à 0,25 m².K/W, étant entendu que d_k ne peut pas être supérieure à 100 mm et ne représente pas plus de la moitié de l'épaisseur totale de la construction et que, pour les structures de plafonds suspendus dont une partie égale à au moins 15% de la surface du plafond est ouverte, la résistance du plafond suspendu ouvert peut ne pas être prise en considération pour la détermination de la résistance thermique de l'élément de construction depuis la surface intérieure ;

A_k la surface de l'élément de construction k, en m².

Il faut effectuer une sommation sur tous les éléments de construction k qui se trouvent dans la partie fonctionnelle f ou qui enveloppent la partie fonctionnelle f, à l'exception des murs non portants.

La capacité thermique effective spécifique de la partie fonctionnelle f, $D_{fct\ f}$, est calculée en rapportant la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f à la surface totale d'utilisation de la partie fonctionnelle f :

Eq. 390 $$D_{fct\ f} = \frac{C_{fct\ f}}{\sum_j A_{f,fct\ f,j}}$$ (kJ/(m²K))

où :

$D_{fct\ f}$	la capacité thermique spécifique effective de la partie fonctionnelle f, en kJ/(m².K) ;
$C_{fct\ f}$	la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, en kJ/K ;
$A_{f,fct\ f,j}$	la surface d'utilisation de la partie j de la partie fonctionnelle f, en m².

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties j dont l'ensemble constitue la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f.

5.10 Besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire

La méthode de calcul utilise directement des besoins totaux annuels nets de chaque point de puisage d'eau chaude présent dans chaque partie fonctionnelle (exprimés en MJ). Les besoins mensuels nets en énergie par point de puisage d'eau chaude sont calculés à partir des besoins annuels pondérés par la fraction t_m/t_a. Les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire sont donnés ci-dessous, en distinguant les besoins pour les douches et/ou baignoires i, les éviers de cuisine j et chacun des autres points de puisage d'eau chaude k :

- Pour une douche ou une baignoire i :

Eq. 60 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} \cdot f_{bath\ i,fct\ f} \cdot Q_{water,bath,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

- Pour un évier de cuisine j (s'il fait partie d'un espace cuisine où des repas sont préparés) :

Eq. 61 $$Q_{water,sink\ j,net,m} = r_{water,sink\ j,net} \cdot f_{sink\ j,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

- Pour un autre point de puisage d'eau chaude k :

Eq. 62 $$Q_{water,other\ k,net,m} = r_{water,other\ k,net} \cdot f_{other\ k,fct\ f} \cdot Q_{water,other,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

où :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire i, en MJ ;

$Q_{water,sink\ j,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine j, en MJ ;
$Q_{water,other\ k,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un point de puisage d'eau chaude k, en MJ ;
$r_{water,bath\ i,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$r_{water,sink\ j,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine j par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$r_{water,other\ k,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le point de puisage d'eau chaude k par récupération thermique de l'écoulement, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;
$f_{bath\ i,fct\ f}$	la part de la douche ou de la baignoire i dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient la douche ou la baignoire concernée, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$f_{sink\ j,fct\ f}$	la part de l'évier de cuisine j dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les éviers de cuisine de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'évier concerné, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$f_{other\ k,fct\ f}$	la part du point de puisage d'eau chaude k dans les besoins totaux nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient le point de puisage d'eau chaude concerné, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient la douche ou la baignoire concernée, tels que déterminés au § 5.10.1, en MJ ;
$Q_{water,sink,net,fct\ f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les éviers de cuisine j de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'évier concerné, tels que déterminés au § 5.10.2, en MJ ;
$Q_{water,other,net,fct\ f,a}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient le point de puisage d'eau chaude concerné, tels que déterminés au § 5.10.3, en MJ ;
t_m	la longueur du mois considéré en Ms, voir Tableau [1] ;
t_a	la longueur de l'année en Ms, qui vaut la somme des 12 valeurs t_m du Tableau [1], à savoir 31,536 Ms.

Particularité de la fonction "Enseignement" : les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de cette partie fonctionnelle ($Q_{water,bath\ i,net,m}$, $Q_{water,sink\ j,net,m}$, $Q_{water,other\ k,net,m}$) sont considérés être nuls durant les mois de juillet et d'août.

Les parts des différents points de puisage d'eau chaude sont déterminées, par partie fonctionnelle, comme suit :

Eq. 63 $f_{bath\ i,fct\ f} = \frac{1}{n_{bath,fct\ f}}$, $f_{sink\ j,fct\ f} = \frac{1}{n_{sink,fct\ f}}$ et

$$f_{other\ k,fct\ f} = \frac{1}{n_{other,fct\ f}} \quad (-)$$

où :

$n_{bath,fct\ f}$ le nombre total de douches et/ou de baignoires dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$n_{sink,fct\ f}$ le nombre total d'éviers de cuisine dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$n_{other,fct\ f}$ le nombre total de points de puisage d'eau chaude, qui ne sont ni des douches et/ou baignoires, ni des éviers de cuisine, dans la partie fonctionnelle f, (-).

5.10.1 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des douches et/ou baignoires

Si une partie fonctionnelle contient des douches et/ou baignoires i, les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes ces douches et/ou baignoires i sont définis par fonction au Tableau [11] :

Tableau [11] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire et nombre de jours d'occupation, par fonction

Fonctions		$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$ **(MJ)**	$n_{day,fct\ f}$ **(-)**
Hébergement		1604,59 . $n_{design,rooms}$	365
Bureaux		5606,00 . n_{bath}	260
Enseignement		5606,00 . n_{bath}	220
Soins de santé	Avec occ. nocturne	962,75 . $n_{design,rooms}$	365
	Sans occ. nocturne	5606,00 . n_{bath}	260
	Salle d'opération	7870,00 . n_{bath}	365
Rassemblement	Occupation importante	6727,00 . n_{bath}	312
	Faible occupation	6727,00 . n_{bath}	312
	Cafétéria / Réfectoire	5606,00 . n_{bath}	260
Cuisine		6727,00 . n_{bath}	312
Commerce / Services		6727,00 . n_{bath}	312
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	6727,00 . n_{bath}	312
	Fitness / Danse	6727,00 . n_{bath}	312
	Sauna / Piscine	6727,00 . n_{bath}	312
Locaux techniques		7870,00 . n_{bath}	365
Communs		21,56 . max($n_{day,fct\ f}$) . n_{bath}	-
Autre		5606,00 . n_{bath}	260

Inconnue	6727,00 . n_{bath}	312

où :

$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$ les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires de la partie fonctionnelle f, en MJ ;

$n_{design,rooms}$ le nombre total de personnes qui se trouvent dans les espaces de type "chambre" de la partie fonctionnelle f, conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;

n_{bath} le nombre total de douches et/ou de baignoires dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$n_{day,fct\ f}$ le nombre de jour par an pendant lesquels la partie fonctionnelle f est occupée, (-).

Pour la fonction "Communs" : les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de toutes les douches et de toutes les baignoires d'une partie fonctionnelle ayant la fonction "communs" dépend de la plus grande des durées d'occupation des parties fonctionnelles qui sont desservies par cette partie fonctionnelle ayant la fonction "communs". Cette durée d'occupation maximale est obtenue en prenant la valeur maximale des $n_{day,fct\ f}$ de toutes les parties fonctionnelles desservies.

5.10.2 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine

En cas de présence d'un espace de type "cuisine", où des repas sont préparés et qui contient un ou plusieurs évier(s) (avec eau chaude), il faut considérer pour la partie fonctionnelle à laquelle appartient cet espace cuisine des besoins totaux nets annuels en énergie supplémentaire pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas dans cet espace cuisine.

Si cet espace cuisine dessert une seule partie fonctionnelle f, les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas pour cette cuisine sont calculés comme suit fct ffct f :

Eq. 64 $$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = n_{meal} \cdot n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal} \quad \text{(MJ)}$$

où :

n_{meal} le nombre de repas préparés par service, tel que défini ci-dessous, (-) ;

$n_{serv,fct\ f}$ le nombre de service assurés par jour. Ce nombre dépend de la fonction desservie et est repris au Tableau [12], (-) ;

$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$ les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas, par repas et pour tous les éviers de cuisine de la partie fonctionnelle f en MJ. Ce nombre dépend de la fonction desservie et est repris au Tableau [12].

Si cet espace cuisine dessert plusieurs parties fonctionnelles, les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas pour cette cuisine sont calculés au prorata des surfaces totales d'utilisation des parties fonctionnelles desservies :

Eq. 65 $$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = \frac{n_{meal} \cdot \sum_f \left[A_{f,fct\ f} \cdot (n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal})\right]}{\sum_f A_{f,fct\ f}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$A_{f,fct\ f}$	la surface totale d'utilisation de la partie fonctionnelle f desservie, en m² ;
n_{meal}	le nombre de repas préparés par service, tel que défini ci-dessus, (-) ;
$n_{serv,fct\ f}$	le nombre de service assurés par jour, pour chaque parties fonctionnelles desservies, tel que repris au Tableau [12], (-) ;
$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$	les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire à la préparation des repas, par repas et pour chaque partie fonctionnelle desservie, tel que repris au Tableau [12], en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f desservies par la cuisine.

Nombre de repas préparés par service

Le paramètre n_{meal} dépend de la surface d'utilisation des espaces nécessaires à la préparation des repas :

Eq. 66 Si $A_{f,sink} \leq 200\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,85} \quad \text{(-)}$$

Si $200\ m^2 < A_{f,sink} \leq 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,75} \quad \text{(-)}$$

Si $A_{f,sink} > 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,55} \quad \text{(-)}$$

où :

$A_{f,sink}$	la surface d'utilisation des espaces nécessaires à la préparation des repas, en m² ;
n_{meal}	le nombre de repas préparés par service, (-).

Doivent être pris en compte pour le calcul de cette surface tous les espaces nécessaires à la préparation des repas (si présents dans le bâtiment), et au minimum les espaces suivants : la cuisine, l'envoi des plats/service, le stockage des produits réfrigérés, le stockage des produits non réfrigérés et la livraison/gestion des déchets.

Tableau [12] : Nombre de services assurés par jour et besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine par repas, par fonction desservie

Fonctions		$n_{serv,fct\ f}$	$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$ **(MJ)**
Hébergement		1	761,85
Bureaux		1	544,18
Enseignement		1	544,18
Soins de santé	Avec occ. nocturne	2	761,85
	Sans occ. nocturne	1	544,18
	Salle d'opération	-	0,00
Rassemblement	Occupation importante	2	653,02
	Faible occupation	2	653,02
	Cafétéria / Réfectoire	1	544,18
Cuisine		Pas d'application	
Commerce / Services		1	653,02
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	2	653,02
	Fitness / Danse	2	653,02
	Sauna / Piscine	2	653,02
Locaux techniques		-	0,00
Communs		-	0,00
Autre		1	544,18
Inconnue		1	544,18

5.10.3 Besoin annuel net en énergie pour l'eau chaude sanitaire des autres points de puisage d'eau chaude (autre que douches et/ou baignoires et éviers de cuisine)

Si des autres points de puisage d'eau chaude que les douches et/ou baignoires et les éviers de cuisine sont présents dans la partie fonctionnelle f, il faut considérer des besoins totaux nets annuels en énergie pour l'eau chaude sanitaire nécessaire pour ces autres points de puisage d'eau chaude.

Si aucun autres points de puisage d'eau chaude que les douches et/ou baignoires et les éviers de cuisine n'est présent dans la partie fonctionnelle f, $Q_{water,net,other,fct\ f,a} = 0$.

Les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les points de puisage d'eau chaude k, à l'exception des douches et/ou baignoires i et des éviers de cuisine j, sont définis par fonction au Tableau [13].

Tableau [13] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire de tous les autres points de puisage d'eau chaude, par fonction

Fonctions		$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ **(MJ)**
Hébergement		1069,73 . $n_{design,rooms}$
Bureaux		5 . $A_{f,fct\ f}$
Enseignement		5 . $A_{f,fct\ f}$
Soins de santé	Avec occ. nocturne	1444,13 . $n_{design,rooms}$
	Sans occ. nocturne	54,58 . $A_{f,fct\ f}$
	Salle d'opération	5 . $A_{f,fct\ f}$
Rassemblement	Occupation importante	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Faible occupation	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Cafétéria / Réfectoire	5 . $A_{f,fct\ f}$
Cuisine		5 . $A_{f,fct\ f}$
Commerce / Services		5 . $A_{f,fct\ f}$
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Fitness / Danse	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Sauna / Piscine	5 . $A_{f,fct\ f}$
Locaux techniques		5 . $A_{f,fct\ f}$
Communs		5 . $A_{f,fct\ f}$
Autre		5 . $A_{f,fct\ f}$
Inconnue		5 . $A_{f,fct\ f}$

où :

$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ les besoins annuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de tous les autres points de puisage d'eau chaude de la partie fonctionnelle f, en MJ ;

$n_{design,rooms}$ le nombre total de personnes qui se trouvent dans les espaces de type "chambre" de la partie fonctionnelle f, conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;

$A_{f,fct\ f}$ la surface totale d'utilisation de la partie fonctionnelle f, en m².

5.11 Besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification

Si les installations du bâtiment comprennent des dispositifs d'humidification de l'air neuf destiné à l'unité PEN (ou à une partie de celle-ci), les besoins mensuels nets en énergie d'un appareil j destiné à l'humidification sont donnés par :

Eq. 67 $$Q_{hum,net,j,m} = 2,5 \cdot r_{hum} \cdot \sum_{f} \left(X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply,j,fct\ f,design} \right) \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{hum,net,j,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil j, en MJ ;
r_{hum}	un facteur de réduction ayant la valeur suivante : - si l'installation d'humidification est conçue pour le transport de l'humidité depuis l'air rejeté vers l'air fourni : $r_{hum} = 0,4$; - sinon : $r_{hum} = 1,0$;
$X_{h,fct\ f,m}$	la quantité mensuelle d'humidité à fournir par unité de débit d'air fourni, pour la partie fonctionnelle f, en kg.h/m³, reprise au

Tableau [14] **;**

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$	le débit de conception d'air frais entrant à travers l'humidificateur j, pour la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f alimentées par l'humidificateur j.

Remarques :

- un échangeur rotatif sur lequel on a appliqué une couche hygroscopique peut être considéré comme un dispositif de récupération d'humidité ;
- le recyclage n'est pas considéré comme une récupération d'humidité dans le cadre de ce paragraphe. L'effet du recyclage a déjà été pris en compte dans le débit d'air à appliquer.

Tableau [14] : Valeurs mensuelles de la quantité d'humidité à amener par unité de débit d'air $X_{h,fct\ f,m}$, par fonction, en kg.h/m³

Fonctions		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Hébergement		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Bureaux		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Enseignement		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Sans occ. nocturne	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Salle d'opération	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Rassemblement	Occ. importante	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Faible occupation	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafétéria / Réfectoire	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Cuisine		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Commerce / Services		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness / Danse	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna / Piscine	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Locaux techniques		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Communs		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Autre		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Inconnue		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14

6 Besoins bruts en énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire

6.1 Principe

Les installations de chauffage et de refroidissement peuvent se complexifier très rapidement. C'est pourquoi, les installations sont évaluées énergétiquement de manière schématique dans ce chapitre. Le rendement du système est une mesure du gaspillage d'énergie dû au fait que l'on chauffe et refroidit simultanément un secteur énergétique et aux pertes d'énergie dues au transport de chaleur et de froid à l'intérieur d'un secteur énergétique. On effectue les calculs avec des valeurs annuelles moyennes constantes.

Les installations d'eau chaude sanitaire se composent :

- d'une installation de production de chaleur. On distingue ici deux types : les installations à production instantanée de l'eau chaude sanitaire et les installations à accumulation. Dans les deux cas, l'appareil producteur de chaleur destiné au chauffage des locaux peut aussi produire l'eau chaude sanitaire, ou bien le chauffage et l'eau chaude sanitaire ont chacun leur propre appareil producteur de chaleur ;
- d'un système de distribution. Si ce système doit franchir de grandes distances, on prévoit souvent une conduite de circulation.

Les besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire comprennent les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire et toutes les déperditions qui surviennent lors de la distribution. Ces déperditions sont calculées via le rendement du système. Au cas où plus d'une installation de production de chaleur assure la production d'eau chaude sanitaire, chacune est associée aux points de puisage d'eau chaude qu'elle dessert.

Les besoins bruts en énergie des secteurs énergétiques qui sont desservis par un "combilus" sont déterminés selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

6.2 Détermination des besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement

Les besoins bruts en énergie pour le chauffage et le refroidissement par mois et par secteur énergétique sont donnés par :

Eq. 68 $$Q_{heat,gross,seci,m} = \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{\eta_{sys,heat}} \quad \text{(MJ)}$$

et :

Eq. 303 $$Q_{cool,gross,seci,m} = \frac{a_{lat,cool} \cdot Q_{cool,net,seci,m}}{\eta_{sys,cool}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{heat,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{heat,net,seci,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.4, en MJ ;

$\eta_{sys,heat}$	le rendement du système de chauffage, déterminé selon le § 6.3, (-) ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.1, en MJ ;
$a_{lat,cool}$	un coefficient de majoration forfaitaire tenant compte de l'énergie latente libérée par la condensation surfacique sur les émetteurs de refroidissement et de la deshumidification de l'air pulsé, valant 1,1 si la température moyenne du fluide caloporteur dans l'émetteur en fonctionnement nominal est inférieure à 15°C ou en présence d'un refroidissement actif de l'air pulsé, et 1,0 dans les autres cas, (-) ;
$Q_{cool,net,seci,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.4, en MJ ;
$\eta_{sys,cool}$	le rendement du système de refroidissement, déterminé selon le § 6.3, (-).

6.3 Rendements du système de chauffage et de refroidissement

On détermine, pour chaque système, le rendement du système de chauffage et de refroidissement, $\eta_{sys,heat}$ et $\eta_{sys,cool}$, à l'aide d'un facteur d'annihilation et du rapport entre, d'une part, les besoins annuels nets en énergie respectivement pour le chauffage et le refroidissement, et, d'autre part, la somme des besoins nets en énergie pour le refroidissement et le chauffage, comme suit :

Eq. 70 $$\eta_{sys,heat} = \frac{1.0}{1.0 + a_{heat} + f_{annih}/f_{heat,net}} \quad (-)$$

et :

Eq. 71 $$\eta_{sys,cool} = \frac{1.0}{1.0 + a_{cool} + f_{annih}/f_{cool,net}} \quad (-)$$

où :

a_{heat}	le terme pour les déperditions des conduites, les déperditions des gaines et la régulation du système de distribution pour le chauffage, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
f_{annih}	le facteur d'annihilation de l'énergie résultant du chauffage et du refroidissement simultanés, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
$f_{heat,net}$	la fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4 ;
a_{cool}	le terme pour les déperditions des conduites, les déperditions des gaines et la régulation du système de distribution pour le refroidissement, tel qu'établi ci-dessous, (-) ;
$f_{cool,net}$	la fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4.

Pour les systèmes où la température exigée pour l'insufflation d'air est obtenue en mélangeant un flux d'air chauffé et un flux d'air refroidi, on a :

- f_{annih} = 0,4 ;
- a_{heat} = 0 ;
- a_{cool} = 0.

Pour tous les autres systèmes, on relève les facteurs f_{annih}, a_{heat} et a_{cool} des Tableau [15] et Tableau [16].

Tableau [15] : Facteurs d'annihilation, f_{annih}, et pertes de distribution, a_{heat} et a_{cool}, pour le chauffage et pour le refroidissement

		Chauffage	
		Production locale	**Production centrale**
Refroidissement	**Production locale**	f_{annih} = 0 a_{heat} = 0 a_{cool} = 0	Tableau [16] ligne 1 ou 5
	Production centrale	f_{annih} = 0 a_{heat} = 0 a_{cool} = 0	Tableau [16] ligne 2,3,4,6,7,8
	Absent	f_{annih} = 0 a_{heat} = 0 a_{cool} = 0	Tableau [16] ligne 1 ou 5

Tableau [16] : Facteurs d'annihilation, f_{annih}, et pertes de distribution, a_{heat} et a_{cool}, en cas de production centrale, respectivement pour le chauffage et pour le refroidissement

Numéro du système	Transport de chaleur par	Transport de froid par	Régulation chauffage et refroidissement par espace	Facteur d'annihilation f_{annih}	Facteur de pondération déperditions conduites et gaines	
					Chauffage a_{heat}	Refroidissement a_{cool}
1	eau ou eau et air	N.A.°	oui	0,00	0,08	0,00
			non	0,00	0,25	0,00
2		eau	oui	0,04	0,13	0,06
3		air	oui	0,00	0,13	0,06
			non	0,00	0,25	0,06
4		eau et air	oui	0,04	0,13	0,07
5	air	N.A.°	oui	0,00	0,04	0,00
			non	0,00	0,34	0,00
6		eau	oui	0,10	0,09	0,06
7		air	oui	0,00	0,04	0,01
			non	0,00	0,39	0,01

8		eau et air	oui	0,10	0,09	0,07

° N.A. : non applicable

Si pour les systèmes du Tableau [16], un liquide réfrigérant est utilisé à la place de l'eau comme fluide caloporteur, alors les valeurs du Tableau [16] doivent être corrigées comme suit :

- la valeur de a_{heat} est diminuée de 0,08 ;
- la valeur de a_{cool} est diminuée de 0,01.

"Régulation chauffage et refroidissement par espace" veut dire que, au niveau de l'espace, le débit et/ou la température du fluide caloporteur (ou frigorigène) transporté est régulé en fonction d'une part de la température réelle et d'autre part de la température souhaitée dans l'espace.

Avec les systèmes dont la configuration est différente en situation estivale et en situation hivernale, il faut appliquer les facteurs d'annihilation correspondant au numéro du système en situation hivernale.

Pour les systèmes qui ne rentrent dans aucune des catégories décrites dans ce chapitre, le rendement du système pour le chauffage et le refroidissement doit être évalué selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

Remarques :

1. On entend par "transport de chaleur par eau" : au niveau de l'espace, un (post)chauffage est réalisé par des radiateurs situés dans l'espace, des éléments chauffants dans l'air qui circule (ventilo-convecteurs, unités à induction), une batterie de postchauffage dans la gaine d'amenée d'air, ou autres.

2. On entend par "transport de chaleur par air" : l'installation centrale de traitement d'air contient un dispositif (batterie chauffante et/ou récupérateur de chaleur) pour réchauffer l'air fourni (c'est pratiquement toujours le cas avec une ventilation mécanique).

3. On entend par "transport de froid par eau" : un (post)refroidissement est effectué, au niveau de l'espace, par des batteries de refroidissement placées dans la gaine d'amenée, des batteries de refroidissement situées dans l'air qui circule (ventilo-convecteurs ou unités à induction avec batterie de refroidissement), des plafonds froids à circulation d'eau, ou autres. Les plafonds froids à circulation d'air ne sont pas compris dans cette catégorie.

4. On entend par "transport de froid par air" : une installation de traitement d'air centrale contient un dispositif (batterie de refroidissement) pour refroidir et/ou déshumidifier l'air fourni.

6.4 Fractions des besoins nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement

6.4.1 Fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement

On détermine, pour le secteur énergétique, le rapport entre les besoins *annuels* nets en énergie pour le refroidissement et la somme des besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

Eq. 72 $$f_{cool,net} = 1 - f_{heat,net}$$ (-)

où :

$f_{cool,net}$ la fraction des besoins nets en énergie pour le refroidissement par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement ;

$f_{heat,net}$ la fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, déterminée selon le § 6.4.2.

6.4.2 Fraction des besoins nets en énergie pour le chauffage

On détermine, pour le secteur énergétique, le rapport entre les besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et la somme des besoins *annuels* nets en énergie pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

Eq. 73 $$f_{heat,net} = \max\left(0,1 \; ; \; \min\left(\frac{Q_{heat,net,seci,a}}{Q_{heat,net,seci,a} + Q_{cool,net,seci,a}} \; ; \; 0,9\right)\right)$$ (-)

où :

Eq. 74 $$Q_{heat,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,net,seci,m}$$ (MJ)

et :

Eq. 75 $$Q_{cool,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,seci,m}$$ (MJ)

où :

$f_{heat,net}$ la fraction des besoins annuels nets en énergie pour le chauffage par rapport aux besoins annuels nets totaux en énergie pour le chauffage et le refroidissement, (-) ;

$Q_{heat,net,seci,a}$ les besoins annuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{cool,net,seci,a}$ les besoins annuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;

$Q_{heat,net,seci,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.1, en MJ ;

$Q_{cool,net,seci,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 5.4, en MJ.

6.5 Détermination des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Pour les douches et/ou baignoires i (indice "bath") et les éviers de cuisine j (indice "sink"), la conversion des besoins nets pour l'eau chaude sanitaire en besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire est analogue à la méthode appliquée aux unités PER. Il faut donc appliquer le § 9.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Pour les autres points de puisage d'eau chaude i (indice "other"), on applique également le § 9.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté mais en transposant les formules qui s'appliquent aux éviers (indice "sink" dans l'annexe A.1 au présent arrêté) et en déterminant la contribution des conduites d'eau sanitaire au rendement de système comme suit :

Eq. 304 $$\eta_{tubing,other\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,other\ i} / r_{water,other\ i,net}}$$ (-)

avec :

$l_{tubing,other\ i}$ la longueur des conduites vers un autre point de puisage d'eau chaude i, en m. S'il n'y a pas de conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre l'appareil producteur de chaleur concerné pour l'eau chaude sanitaire et le milieu du plancher du local dans lequel se trouve le point de puisage d'eau chaude i. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite. S'il y a une conduite de circulation : on prend la longueur égale à la somme des plus courtes distances à l'horizontale et à la verticale entre le point d'embranchement concerné de la conduite de circulation et le milieu du plancher du local dans lequel se trouve le point de puisage d'eau chaude i. En alternative, on peut également prendre la longueur réelle de la conduite ;

$r_{water,other\ i,net}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l' autre point de puisage d'eau chaude i par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-).

Comme valeurs par défaut, on utilise : $l_{tubing,other\ i}$ = 20 m.

7 Consommation finale d'énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'humidification et l'eau chaude sanitaire

7.1 Principe

Pour calculer le rendement de production dans un secteur énergétique, on considère le rendement de production des appareils qui alimentent le secteur énergétique en chaleur ou en froid. On calcule toujours avec des valeurs moyennes mensuelles.

Lorsque l'installation combine différents types de générateurs de chaleur ou de froid, on répartit les besoins bruts de manière conventionnelle entre le générateur préférentiel et le(s) générateur(s) non préférentiel(s). S'il y a plus d'un type de générateur de froid non préférentiel, on considère pour le traitement de la partie non préférentielle, uniquement le générateur de froid affichant la valeur la plus basse du rapport entre le facteur de conversion en énergie primaire (f_p) et le rendement de production. S'il y a plus d'un type de producteur de chaleur non préférentiel, on détermine pour chaque générateur de chaleur non préférentiel une part non préférentielle selon le § 7.3.1.

Le cas échéant, on détermine également de manière analogue la consommation finale d'énergie pour l'humidification.

Lors de l'extension d'un bâtiment, les cas suivants peuvent se présenter :

- si on place de nouveaux générateurs de chaleur et/ou de froid qui fonctionnent indépendamment des appareils existants, on applique la procédure ci-après dans son entièreté ;
- si on place de nouveaux générateurs de chaleur et/ou de froid qui fonctionnent en combinaison avec les appareils existants, il faut appliquer la procédure ci-dessous, sans tenir compte des appareils existants ;
- si on ne place pas d'appareils supplémentaires, mais qu'on fait uniquement usage d'appareils existants, on peut au choix :
  - soit appliquer la procédure ci-dessous aux appareils existants si toutes les informations nécessaires sont disponibles de manière univoque,
  - soit calculer avec les valeurs par défaut suivantes :
    - $\eta_{gen,heat}$ = 0,77 (par rapport au pouvoir calorifique supérieur), avec du mazout comme vecteur énergétique,
    - $\eta_{gen,cool}$ = 2,2, avec électricité comme vecteur énergétique.

7.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'humidification

7.2.1 Chauffage et humidification

Si plusieurs générateurs de chaleur alimentent un secteur énergétique en chaleur et que ces appareils n'ont pas tous le même rendement de production selon le § 7.5 et/ou n'utilisent pas tous le même vecteur énergétique, on répartit conventionnellement les besoins bruts en énergie pour le chauffage entre les générateurs de chaleur préférentiels et les générateurs non préférentiels, de la manière décrite ci-dessous.

Ce principe s'applique également aux pompes à chaleur hybrides (la combinaison d'une pompe à chaleur et d'une chaudière) et aux pompes à chaleur équipées d'une résistance électrique intégrée, où

la pompe à chaleur et la résistance électrique sont considérées comme des appareils de production connectés en parallèle. Exception : si le rendement de production d'une pompe à chaleur électrique équipée d'une résistance électrique intégrée est déterminé selon le § 10.2.3.3.2 de l'annexe A.1, l'influence de la résistance électrique est déjà comprise dans ce rendement de production et l'appareil est tout de même considéré comme un producteur unique.

Ce formalisme est maintenu même s'il n'y a qu'un générateur de chaleur, ou si tous les générateurs de chaleur selon le § 7.5 ont le même rendement (et utilisent le même vecteur énergétique). Ce (groupe de) générateur(s) de chaleur constitue alors le générateur de chaleur préférentiel et assure 100% des besoins. Le générateur de chaleur non préférentiel (non défini) se voit attribuer 0% des besoins.

Remarque : plusieurs appareils électriques de chauffage à résistance sont donc considérés collectivement comme un seul générateur de chaleur isolé. De même, un groupe de chaudières identiques est traité comme un seul générateur de chaleur.

Une méthode analogue s'applique aux installations d'humidification.

La consommation finale d'énergie pour le chauffage par mois et par secteur énergétique est donnée par :

- pour le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) :

Eq. 407 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- pour le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k :

Eq. 408 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

La consommation finale d'énergie pour l'humidification, par mois et par humidificateur, est donnée par :

- pour le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) :

Eq. 409 $$Q_{hum,final,j,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- pour le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k :

Eq. 410 $$Q_{hum,final,j,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$f_{heat,m,pref}$ la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connectés préférentiel(s), telle que déterminée au § 7.3.1, (-) ;

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ la part des besoins de chaleur totaux de la quantité de chaleur fournie correspondent au secteur énergétique i couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe A.1, (-) ;

$f_{as,hum,j,m}$	la part des besoins de chaleur totaux de la quantité de chaleur fournie correspondent à l'humidificateur j couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe A.1, (-) ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$\eta_{gen,heat,m,npref\ k}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$f_{heat,m,npref\ k}$	la fraction mensuelle de production de chaleur totale produit par le(s) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, déterminé selon § 7.3.1, (-) ;
$Q_{hum,net,j,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un humidificateur j, déterminés selon le § 5.11, en MJ.

La consommation finale d'énergie pour le chauffage et pour l'humidification des secteurs énergétiques qui sont desservis par un système "combilus" est déterminée selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

7.2.2 Refroidissement

Un générateur de froid peut fonctionner en mode free-chilling.

Le free-chilling est une technique de refroidissement où l'eau de refroidissement est rafraîchie sans l'utilisation d'une machine de refroidissement. On distingue 3 formes de free-chilling :

- le free-chilling par air : cette technique fait usage de l'air comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par une tour de refroidissement ou un aéro-refroidisseur (dry-cooler) ;
- le geo-cooling, systèmes fermés : cette technique fait usage du sol comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par un ou plusieurs échangeur(s) de chaleur enterrés ;
- le geo-cooling, systèmes ouverts : cette technique fait usage d'eaux souterraines comme source froide. Le circuit d'eau froide est refroidi par l'utilisation des eaux souterraines qui sont pompées puis réinjectées.

Les deux premières formes décrites ci-dessus ne sont prises en compte qu'en combinaison avec une machine frigorifique.

Si plusieurs générateurs de froid alimentent un secteur énergétique en froid et que ces générateurs n'ont pas tous le même rendement de production selon le § 7.5.2 et/ou n'utilisent pas tous le même vecteur énergétique et/ou sont combinés avec une forme différente de free-chilling, on répartit de manière conventionnelle les besoins bruts en énergie pour le refroidissement entre les générateurs de froid préférentiels et non préférentiels tel que décrit ci-dessous.

Ce formalisme est maintenu même s'il n'y a qu'un seul générateur de froid, ou si tous les générateurs de froid selon le § 7.5 ont le même rendement (et utilisent le même vecteur énergétique et ne sont pas combinés à différentes formes de free-chilling). Ce (groupe de) générateur(s) de froid constitue alors le générateur de froid préférentiel et assure 100% des besoins. Le générateur de froid non préférentiel (non défini) se voit attribuer 0% des besoins.

La consommation finale d'énergie pour le refroidissement est déterminée par mois et par secteur énergétique comme suit :

Eq. 81 $$Q_{cool,final,sec\ i,m,pref} = f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 82 $$Q_{cool,final,sec\ i,m,npref} = \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;
$f_{cool,pref}$	la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s), tel que déterminé au § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool,m,free,pref}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s) en mode free-chilling, tel que déterminé au § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) non préférentiel(s) en mode free-chilling, tel que déterminé au § 7.4, (-) ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s) pour le refroidissement du secteur énergétique i, en MJ ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.2, (-).

7.3 Répartition des besoins bruts en énergie entre générateurs préférentiels et non préférentiels

7.3.1 Chauffage

On détermine la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur préférentiel comme suit :

- S'il n'y a qu'un seul générateur de chaleur pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de chaleur ont le même rendement de production selon le § 7.5 (et qu'ils utilisent le même vecteur énergétique), on applique pour la fraction préférentielle moyenne mensuelle pour le chauffage, $f_{heat,m,pref} = 1$;
- sinon :
  - si le générateur de chaleur préférentiel n'est ni une installation de cogénération sur site, ni une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, les valeurs de

$f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [47]. Pour appliquer le Tableau [47], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de x_m,

- si le générateur de chaleur préférentiel est une installation de cogénération sur site, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [18],
- si le générateur de chaleur préférentiel est une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ doivent être reprises du Tableau [48]. Pour appliquer le Tableau [48], il faut faire une interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires de x_m.

En cas d'application d'une installation de cogénération sur site en combinaison avec un ou plusieurs autres générateurs de chaleur, c'est la cogénération qui fait office de générateur de chaleur préférentiel. Si le générateur de chaleur préférentiel fournit de la chaleur à plus d'une partie fonctionnelle, les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ pour une fonction avec profil de besoin fluctuant seront utilisées, sauf si la somme des surfaces au sol des fonctions avec un profil de besoin constant pour lesquelles l'appareil préférentiel fournit de la chaleur est plus grande que la moitié de la somme des surfaces au sol de toutes les parties fonctionnelles pour laquelle l'appareil préférentiel fournit de la chaleur. Dans ce dernier cas les valeurs de $f_{heat,m,pref}$ pour une fonction avec profil de besoin constant seront utilisées. Il faut se référer au bas de ce paragraphe pour la subdivision par fonction selon un profil de besoin fluctuant ou constant. Cette méthode n'est valable que dans une unité PEN. Si l'appareil préférentiel déssert des unités PEN et PER, $f_{heat,m,pref}$ est déterminé pour les unités PEN comme décrit dans de chapitre et pour les unités PER selon le § 10.2.2 de l'annexe A.1.

La régulation entre appareils préférentiels et non préférentiels est une "régulation additionelle de puissance de pointe" si le(s) appareil(s) non préférentiel(s) ne fonctionne(nt) qu'au moment où la demande de puissance est plus grande que la puissance que peut fournir l'appareil préférentiel, et si dans cette période l'appareil préférentiel fonctionne à pleine puissance. Dans tous les autre cas et aussi par défaut, une "régulation de commutation de puissance de pointe" est d'application.

Les valeurs pour $f_{heat,m,pref}$ sont toujours fonction de la variable auxiliaire x_m, déterminée selon :

Eq. 307

$$x_m = \frac{\left[\begin{array}{c} \sum_i \left(1-f_{as,heat,sec\ i,m}\right)\cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ +\sum_j \left(1-f_{as,water,bath\ j,m}\right)\cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ +\sum_k \left(1-f_{as,water,sink\ k,m}\right)\cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ +\sum_l \left(1-f_{as,water,other\ l,m}\right)\cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \\ +\sum_n \left(1-f_{as,hum,n,m}\right)\cdot Q_{hum,net,n,m} \\ +\sum_o \frac{f_{cool,pref}\cdot Q_{cool,gross,sec\ o,m}}{EER_{nom}} \end{array}\right]}{\left(1000\cdot P_{gen,heat,pref}\cdot t_m\right)} \quad (-)$$

où :

x_m la variable auxiliaire pour la détermination de la fraction en demande de chaleur couverte par l'appareil préférentiel : le besoin en chaleur divisé par la production "virtuelle" du générateur en puissance maximale sans interruption pendant le mois considéré, (-) ;

$f_{as,[\ldots],m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par un système d'énergie solaire thermique, déterminée selon § 10.4 de l'annexe A.1 au présent arrêté. Avec l'un des indices suivants à la place de […] : "heat,sec i" pour le besoin de chaleur du secteur énergétique i, les indices "water,bath j", "water,sink k" et "water,other l" pour les besoins de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire pour respectivement douche ou bain j, évier de cuisine k et autre point

	d'eau l et l'indice "hum,n" pour de besoin de chaleur pour l'humidification d'un appareil n, (-) ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.2 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire pour les douches ou baignoires j, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{water,sin\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des éviers de cuisine k, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon § 6.5 de la présente annexe pour les unités PEN, en MJ ;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire des autres points de puisage d'eau chaude l, déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{hum,net,n,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil n, déterminés selon le § 5.11, en MJ ;
$f_{cool,pref}$	la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) de froid connecté(s) préférentiel(s), tel que déterminé au § 7.3.2, (-) ;
EER_{nom}	le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{cool,gross,sec\ o,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique o, fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$P_{gen,heat,pref}$	la puissance nominale totale du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), en kW ;
t_m	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut effectuer une somme sur tous les secteurs énergétique i chauffés par un/des générateur(s) préférentiel(s), sur toutes les douches et/ou baignoires j, les éviers de cuisines k et les autres point de puisage l alimentés par l'eau chaude sanitaire produite par le(s) générateur(s) préférentiel(s), sur tous les humidificateurs n chauffé par le(s) générateur(s) préférentiel(s) et sur tous les secteurs énergétiques o qui font partie d'une unité PEN et qui sont refroidis par la machine de refroidissement par absorption préférentielle.

NOTE 1 La puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la Directive européenne Chaudières ;

NOTE 2 La puissance thermique des pompes à chaleur est déterminée conformément aux NOTES 3, 4 ou 5 du § 10.2.2 de l'annexe PER au présent arrêté.

NOTE 3 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

Tableau [47] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s) par fonction, $f_{heat,m,pref}$, à l'exception des installations de cogénérations sur site et des pompes à chaleur avec l'air extérieur en tant que source de chaleur.

Type de profil de besoin de la fonction	Profil de besoin constant		Profil de besoin fluctuant	
Type de régulation de puissance pointe	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,95	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,66	0,90	0,86	0,98
$x_m = 0,25$	0,47	0,79	0,33	0,82
$x_m = 0,35$	0,31	0,67	0,09	0,64
$x_m = 0,45$	0,20	0,57	0,02	0,51
$x_m = 0,55$	0,13	0,51	0	0,41
$x_m = 0,65$	0,10	0,44	0	0,35
$x_m = 0,75$	0,07	0,39	0	0,31
$x_m = 0,85$	0,05	0,36	0	0,27
$x_m = 0,95$	0,05	0,33	0	0,24
$x_m = 1,05$	0,05	0,31	0	0,22
$x_m = 1,10$	0,05	0,30	0	0,20
$1,10 < x_m$	0,05	0,30	0	0,20

Fonctions avec profil de besoin contant : bureau, hébergement, soins de santé avec occupation nocturne, soins de santé sans occupation nocturne, commerce / services, sport sauna/piscine (t° élevée), locaux techniques.

Fonctions avec profil de besoin fluctuant : enseignement, soins de santé salle d'opération, hébergement avec occupation importante, hébergement avec faible occupation, hébergement avec cafétéria/réfectoire, cuisine, sport salle de sport (basse t°), sport fitness/danse (t° moyenne), communs, autre, inconnue.

Tableau [18] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par une installation de cogénération sur site

Cas		Fraction mensuelle
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,2$	0
	$0,2 \leq x_m < 0,6$	$1,25 \cdot x_m - 0,25$
	$0,6 \leq x_m < 0,92$	0,5
	$0,92 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,25$	$2,9 \cdot x_m - 0,145$
	$0,25 \leq x_m < 0,42$	$0,94 \cdot x_m + 0,345$
	$0,42 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$

Les symboles présents dans le tableau sont définis comme suit :

$V_{stor,cogen}$ le volume d'eau du ballon, servant au stockage de chaleur fournie par l'installation de cogénération, en m³ ;

$V_{stor,30\ min}$ le volume d'eau minimal du ballon afin de couvrir pendant 30 minutes la production de l'installation de cogénération sur site à pleine puissance, en m³, déterminé selon le § A.6.

Tableau [48] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{heat,m,pref}$ – générateur préférentiel étant une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur

Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin constant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionelle de puissance de pointe					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,82	0,87	0,90	0,94	0,94	0,94	0,83	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99
$x_m = 0,15$	0,38	0,47	0,53	0,58	0,63	0,65	0,43	0,54	0,65	0,76	0,85	0,89
$x_m = 0,25$	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,47	0,33	0,42	0,50	0,61	0,73	0,78
$x_m = 0,35$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,30	0,38	0,45	0,54	0,63	0,66
$x_m = 0,45$	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,26	0,33	0,39	0,47	0,54	0,57
$x_m = 0,55$	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,25	0,31	0,36	0,43	0,49	0,51
$x_m = 0,65$	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,29	0,34	0,38	0,43	0,45
$x_m = 0,75$	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,1	0,18	0,25	0,29	0,34	0,38	0,40
$x_m = 0,85$	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,95$	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,21	0,24	0,28	0,33	0,35
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,32
$x_m = 1,15$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,30
$x_m = 1,20$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
$1,20 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin fluctuant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionelle de puissance de pointe					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,76	0,87	0,95	0,97	0,99	0,99	0,76	0,87	0,95	0,98	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,45	0,56	0,64	0,73	0,80	0,81	0,46	0,59	0,69	0,78	0,90	0,94
$x_m = 0,25$	0,31	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,40	0,51	0,59	0,68	0,77	0,80
$x_m = 0,35$	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,43	0,49	0,56	0,62	0,65
$x_m = 0,45$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	0,37	0,42	0,48	0,53	0,54
$x_m = 0,55$	0	0	0	0	0	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44
$x_m = 0,65$	0	0	0	0	0	0	0,18	0,23	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,75$	0	0	0	0	0	0	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,31
$x_m = 0,85$	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,27
$x_m = 0,95$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,19	0,23	0,24
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
$x_m = 1,10$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20
$1,10 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20

Le symbole représenté dans le tableau est défini comme suit :

X_{HP} une variable auxiliaire pour des pompes à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur, déterminée selon § 10.2.2 de l'annexe A.1, (-).

S'il y a un générateur de chaleur non préférentiel pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de chaleurs non préférentiels on le même rendement de production selon le § 7.5 (et utilisent le même vecteur énergétique), la fraction mensuelle pour le chauffage du générateur non préférentiel k est déterminé comme suit :

Eq. 308 $f_{heat,m,npref\,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

S'il y a plusieurs générateurs de chaleurs non préférentiels avec différent rendements de production selon le § 7.5 (et/ou qu'ils utilisent différents vecteurs énergétique), les fractions mensuelles pour le chauffage de chaque générateur non préférentiel k sont déterminés comme suit :

Eq. 309 $f_{heat,m,npref\,k}=(1-f_{heat,m,pref}).\frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\Sigma_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

où :

$f_{heat,m,npref\,k}$ la faction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le générateur non préférentiel k, (-) ;

$f_{heat,m,pref}$ la faction mensuelle de la production de chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel (s), (-) ;

$P_{gen,heat,npref\,k}$ la puissance nominale totale du (des) générateur(s) non préférentiel(s) k, en kW ;

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels k.

NOTE 1 La puissance nominale des chaudières est la puissance nominale visée par la Directive européenne Chaudières ;

NOTE 2 La puissance thermique des pompes à chaleur est déterminée conformément aux NOTES 3, 4 ou 5 du § 10.2.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

NOTE 3 La puissance thermique d'une installation de cogénération sur site est déterminée selon la méthode pour les appareils au gaz.

7.3.2 Refroidissement

S'il n'y a qu'un générateur de froid pour le secteur énergétique considéré, ou si tous les générateurs de froid ont le même rendement selon le § 7.5, utilisent le même vecteur énergétique et sont combinés à une même forme de free-chiling, on applique pour la fraction préférentielle moyenne annuelle pour le refroidissement : $f_{cool,pref} = 1,0$

Dans tous les autres cas, on relève la fraction préférentielle moyenne annuelle du Tableau [19].

En cas de présence de plusieurs générateurs de froid combinés, l'ordre suivant doit être respecté pour déterminer le générateur de froid préférentiel :

- système de fourniture de froid externe ;
- système ouvert géo-cooling ;
- machine frigorifique à absorption ;
- générateur avec le plus haut rendement, déterminé selon le § 7.5.2.

Tableau [19] : Fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) $f_{cool,pref}$, en fonction du rapport des puissances $\beta_{gen,cool}$.

$\beta_{gen,cool}$	$f_{cool,pref}$
< 0,1	0,1
< 0,2	0,2
< 0,3	0,5
< 0,5	0,8
≥ 0,5	1,0

On détermine le rapport entre la puissance nominale du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) et la puissance nominale de tous les générateurs de froid $\beta_{gen,cool}$ comme suit :

Eq. 84 $$\beta_{gen,cool} = \frac{P_{gen,cool,pref}}{P_{gen,cool,pref} + P_{gen,cool,npref}} \quad (-)$$

où :

$\beta_{gen,cool}$ le rapport entre la puissance nominale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s) et la puissance nominale de refroidissement de tous les générateurs de froid pour le secteur énergétique, (-) ;

$P_{gen,cool,pref}$ la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid préférentiel(s), en kW ;

$P_{gen,cool,npref}$ la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid non préférentiel(s), en kW.

La puissance de refroidissement à appliquer pour la détermination de $\beta_{gen,cool}$ des différents types de générateurs de froid s'exprime comme suit :

- machines frigorifiques à compression : la puissance frigorifique mesurée selon la norme NBN EN 14511 dans les conditions nominales (standard rating conditions) ;
- machines frigorifiques à absorption : la puissance frigorifique mesurée soit selon la norme NBN EN 12309-2 ou selon la norme "ARI Standard 560 : 2000" ;
- système de fourniture de froid externe : la puissance nominale de l'échangeur qui constitue la limite du système de froid externe. La limite du système est à déterminer selon des règles définies par le Ministre. La puissance nominale de l'échangeur est la puissance thermique indiquée par le fabricant sur la fiche technique. Si la limite du système de froid externe n'est pas un échangeur de chaleur, la puissance à prendre en compte est celle établie dans les conditions de conception ;
- geo-cooling / système ouvert :

Eq. 85 $P_{gen,cool,free} = 4187 \cdot \Delta T_{max} \cdot \varphi_{well}$ (kW)

où :

ϕ_{well} le débit du puits de forage, repris dans le permis d'environnement (le débit puisé). S'il y a plusieurs sources, il s'agit du débit total de l'ensemble des sources, en m³/s ;

ΔT_{max} la différence de température entre l'eau puisée et l'eau réinjectée, fixée à 6°C.

7.4 Fraction mensuelle moyenne d'énergie apportée par free-chilling

Le paramètre $f_{cool,m,free}$ permet de valoriser qu'une partie des besoins bruts en énergie pour le refroidissement est couverte par un générateur fonctionnant en mode free-chilling.

La consommation en énergie finale des générateurs fonctionnant en mode free-chilling est en général estimée comme nulle. La consommation réelle de ces générateurs est alors prise en compte dans la partie consommation auxiliaire (§ 8).

Dans le cas où le(s)générateur(s) ne fonctionne(nt) pas en mode free-chilling, la fraction mensuelle moyenne en free-chilling : $f_{cool,m,free} = 0$

Dans le cas d'un système ouvert geo-cooling, celui-ci est toujours considéré comme fonctionnant en mode free-chilling. Dans ce cas : $f_{cool,m,free} = 1$

Une machine frigorifique (refroidie à l'eau) peut fonctionner en mode free-chilling. Dans ce cas, la puissance de refroidissement des tours de refroidissement (free-chilling par air) ou par un échangeur géothermique (geo-cooling / système fermé) est extraite directement sans passer par la machine de refroidissement (by-pass).

La fraction mensuelle moyenne en free-chilling est donnée par :

Eq. 86 $f_{cool,m,free} = f_{cool,free,sizing} \cdot f_{cool,m,free,operation}$ (-)

où :

$f_{cool,free,sizing}$ la fraction annuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s)fonctionnant en mode free-chilling, s'il n'existait pas de limite imposée par les conditions opératoires, telles que déterminé ci-dessous, (-) ;

$f_{cool,m,free,operation}$ la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de froid fournie par le(s) générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling imposée par les conditions de fonctionnement, c'est-à dire s'il n'existait pas de limite imposée par la taille de ce générateur, telles que déterminé ci-dessous, (-).

Eq. 87 $$f_{cool,free,sizing} = \frac{P_{gen,cool,free}}{P_{gen,cool,nfree} + P_{gen,cool,free}}$$ (-)

où :

$P_{gen,cool,free}$ la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid qui ont été conçus pour pouvoir fonctionner en mode free-chilling, en kW ;

$P_{gen,cool,nfree}$ la puissance nominale totale de refroidissement du (des) générateur(s) de froid qui n'ont pas été conçus pour pouvoir fonctionner en mode free-chilling, en kW.

La puissance de froid à appliquer pour la détermination de $f_{cool,free,sizing}$ des différents types de générateurs de froid est donnée ci-dessous :

- machines à compression de froid : la puissance de refroidissement telle que mesurée selon les conditions standard définies dans la norme NBN EN 14511 ;
- machines à absorption : la puissance de refroidissement telle que mesurée soit selon la norme NBN EN 12309-2, soit selon la norme ARI Standard 560:2000.

On tire la valeur de $f_{cool,m,free,operation}$ du Tableau [20].

Tableau [20] : Fraction mensuelle moyenne $f_{cool,m,free,operation}$ des besoins totaux en froid délivrés par un générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling en fonction des limitations sur les conditions de fonctionnement

Mois	$f_{cool,m,free,operation}$		
	Free-chilling par air		Geo-cooling / système fermé
	$\theta_{ev} < 16°C$	$\theta_{ev} \geq 16°C$	
janvier	0,966	1,000	0
février	0,909	0,969	0
mars	0,763	0,876	0
avril	0,404	0,834	0,25
mai	0,134	0,482	0,50
juin	0,027	0,339	0,75
juillet	0,014	0,229	0,85
août	0,010	0,176	0,85
septembre	0,030	0,507	0,75
octobre	0,218	0,772	0,40
novembre	0,730	0,886	0
décembre	0,878	0,970	0

Avec :	
θ_{ev}	la température de fonctionnement de l'évaporateur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 7.5.2.3.3, en °C.

7.5 Rendements de production pour le chauffage et le refroidissement

7.5.1 Rendement de production pour le chauffage

Pour les systèmes multisplit à débit de réfrigérant variable (VRF[5]), le rendement de production pour le chauffage est déterminé comme décrit ci-dessous. Pour tous les autres générateurs, le rendement de production d'un producteur de chaleur $\eta_{gen,heat,m}$ se détermine de la même manière que $\eta_{gen,heat}$ dans le cas des unités résidentielles : voir le § 10.2.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

La valeur par défaut pour la température de retour de conception des appareils d'humidification et des caissons de traitement d'air est de 70°C.

Pour les pompes à chaleur sur boucle d'eau, le Ministre peut déterminer les règles de calcul.

Le rendement de production mensuel d'un système multi-split à débit de réfrigérant variable (VRF) est déterminé comme suit :

- si les unités extérieures et intérieures sont mises sur le marché à partir du 01/01/2018, ont une puissance nominale supérieure à 12 kW mais inférieure ou égale à 1 MW et si le fabricant ne fournit pas de documentation technique selon le Règlement européen (UE) n°2016/2281 pour la combinaison appliquée mais bien pour une ou plusieurs autres combinaisons du même type d'unité extérieure avec le même type d'unité intérieure, on a :

Eq. 411 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{3{,}30 \cdot f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}} \quad (-)$$

- dans tous les autres cas, on a :

Eq. 412 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{\eta_{gen,heat} \cdot f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}} \quad (-)$$

où :

$\eta_{gen,heat}$	le rendement de production de la pompe à chaleur électrique, déterminé selon le § 10.2.3.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$f_{rec,m,vrf}$	le facteur de récupération mensuel de chaleur déterminé selon § 7.5.1.1 (-) ;
$f_{length,vrf,heat}$	le facteur de longueur de conduite du système VRF en mode chauffage qui prend en compte l'effet de la plus grande longueur de conduite entre l'unité

[5] Un système multi-split à débit de réfrigérant variable (VRF : Variable Refrigerant Flow) est constitué de plusieurs unités intérieures alimentées en réfrigérant et qui peuvent travailler en mode évaporateur (climatisation) ou condenseur (chauffage) et d'une seule unité extérieure. Les unités intérieures sont reliées à l'unité extérieure au moyen d'un circuit de réfrigérant. Pour les systèmes VRF qui permettent le chauffage et le refroidissement simultané, il est possible de réaliser du transfert d'énergie thermique entre les zones du bâtiment à refroidir et celles à chauffer au même moment.

extérieure et l'unité intérieure la plus éloignée sur le rendement de production du système VRF déterminé selon § 7.5.1.2, (-) .

7.5.1.1 Facteur de récupération mensuel de chaleur $f_{rec,m,vrf}$

Le facteur de récupération mensuel de chaleur est déterminé comme suit.

- Si le système VRF ne permet pas le fonctionnement simultané en mode chauffage et refroidissement pour la récupération de chaleur, ou si les unités intérieures du(des) secteur(s) énergétique(s) de l'unité PEN pour laquelle $f_{rec,m,vrf}$ est déterminé ne sont pas toutes connectées à la même unité extérieure, alors :

  $f_{rec,m,vrf} = 1$ (-)

- Si le système VRF permet le fonctionnement simultané en mode chauffage et refroidissement pour la récupération de chaleur, et que toutes les unités intérieures du(des) secteur(s) énergétique(s) de l'unité PEN pour laquelle $f_{rec,m,vrf}$ est déterminé sont connectées à la même unité extérieure, alors :

Eq. 414

$$f_{rec,m,vrf} = \left(\left(\frac{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{rec}} + \left(\frac{\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{rec}} \right) \quad (-)$$

où :

$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, in MJ ;
C_{rec}	une constante qui prend en compte la simultanéité des besoins de chauffage et de refroidissement dans le(s) secteur(s) énergétique(s) concerné(s) pour chaque partie fonctionnelle, tel que déterminée ci-dessous, (-).

Il faut effectuer une somme sur tous les secteurs énergétique i qui font partie de l'unité PEN alimentée par le système VRF.

Exception : dans le cas où aussi bien $\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ que $\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}$ sont égaux à 0, alors $f_{rec,m,VRF}$ est pris égal à 1.

La valeur de la constante C_{rec} est définie dans le Tableau [49] sur base de la partie fonctionnelle couvrant la plus grande surface au sol dans le secteur énergétique ou dans les secteurs énergétiques reliés à un même système VRF.

Tableau [49] : Constante qui prend en compte la simultanéité des besoins de chauffage et de refroidissement C_{rec}

Fonctions		C_{rec}
Hébergement		1,08
Bureaux		1,08
Enseignement		1,03
Soins de santé	Avec occ. nocturne	1,08
	Sans occ. nocturne	1,08
	Salle d'opération	1,08
Rassemblement	Occupation importante	1,03
	Faible occupation	1,03
	Cafétéria / Réfectoire	1,03
Cuisine		1,03
Commerce / Services		1,08
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	1,03
	Fitness / Danse	1,03
	Sauna / Piscine	1,03
Locaux techniques		1,03
Communs		1,03
Autre		1,03
Inconnue		1,03

Si, dans le secteur énergétique ou dans les secteurs énergétiques reliés à un même système VRF, la partie fonctionnelle couvrant la plus grande surface au sol a un C_{rec} égal à 1,08 selon le Tableau [49] et que la somme des surfaces au sol des autres parties fonctionnelles ayant également un C_{rec} égal à 1,08 selon le Tableau [49] couvrent une surface supérieure à 25% de la surface au sol totale du(des) secteur(s) énergétique(s) concerné(s), alors la valeur de C_{rec} est augmentée à 1,25.

7.5.1.2 Facteur de longueur de conduite pour le chauffage $f_{length,vrf,heat}$

Valeur par défaut

La valeur par défaut pour $f_{length,vrf,heat}$ est de 0,9.

Méthode détaillée

Le facteur de longueur de conduite pour le chauffage $f_{length,vrf,heat}$ est donné par :

Eq. 415 $$f_{length,vrf,heat}=\mathrm{MAX}\left(0\ ;\mathrm{MIN}\left(\left(1-\left(\mathrm{MAX}\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}00035\right)\ ;1\right)\right) \quad (-)$$

où :

$l_{vrf,i}$ la longueur de conduite entre l'unité extérieure et l'unité intérieure i, en m.

Le maximum de $l_{vrf,i}$ doit être déterminé pour toutes les unités intérieures qui sont reliées à l'unité extérieure du système VRF.

7.5.2 Rendement de production pour le refroidissement

Si l'unité PEN n'est pas refroidie par une machine de froid actif située sur site ou par un système de fourniture de froid externe, on pose par hypothèse que le rendement de production est égal à 5, avec l'électricité comme vecteur énergétique.

Si une installation de refroidissement actif est effectivement placée, et cela dans le cas d'une machine frigorifique à compression et/ou une machine à absorption, alors le rendement de production mensuel pour le refroidissement $\eta_{gen,cool,m}$ doit être déterminé selon le Tableau [50].

Si un système de fourniture de froid externe est appliqué, le rendement de production mensuel pour le refroidissement $\eta_{gen,cool,m}$ est déterminé comme $\eta_{gen,cool,dc,m}$ selon les règles définies par le Ministre.

Pour les pompes à chaleur sur boucle d'eau, le Ministre peut déterminer les règles de calcul.

Pour les autres générateurs de froid, on détermine le rendement de production $\eta_{gen,cool,m}$ sur base d'une demande d'équivalence.

Tableau [50] : Formules et valeurs des paramètres pour la détermination du rendement de production mensuel pour le refroidissement actif

N°	Fluide dans le condenseur	Fluide dans l'évaporateur	Dénomination du générateur de froid	$\eta_{gen,cool,m}$
1a	air	air	Climatiseur refroidi par air, ou système multi-split à condensation par air	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
1b			Système Multisplit refroidi par air avec débit de réfrigérant variable (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
2a	eau / eau glycolée	air	Climatiseur refroidi par eau, ou système multi-split à condensation par eau	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
2b			Système Multisplit refroidi par eau avec débit de réfrigérant variable (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
3	air	eau	Pompe à chaleur air/eau, ou groupe frigorifique refroidi par air avec ou sans condenseur séparé	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
4	eau / eau glycolée	eau	Pompe à chaleur eau (glycolée)/eau, ou groupe frigorifique refroidi par eau avec ou sans condenseur séparé	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
5	air / eau	eau	Machine à absorption	$\frac{EER_{nom}}{\left(\frac{f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,pref}} + \frac{1 - f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,npref}}\right)}$

où :

EER_{nom} le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2.1, (-) ;

f_{PL} le facteur de charge partielle qui tient compte du comportement à charge partielle du générateur de froid selon le § 7.5.2.2, (-) ;

$f_{\theta,m}$ le facteur de température mensuel qui tient compte de la modification de performance de la machine entre les ratios des températures des fluides secondaires au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales définies par les conditions standard de la norme NBN EN 14511 selon le § 7.5.2.3, (-) ;

$f_{rec,m,vrf}$	le facteur de récupération mensuel pour le refroidissement, déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$f_{length,vrf,cool}$	le facteur de longueur de conduite du système VRF en mode refroidissement qui prend en compte l'effet de la plus grande longueur de conduite entre l'unité extérieure et l'unité intérieure la plus éloignée sur le rendement de production du système VRF déterminé selon le § 7.5.2.4, (-) ;
$f_{heat,m,pref}$	la fraction mensuelle moyenne de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connectés préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-) ;
$\eta_{gen,heat,npref}$	le rendement de production du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) : - vaut 1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées directement, (-) ; - déterminé selon le § 7.5.1 pour les machines frigorifiques à absorption chauffées indirectement, (-).

7.5.2.1 Le coefficient d'efficacité frigorifique EER_{nom}

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [51].

Tableau [51] : Valeurs par défaut pour la détermination du rendement de production pour le refroidissement actif

N°	Fluide dans le condenseur	Fluide dans l'évapo-rateur	Dénomination du générateur de froid	EER_{nom}	f_{PL}	$\theta_{co,nom}$	$\theta_{ev,nom}$
1a	air	air	Climatiseur refroidi par air, ou système multi-split à condensation par air	2,1	1,25	35	27
1b			Système Multisplit refroidi par air avec débit de réfrigérant variable (VRF)				
2a	eau / eau glycolée	air	Climatiseur refroidi par eau, ou système multi-split à condensation par eau	3,05	1,25	30	27
2b			Système Multisplit refroidi par eau avec débit de réfrigérant variable (VRF)				
3	air	eau	Pompe à chaleur air/eau, ou groupe frigorifique refroidi par air avec ou sans condenseur séparé	2,1	1,25	35	7
4	eau / eau glycolée	eau	Pompe à chaleur eau (glycolée)/eau, ou groupe frigorifique refroidi par eau avec ou sans condenseur séparé	3,05	1,25	30	7
5	air / eau	eau	Machine à absorption	0,7	-	-	-

Méthode détaillée

Pour les machines à compression, EER_{nom} est équivalent à EER_{test} tel que défini par les conditions standard de la norme NBN EN 14511, partie 2 de la norme.

Pour les machines frigorifiques alimentées thermiquement, EER_{nom} est équivalent à EER_{test} tel que défini par les conditions standard de la norme ARI Standard 560-2000.

7.5.2.2 Facteur de charge partielle f_{PL}

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [51].

Méthode détaillée

L'équation pour le facteur de charge partielle est donnée par :

Eq. 420 $$f_{PL} = \min\left[1{,}25 ; \max\left[0{,}5 ; 2{,}64 - 1{,}19 \cdot \left(\frac{SEER}{EER_{nom}}\right)\right]\right] \quad (-)$$

avec :

SEER le coefficient de performance saisonnière pour les machines frigorifiques à compression, déterminé selon la norme NBN EN 14825, (-) ;

EER_{nom} le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2.1, (-).

7.5.2.3 Facteur de température mensuel $f_{\theta,m}$

Le facteur de température mensuel est déterminé par :

Eq. 91 $$f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1} \cdot \Delta\theta_m + C_{\theta,2} \cdot \Delta\theta_m^{\,2} \quad (-)$$

où :

$C_{\theta,1}$ une constante pour le calcul du facteur de température mensuel, tel que déterminé au § 7.5.2.3.1 ;

$C_{\theta,2}$ une constante pour le calcul du facteur de température mensuel, tel que déterminé au § 7.5.2.3.1 ;

$\Delta\theta_m$ la différence entre les rapports de température entre le condenseur et l'évaporateur dans le point de fonctionnement et le point de fonctionnement nominal, tel que défini ci-dessous, (-).

avec :

Eq. 92 $$\Delta\theta_m = \frac{(\theta_{co,m} + 273{,}15)}{(\theta_{ev} + 273{,}15)} - \frac{(\theta_{co,nom} + 273{,}15)}{(\theta_{ev,nom} + 273{,}15)} \quad (-)$$

où :

$\theta_{co,m}$ la température moyenne mensuelle de fonctionnement du condenseur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 7.5.2.3.2, en °C ;

θ_{ev} la température de fonctionnement de l'évaporateur au point de fonctionnement, tel que déterminé au § 7.5.2.3.3, en °C ;

$\theta_{co,nom}$ la température de fonctionnement du condenseur dans les conditions nominales, tel que déterminé au § 7.5.2.3.4, en °C ;

$\theta_{ev,nom}$ la température de fonctionnement de l'évaporateur dans les conditions nominales, tel que déterminé au § 7.5.2.3.4, en °C.

7.5.2.3.1 Constantes pour la détermination du facteur de température mensuel

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [23] :

Tableau [23] : Valeurs par défaut pour la détermination du facteur de température mensuel

Référence de machine frigorifique selon Tableau [50]	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	5,24	7,78
2a, 2b, 4	8,81	30,9

Méthode détaillée

On relève la valeur par défaut du Tableau [24] :

Tableau [24] : Constantes pour la détermination du facteur de température mensuel

Référence de machine frigorifique selon Tableau [50]	Type de compresseur	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	Compresseur à pistons	5,24	7,78
	Compresseur scroll	7,33	18,6
	Compresseur à vis	6,41	17,0
2a, 2b, 4	Compresseur scroll	8,81	30,9
	Compresseur à vis	9,14	42,8
	Compresseur centrifuge	9,98	40,1

7.5.2.3.2 Température de fonctionnement mensuelle du condenseur $\theta_{co,m}$

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [25].

Méthode détaillée

- Pour les machines frigorifiques refroidies directement à l'air, reprendre la valeur de $\theta_{co,m}$ au Tableau [25].
- Pour les machines frigorifiques refroidies à l'eau qui utilisent une tour de refroidissement $\theta_{co,m}$ est égale à la température d'eau glacée à l'entrée du condenseur, telle que prévue dans le dimensionnement.
- Pour les autres machines frigorifiques refroidies à l'eau $\theta_{co,m}$ est égale à la température d'eau glacée à l'entrée du condenseur, telle que prévue dans le dimensionnement, déterminé selon des règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base d'une demande d'équivalence.

Tableau [25] : Température de fonctionnement mensuelle du condenseur $\theta_{co,m}$

Référence de machine frigorifique selon Tableau [50]	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aôut	Sep	Oct	Nov	Déc
1a, 1b, 3	4,1	5,1	8,3	11,3	15,5	18,2	19,7	20,5	16,4	12,5	7,3	4,4
2a, 2b, 4 avec tour de refroidis.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2a, 2b, 4 avec géo-cooling	9,2	9,9	10,3	10,9	11,7	12,3	12,5	12,7	12,0	11,2	10,4	9.9

7.5.2.3.3 Température à l'évaporateur au point de fonctionnement θ_{ev}

Valeur par défaut

On relève la valeur par défaut du Tableau [26] :

Tableau [26] : Température à l'évaporateur au point de fonctionnement θ_{ev}

Référence de machine frigorifique selon Tableau [50]	Système d'émission	θ_{ev}
1a, 1b, 2a, 2b	-	26
3, 4, 5	plafonds froids et/ou poutres froides	16
	batteries froides dans des unités de traitement d'air ou ventiloconvecteurs ou autres	6

Si la machine frigorifique outre les plafonds froids et/ou les poutres froides utilise un autre système d'émission, la température à l'évaporateur au point de fonctionnement doit être prise égale à 6°C.

Méthode détaillée

La température de l'évaporateur au point de fonctionnement θ_{ev} est déterminée par le dimensionnement du système d'émission et doit être déterminée par les règles déterminées par le Ministre ou, à défaut, sur base du principe d'équivalence.

7.5.2.3.4 Températures au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales $\theta_{co,nom}$ et $\theta_{ev,nom}$

Valeur par défaut

Dans le cas où on prend une valeur par défaut pour le coefficient d'efficacité frigorifique EER_{nom} de la machine à compression, les valeurs par défaut $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$ sont reprises au Tableau [51].

Méthode détaillée

Dans le cas où l'on ne prend pas la valeur par défaut pour le coefficient d'efficacité frigorifique EER_{nom} de la machine à compression, les températures au condenseur et à l'évaporateur au point de fonctionnement et dans les conditions nominales $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$ au moyen desquelles le EER_{test} est déterminé, sont fixées par les standard rating conditions de la partie 2 de la norme NBN EN 14511.

Notes :

- Pour les machines refroidies par air (générateurs de froid numéros 1a, 1b et 3), $\theta_{co,nom}$ est la température bulbe sec à l'entrée du condenseur.
- Pour les machines refroidies par eau (générateurs de froid numéros 2a, 2b et 4), $\theta_{co,nom}$ est la température à l'entrée du condenseur.
- Pour les machines qui délivrent de la chaleur à l'air (générateurs de froid numéros 1a, 1b, 2a et 2b), $\theta_{ev,nom}$ est la température bulbe sec à l'entrée de l'évaporateur.
- Pour les machines qui délivrent de la chaleur à l'eau (générateurs de froid numéros 3 et 4), $\theta_{ev,nom}$ est la température à la sortie de l'évaporateur.

7.5.2.4 Facteur de longueur de conduite pour le refroidissement $f_{length,vrf,cool}$

Valeur par défaut

La valeur par défaut pour $f_{length,vrf,cool}$ est de 0,7.

Méthode détaillée

Le facteur de longueur de conduite pour le refroidissement $f_{length,vrf,cool}$ est donnée par :

Eq. 416 $$f_{length,vrf,cool}=MAX\left(0\ ;MIN\left(\left(1-\left(MAX\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}001\right)\ ;1\right)\right) \quad (-)$$

où :

$l_{vrf,i}$ la longueur de conduite entre l'unité extérieure et l'unité intérieure i, en m.

Le maximum de $l_{vrf,i}$ doit être déterminé pour toutes les unités intérieures qui sont reliées à l'unité extérieure du système VRF.

7.6 Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire

Pour les douches et/ou baignoires i (indice "bath") et les éviers de cuisine j (indice "sink"), le calcul de la consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire est analogue à la méthode appliquée aux unités résidentielles. Il faut donc appliquer le § 10.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

Pour les autres points de puisage d'eau chaude k (indice "other"), on applique également le § 10.3 de l'annexe A.1 au présent arrêté mais en transposant les formules qui s'appliquent aux éviers (indice "sink" de l'annexe A.1 au présent arrêté).

La consommation finale d'énergie des points de puisage qui sont desservis par un "combilus" est déterminée selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

8 Consommation mensuelle d'énergie auxiliaire

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire est déterminée dans ce chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au § 10.5.

8.1 Consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation

8.1.1 Principe

La consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation de l'air dans l'unité PEN est déterminée comme la somme de trois termes :

- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation hygiénique ;
- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique en journée ;
- la consommation des ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit.

Chacun de ces termes est le produit du nombre d'heures de service fixé ci-dessous et de la puissance effective à laquelle une pondération pour la régulation peut être intégrée.

Pour la ventilation hygiénique, la puissance effective est déterminée à l'aide du débit d'air $\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ utilisé au § 5.6.2.2, sauf si l'on démontre, sur base de la puissance installée réelle des ventilateurs, qu'une valeur inférieure s'applique pour la puissance effective. Pour les ventilations additionnelles, il est exigé de se baser sur les débits et puissances réels mesurés sur site.

On calcule la consommation annuelle d'électricité des ventilateurs suivant le § 8.1.2. Si la ventilation est entièrement naturelle et qu'il n'y a pas de ventilateurs, la consommation est évidemment égale à zéro.

8.1.2 Consommation d'électricité des ventilateurs

On détermine la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs de l'unité PEN, $W_{fans,m}$, comme suit :

Eq. 93 $$W_{fans,m} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$W_{fans,fct\ f,m}$ la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service de la partie fonctionnelle f, en kWh. La détermination s'effectue soit à l'aide de valeurs forfaitaires, selon le § 8.1.3, soit à l'aide des puissances installées réelles des moteurs électriques, selon le § 8.1.4. Dans le cas où une ventilation additionnelle mécanique doit être prise en compte, seul le calcul à l'aide des puissances installées réelles des moteurs électriques tel que décrit au § 8.1.4. est accepté.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f appartenant à l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs, $W_{fans,fct\ f,m}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

8.1.3 Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle à l'aide de valeurs par défaut

S'il est fait usage de ventilation additionnelle mécanique, la méthode utilisant les valeurs par défaut décrite ci-dessous ne peut être appliquée que si, dans la partie fonctionnelle considérée, $\dot{V}_{add,fct\ f}$ et $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ ne sont pas déterminés sur base d'un rapport de mesure. Si $\dot{V}_{add,fct\ f}$ ou $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ sont déterminés sur base d'un rapport de mesure, alors la méthode du § 8.1.4 doit toujours être appliquée.

La valeur par défaut pour la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle f, $W_{fans,fct\ f,m}$, est déterminée comme suit :

Eq. 422 $$W_{fans,fct\ f,m} = P_{def,fct\ f} \cdot (f_{fans,hyg,fct\ f,m} + f_{V,add\ m,nightcool,fct\ f,m}) \cdot \frac{t_m}{3,6}$$

(kWh)

avec :

$P_{def,fct\ f}$ la puissance effective forfaitaire des ventilateurs de pulsion et/ou d'extraction de la partie fonctionnelle considérée telle que déterminée ci-après, en W ;

$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$ la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle considérée et au cours du mois considéré, déterminée selon le § 8.1.5, (-) ;

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique de nuit est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.4.1, (-) ;

t_m la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

La valeur par défaut pour la puissance effective des ventilateurs, $P_{def,fct\ f}$, est donnée par :

Eq. 95 $$P_{def,fct\ f} = c_{sys} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$ (W)

où :

c_{sys} une constante dépendant du système de ventilation présent dans la partie fonctionnelle f, tel que déterminé ci-après, en Wh/m³ ;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle f du secteur énergétique i, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2, en m³/h, arrondi à l'unité.

- Dans le cas d'un système où seule l'extraction est mécanique : C_{sys} = 0,33 Wh/m³.
- Dans le cas d'un système où l'alimentation est mécanique, éventuellement en combinaison avec une extraction mécanique, sans pré-refroidissement de l'air de ventilation : C_{sys} = 0,55 Wh/m³.

- Dans tous les autres cas : C_{sys} = 0,85 Wh/m³.

8.1.4 Consommation d'électricité pour les ventilateurs par partie fonctionnelle sur base des puissances installées réelles

Dans ce cas, on détermine la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans la partie fonctionnelle f, $W_{fans,fct\ f,m}$, comme suit :

Eq. 310

$$W_{fans,fct\ f,m} = W_{fans,hyg,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

Eq. 311

$$W_{fans,hyg,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod} \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}}{\dot{V}_{hyg,j}} \cdot f_{fans,hyg,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 312

$$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot \left(1 - f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod}\right) \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 313

$$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right)$$

(kWh)

où :

$W_{fans,hyg,fct\ f,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	la consommation additionnelle mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique en journée dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs liée à la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$f_{ctrl,j}$	un facteur de réduction pour la régulation du ventilateur j, repris au

Tableau [52], (-) ;

$f_{fans,mod}$	un facteur de réduction de la puissance installée pour le fonctionnement en mode hygiénique, comme déterminé ci-dessous ;
$P_{instal,j}$	la valeur de calcul pour la puissance électrique installée du ventilateur, telle que déterminée ci-après, en W ;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$	la part du débit de conception du ventilateur j pour la ventilation hygiénique au profit de la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$\dot{V}_{hyg,j}$	le débit de conception total du ventilateur j pour la ventilation hygiénique, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$	la fraction de temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service au cours du mois considéré pour la ventilation hygiénique, déterminée selon le § 8.1.5, (-) ;
t_m	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms ;
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}$	la part du débit de conception du ventilateur j pour la ventilation additionnelle mécanique au profit de la partie fonctionnelle f, établi par des mesures in situ réalisées conformément aux règles déterminées par le Ministre, en m³/h, arrondi à l'unité. En l'absence de mesures, cette valeur est égale à $\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$;
$\dot{V}_{add\ m,j}$	le débit de conception total du ventilateur j pour la ventilation additionnelle mécanique, en m³/h, arrondi à l'unité ;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;
$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique pendant la nuit est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.4.1, (-).

et où $f_{fans,mod}$ vaut :

- dans le cas d'une régulation à vitesse de rotation variable :

Eq. 314 $$f_{fans,mod} = \left(\frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f}}{\dot{V}_{add\ m,fct\ f}} \right)^{2.5} \quad (-)$$

- dans les autres cas : $f_{fans,mod} = 1$.

Il faut faire une sommation sur tous les ventilateurs j qui desservent la partie fonctionnelle f.

Tableau [52] : Facteur de réduction $f_{ctrl,j}$ pour la régulation des ventilateurs

Type de système de chauffage dans partie fonctionnelle[1]	Sorte de régulation		
	Pas de régulation ou régulation par obturation	Régulation par aubage mobile ou régulation des pales	Régulation à vitesse de rotation variable
• Systèmes avec numéro de système 1, 2, 4, 5, 6 ou 8 selon le Tableau [16] • Systèmes avec chauffage local • Systèmes où la température exigée pour l'insufflation d'air est obtenue en mélangeant un flux d'air chauffé et un flux d'air refroidi	1,00	0,75	0,65
• Systèmes avec numéro de système 3, 7 selon le Tableau [16]	1,00	0,65	0,50

Remarque 1 : si l'application du

Tableau [52] mène à deux valeurs différentes pour le facteur de réduction (dû au fait que les systèmes dans les parties fonctionnelles desservies tombent dans différentes lignes du tableau), alors il faut prendre la valeur la plus élevée des deux.

Remarque 2 : on ne peut considérer comme telle une régulation du débit d'air volumique que si, pendant que la régulation est en service, le débit d'air volumique minimal exigé par la réglementation pour le renouvellement de l'air est garanti durant la période normale de service.

On détermine la valeur de calcul de la puissance électrique installée d'une des deux manières suivantes :

- la puissance électrique maximale du moteur électrique, y compris le cas échéant tous les starters, en W ;
- la puissance électrique maximale de la combinaison moteur électrique-ventilateur, y compris le cas échéant tous les starters, en W ;

Pour la définition de la puissance électrique maximale, il est fait référence au § 2 de l'annexe A.1 au présent arrêté.

8.1.5 Fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service pour la ventilation hygiènique

La fraction du temps pendant laquelle les ventilateurs sont en service pour la ventilation hygiènique au cours d'un mois donné, $f_{fans,hyg,fct\ f,m}$, est déterminée comme suit :

Eq. 97 $$f_{fans,hyg,fct\ f,m} = f_{vent,heat,fct\ f} \quad (-)$$

où :

$f_{vent,heat,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-).

8.2 Consommation d'électricité des circulateurs

8.2.1 Principe

Dans ce chapitre, la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution est déterminée. La conversion en énergie primaire se fait au § 10.5.

8.2.2 Règle de calcul pour la consommation d'énergie auxiliaire pour la distribution

8.2.2.1 Règle de calcul générale

On détermine la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PEN, $W_{aux,dis,m}$,comme suit :

Eq. 315 $W_{aux,dis,m} = \sum_j P_{pump,dis,instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6}$ (kWh)

où :

$P_{pump,dis,instal,j}$ la valeur pour la puissance installée du circulateur j desservant l'unité PEN considérée, telle que définie au § 8.2.3, en W ;

$t_{on,dis,j,m}$ le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution, tel que défini au § 8.2.4, en Ms.

Il faut faire la somme sur tous les circulateurs j qui desservent l'unité PEN.

8.2.2.2 Exceptions

Les circulateurs installés à des fins de sauvegarde sont redondants pour le système. Leur consommation d'énergie auxiliaire ne doit donc pas être prise en compte.

8.2.3 Détermination de la puissance installée $P_{pump,dis,instal,j}$

$P_{pump,dis,instal,j}$ est la puissance installée du circulateur j, en W, et est déterminée comme suit :

- pour les circulateurs à rotor noyé : la puissance électrique moyenne mesurée à 100% du débit, nommée $P_{L,100\%}$, selon le Règlement (CE) n° 641/2009 ;
- pour les circulateurs à moteur ventilé dont le moteur électrique est séparé du rotor : la puissance électrique maximale que le moteur électrique peut délivrer en service continu, déterminée selon la norme NBN EN 60034-1 pour "service type S1".

A défaut de donnée de produit, les valeurs par défaut suivantes peuvent être utilisées, en fonction du type de distribution :

- dans le cas de distribution pour le chauffage :

Eq. 316 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

avec :

$A_{f,sec\,i}$ la surface d'utilisation du secteur énergétique i, en m².

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le circulateur j.

- dans le cas de distribution pour le refroidissement :

Eq. 317 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

avec :

$A_{f,sec\,i}$ la surface d'utilisation du secteur énergétique i, en m².

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i desservis par le circulateur j.

- dans le cas de distribution de l'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) :

Eq. 318 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25\ ;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

- dans le cas de la combinaison d'une distribution de l'eau chaude sanitaire et de distribution pour le chauffage (combilus) :

Eq. 319 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70\ ;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

où :

Δp_{pumps}	la hauteur manométrique minimale, en Pa, déterminée comme mentionné ci-dessous ;
η_{pumps}	le rendement du circulateur. Celui-ci est établi par convention égal à 0,2, (-) ;
$f_{insul,circ\ k}$	un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments de la conduite de circulation k, telle que déterminé au § 9.3.2 de l'annexe A.1, (-) ;
$l_{circ\ k,l}$	la longueur du segment l de la conduite de circulation k, en m ;
$\theta_{amb,January,l}$	la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite l, en °C, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 ;
$R_{l,l}$	la résistance thermique linéaire $R_{l,l}$ du segment l, en m.K/W, telle que déterminée au § E.3 de l'annexe A.1 ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1] ;
t_a	la longueur de l'année, en Ms, égale à la somme des 12 valeurs mensuelles reprises au Tableau [1] ;
ρ_W	la densité de l'eau, en kg/m³. Celle-ci est prise par convention égale à 998 kg/m³ ;
c_W	la capacité thermique spécifique de l'eau, en J/(kg.K). Celle-ci est prise par convention égale à 4182 J/(kg.K) ;
$\Delta\theta$	la différence de température entre le départ et le retour, en K. Celle-ci est prise par convention égale à 5 K.

Il faut faire la somme sur tous les segments l de la conduite de circulation k qui sont desservis par le circulateur j.

La hauteur manométrique minimale est donné par :

Eq. 320 $$\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300 \quad (Pa)$$

avec :

$l_{circ\ k,l}$	la longueur du segment l de la conduite de circulation k, en m.

Il faut faire la somme sur tous les segments l de la conduite de circulation k qui sont desservis par le circulateur j.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la puissance du circulateur ($P_{pumps,dis,instal,j}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de chaleur des unités respectives. Dans le cas de distribution de chaleur pour le chauffage, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage. Dans le cas de distribution pour le refroidissement, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le refroidissement. Dans le cas d'une distribution de l'eau chaude sanitaire ou d'un combilus, la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en eau chaude sanitraire.

8.2.4 Détermination du temps de fonctionnement $t_{on,dis,j,m}$

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j, $t_{on,dis,j,m}$, en Ms, est déterminé en fonction du type de distribution, de la manière suivante.

- Pour les circulateurs pour la distribution d'eau chaude sanitaire (conduite de circulation) :

Eq. 321 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

Exception : si le circulateur ne dessert que des points de puisage dans des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement", $t_{on,dis,j,m}$ est considéré être nul durant les mois de juillet et d'août.

- Pour les circulateurs pour la distribution pour le chauffage :

Eq. 322 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

- Pour les circulateurs pour la distribution pour le refroidissement :

Eq. 323 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,cool,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

avec :

t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i, déterminé comme indiqué ci-dessous, in Ms ;
$t_{on,dis,cool,j,m,sec\,i}$	le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j v pour la distribution pour le refroidissement dans le secteur énergétique i, déterminé comme indiqué ci-dessous, in Ms.

Le maximum doit être déterminé pour tous les secteurs énergétiques i (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le circulateur.

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le chauffage dans le secteur énergétique i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$, est déterminé comme suit :

- pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est connu : :

Eq. 324 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- pour un circulateur à rotor ventilé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) :

Eq. 325 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- pour un circulateur avec régulation marche/arrêt ou pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est inconnu :

Eq. 326 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- dans tous les autres cas ou si la régulation est inconnue :

Eq. 327 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

avec :

$t_{heat,sec\ i,m}$	le temps de fonctionnement mensuel conventionel du système d'émission de chaleur du secteur énergétique i, en Ms, déterminé selon le § D.1 de l'annexe A.1 avec les hypothèses mentionnés ci-dessous ;
EEI	l'indice d'efficacité énergétique, selon le Règlement (UE) n° 641/2009, (-) ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Exceptions :

- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou "espaces techniques", $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ est considéré être nul durant les mois de juillet et d'août.
- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ est considéré être nul durant toute l'année.

Lors de la détermination de $t_{heat,sec\ i,\ m}$, les conventions suivantes sont d'application :

Eq. 375 $H_{T,sec\ i,m} = \sum_f H_{T,heat,fct\ f}$ (W/K)

Eq. 376 $V_{sec\ i} = 3{,}3 \cdot A_{f,\ sec\ i}$ (m³)

avec :

$H_{T,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § 5.5, en W/K ;

$A_{f,sec\ i}$ la surface d'utilisation du secteur énergétique i, en m².

Le temps de fonctionnement mensuel du circulateur j pour la distribution pour le refroidissement dans le secteur énergétique i, $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$, est déterminé comme suit :

- pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est connu :

Eq. 328 $$t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- pour un circulateur à rotor ventilé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) :

Eq. 329 $$t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- pour un circulateur avec régulation marche/arrêt ou pour un circulateur à rotor noyé avec régulation (excepté régulation marche/arrêt) dont le EEI est inconnu :

Eq. 330 $$t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad \text{(Ms)}$$

- dans tous les autres cas ou si la régulation est inconnue :

Eq. 331 $$t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \quad \text{(Ms)}$$

avec :

$t_{cool,sec\ i,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système de refroidissement du secteur énergétique i, en Ms, définie comme ci-dessous ;

EEI l'indice d'efficacité énergétique, selon le Règlement (UE) n° 641/2009, (-) ;

t_m la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Exceptions :

- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou "espaces techniques", $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ est considéré être nul durant les mois de juillet et d'août.
- Pour les secteurs énergétiques qui ne contiennent que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ est considéré être nul durant toute l'année.

Le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système de refroidissement du secteur énergétique i, $t_{cool,sec\ i,m}$, est déterminé de la manière suivante :

Eq. 332 $$t_{cool,\ sec\ i,\ m} = \frac{\sum_j Q_{cool,gross,sec\ j,m}}{\sum_k P_{gen,cool,k} \cdot 1000} \quad \text{(Ms)}$$

avec :

$Q_{cool,gross,sec\ j,m}$ le besoin mensuel brut en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique j, comme défini au § 6.2 pour les unités PEN, en MJ. Pour les unités PER, ce besoin brut en énergie pour le refroidissement est déterminé en calculant le besoin net en énergie pour le refroidissement selon le § 8.5 de l'annexe A.1 et en le divisant par le rendement forfaitaire du système (0,9) ;

$P_{gen,cool,k}$ la puissances nominale du générateur de froid du secteur énergétique i, en kW.

Il faut faire une somme sur tous les tous générateur de froid k qui desservent le secteur énergétique i et sur tous les secteurs énergétiques j qui sont desservis par (au moins un des) les générateur de froid k du secteur énergétique i.

Pour ce qui concerne le temps de fonctionnement, un combilus est considéré comme une conduite pour la distribution de l'eau chaude sanitaire.

8.3 Consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid

8.3.1 Principe

Pour les générateurs de froid refroidis à l'eau il y a toujours une consommation d'électricité supplémentaire côte condenseur. Si la machine est reliée à une tour de refroidissement, il y a une consommation supplémentaire pour la pompe de pulvérisation et pour le ventilateur de la tour de refroidissement. Dans le cas des machines frigorifiques à absorption, il y a une consommation supplémentaire pour la circulation du fluide absorbant.

Les valeurs de calcul pour la consommation d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid est déterminée au choix suivant une des deux méthodes suivantes :

- méthode simplifiée (§ 8.3.2) ;
- méthode détaillée (§ 8.3.3).

8.3.2 Méthode simplifiée

8.3.2.1 Règle de calcul

La consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN, $W_{aux,cool,m}$, doit être déterminé comme suit :

Eq. 333 $$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,fans,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$W_{aux,pumps,fans,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) et ventilateur(s) côté condensateur, définie selon le § 8.3.2.2, en kWh ;
$W_{aux,int,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du circulateur pour le fluide absorbant, définie suivant le § 8.3.2.3, en kWh ;
$W_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité de l'électronique, définie suivant le § 8.3.2.4, en kWh.

8.3.2.2 Consommation d'électricité de la (des) pompe(s) de circulation et des ventilateurs côté condenseur

Eq. 100 $$W_{aux,pumps,fans,m} = \sum_i W_{aux,pumps,fans,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 101 $$W_{aux,pumps,fans,seci,m} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,fans,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,fans,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

(kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,fans,seci,m}$	la consommation d'électricité mensuelle de la (des) pompe(s) de circulation et du (des) ventilateur(s) côté condenseur des générateurs de froid desservant le secteur énergétique i, en kWh ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$w_{pumps,fans,pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à une échangeur de chaleur enterré : - si oui : on a $w_{pumps,fans,pref} = 1$; - si non : on a $w_{pumps,fans,pref} = 0$;
$w_{pumps,fans,npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à une échangeur de chaleur enterré : - si oui : on a $w_{pumps,fans,pref} = 1$; - si non : on a $w_{pumps,fans,pref} = 0$;
$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool,m,free,pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-).

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

8.3.2.3 Consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant

Eq. 102

$$W_{aux,int,m} = \sum_{i} W_{aux,int,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 103

$$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \right) \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$W_{aux,int,seci,m}$	la consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant des machines frigorifiques à absorption desservant le secteur énergétique i, en kWh ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$w_{int,pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est une machine frigorifique à absorption : - si oui : on a $w_{int,pref} = 1$; - si non : on a $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption - si oui : on a $w_{int,pref} = 1$; - si non : on a $w_{int,pref} = 0$;
$f_{cool,pref}$	fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
$f_{cool,m,free,pref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;
$f_{cool,m,free,npref}$	fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-).

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

8.3.2.4 La consommation d'électricité de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique, $W_{electr,gen,m}$, doit être déterminée comme suit :

Eq. 334 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$P_{electr,gen,j}$	la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur j, la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs de froid j qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionelle entre ces différentes unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de refroidissement totaux des unités PEN et/ou PER concernées.

8.3.3 Méthode détaillée

8.3.3.1 Règle de calcul

La consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN, $W_{aux,cool,m}$, doit être déterminé comme suit :

Eq. 335 $$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,m} + W_{aux,ct,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m}$$ (kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,m}$ la consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) côté condensateur, définie suivant le § 8.3.3.2, en kWh ;

$W_{aux,ct,m}$ la consommation mensuelle d'électricité de la tour de refroidissement, définie suivant le § 8.3.3.3, en kWh ;

$W_{aux,int,m}$ la consommation mensuelle d'électricité du circulateur du fluide absorbant, définie suivant le § 8.3.3.4, en kWh ;

$W_{electr,gen,m}$ la consommation mensuelle d'électricité de l'électronique, définie suivant le § 8.3.3.5, en kWh.

8.3.3.2 La consommation d'électricité du(des) circulateur(s) côté condenseur

La consommation mensuelle d'électricité du/des circulateur(s) côté condensateur $W_{aux,pumps,m}$, doit être déterminé comme suit :

Eq. 105 $$W_{aux,pumps,m} = \sum_i W_{aux,pumps,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 106 $$W_{aux,pumps,seci,m} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

(kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,seci,m}$ la consommation d'électricité mensuelle du(des) circulateur(s) côté condenseur du secteur énergétique i, en kWh ;

$Q_{cool,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$f_{cool,pref}$ fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$f_{cool,m,free,npref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$\eta_{gen,cool,m,pref}$ le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;

$\eta_{gen,cool,m,npref}$ le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;

$w_{pumps,pref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré :

- si relié à une tour de refroidissement et refroidi à l'eau : on a $w_{pumps,pref} = 1$;
- si relié à un échangeur de chaleur enterré (géocooling système fermé) et refroidi à l'eau : on a $w_{pumps,pref} = 5$;
- dans les autres cas : on a $w_{pumps,pref} = 0$;

$w_{pumps,npref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement ou à un échangeur de chaleur enterré :

- si relié à une tour de refroidissement et refroidi à l'eau : on a $w_{pumps,npref} = 1$;
- si relié à un échangeur de chaleur enterré (géocooling système fermé) et refroidi à l'eau : on a $w_{pumps,npref} = 5$;
- dans les autres cas : on a $w_{pumps,npref} = 0$.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

8.3.3.3 La consommation d'électricité de la(des) tour(s) de refroidissement

La consommation mensuelle d'électricité de la tour de refroidissement, $W_{aux,ct,m}$, doit être déterminé comme suit :

Eq. 107 $$W_{aux,ct,m} = \sum_i W_{aux,ct,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 108 $$W_{aux,ct,seci,m} = \frac{Q_{cool,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(\begin{array}{l} w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) \\ + w_{ct,npref} \cdot f_{ct,m,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \end{array} \right)$$

(kWh)

avec :

$W_{aux,ct,seci,m}$ la consommation mensuelle d'électricité de la (des) tour(s) de refroidissement pour la production de chaleur pour le secteur énergétique i, en kWh ;

$Q_{cool,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$f_{ct,m,pref}$ le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid préférentiel tel que déterminé ci-après ;

$f_{ct,m,npref}$ le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid non préférentiel tel que déterminé ci-après ;

$f_{cool,pref}$ fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$f_{cool,m,free,npref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$\eta_{gen,cool,m,pref}$ le rendement de production mensuel du générateur de froid préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;

$\eta_{gen,cool,m,npref}$ le rendement de production mensuel du générateur de froid non préférentiel, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;

$w_{ct,pref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement :

- si relié à une tour de refroidissement, on a $w_{ct,pref} = 1$;
- si non, on a $w_{ct,pref} = 0$;

$w_{ct,npref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement :

- si relié à une tour de refroidissement, on a $w_{ct,npref} = 1$;
- si non, on a $w_{ct,npref} = 0$.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

Le facteur de correction mensuel des tours de refroidissement relié au générateur de froid est déterminé comme suit :

Eq. 109 $$f_{ct,m} = C_{ct,1} - C_{ct,2} \cdot \min(\theta_{co,m}, \theta_{co,MAX})$$ (-)

avec :

$C_{ct,1}$, $C_{ct,2}$ des facteurs pour la détermination de la consommation d'énergie auxiliaire mensuelle, déterminé suivant le Tableau [28], (-) ;

$\theta_{co,m}$ la température de fonctionnement mensuelle du condenseur, déterminée selon le § 7.5.2.3.2, en °C ;

$\theta_{co,MAX}$ la température de fonctionnement maximale du condenseur, reprise au Tableau [28], en °C.

Tableau [28] : Constantes utilisées pour le calcul de la consommation d'énergie d'une tour de refroidissement

Type de tour	Type de ventilateur	$\theta_{co,MAX}$	$C_{ct,1}$	$C_{ct,2}$
	Ventilateur à vitesse constante	32	0,100	0,0027
	Ventilateur à 2 vitesses	32	0,083	0,0025

Aéro-refroidisseur (dry-cooler)	Ventilateur à vitesse variable	32	0,078	0,0024
Tour ouverte et tour fermée	Ventilateur à vitesse constante	26	0,130	0,0041
	Ventilateur à 2 vitesses	26	0,130	0,0047
	Ventilateur à vitesse variable	26	0,130	0,0046

8.3.3.4 Consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant

On détermine la consommation mensuelle d'électricité du circulateur du fluide absorbant comme suit :

Eq. 110 $$W_{aux,int,m} = \sum_i W_{aux,int,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 111 $$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left[w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,pref}\right)\right)^{-0,606} + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,npref}\right)\right)^{-0,606} \right]$$

(kWh)

$W_{aux,int,seci,m}$	la consommation d'électricité du circulateur du fluide absorbant, en kWh ;
$P_{gen,pref}$	la puissance nominale de la machine frigorifique à compression préférentielle, déterminée suivant le paragraphe "Rated Full Load Performance" de la norme ARI 560-2000, en kW ;
$P_{gen,npref}$	la puissance nominale de la machine frigorifique à compression non préférentielle, déterminée suivant le paragraphe "Rated Full Load Performance" de la norme ARI 560-2000, en kW ;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$w_{int,pref}$	un facteur qui prend en compte le fait que générateur de froid préférentiel est une machine frigorifique à absorption : - si oui : on a $w_{int,pref} = 1$; - si non : on a $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	un facteur qui prend en compte le fait que générateur de froid non préférentiel est une machine frigorifique à absorption : - si oui : on a $w_{int,npref} = 1$; - si non : on a $w_{int,npref} = 0$.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

8.3.3.5 La consommation de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique, $W_{electr,geb,m}$, doit être déterminée comme suit :

Eq. 336 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6}$$ (kWh)

où :

$P_{electr,gen,j}$	la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur j, la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;
t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs de froid j qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionelle entre ces différentes unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts de refroidissement totaux des unités PEN et/ou PER concernées.

8.4 Consommation d'électricité supplémentaire pour le free-chilling

Un générateur de froid qui fonctionne en mode free-chilling ne consomme de l'énergie que pour les circulateurs et/ou les tours de refroidissement. On détermine la consommation d'électricité pour le free-chilling comme suit :

Eq. 112 $$W_{aux,free,m} = W_{aux,pumps,free,m} + W_{aux,ct,free,m}$$ (kWh)

avec :

$W_{aux,pumps,free,m}$ La consommation d'électricité mensuelle des circulateurs côté condenseur du générateur de froid qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh ;

$W_{aux,ct,free,m}$ La consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissementn qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh.

On détermine la consommation d'électricité des circulateurs côté condenseur comme suit :

Eq. 113 $$W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 114 $$W_{aux,pumps,free,seci,m} = \frac{0,052}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,free,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + w_{pumps,free,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$$ (kWh)

$Q_{cool,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

$f_{cool,pref}$ fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid référentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$f_{cool,m,free,npref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$w_{pumps,free,pref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel fonctionne en mode free-chilling :

- si oui :
- s'il s'agit de free-chilling par air, on a $w_{pumps,free,pref} = 1$;
- s'il s'agit de geo cooling/système fermé ou ouvert, on a $w_{pumps,free,pref} = 1,54$;
- si non : on a $w_{pumps,free,pref} = 0$;

$w_{pumps,free,npref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel fonctionne en mode free-chilling :

- si oui :
  - s'il s'agit de free-chilling par air, on a $w_{pumps,free,pref} = 1$;
  - s'il s'agit de geo cooling/système fermé ou ouvert, on a $w_{pumps,free,pref} = 1{,}54$;
- si non : on a $w_{pumps,free,pref} = 0$.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

On détermine la consommation d'électricité de la tour de refroidissement comme suit :

Eq. 115 $$W_{aux,ct,free,m} = \sum_i W_{aux,ct,free,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 116 $$W_{aux,ct,free,seci,m} = \frac{(0{,}10 + 0{,}003 \cdot \theta_{ev})}{3{,}6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + w_{ct,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$$ (kWh)

avec :

$W_{aux,ct,free,seci,m}$ la consommation d'électricité mensuelle de la tour de refroidissement du secteur énergétique i qui fonctionne en mode free-chilling, en kWh ;

$Q_{cool,gross,seci,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;

θ_{ev} la température de fonctionnement de l'évaporateur, selon le § 7.5.2.3.3, en °C ;

$f_{cool,pref}$ fraction moyenne annuelle du froid fourni par les(s) générateur(s) de froid préférentiel(s), déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;

$f_{cool,m,free,pref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$f_{cool,m,free,npref}$ fraction moyenne mensuelle d'énergie fournie par le(s) générateur(s) de froid non préférentiel(s) en mode free-chilling, déterminé selon le § 7.4, (-) ;

$w_{ct,pref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid préférentiel est relié à une tour de refroidissement :

- si oui, on a $w_{ct,pref} = 1$;
- si non, on a $w_{ct,pref} = 0$;

$w_{ct,npref}$ un facteur qui prend en compte le fait que le générateur de froid non préférentiel est relié à une tour de refroidissement :

- si oui, on a $w_{ct,npref} = 1$;
- si non, on a $w_{ct,npref} = 0$.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétique i de l'unité PEN.

8.5 Energie auxiliaire électrique pour la production de chaleur

8.5.1 Principe

La consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique des auxiliaires pour la production de chaleur est déterminée dans ce chapitre. La conversion en consommation d'énergie primaire s'effectue au § 10.5.

8.5.2 Règle de calcul pour l'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur

8.5.2.1 Règle de calcul générale

Déterminez la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire pour la production de chaleur dans l'unité PEN, $W_{aux,gen,m}$, comme suit :

Eq. 337 $W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,\ gen,m} + W_{ct,gen,\ m} + W_{electr,gen,\ m}$ (kWh)

où :

$W_{throttle/fans,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs pour la production de chaleur dans l'unité PEN considérée, définie selon le § 8.5.2.2, en kWh ;
$W_{ct,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du/des tour(s) de refroidissement couplée(s) au générateurs de chaleur, définie selon le § 8.5.2.3, en kWh ;
$W_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité PEN considérée, definie selon le § 8.5.2.4, en kWh.

8.5.2.2 La consommation d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs

8.5.2.2.1 Règle de calcul générale

$W_{throttle/fans,gen,m}$ est défini comme suit :

Eq. 338 $W_{throttle/fans,gen,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6}$ (kWh)

où :

$P_{throttle/fans,gen,spec}$	la puissance spécifique pour la production des générateurs possédant un ventilateur et/ou une vanne gaz, considérée égale à 1 W/kW
$P_{throttle/fans,gen,j}$	la puissance nominale du générateur j, en kW ;
$t_{on,gen,j,m}$	le temps de fonctionnement mensuel de la vanne gaz et/ou du ventilateur en service du générateur j, défini suivant le § 8.5.2.2.2, en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs j qui desservent l'unité PEN et qui font usage d'une vanne gaz et/ou d'un ventilateur.

Si un générateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, alors la puissance nominale du générateur mentionnée dans l'Eq. 338 doit être répartie de façon proportionelle entre ces différentes unités PEN

et/ou PER sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

Pour les générateurs d'eau chaude sanitaire dont les rendements de production et de stockage sont calculés selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe A.1 et pour les générateurs de chauffage dont le rendement de production est calculé selon le § 10.2.3.3, le § 10.2.3.4.2 ou le § 10.2.3.4.3 de l'annexe A.1, la consommation d'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur du générateur est déjà prise en compte et ne doit donc plus être comptabilisée dans l'Eq. 338.

La consommation éventuelle d'énergie auxiliaire par les appareils de chauffage locaux, à l'exception des poêles à pellets dont la puissance nominale est supérieure à 50 kW, des poêles à charbon et des poêles à bois qui ne sont pas des poêles à pellets, pour lesquels le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.2.4 de l'annexe A.1, est déjà prise en compte dans le rendement de production et ne doit donc plus être comptabilisée dans l'Eq. 338.

8.5.2.2.2 Définition du temps de fonctionnement $t_{on,gen,j,m}$

$t_{on,gen,j,m}$ est défini comme suit :

Eq. 339

$$t_{on,gen,j,m} = \mathrm{MIN}\left(t_m \; ; \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad \text{(Ms)}$$

où :

t_m	la longueur du mois considéré, en Ms, reprise du Tableau [1], en Ms ;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, déterminés selon le § 9.2.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.2 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.2.2 de l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.2.1 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{water,bath\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'un bain k, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.5 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.3.2 de l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.6 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine k, déterminés selon le § 9.3.1 de l'annexe A.1 pour les unités PER et selon le § 6.5 de cette annexe pour les unités PEN, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 10.3.2 de

	l'annexe A.1 pour les unités PER ou avec le § 7.6 de cette annexe pour les unités PEN ;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k, déterminés selon le § 6.5, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 7.6 ;
$Q_{hum,net,l,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification l, déterminés selon le § 5.11, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par le générateur j en accord avec le § 7.2.1 ;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique n, fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2, en MJ, pour autant que ces besoins soient couverts par la machine de refroidissement par absorption o en accord avec le § 7.2.2 et pour autant que la chaleur pour la machine de refroidissement par absorption o soit couverte par le générateur j en accord avec le § 7.2.1 ;
$EER_{nom,o}$	le coefficient d'efficacité frigorifique de la machine de refroidissement par absorption o, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	la puissance nominale du générateur j, en kW.

Il faut toujours faire la somme sur :

- tous les secteurs énergétiques i (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les bains ou douches k (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les éviers de cuisine k (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN ou PER) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous autres points de puisage k (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les appareils d'humidification l (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par le générateur j ;
- tous les secteurs énergétiques n (dans l'unité PEN considérée ou dans une autre unité PEN) qui sont desservis par la machine de refroidissement par absorption o et sur toutes les machines de refroidissement o qui sont desservis par le générateur j.

8.5.2.3 La consommation d'électricité de la/des tour(s) de refroidissement couplée(s) aux générateurs de chaleur

La consommation mensuelle d'électricité de la/des tour(s) de refroidissement couplée(s) aux générateurs de chaleur, $W_{ct,gen,m}$, doit être déterminée comme suit :

Eq. 340

$$W_{ct,gen,m} = \sum_{i} W_{ct,gen,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 341

$$W_{ct,gen,seci,m} = \frac{Q_{heat,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,pref} - 1}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \right) + \sum_k w_{ct,npref\,k} \cdot f_{ct,m,npref\,k} \cdot f_{heat,m,npref\,k} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,npref\,k} - 1}{\eta_{gen,heat,m,npref\,k}} \right) \right)$$

(kWh)

avec :

$W_{ct,gen,seci,m}$	la consommation mensuelle d'électricité de la (des) tour(s) de refroidissement pour la production de chaleur pour le secteur énergétique i, en kWh ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ ;
$f_{ct,m,pref}$	le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur préférentiel, défini comme ci-dessous ;
$f_{ct,m,npref\,k}$	le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur non préférentiel k, défini comme ci-dessous ;
$f_{heat,m,pref}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connecté(s) préférentiel(s), telle que déterminée au § 7.3.1,(-) ;
$f_{heat,m,npref\,k}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) générateur(s) de chaleur connecté(s) préférentiel(s) k, telle que déterminée au § 7.3.1,(-) ;
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$\eta_{gen,heat,m,npref\,k}$	le rendement de production mensuel du (des) générateur(s) de chaleur non préférentiel(s) k, déterminé selon le § 7.5.1, (-) ;
$w_{ct,pref}$	un facteur qui tient en compte si le générateur préférentiel est connecté à une tour de refroidissement ou pas : - s'il est connecté à une tour de refroidissement : $w_{ct,pref} = 1$; - dans tous les autres cas : $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref\,k}$	un facteur qui tient en compte si le générateur non préférentiel k est connecté à une tour de refroidissement ou pas : - s'il est connecté à une tour de refroidissement : $w_{ct,npref} = 1$; - dans tous les autres cas : $w_{ct,npref} = 0$.

Il faut faire une somme sur tous les générateurs de chaleur non préférentiels k qui desservent le secteur énergétique i et sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PEN.

Le facteur de correction mensuel pour les tours de refroidissement connectées au générateur de chaleur est déterminé comme dans le § 8.3.3.

8.5.2.4 La consommation d'électricité de l'électronique

La consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité PEN considérée, $W_{electr,gen,m}$, doit être considérée comme suit :

Eq. 342 $$W_{electr,gen,\ m} = \sum_j P_{electr,gen,\ j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$P_{electr,gen,j}$	la puissance des pertes en mode veille de l'électronique pour la production, en W. Par générateur j, la puissance des pertes est définie égale à 10 W ;
t_m	la longueur du mois considéré, voir Tableau [1], en Ms.

Il faut toujours faire la somme sur tous les générateurs j qui desservent l'unité PEN.

Si un générateur dessert plusieures unités PEN et/ou PER, la puissance des pertes en mode veille doit être répartie de façon proportionelle entre les unités PEN et/ou PER concernées sur base des besoins bruts totaux des unités PEN et/ou PER concernées. Si le générateur ne sert qu'au chauffage, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts pour le chauffage. Si le générateur ne sert qu'à la production d'eau chaude sanitaire, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire. Si le générateur sert aux deux, alors la répartition doit être faite sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

Si, lors de l'application de la règle de répartition ci-dessus, le générateur de chaleur sert à l'humidification d'une ou plusieurs unités PEN, les besoins bruts pour l'humidification des unités PEN desservies doivent être ajoutés aux besoins bruts pour le chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire.

Si, lors de l'application de la règle de répartition ci-dessus, le générateur de chaleur délivre de la chaleur à une machine de refroidissement par absorption qui dessert une ou plusieurs unités PEN, la chaleur livrée à la machine de refroidissement par absorption et qui est nécessaire pour couvrir la demande de refroidissement des unités PEN desservies doit être ajoutée aux besoins bruts pour le chauffage et/ou pour l'eau chaude sanitaire et/ou pour l'humidification. La chaleur délivrée à la machine de refroidissement par absorption est déterminée pour chaque unité PEN desservie comme la contribution de la machine de refroidissement à absorption aux besoins bruts pour le refroidissement des locaux, $Q_{cool,gross}$, divisé par le coefficient d'efficacité frigorifique, EER_{nom}.

Pour les générateurs d'eau chaude sanitaire dont les rendements de production et de stockage sont calculés selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe A.1 et pour les générateurs de chauffage dont le rendement de production est calculé selon le § 10.2.3.3, le § 10.2.3.4.2 ou le § 10.2.3.4.3 de l'annexe A.1, la consommation d'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur du générateur est déjà prise en compte et ne doit plus être comptabilisée dans l'Eq. 342.

La consommation éventuelle d'énergie auxiliaire par les appareils de chauffage locaux, à l'exception des poêles à pellets dont la puissance nominale est supérieure à 50 kW, des poêles à charbon et des poêles à bois qui ne sont pas des poêles à pellets, pour lesquels le rendement de production est déterminé selon le § 10.2.3.2.4 de l'annexe A.1, est déjà prise en compte dans le rendement de production et ne doit donc plus être comptabilisée dans l'Eq. 342.

8.6 Consommation d'énergie pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation

La consommation d'électricité mensuelle pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation est déterminée comme suit :

Eq. 118 $$W_{precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

$W_{soil/water,m}$ la consommation d'électricité mensuelle pour l'échangeur de chaleur sol-eau, selon le § 8.6.1, en kWh ;

$W_{evap,m}$ la consommation d'électricité mensuelle pour le refroidissement par évaporation, selon le § 8.6.2, en kWh.

Pour d'autres technologies, $W_{precool,m}$ sera déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

8.6.1 Consommation d'électricité pour l'échangeur de chaleur sol-eau

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour l'échangeur de chaleur sol-eau comme suit :

Eq. 343 $$W_{soil/water,m} = 0{,}278 \cdot t_m \cdot w_{soil/water,m} \cdot \left(f_{vent,cool,max} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 \cdot n_{tube} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{tube}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\ f} - f_{V,addm,day,coolfctf,m} \right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} + f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add,fct\ f} \right)}{3600} \right) \quad \text{(kWh)}$$

avec :

t_m la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;

$f_{vent,cool,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service pour la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$f_{vent,cool,max}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle l'échangeur sol-eau est en service, égal au maximum des valeurs respectives pour $f_{vent,cool,fct\ f}$, comme déterminé ci-dessus, (-) ;

$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;

$w_{soil/water,m}$ un facteur mensuel qui prend en compte la durée d'utilisation de l'échangeur sol-eau, déterminé selon le § B.2.1, (-) ;

$\dot{V}_W$ le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h ;

f un coefficient de friction :

Eq. 120 Si Re < 2300 : $f = \frac{64}{Re}$

Si non : $f = \left(1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28\right)^{-2}$

avec :

Re	le nombre de Reynolds, déterminé selon le § B.2, (-) ;
D_{tube}	le diamètre intérieur de la conduite souterraine, en m ;
L_{tube}	la longueur de la conduite souterraine, en m ;
n_{tube}	le nombre de conduites parallèles, (-) ;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-eau dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité. La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

Il faut faire la somme sur toutes les fonctions f de la zone de ventilation z.

8.6.2 Consommation d'électricité pour le refroidissement par évaporation

On détermine la consommation d'électricité mensuelle pour le refroidissement par évaporation selon :

Eq. 344

$$W_{evap,m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{evap,m} \cdot 250 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\ f} - f_{V,add\ m,day,cool,fctf;m}\right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} + f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \right)}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

avec :

t_m	la durée du mois considéré, en Ms, reprise au Tableau [1] ;
$w_{evap,m}$	un facteur mensuel qui prend en compte la durée d'utilisation du système d'évaporation, selon le § B.3.1, (-) ;
$f_{vent,cool,fct\ f}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service pour la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que repris au Tableau [7], (-) ;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation additionnelle mécanique en journée est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § 5.6.3.3.2, (-) ;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-air dans la partie

fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2.

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation additionnelle mécanique dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité. La valeur par défaut est égale au débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique. D'autres valeurs peuvent être considérées sur base de rapports de mesures conformes aux spécifications définies par le Ministre.

Il faut faire la somme sur toutes les parties fonctionnelles f de la zone de ventilation z.

9 Consommation d'énergie pour l'éclairage

9.1 Principe

Ce chapitre est consacré à la détermination, premièrement, de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm\,r}$ et, deuxièmement, de la consommation conventionnelle d'électricité pour l'éclairage (qui sera convertie en consommation d'énergie primaire au § 10.6).

Seul l'éclairage fixe situé à l'intérieur de l'unité PEN est obligatoirement pris en compte dans les calculs. L'éclairage 'indépendant' (on entend par là les appareils indépendants (non fixes) que l'utilisateur branche sur le réseau électrique en insérant une fiche dans une prise (par exemple des luminaires sur pied, les lampes de bureau, certaines lampes fixées aux cadres de tableaux, etc..)) peut être pris en considération de manière volontaire.

Des exemples d'éclairage situés en dehors de l'unité PEN peuvent être par exemple (selon le bâtiment en question) :

- un éclairage extérieur ;
- un éclairage intérieur dans des espaces situés hors du volume protégé ;
- un éclairage dans des parties résidentielles du bâtiment ;
- un éclairage d'autres espaces situés à l'intérieur du volume protégé mais pour lesquels il ne faut pas effectuer de calcul PEN.

A l'intérieur de l'unité PEN, les formes d'éclairage suivantes ne sont pas prises en considération :

- les appareils qui assurent la signalisation des issues de secours (et qui restent souvent allumées en permanence) ;
- l'éclairage de secours (dans la mesure où il s'allume uniquement en cas d'urgence) ;
- l'éclairage des cabines et cages d'ascenseur.

La consommation des batteries présentes dans les systèmes d'éclairage (par exemple dans les interrupteurs sans fil) n'est pas prise en considération dans la détermination du niveau E_{EPNR}.

Par partie fonctionnelle, il faut choisir entre deux méthodes de détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\,r}$ de tous les espaces et de la consommation d'électricité pour l'éclairage, à savoir :

- soit à l'aide de valeurs par défaut (§ 9.2) ;
- soit à l'aide des données détaillées de l'installation d'éclairage, en prenant en considération les facteurs suivants (§ 9.3) :
  - le flux lumineux des lampes et les caractéristiques photométriques des luminaires ;
  - la puissance des lampes installées, éléments auxiliaires des sources lumineuses compris, et la puissance des éventuels capteurs et éléments de contrôle ;
  - le type de contrôle ;
  - la présence éventuelle d'une zone de lumière naturelle avec élément de contrôle adapté.

9.1.1 Variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm\ r}$

La variable auxiliaire $L_{rm\ r}$ est une approximation du niveau d'éclairement moyen. Elle détermine, avec d'autres paramètres, la valeur de référence de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire (voir § 4).

9.1.2 Consommation d'électricité pour l'éclairage

La consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'unité PEN est la somme de la consommation d'électricité pour l'éclairage de chacun des parties fonctionnelles, et de la consommation d'électricité éventuelle de tous les éléments de contrôles et similaires qui se trouvent hors de l'unité PEN mais qui sont (en tout ou en partie) liés à l'installation d'éclairage située à l'intérieur de l'unité PEN :

Eq. 122 $$W_{light,m} = \sum_{f} W_{light,fct\ f,m} + \sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m}$$ (kWh)

avec :

$W_{light,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;
$W_{light,fct\ f,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f, en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2 ;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les éléments de contrôles et similaires installés dans des espaces r situés hors de l'unité PEN mais (en tout ou en partie) liés à l'installation d'éclairage des espaces r situés dans l'unité PEN, en kWh, déterminée selon le § 9.2.2 ou § 9.3.2.2.3.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f de l'unité PEN et sur tous les espaces r hors de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, $W_{light,fct\ f,m}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

9.2 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm\ r}$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des valeurs par défaut

9.2.1 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm\ r}$

Pour chaque espace de la partie fonctionnelle, la variable auxiliaire $L_{rm\ r}$ vaut : $L_{rm\ r} = 500$.

9.2.2 Détermination de la consommation d'électricité pour l'éclairage par partie fonctionnelle

La consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, y compris la consommation éventuelle des systèmes de contrôle, de la partie fonctionnelle f considérée, est déterminée comme suit :

Eq. 123 $$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} A_{f,rmr} \cdot p_{light,def,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right)$$ (kWh)

avec :

$W_{light,fct\ f,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$A_{f,rm\ r}$	la surface d'utilisation dans l'espace r, en m² ;
$p_{light,def,fct\ f}$	la valeur fixe de la puissance spécifique pour l'éclairage. Cette valeur est déterminée par partie fonctionnelle et vaut : - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce / Services", - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² pour toutes les autres parties fonctionnelles ;
$t_{day,fct\ f,m}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, déterminé de la partie fonctionnelle f et repris au Tableau [31], en h ;
$t_{night,fct\ f,m}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, déterminé de la partie fonctionnelle f et repris au Tableau [32], en h.

Il faut faire la sommation sur tous les espaces r de la partie fonctionnelle f.

On prend une valeur nulle pour la consommation mensuelle d'électricité des éléments de contrôle situés hors de l'unité PEN et qui sont uniquement liés aux luminaires situés dans les espaces de la partie fonctionnelle f considérée :

Eq. 124 $$\sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m} = 0 \quad \text{(kWh)}$$

où :

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour les éléments de contrôles et similaires installés dans des espaces situés hors de l'unité PEN et qui sont uniquement liés à l'éclairage situé à l'intérieur de la partie fonctionnelle f considérée, en kWh.

Si les éléments de contrôles sont également liés à des luminaires situés dans d'autres parties fonctionnelles et si l'on détermine la consommation d'électricité pour l'éclairage de ces parties fonctionnelles à l'aide de la puissance réellement installée, alors il faut calculer leur consommation tel que décrit au § 9.3.2.2.3.

9.3 Détermination de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{rm\,r}$ et de la consommation d'électricité pour l'éclairage à l'aide des données de détail de l'installation d'éclairage

9.3.1 Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\,r}$

9.3.1.1 Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\,r}$ dans un espace où aucun installation d'éclairage fixe n'est installée et dans lequel aucune installation d'éclairage indépendant n'est prise en considération

Si, dans un espace, aucune installation d'éclairage fixe n'est installée et aucune installation d'éclairage indépendant - si présente - n'est prise en considération, alors le calcul pour cet espace se fait avec des valeurs fixées conventionnellement. Ces valeurs correspondent aux valeurs utilisées pour le calcul avec les valeurs par défaut.

Dans un tel espace, on prend par convention la valeur : $L_{rm\,r} = 500$.

9.3.1.2 Détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\,r}$ dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée ou dans un espace pour lequel une installation d'éclairage indépendant est prise en considération

Dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée ou dans un espace pour lequel une installation d'éclairage indépendant est prise en considération, on détermine la variable auxiliaire $L_{rm\,r}$ comme suit :

1. Si l'éclairement désiré n'est pas réglable :

Eq. 125 $$L_{rmr} = L_{design,rmr} \quad (-)$$

où :

$L_{rm\,r}$ la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, (-) ;

$L_{design,rm\,r}$ la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, définie comme ci-dessous, (-).

2. Si l'éclairement désiré est bien réglable[6] (soit luminaire par luminaire, soit par groupe de luminaires), et ce pour tous les luminaires de l'espace qui sont pris en considération[7] :

Eq. 126 $$L_{rmr} = L_{design,rmr} \cdot \min\left(1, \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right) \quad (-)$$

où :

$L_{rm\,r}$ la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, (-) ;

$L_{design,rm\,r}$ la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, définie comme ci-dessous, (-) ;

$f_{reduc,light}$ un facteur de réduction, fixé à $f_{reduc,light} = 0{,}5$, (-) ;

---

[6] Dans ce cas, la valeur de la variable auxiliaire est réduite, mais également la valeur de calcul pour la puissance d'éclairage (voir 9.3.3).

[7] Si $L_{design,rm\,r}$ est égal à zéro (par exemple parce qu'aucune information n'a été fournie concernant les luminaires installés), on a $L_{rm\,r} = 0$.

L_{thresh} une valeur seuil pour $L_{design,rm\ r}$, fixée à L_{thresh} = 250, (-).

La valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle $L_{design,rm\ r}$ peut être définie de deux manières :

- soit à l'aide d'une méthode conventionnelle simple (§ 9.3.1.2.1) ;
- soit à l'aide de calculs détaillés (§ 9.3.1.2.2).

Pour la plupart des applications, la première méthode peut suffire. Certains types de luminaires n'entrent pas en compte dans le calcul de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ selon la méthode conventionnelle simple (voir le § 9.3.1.2.1) mais leur consommation d'électricité est toutefois incluse dans les calculs (voir le § 9.3.2). On peut dans ce cas, si on le souhaite, utiliser la seconde méthode dans les espaces concernées pour quand même prendre en compte leur contribution dans le calcul de $L_{design,rm\ r}$.

9.3.1.2.1 Détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ à l'aide de la méthode conventionnelle

On détermine la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ pour l'espace r selon :

Eq. 127

$$L_{design,rmr} = \frac{\sum_k n_k \cdot [.N2_k \cdot .N4_k + 0,5 \cdot (1 - .N4_k)] \cdot .N5_k \cdot 0,85 \cdot PHIS_k}{A_{f,rmr}}$$

(-)

où :

$L_{design,rm\ r}$ la valeur de dimensionnement de la variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, définie comme ci-dessous, (-) ;

n_k le nombre de luminaires de type k dans l'espace r, (-) ;

$.N2_k$ le rapport entre, d'une part, le flux lumineux du luminaire de type k émis dans un angle solide de π par rapport à l'axe principal (c.-à-d. dans un cône ayant un angle d'ouverture de 120°) et, d'autre part, le flux lumineux du luminaire de type k émis dans un angle solide de 2π par rapport à l'axe principal, (-), déterminé selon CIE 52 ;

$.N4_k$ le rapport entre, d'une part, le flux lumineux du luminaire de type k émis dans un angle solide de 2π par rapport à l'axe principal (c.-à-d. dans un cône ayant un angle d'ouverture de 180°) et, d'autre part, le flux lumineux total émis du luminaire de type k, (-), déterminé selon CIE 52 ;

$.N5_k$ le rapport entre le flux lumineux total émis du luminaire k et le flux lumineux ($PHIS_k$) émis par l'ensemble des lampes présentes dans le luminaire de type k, (-), déterminé selon CIE 52 ;

$PHIS_k$ la somme du flux lumineux de chacune des lampes présentes dans le luminaire de type k, en lumen :

Eq. 128 $$PHIS_k = \sum_m PHI_m$$

où :

PHI_m	le flux lumineux de la lampe m, déterminé selon CIE 84, en lumen. A cette fin, on effectue une sommation sur toutes les lampes m qui se trouvent dans le luminaire de type k ;
$A_{f,rm\ r}$	la surface d'utilisation de l'espace r, en m².

Si l'on ne dispose pas des informations nécessaires concernant une combinaison lampe/luminaire donnée, on n'en tient pas compte dans la détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ mais leur consommation est par contre prise en compte au § 9.3.2.

La somme est effectuée uniquement sur les luminaires de type k fixés au plafond (encastrés, appliqués ou suspendus) présents dans l'espace r. Les luminaires muraux et les systèmes d'éclairage intégrés dans le plancher ou dans les escaliers ou l'éclairage indépendant qui est pris en considération entrent quant à eux obligatoirement dans le calcul de la puissance installée, voir § 9.3.2 (et donc finalement dans la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire), mais ne sont pas repris dans celui de la détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ selon la méthode conventionnelle. Si l'on veut prendre en compte d'autres luminaires que ceux fixés au plafond lors de la détermination de la variable auxiliaire $L_{rm\ r}$, il faut utiliser la méthode de calcul détaillée, voir § 9.3.1.2.2.

Les luminaires fixés au plafond qui sont installées de telle manière que leur axe principal n'est pas orienté selon la verticale vers le bas (par exemple fixés sur un élément de toiture en pente) ou qui sont orientables (par exemple des spots rotatifs), sont pris en compte dans la méthode conventionnelle de détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ uniquement dans la mesure où l'axe principal ne s'écarte pas de plus de 45° de la verticale ou, dans le cas de luminaire tournant, dans la mesure où l'axe ne s'écarte jamais de plus de 45° de la verticale (dans sa position la plus défavorable), l'axe principal étant le même que celui utilisé pour la détermination du code de flux. Si cette limitation en matière d'installation n'est pas respectée, ces luminaires ne sont pas pris en compte dans la détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ selon la méthode conventionnelle, mais elles le sont obligatoirement dans la détermination de la consommation énergétique. Si l'on désire prendre en compte ces luminaires dans la détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$, il faut utiliser la méthode de calcul détaillée, voir § 9.3.1.2.2.

9.3.1.2.2 Détermination de la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ au moyen de calculs détaillés

Contrairement à la méthode de calcul conventionnelle, il est permis de calculer, pour un espace, l'éclairement sur un plan fictif situé à une hauteur de 0,8 m à l'aide d'un programme de calcul.

Le programme utilisé pour le calcul doit être au préalable agréé par le Ministre.

Par convention, la valeur de dimensionnement $L_{design,rm\ r}$ doit être estimée par la valeur moyenne de l'éclairement calculée sur la superficie totale de l'espace, c'est à dire en prenant en compte toutes les zones, y compris les zones du pourtour de la pièce.

Le calcul doit être effectué sur base de la géométrie réelle de l'espace (vide, sans mobilier). Les facteurs de réflexion à prendre en compte sont : 0,7 pour le plafond, 0,5 pour les murs (y compris les baies d'éclairage naturel) et 0,2 pour le plancher. Lors du calcul, il faut considérer pour les luminaires

une position identique à leur installation effective. Dans le cas de luminaires orientables, il faut, dans les calculs, diriger le luminaire de manière telle que l'angle entre l'axe principal et la verticale soit le plus grand possible (donc l'orienter au maximum vers le haut). Si d'autres orientations sont possibles, il faut orienter le luminaire perpendiculairement à la paroi la plus proche. En ce qui concerne le flux lumineux des lampes, il faut tenir compte d'un facteur de réduction fixe de 0,85 conformément à la valeur issue du rapport technique CIE84.

En ce qui concerne ces calculs, le Ministre peut établir des spécifications complémentaires et/ou divergentes.

9.3.2 Détermination de la consommation mensuelle d'électricité par partie fonctionnelle

On détermine la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage d'une partie fonctionnelle en effectuant la somme de la consommation d'électricité pour l'éclairage de chacun des espaces qui composent cette partie fonctionnelle :

Eq. 129 $$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} W_{light,rm\ r,m}$$ (kWh)

avec :

$W_{light,fct\ f,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans la partie fonctionnelle f, en kWh ;

$W_{light,rm\ r,m}$ la consommation d'électricité mensuelle pour l'éclairage de l'espace r situé dans la partie fonctionnelle f, en kWh, déterminée selon le § 9.3.2.1 ou § 9.3.2.2.

On effectuera une sommation sur tous les espaces r de la partie fonctionnelle f.

9.3.2.1 Consommation d'électricité pour l'éclairage dans un espace où aucune installation d'éclairage fixe n'est installée et dans lequel aucune installation d'éclairage indépendant n'est prise en considération

Si, dans un espace, aucune installation d'éclairage fixe n'est installée et aucune installation d'éclairage indépendant – si présente – n'est prise en considération, alors le calcul pour cet espace se fait avec des valeurs fixées conventionnellement. Ces valeurs correspondent aux valeurs utilisées pour le calcul avec les valeurs par défaut.

Par conséquent, la valeur de calcul pour la consommation mensuelle d'électricité dans un tel espace vaut par convention :

Eq. 130 $$W_{light,rmr,m} = A_{f,rmr} \cdot p_{light,abs,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right)$$ (kWh)

où :

$W_{light,rm\ r,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace r, en kWh ;

$A_{f,rm\ r}$ la surface d'utilisation de l'espace r, en m² ;

$p_{light,abs,fct\ f}$ une valeur fixe de la puissance spécifique pour l'éclairage. Cette valeur est déterminée par partie fonctionnelle et vaut : $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² pour les parties fonctionnelles ayant la fonction "Commerce / Services" et $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² pour toutes les autres parties fonctionnelles ;

$t_{day,fct\ f,m}$ le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, de la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient, repris au Tableau [31], en h ;

$t_{night,fct\ f,m}$ le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, de la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient, repris au Tableau [32], en h.

9.3.2.2 Consommation d'électricité pour l'éclairage dans un espace où une installation d'éclairage fixe est installée ou dans un espace pour lequel une installation d'éclairage indépendant est prise en considération

Dans un espace où une installation d'éclairage est présente ou dans un espace pour lequel une installation d'éclairage indépendant est prise en considération, on détermine la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage en multipliant la puissance installée de l'éclairage (y compris les éléments auxiliaires éventuels et éléments de contrôle) par la durée pendant laquelle l'éclairage est allumé, en tenant compte des contrôles présents. La consommation d'électricité des éléments de contrôle éventuels doit y être intégrée, dans la mesure où cette dernière consommation n'a pas encore été intégrée dans le terme précédant :

Eq. 393

$$W_{light,rmr,m} = \left[(P_{light,rmr} \cdot f_{ci}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} \cdot f_{dayl} + t_{night,fct\ f,m}\right) \cdot \frac{\sum_k f_{occ,light,k} \cdot P_{fitting,k}}{\sum_k P_{fitting,k}} \right] + W_{light,rmr,ctrl,m}$$

(kWh)

où :

$W_{light,rm\ r,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'espace r, en kWh ;

$P_{light,rm\ r}$ la valeur de calcul de la puissance de l'éclairage dans l'espace entier, déterminée selon le § 9.3.3, en kW ;

f_{ci} un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui maintient l'éclairement constant. Ce facteur est fixé à 1, (-) ;

$t_{day,fct\ f,m}$ le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, pour la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient et repris au Tableau [31], en h ;

f_{dayl} un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'apport de lumière du jour dans l'espace, déterminé selon le § 9.3.2.2.1, (-) ;

$t_{night,fct\ f,m}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, pour la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient et repris Tableau [32], en h.
$f_{occ,light,k}$	un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle le luminaire k en fonction de l'occupation, déterminé selon le § 9.3.2.2.1, (-) ;
$P_{fitting,k}$	la valeur de la puissance de la (de toutes les) lampe(s) du luminaire, y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs, éléments de contrôle et/ou commande du luminaire k, en W ;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	la consommation mensuelle d'électricité du contrôle qui n'a pas encore été prise en compte dans le terme précédent, déterminée selon le § 9.3.2.2.3, en kWh.

Il faut effectuer la somme sur tous les luminaires k pris en considération dans l'espace r.

9.3.2.2.1 Facteurs de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'occupation et de l'apport de lumière du jour

Le facteur de réduction pour le réglage du luminaire k en fonction de l'occupation, $f_{occ,light,k}$, est donné au Tableau [29]. Des systèmes centralisés[8] ne sont pas pris en considération.

[8] Dès qu'un interrupteur ou un capteur règle l'éclairage dans plus de un espace, le système est considéré comme "central".

Tableau [29] : Facteur de réduction $f_{occ\ light,k}$ pour tenir compte du réglage en fonction de l'occupation, par fonction (partie 1 sur 2)

Description de la commutation	Fonctions								
				Soins de santé			Rassemblement		
	Hébergement	Bureaux	Enseignement	Avec occ. noct.	Sans occ. noct.	Salle d'opération	Occ. importante	Faible occ.	Cafét. / réfect.
Aucun système et tous les systèmes autres que ceux décrits ci-dessous.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Commande manuelle (allumage/extinction) :									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Détection de présence : allumage automatique et extinction automatique, ou réduction du flux lumineux (auto on ; auto off/dimming) :									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion :									
- si extinction complète en cas d'absence	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,65	1,00	1,00	0,45
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45
Allumage manuel ; détection d'absence : éteint automatiquement ou dime automatiquement (on manuel ; auto off/dim) :									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion									
- si extinction complète en cas d'absence	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,50	1,00	1,00	0,30
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40

avec :

$A_{f,rm\ r}$ la surface d'utilisation de l'espace r, en m².

Tableau [29] (suite) : Facteur de réduction $f_{occ\ light,k}$ pour tenir compte du réglage en fonction de l'occupation, par fonction (partie 2 sur 2)

Description de la commutation	Fonctions								
	Csuiine	Commerce / Serv.	Sport			Locaux techniques	Communs	Autre	Inconnue
			basse t°	t° moyenne	t° élevée				
Aucun système et tous les systèmes autres que ceux décrits ci-dessous.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Commande manuelle (allumage/extinction) :							Déterminé comme ci-dessous		
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m²	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
Détection de présence : allumage automatique et extinction automatique, ou réduction du flux lumineux (auto on ; auto off/dimming) :									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
Allumage manuel ; détection d'absence : éteint automatiquement ou dime automatiquement (on manuel ; auto off/dim) :									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² ou classe ou salle de réunion									
- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :								1,00	1,00

- si extinction complète en cas d'absence	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- si réduction du flux lumineux en cas d'absence	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00

avec :

$A_{f,rm\ r}$ la surface d'utilisation de l'espace r, en m².

Si le luminaire k se trouve dans une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" qui dessert plusieurs parties fonctionnelles, la valeur de $f_{occ\ light,k}$ est égale à la valeur de la partie fonctionnelle desservie dont la valeur $f_{occ,light,k}$ est la plus élevée.

Le facteur de réduction pour le réglage en fonction de l'apport de lumière du jour, f_{dayl}, est déterminé selon :

Eq. 132

$$f_{dayl} = \left[\frac{A_{f,rmr,daylarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,dayl}\right] + \left[\frac{A_{f,rmr,artifarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,artif}\right] \quad (-)$$

où :

f_{dayl} un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle l'éclairage en fonction de l'apport de lumière du jour dans l'espace, (-) ;

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$ la surface au sol de la partie dite "éclairée naturellement" dans l'espace r, déterminée selon le § 9.3.4, en m² ;

$A_{f,rm\ r}$ la surface d'utilisation de l'espace r, en m² ;

$f_{mod,dayl}$ le facteur pour le réglage en fonction de la lumière du jour dans la partie dite "éclairée naturellement", repris au Tableau [30], (-) ;

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$ la surface au sol de la partie dite "éclairée artificiellement" dans l'espace r, déterminée selon le § 9.3.4, en m² ;

$f_{mod,artif}$ le facteur pour le réglage en fonction de la lumière du jour dans la partie dite "éclairée artificiellement", repris au Tableau [30], (-).

Tableau [30] : Facteurs pour le réglage en fonction de la lumière du jour

Description du réglage en fonction de la lumière du jour	$f_{mod,dayl}$	$f_{mod,artif}$
Pas de système	1,00	1,00
Système manuel[9]	0,90	1,00
Système automatique[10]	0,60	0,80

[9] Il faut comprendre que le flux lumineux des sources de lumière peut être éteint ou modifié manuellement par l'utilisateur (par exemple à l'aide d'un interrupteur, d'un potentiomètre ou d'une commande à distance).

[10] Il faut comprendre que le flux lumineux des sources de lumière est modifié en fonction de la disponibilité de lumière du jour de manière entièrement automatique et continu (ou dans le cas d'un système digital quasi continu, en au moins 100 positions intérmédiaires).

Tous les luminaires qui sont pris en considération et se trouvent des parties respectivement dites "éclairée naturellement" et "éclairée artificiellement" doivent être réglés par le système, pour que le système de réglage puisse être pris en considération pour ces parties de l'espace. La délimitation des surfaces entre les luminaires est par convention déterminée par la ligne médiane entre les luminaires.

Plusieurs situations peuvent se présenter :

- Tous les luminaires pris en considération dans l'espace sont commandés par un seul et même système. Dans ce cas, les facteurs correspondants peuvent être appliqués dans chaque partie de l'espace. Dans l'exemple de la Figure [1], on a $f_{mod,artif} = 0,80$ et $f_{mod,dayl} = 0,60$.

Figure [1] : Configuration où tous les luminaires qui sont pris en considération sont commandés par un seul et même système

- Tous les luminaires qui sont pris en considération dans l'espace ne sont pas commandés par un seul et même système :
  - S'il est fait usage de la valeur par défaut pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" (§ 9.3.4.1), le système n'est pas pris en considération.
  - S'il est fait usage de la méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" (§ 9.3.4.2), la délimitation des surfaces d'utilisation commandée dans chaque espace doit être déterminée à l'aide d'une figure ; les situations suivantes peuvent se présenter :
    - La partie dite "éclairée naturellement" ou la partie dite "éclairée artificiellement" se situe entièrement dans la surface d'utilisation totale commandée par le système. Dans ce cas, les facteurs correspondants peuvent être appliqués dans chaque partie de l'espace. Dans l'exemple de la Figure [2], on a $f_{mod,artif} = 1,00$ et $f_{mod,dayl} = 0,60$.

Figure [2] : Configuration où tous les luminaires qui sont pris en considération ne sont pas commandés par un seul et même système – la surface dite "éclairée naturellement" se situe entièrement dans la surface d'utilisation totale commandée par le système

- La partie dite "éclairée naturellement" ou la partie dite "éclairée artificiellement" se situe partiellement hors de la surface d'utilisation totale commandée par le système. Dans ce cas, le système n'est pas considéré pour la partie concernée et on retombe automatiquement sur un facteur de réduction de 1,00. Il est cependant autorisé de réduire la surface de la partie dite "éclairée naturellement" à la surface pour laquelle la surface de la partie dite "éclairée naturellement" et la surface d'utilisation commandée par le système correspondent l'une avec l'autre, pour obtenir une partie dite "éclairée naturellement" se situant entièrement dans de la surface d'utilisation totale commandée par le système. Cette tolérance ne peut pas être appliquée à la partie dite "éclairée artificiellement".

  Dans l'exemple de la Figure [3], on a en principe $f_{mod,artif}$ = 1,00 et $f_{mod,dayl}$ = 1,00. Cependant, si on réduit la surface de la partie dite "éclairée naturellement" jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de partie de cette surface qui sont éclairée par des luminaires qui ne sont pas réglés par le système automatique, on peut calculer avec $f_{mod,dayl}$ = 0,60. $f_{mod,artif}$ reste naturellement égal à 1,00.

Figure [3] : Configuration où tous les luminaires qui sont pris en considération ne sont pas commandés par un seul et même système – la surface dite "éclairée naturellement" se situe partiellement hors de la surface d'utilisation totale commandée par le système

Situation avant réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :
$f_{mod,artif}$ = 1,00
$f_{mod,dayl}$ = 1,00

Situation après réduction de la partie dite "éclairée naturellement" :
$f_{mod,artif}$ = 1,00
$f_{mod,dayl}$ = 0,60

9.3.2.2.2 Valeurs de calcul conventionnelles pour la durée d'utilisation

Les valeurs de calcul pour les durées d'utilisation par mois en périodes diurne en nocturne, $t_{day,fct\ f,m}$ et $t_{night,fct\ f,m}$, sont fixées conventionnellement au Tableau [31]et au Tableau [32].

Tableau [31] : Nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, $t_{day,fct\ f,m}$, par fonction, en h

Fonctions		**Janvier**	**Février**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Septembre**	**Octobre**	**Novembre**	**Décembre**
Hébergement		198	224	273	312	372	360	372	347	288	273	216	174
Bureaux		159	180	199	192	199	192	199	199	192	199	173	139
Enseignement		159	180	199	192	199	192	0	0	192	199	173	139
Soins de santé	Avec occ. nocturne	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
	Sans occ. nocturne	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
	Salle d'opération	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Rassemblement	Occ. importante	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Faible occupation	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Cafétéria / Réfectoire	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Cuisine		185	191	212	256	265	256	265	265	256	238	180	159
Commerce / Services		212	239	265	308	318	308	318	318	308	291	231	185
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Fitness / Danse	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Sauna / Piscine	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
Locaux techniques		248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Communs		Déterminées comme ci-dessous											
Autre		177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Inconnue		212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de $t_{day,fct\ f,m}$ sont égales aux valeurs de la partie fonctionnelle desservie la plus utilisée, càd celle dont les valeurs sont les plus élevées. Cette évaluation doit être effectuée indépendamment pour chaque mois.

Tableau [32] : Nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, $t_{night,fct\ f,m}$, par fonction, en h

Fonctions		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Hébergement		273	202	198	144	99	96	99	124	168	198	240	298
Bureaux		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Enseignement		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Soins de santé	Avec occ. nocturne	341	252	248	180	124	120	124	155	210	248	300	372
	Sans occ. nocturne	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
	Salle d'opération	496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Rassemblement	Occ. importante	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Faible occupation	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Cafétéria / Réfectoire	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Cuisine		79	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	106
Commerce / Services		106	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	132
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Fitness / Danse	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Sauna / Piscine	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
Locaux techniques		496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Communs		Déterminées comme ci-dessous											
Autre		44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Inconnue		185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212

Si une partie fonctionnelle ayant la fonction "Communs" dessert plusieurs parties fonctionnelles, les valeurs de $t_{night,fct\ f,m}$ sont égales aux valeurs de la partie fonctionnelle desservie la plus utilisée, càd celle dont les valeurs sont les plus élevées. Cette évaluation doit être effectuée indépendamment pour chaque mois.

9.3.2.2.3 Consommation d'électricité des appareils de contrôle qui ne sont pas encore compris dans la consommation des luminaires[11]

Pour chaque espace, on détermine la consommation mensuelle d'électricité des éléments de contrôle et similaires (y compris les éléments auxiliaires éventuels, capteurs et/ou commutateurs) dans la mesure où ils n'ont pas encore été repris dans la consommation des luminaires durant les heures d'utilisation, comme la somme de cette consommation pour chacun des appareils k, comme suit :

Eq. 133

$$W_{light,rm\ r,ctrl,m} = \sum_k \Big[P_{light,rm\ r,ctrl,on,k} \cdot \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) + P_{light,rm\ r,ctrl,off,k} \cdot \left(\frac{1000 \cdot t_m}{3,6} - \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right)\right) \Big] \Big/ 1000$$

(kWh)

où :

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ la consommation d'électricité mensuelle de l'élément de contrôle qui n'est pas encore comprise dans la consommation, en kWh ;

$P_{light,rm\ r,ctrl,on,k}$ la puissance d'alimentation k des (groupes d') éléments de contrôle (y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs et/ou commutateurs) pendant les heures d'utilisation, qui n'est pas encore comprise dans la puissance des luminaires, en W. La valeur par défaut pour chaque alimentation d'éléments de contrôle, commandes, capteurs (intégré ou non dans le luminaire) etc. est de 3 W par luminaire lié à l'appareil ;

$P_{light,rm\ r,ctrl,off,k}$ la puissance d'alimentation k de chacun des (groupes d')éléments de contrôle (y compris les éléments auxiliaires éventuels, capteurs et/ou commandes) en-dehors des heures d'utilisation, en W. La valeur par défaut pour chaque alimentation d'éléments de contrôle, capteurs (intégré ou non dans le luminaire, etc. est de 3 W par luminaire lié à l'appareil ;

t_m la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms ;

$f_{occ,light,i}$ un facteur de réduction pour tenir compte d'un système qui règle le luminaire i en fonction de l'occupation, déterminé selon le § 9.3.2.2.1, (-) ;

$t_{day,fct\ f,m}$ le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'espace r considéré, tel que repris au Tableau [31], en h ;

$t_{night,fct\ f,m}$ le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne de la partie fonctionnelle f à laquelle appartient l'espace r considéré, tel que repris au Tableau [32], en h.

Le maximum doit être déterminé pour tous les luminaires i commandés par l'élément de contrôle avec alimentation k. Il faut effectuer une sommation sur toutes les alimentations k présentes dans l'espace r.

<u>Particularité de la fonction "Enseignement"</u> : la consommation d'électricité mensuelle des éléments de contrôles et similaires, $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$, liés à l'installation d'éclairage des espaces r situés dans une partie fonctionnelle ayant cette fonction, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

---

[11] Les consommations parasitaires des installations d'éclairage ne sont pas encore prises en compte lors de l'entrée en vigueur du présent Arrêté. Ce paragraphe prendra effet à une date déterminée par le Ministre. D'ici là, on considère $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ = 0 kWh.

9.3.3 Valeur de calcul de la puissance par espace

La valeur de calcul de la puissance d'éclairage par espace est déterminée comme suit :

- si l'éclairement souhaité n'est pas réglable, on prend comme valeur pour le calcul de la puissance de l'éclairage :

Eq. 134 $P_{light,rmr} = P_{nom,rmr}$ (kW)

où :

$P_{light,rm\ r}$	la valeur de la puissance, en kW ;
$P_{nom,rm\ r}$	la valeur de puissance nominale, par espace, tel que déterminée ci-dessous, en kW.

- par contre, si l'éclairement est réglable (soit luminaire par luminaire, ou par groupe de luminaires) pour tous les luminaires situés dans l'espace, on utilise par convention le calcul suivant pour déterminer la puissance d'éclairage[12] :

Eq. 135 $P_{light,rmr} = P_{nom,rmr} \cdot \min\left(1 \;;\; \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right)$ (kW)

où :

$P_{light,rm\ r}$	la valeur de la puissance d'éclairage, en kW ;
$P_{nom,rm\ r}$	la valeur de la puissance nominale, telle que déterminée ci-dessous, en kW ;
$L_{design,rm\ r}$	la variable auxiliaire adimensionnelle, déterminée selon le § 9.3.1.2 ;
$f_{reduc,light}$	un facteur de réduction de la variable auxiliaire ayant comme valeur : $f_{reduc,light} = 0,5$;
L_{thresh}	une valeur seuil de $L_{design,rm\ r}$, ayant comme valeur : $L_{thresh} = 250$.

On détermine, pour chaque espace, la valeur de la puissance nominale en effectuant la somme des puissances de tous les luminaires (puissance des lampes y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs et éléments de contrôle), comme suit :

Eq. 136 $P_{nom,rmr} = \frac{\sum_k P_{fitting,k}}{1000}$ (kW)

où :

$P_{nom,rm\ r}$	la valeur de la puissance nominale de toutes les lampes, y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs, éléments de contrôle et/ou commande dans l'espace r, en kW ;
$P_{fitting,k}$	la valeur de la puissance de la (de toutes les) lampe(s) du luminaire, y compris les éventuels éléments auxiliaires, capteurs, éléments de contrôle et/ou commande du luminaire k, en W.

Il faut effectuer la somme sur tous les luminaires k pris en considération dans l'espace r.

---

[12] Si $L_{design,rm\ r}$ est égal à zéro (par exemple parce qu'aucune information n'a été fournie concernant les luminaires installés), on a $P_{light,rm\ r} = P_{nom,rm\ r}$

9.3.4 Distinction entre la partie dite "éclairée naturellement" et la partie dite "éclairée artificiellement"

Si la partie dite "éclairée naturellement" est modulable séparément, une consommation d'électricité plus faible peut être prise en compte dans le calcul (voir le § 9.3.2.2.1 et le Tableau [30]).

La surface de la partie dite "éclairée artificiellement" est la surface d'utilisation de l'espace r moins la surface de la partie dite "éclairée naturellement" :

Eq. 137 $A_{f,rmr,artif\ area} = A_{f,rmr} - A_{f,rmr,dayl\ area}$ (m²)

où :

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$	la surface d'utilisation de la partie dite "éclairée artificiellement" de l'espace r, en m² ;
$A_{f,rm\ r}$	la surface d'utilisation totale de l'espace r, en m² ;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	la surface de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace r, telle que déterminée ci-dessus, en m².

S'il n'y a pas d'ouverture amenant de la lumière du jour dans l'espace considéré, on a : $A_{f,rm\ r,dayl\ area} = 0$.

S'il y a une ou plusieurs ouverture(s) amenant de la lumière du jour dans l'espace considéré, on peut soit utiliser des valeurs par défaut (voir le § 9.3.4.1), soit choisir une méthode de détermination conventionnelle plus détaillée (voir le § 9.3.4.2).

9.3.4.1 Valeurs par défaut pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement"

La surface de la partie dite "éclairée naturellement" est donnée par :

Eq. 138 $A_{f,rmr,daylarea} = f_{daylarea,rmr} \cdot A_{f,rmr}$ (m²)

où :

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	la surface de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace r, en m² ;
$f_{dayl\ area,rm\ r}$	la proportion de la surface de l'espace r qui est par défaut considérée comme "éclairée naturellement", tirée du Tableau [33], (-) ;
$A_{f,rm\ r}$	la surface d'utilisation totale de l'espace r, en m².

Tableau [33] : Proportion de la surface d'un espace qui est par défaut considérée comme "éclairée naturellement", $f_{dayl\ area,rm\ r}$, par fonction

Fonctions		S'il n'y a pas d'apport de lumière du jour dans l'espace considéré	S'il y a un apport de lumière du jour dans l'espace considéré
Hébergement		0,00	0,15
Bureaux		0,00	0,20
Enseignement		0,00	0,30
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,00	0,15
	Sans occ. nocturne	0,00	0,15
	Salle d'opération	0,00	0,00
Rassemblement	Occupation importante	0,00	0,20
	Faible occupation	0,00	0,20
	Cafétéria / Réfectoire	0,00	0,20
Cuisine		0,00	0,20
Commerce / Services		0,00	0,10
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	0,00	0,20
	Fitness / Danse	0,00	0,20
	Sauna / Piscine	0,00	0,20
Locaux techniques		0,00	0,10
Communs		0,00	0,10
Autre		0,00	0,10
Inconnue		0,00	0,00

9.3.4.2 Méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement"

La méthode conventionnelle pour la détermination de la partie dite "éclairée naturellement" se base, pour chaque espace où elle est appliquée, sur une figure telle que la Figure [6] ci-dessous. Une première contribution à la partie dite "éclairée naturellement" est formée par la projection verticale sur la surface d'utilisation des baies (ouvertures à la lumière naturelle) inclinées vers l'intérieur ou horizontales (par exemple lucarnes en toiture). Une seconde contribution est fournie par les baies verticales et par les surfaces verticales équivalentes des baies inclinées. Pour déterminer ces dernières, on projette chaque baie inclinée sur un plan vertical qui passe par le bord supérieur de la fenêtre (voir Figure [5]). La détermination précise des deux contributions s'effectue selon les § 9.3.4.2.1 et § 9.3.4.2.2.

Les parties qui se chevauchent sont déduites pour déterminer la surface totale de la partie dite "éclairée naturellement" :

Eq. 139 $$A_{f,rmr,dayl\ area} = A_{f,rmr,dayl\ area,vert} + A_{f,rmr,dayl\ area,depth} - A_{f,rmr,overlap}$$ (m²)

où :

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	la surface totale d'utilisation de la partie dite "éclairée naturellement" de l'espace r, en m² ;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$	la surface d'utilisation correspondant à la projection verticale des baies, la détermination s'effectue selon le § 9.3.4.2.1, en m² ;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	la surface d'utilisation correspondant à la contribution des surfaces verticales (équivalentes) des baies, déterminée selon le § 9.3.4.2.2, en m² ;
$A_{f,rm\ r,overlap}$	la surface d'utilisation satisfaisant à la fois aux conditions du § 9.3.4.2.1 et à celles du § 9.3.4.2.2, en m².

Conditions :

Lorsqu'on détermine l'extrémité supérieure et inférieure des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle, il faut satisfaire aux conditions spécifiées à la Figure [4]. Cela veut dire que la hauteur de l'extrémité inférieure de la baie (de la partie transparente de la fenêtre) dont il faut tenir compte dans les calculs doit être au minimum de 0,8 m, même si la valeur réelle est inférieure. De manière similaire, la hauteur maximale de l'extrémité supérieure est fixée à 4 m. Les hauteurs sont déterminées à partir du niveau fini du sol.

Figure [4] : Projection du niveau fini du sol sur la façade (par exemple en cas de vide) et limitation des hauteurs minimum et maximum à considérer pour la détermination de la baie verticale (équivalente) permettant l'apport de lumière naturelle

9.3.4.2.1 Contribution de la projection verticale des baies permettant l'apport de lumière naturelle

La contribution des baies horizontales et inclinées vers l'intérieur[13] permettant l'apport de lumière naturelle à la surface d'utilisation de la partie dite "éclairée naturellement" se compose de la somme des surfaces des projections verticales de ces baies sur le sol sous-jacent, pour autant que ces dernières soient comprises dans la surface d'utilisation de l'espace, voir Figure [5].

On détermine cette surface par espace comme suit :

Eq. 140 $$A_{f,rmr,daylarea,vert} = \sum_{k} A_{f,rmr,daylarea,vert,k} \quad (m^2)$$

où :

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$ la surface totale, à l'intérieur de l'espace r, des projections verticales de baies horizontales et inclinées vers l'intérieur sur le sol sous-jacent, et permettant l'apport de lumière naturelle, en m² ;

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert,k}$ la surface de la projection verticale de la baie k qui est inscrite dans la surface d'utilisation, en m².

Il faut effectuer une sommation sur toutes les contributions des projections des baies k.

Figure [5] : Contributions de la projection verticale et de la projection dite "en profondeur"

[13] Le facteur de transmission visuelle $\tau_{vis,dir,h}$ (à incidence normale, en transmission hémisphérique) des parties transparentess doit être d'au moins 60%. Sinon, la baie permettant l'apport de lumière naturelle n'est pas prise en considération dans la détermination de la surface de la partie dite "éclairée naturellement".

9.3.4.2.2 Contribution (équivalente) des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle

On détermine la contribution (équivalente) des baies verticales permettant l'apport de lumière naturelle comme la somme des surfaces obtenues en multipliant la longueur de l'élément de façade contenant la baie verticale pour autant que cette dernière réponde aux conditions permettant l'apport de lumière naturelle, par la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement", à condition qu'elle soit inscrite dans la surface d'utilisation de l'espace r. Cette contribution (équivalente) est calculée, comme suit :

Eq. 141 $$A_{f,rmr,daylarea,depth} = \sum_k l_{dayl,k} \cdot d_{dayl,int,k} \quad (m^2)$$

où :

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	la surface des contributions des baies verticales (équivalentes) permettant l'apport de lumière naturelle, en m² ;
$l_{dayl,k}$	la longueur de l'élément de façade de la partie dite "éclairée naturellement" comprenant la baie k et déterminée selon le § 9.3.4.2.2.1, en m ;
$d_{dayl,int,k}$	la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" relative à la baie k pour autant qu'elle soit inscrite dans la surface d'utilisation, déterminée selon le § 9.3.4.2.2.2, en m.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les contributions des baies verticales k.

9.3.4.2.2.1 Longueur de l'élément de façade l_{dayl}

On prend, comme longueur d'élément de façade lié à une baie de la partie dite "éclairée naturellement", la largeur de l'ouverture intérieure de la baie (c'est-à-dire la partie transparente) augmentée de 0,5 m maximum de chaque côté (sans toutefois dépasser les murs intérieurs adjacents). Les chevauchements ne peuvent pas être comptabilisés deux fois, voir Figure [6].

9.3.4.2.2.2 Profondeur de la partie dite "éclairée naturellement"

On détermine la profondeur liée à une baie (équivalente) verticale permettant l'apport (équivalent) de lumière naturelle comme suit.

Pour les baies inclinées, il faut d'abord considérer le plan vertical qui passe par l'élément le plus haut de la baie (hors-œuvre) en limitant la hauteur de cet élément supérieur à 4 m au-dessus du niveau fini du sol.

On reporte ensuite vers l'intérieur, au droit de la baie, perpendiculairement au plan vertical ainsi déterminé ou par rapport à la limite de la surface d'utilisation dans le cas d'une baie verticale, la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" d_{dayl}, telle que déterminée ci-dessous.

Si la surface de la partie dite "éclairée naturellement" ainsi obtenue se situe entièrement dans la surface d'utilisation, on a :

Eq. 142 $d_{dayl,int} = d_{dayl}$

Si ce n'est pas le cas, il faut diminuer la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" de la partie qui se situe en dehors de la surface d'utilisation pour obtenir $d_{dayl,int}$ (cfr l'espace vide de la Figure [4], ou la fenêtre de droite de la Figure [5]).

Figure [6] : Parties de la surface d'utilisation derrière des éléments transparents et opaques d'une façade, qui appartiennent à la partie dite "éclairée naturellement"

(Plusieurs profondeurs sont reprises dans la figure)
1) l_{dayl} : longueur de l'élément de façade permettant l'apport de lumière naturelle
2) d_{dayl} : profondeur de la partie dite "éclairée naturellement"

La profondeur de la partie dite "éclairée naturellement", d_{dayl}, est donnée par :

Eq. 143 Si la valeur numérique de (h_o . τ_v) est inférieure à 0,50 :

$$d_{dayl} = 0 \quad \text{(m)}$$

Si la valeur numérique de (h_o . τ_v) est supérieure ou égale à 0,50 :

$$d_{dayl} = 0{,}5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v) \quad \text{(m)}$$

avec :

d_{dayl}	la profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" correspondant à la baie considérée, en m ;
h_o	la hauteur de la partie transparente de la baie permettant l'apport de lumière naturelle, en m ;
τ_v	le facteur de transmission visuelle $\tau_{vis,dir,h}$ (angle d'incidence perpendiculaire, transmission hémisphérique) du vitrage, déterminé selon NBN EN 410, (-).

La hauteur d'ouverture de la baie, h_o, est donnée par :

Eq. 144 $h_o = u_o - l_o$ (m)

où :

h_o	la hauteur d'ouverture de la baie permettant l'apport de lumière naturelle, en m ;
u_o	la hauteur de l'extrémité supérieure de l'ouverture, mesurée par rapport au niveau fini du sol, avec un maximum de 4 m, en m ;
l_o	la hauteur de l'extrémité inférieure de l'ouverture, mesurée par rapport au niveau fini du sol, avec un minimum de 0,8 m, en m.

La profondeur de la partie dite "éclairée naturellement" ne peut jamais être supérieure à la profondeur de l'espace considéré.

10 Consommation caractéristique d'énergie primaire

10.1 Principe

Chacun des sous-termes de la consommation finale d'énergie, tel que déterminé aux chapitres précédents, est multiplié par un facteur de conversion en énergie primaire, en fonction du vecteur énergétique. Tous les termes sont ensuite additionnés afin d'obtenir la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire. En ce qui concerne l'électricité produite par des installations photovoltaïques et par des installations de cogénération sur site, on introduit dans le calcul un bonus correspondant à l'économie de combustible dans les centrales électriques.

Seuls les systèmes d'énergie solaire photovoltaïques qui satisfont aux conditions décrites au § 12.1.1 de l'annexe A.1 à cet arrêté sont pris en considération.

10.2 La consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$, comme suit :

Eq. 145
$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{array} \right) \quad \text{(MJ)}$$

où :

$E_{p,heat,m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage, calculée selon le § 10.3, en MJ ;
$E_{p,cool,m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § 10.3, en MJ ;
$E_{p,water,m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, calculée selon le § 10.4, en MJ ;
$E_{p,aux,m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires, calculée selon le § 10.5, en MJ ;
$E_{p,light,m}$	la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § 10.6, en MJ ;
$E_{p,pv,m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire réalisée grâce à la production d'électricité par une installation solaire photovoltaïque, calculée selon le § 13.7 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en MJ ;
$E_{p,cogen,m}$	l'économie mensuelle d'énergie primaire réalisée grâce à la production d'électricité au moyen des installations de cogénération sur site, calculée selon le § 10.7, en MJ.

10.3 La consommation d'énergie primaire pour le chauffage et le refroidissement

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour le chauffage, $E_{p,heat,m}$, et pour le refroidissement, $E_{p,cool,m}$, comme suit :

Eq. 394

$$E_{p,heat,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,seci,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{heat,final,seci,m,npref\,k} \right) \right) + \sum_j \left(f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,j,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{hum,final,j,m,npref\,k} \right) \right)$$

(MJ)

et :

Eq. 395

$$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,pref} + f_{p,npref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,npref} \right) \quad (-)$$

où :

$f_{p,pref}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$f_{p,npref\,k}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) k, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$f_{p,npref}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s), tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$Q_{heat,final,seci,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné au chauffage des locaux du secteur énergétique i, tel que déterminé au § 7.2.1, en MJ ;
$Q_{heat,final,seci,m,npref\,k}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) k destiné au chauffage des locaux du secteur énergétique i, tel que déterminé au § 7.2.1, en MJ ;
$Q_{hum,final,j,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour l'humidificateur j, tel que déterminé au § 7.2.1, en MJ ;
$Q_{hum,final,j,m,npref\,k}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) k pour l'humidificateur j, tel que déterminé au § 7.2.1, en MJ ;
$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de froid préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au § 7.2.2, en MJ ;
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du (des) producteur(s) de froid non préférentiel(s) du secteur énergétique i, tel que déterminé au § 7.2.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels k et sur tous les secteurs énergétiques i et tous les humidificateurs j de l'unité PEN.

10.4 La consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour la préparation d'eau chaude sanitaire, $E_{p,water,m}$, comme suit :

Eq. 396

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ l} \right) \right) + \sum_j \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l} \right) \right) + \sum_k \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,npref\ l} \right) \right) \quad \text{(MJ)}$$

où :

f_p	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s) considéré(s), tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$f_{p,npref\ l}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s) l, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire i, déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ l}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire i, déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
$Q_{water,sink\ j,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine j, déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
$Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine j, déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
$Q_{water,other\ k,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage d'eau chaude k, déterminée selon le § 7.6, en MJ ;
$Q_{water,other\ k,final,m,npref\ l}$	la consommation finale mensuelle d'énergie d du/des producteur(s) non préférentiel(s) l pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage d'eau chaude k, déterminée selon le § 7.6, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les producteurs non préférentiels l et sur toutes les douches et baignoires i, tous les éviers de cuisine j et tous les autres points de puisage d'eau chaude k de l'unité PEN.

10.5 La consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On détermine la consommation mensuelle primaire des auxiliaires, $E_{p,aux,m}$, comme suit :

Eq. 397

$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3{,}6 \cdot \left(W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} + W_{aux,as,m} + W_{aux,cool,m} + W_{aux,free,m} + W_{aux,precool,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

où :

f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique de l'appareil producteur considéré, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

$W_{aux,fans,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.1.2, en kWh ;

$W_{aux,dis,m}$ la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la distribution dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.2, en kWh

$W_{aux,gen,m}$ la consommation mensuelle d'énergie auxiliaire électrique pour la production de chaleur dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.5, en kWh ;

$W_{aux,cool,m}$ la consommation mensuelle d'électricité supplémentaire pour les générateurs de froid dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.3, en kWh ;

$W_{aux,as,m}$ la consommation mensuelle d'électricité du système solaire thermique desservant l'unité PEN, déterminée selon le § 11.2.3 de l'annexe A.1, en kWh ;

$W_{aux,free,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour le free-chilling dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.4, en kWh ;

$W_{aux,precool,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation dans l'unité PEN, déterminée selon le § 8.6, en kWh

10.6 La consommation d'énergie primaire pour l'éclairage

On détermine la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, $E_{p,light,m}$, comme suit :

Eq. 150 $$E_{p,light,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m}$$ (MJ)

où :

f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

$W_{light,m}$ la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans l'unité PEN, déterminée selon le § 9.1.2, en kWh.

10.7 L'économie d'énergie primaire réalisée grâce aux installations de cogénération sur site

On détermine l'équivalente économie mensuelle d'énergie primaire des installations de cogénération sur site comme suit :

Eq. 151 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,i,m}$$ (MJ)

où :

$E_{p,cogen,m}$ la réduction mensuelle de la consommation d'énergie primaire correspondant à la quantité mensuelle d'électricité produite par les installations de cogénération sur site, en MJ ;

f_p le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité autoproduite par cogénération, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;

$W_{cogen,i,m}$ la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i, déterminée selon le § A.4, en kWh.

Il faut faire une sommation sur toutes les installations de cogénération sur site i.

11 Pourcentage annuel d'énergie renouvelable

11.1 Introduction

La méthode de calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN est exposée ci-dessous.

Les technologies énergétiques suivantes sont prises en considération pour le calcul de ce pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN :

- pompes à chaleur électriques ;
- énergie électrique produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide ;
- énergie électrique produite au sein d'une communauté d'énergie renouvelable ;
- énergie thermique résultant de la biomasse (qu'il s'agisse d'une chaudière biomasse, d'un poêle biomasse ou d'une installation de cogénération alimenté en biomasse solide) ;
- énergie solaire thermique ;
- fourniture de chaleur externe efficace.

Les pompes à chaleur alimentées au gaz sont exclues du calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN.

La production d'électricité sur site issue d'une installation de cogénération non alimentée en biomasse solide n'est pas valorisée dans le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN.

Le Ministre peut déterminer d'autres technologies énergétiques renouvelables, ainsi que les modalités de calcul pour leur prise en considération, pour le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN.

Pour un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m², le calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable du bâtiment intègre également une valorisation de l'énergie non consommée par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire du bâtiment autorisée par la valeur de l'exigence à respecter.

11.2 Calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN

Le pourcentage annuel d'énergie renouvelable d'une unité PEN est déterminé comme suit :

Eq. 423 $$\%_{RE} = 100 \,.\, \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \,.\, \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}} \qquad (-)$$

avec :

$Q_{RE,tech}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PEN, issue de technologies énergétiques renouvelables, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 424** ci-dessous ;

Q_{tot} la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PEN, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 425** ci-dessous ;

$Q_{RE,sav}$ la quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PEN, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur

de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 426** ci-dessous. Cette quantité d'énergie non consommée ne peut être valorisée que pour les unités PEN faisant partie d'un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m² ;

Q_{lim} la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 427** ci-dessous.

Le résultat doit être arrondi à l'unité inférieure.

La quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PEN, issue de technologies énergétiques renouvelables, est déterminé comme suit :

Eq. 424 $$Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$$ (MJ)

avec :

$Q_{RE\ th,HP}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des pompes à chaleur électriques, en MJ, déterminée selon le § 11.4 ;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique de l'unité PEN produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide, en MJ, déterminée selon le § 11.5 ;

$Q_{RE\ el,REC}$ la part de la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique produite au sein d'une communauté d'énergie renouvelable, à laquelle l'unité PEN participe, et utilisée au sein de l'unité PEN, en MJ, déterminée selon des règles spécifiées par le Ministre ;

$Q_{RE\ th,bio}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des générateurs biomasse, en MJ, déterminée selon le § 11.6 ;

$Q_{RE\ th,as}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des systèmes d'énergie solaire thermique, en MJ, déterminée selon le § 11.7 ;

$Q_{RE\ th,dh}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace, en MJ, déterminée selon le § 11.8.

La quantité annuelle d'énergie utilisée au sein d'une unité PEN est déterminée comme suit :

Eq. 425 $$Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{matrix} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} \end{matrix} \right) + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as} \right)$$ (MJ)

avec :

$E_{p,heat,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour le chauffage, en MJ, déterminée selon le § 10.3 ;

$E_{p,cool,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § 10.3, en MJ ;$E_{p,water,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon le § 10.4 ;

$E_{p,aux,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les auxiliaires, calculée selon le § 10.5, en MJ ;

$E_{p,light,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § 10.6, en MJ ;

$Q_{RE\ th,HP}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des pompes à chaleur électriques, en MJ, déterminée selon le § 11.4 ;

$Q_{RE\ th,as}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des systèmes d'énergie solaire thermique, en MJ, déterminée selon le § 11.7.

La quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PEN, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, est déterminée comme suit :

Eq. 426 $$Q_{RE,sav} = \max\left[0\ ;\ Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,light,m}\right)\right]$$

(MJ)

avec :

Q_{lim} la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée selon l'**Eq. 427** ci-dessous ;

$E_{p,heat,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour le chauffage des locaux, en MJ, déterminée selon le § 13.3 ;

$E_{p,water,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PER pour la préparation d'eau chaude sanitaire, en MJ, déterminée selon le § 13.4 ;

$E_{p,aux,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires de l'unité PER, en MJ, déterminée selon le § 13.5 ;

$E_{p,cool,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire équivalente de l'unité PER pour le refroidissement, en MJ, déterminée selon le § 13.6 ;

$E_{p,light,m}$ la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § 10.6, en MJ.

Cette quantité d'énergie non consommée ne peut être valorisée que pour les unités PEN faisant partie d'un bâtiment d'une superficie utile totale supérieure ou égale à 1.000 m².

La limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, est déterminée comme suit :

Eq. 427 $$Q_{lim} = \frac{E_{W,req}}{100} \cdot E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$$ (MJ)

avec :

$E_{W,req}$ la valeur de l'exigence à respecter pour le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEN, (-), fixée à l'article 11 § 5 de l'Arrêté ;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ, déterminée selon l'Annexe C de la présente annexe.

11.3 Évaluations à l'échelle du bâtiment

11.3.1 Calcul du pourcentage annuel d'énergie renouvelable du bâtiment

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, le pourcentage annuel d'énergie renouvelable, évalué pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 428 $$\%_{RE,VP} = 100 \,.\, \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \,.\, \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}}$$ (-)

avec :

$Q_{RE,tech,i}$ la quantité annuelle d'énergie renouvelable de l'unité PEB i, issue de technologies énergétiques renouvelables, en MJ, déterminée :

- en cas d'unité PER : selon le § 15.2 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'**Eq. 424** ci-dessus ;

$Q_{tot,i}$ la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :

- en cas d'unité PER : selon le § 15.2 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'**Eq. 425** ci-dessus ;

$Q_{RE,sav,i}$ la quantité annuelle d'énergie non consommée de l'unité PEB i, par rapport à la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée :

- en cas d'unité PER : selon le § 15.2 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'**Eq. 426** ci-dessus ;

$Q_{lim,i}$ la limite de consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, autorisée par la valeur de l'exigence à respecter, en MJ, déterminée :

- en cas d'unité PER : selon le § 15.2 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'**Eq. 427** ci-dessus.

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé.

Le résultat doit être arrondi à l'unité inférieure.

11.3.2 Calcul du niveau de consommation d'énergie primaire à l'échelle du bâtiment, en cas de dérogation pour raisons techniques

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, le niveau de consommation d'énergie primaire à calculer en cas de dérogation pour raisons techniques, évalué pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 429 $$E_{W,VP} = 100 \,.\, \frac{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}}{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}}$$ (-)

avec :

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$ la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon le § 13.2 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon le § 10.2 ;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}$ la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB i, en MJ, déterminée :
- en cas d'unité PER : selon le § 6.1 de l'annexe A.1 ;
- en cas d'unité PEN : selon l'annexe C.

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé bénéficiant de la dérogation pour raisons techniques.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

Dans le cas de plusieurs unités PEB (PER ou PEN) regroupées au sein d'un même volume protégé, l'exigence sur le niveau de consommation d'énergie primaire à respecter en cas de dérogation pour raisons techniques, évaluée pour l'ensemble de ce volume protégé, est déterminé comme suit :

Eq. 430 $$E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} \cdot E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (-)

avec :

$E_{W,req,i}$ la valeur de l'exigence à respecter pour le niveau de consommation d'énergie primaire de l'unité PEB i, et qui vaut :
- en cas d'unité PER : la valeur fixée à l'art. 14/1 § 2 1° de l'Arrêté ;
- en cas d'unité PEN : la valeur fixée à l'art. 14/1 § 3 de l'Arrêté ;

$A_{ch,i}$ la surface totale de plancher chauffée ou climatisée de l'unité PEB i, en m².

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé bénéficiant de la dérogation pour raisons techniques.

Le résultat doit être arrondi à l'unité supérieure.

11.4 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des pompes à chaleur électriques

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée par des pompes à chaleur électrique au sein de l'unité PEN est déterminée comme suit :

Eq. 431

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_i \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_o \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l (1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,other\ l,m,pref}}) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,pref} \cdot f_{water,other\ l,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,other\ l,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{water,other\ l,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

avec :

$f_{p,env}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de l'énergie renouvelable issue de l'environnement, (-), tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté ;

$\eta_{gen,heat,pref}$ le rendement de production du ou des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), (-), déterminé selon le § 7.5.1 ;

$w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une pompe à chaleur électrique assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{heat,m,pref}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), (-), déterminée selon le § 7.3.1 ;

$f_{as,[\ldots],m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, avec l'indice "heat,sec i" pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, l'indice "hum,o" pour la fourniture de chaleur à l'humidificateur o et les indices "water,bath j", "water,sink k" et "water,other l" pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, respectivement pour la douche/baignoire j, l'évier de cuisine k et l'autre point de puisage l, (-), déterminée selon le § 10.4 de l'Annexe A1 ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;

$\eta_{gen,heat,npref\ n}$ le rendement de production du ou des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) n, (-), déterminé selon le § 7.5.1 ;

$f_{heat,m,npref\ n}$ la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) n, (-), déterminée selon le § 7.3.1 ;

$w_{HP,hum,o,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une pompe à chaleur électrique assure la fourniture de chaleur à l'humidificateur o de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{hum,net,o,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'humidificateur o, en MJ, déterminés selon le § 5.11 ;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour la douche ou la baignoire j, connectée au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) ou non préférentiel(s) n (selon l'indice "pref" ou "npref n"), (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$w_{HP,water,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une pompe à chaleur électrique assure la préparation de l'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j", "sink k" ou "other l" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{water,[\ldots],m,pref}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), avec l'indice "bath j", "sink k" ou "other l" selon le cas, (-), déterminée selon le § 10.3.2 de l'Annexe A1 ;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire j, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$f_{water,[\ldots]m,npref\ n}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur non

préférentiel(s) n, avec l'indice "bath j", "sink k" ou "other l" selon le cas, (-), déterminée selon le § 10.3.2 de l'Annexe A1 ;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour l'évier de cuisine k, connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) ou non préférentiel(s) n (selon l'indice "pref" ou "npref n"), (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine k, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$\eta_{gen,water,other\ l,m,pref}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$\eta_{stor,water,other\ l,m,[\ldots]}$ le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour l'autre point de puisage l, connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s) ou non préférentiel(s) n (selon l'indice "pref" ou "npref n"), (-), déterminé selon le § 7.6 ;

$Q_{water,other\ l,gross,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'autre point de puisage l, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;

$\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ n}$ le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, (-), déterminé selon le § 7.6.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels n, sur tous les secteurs énergétiques i, sur tous les humidificateurs o, sur toutes les douches ou baignoires j, sur tous les éviers de cuisine k et sur tous les autres points de puisage l de l'unité PEN et sur tous les mois m.

11.5 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique produite sur site

La quantité annuelle d'énergie renouvelable électrique de l'unité PEN produite sur site, soit par des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, soit par des installations de cogénération alimentées en biomasse solide, est déterminée comme suit :

Eq. 432 $$Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$E_{p,pv,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque, en MJ, déterminée selon le § 13.7 de l'annexe A.1 au présent arrêté ;

$E_{p,cogen,m}$ l'économie mensuelle d'énergie primaire résultant de la production d'électricité des installations de cogénération sur site, en MJ, déterminée selon le § 10.7.

11.6 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des générateurs biomasse

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des générateurs biomasse est déterminée comme suit :

Eq. 433

$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_n w_{bio,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ \sum_o w_{bio,hum,o,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,o,m,pref} \\ + \sum_o \left(\sum_n w_{bio,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_n w_{bio,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_n w_{bio,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{bio,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \left(\sum_n w_{bio,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,npref\ n} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

avec :

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si un générateur biomasse assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$f_{p,pref}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s), (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$f_{p,npref\ l}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n, (-), tel qu'établi à l'Annexe F de la présente annexe ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$w_{bio,hum,o,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si un générateur biomasse assure la fourniture de chaleur à l'humidificateur o de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{bio,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{bio,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{hum,final,o,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour l'humidificateur o, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;
$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour l'humidificateur o, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;
$w_{bio,water,[\ldots]}$	un facteur de pondération qui détermine si un générateur biomasse assure la préparation de l'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j", "sink k" ou "other l" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") : - si oui : $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ; - si non : $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, en MJ, déterminée selon le § 7.6.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels n, sur tous les secteurs énergétiques i, tous les humidificateurs o, sur toutes les douches ou baignoires j, sur tous les éviers de cuisine k et sur tous les autres points de puisage l de l'unité PEN et sur tous les mois m.

11.7 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des systèmes d'énergie solaire thermique

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN par des systèmes d'énergie solaire thermique est déterminée comme suit :

Eq. 434
$$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ + \sum_o f_{as,hum,o,m} \cdot Q_{hum,net,o,gross,m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,\ sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_l f_{as,water,\ other\ l,m} \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$f_{p,env}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de l'énergie renouvelable issue de l'environnement, (-), tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté ;
$f_{as,[\ldots],m}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, avec l'indice "heat,sec i" pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, l'indice "hum,o" pour la fourniture de chaleur à l'humidificateur o et les indices "water,bath j", "water,sink k" et "water,other l" pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, respectivement pour la douche/baignoire j, l'évier de cuisine k et l'autre point de puisage l, (-), déterminée selon le § 10.4 de l'Annexe A1 ;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;
$Q_{hum,net,o,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'humidificateur o, en MJ, déterminés selon le § 5.11 ;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire j, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine k, en MJ, déterminés selon le § 6.2 ;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'autre point de puisage l, en MJ, déterminés selon le § 6.2.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques i, sur tous les humidificateurs o, sur toutes les douches ou baignoires j, sur tous les éviers de cuisine k et sur tous les points de puisage l de l'unité PEN et sur tous les mois m.

11.8 Calcul de la quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace

La quantité annuelle d'énergie renouvelable thermique utilisée au sein de l'unité PEN et fournie par une fourniture de chaleur externe efficace est déterminée comme suit :

Eq. 435 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_n \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_o w_{dh,hum,o,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{hum,final,o,pref} \\ + \sum_o \sum_n \left(w_{dh,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_n \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_n \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{dh,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \sum_n \left(w_{dh,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

avec :

$f_{RE\ th,dh,m}$ la part d'énergie renouvelable thermique, évaluée mensuellement, du système de fourniture de chaleur externe efficace, (-), déterminée selon des règles spécifiées par le Ministre ;

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ le facteur de conversion en énergie primaire équivalent, évalué mensuellement, du système de fourniture de chaleur externe efficace selon que ce dernier soit identifié comme générateur préférentiel ou non préférentiel (selon l'indice "pref" ou "npref n"), (-), déterminé selon des règles spécifiées par le Ministre ;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une fourniture de chaleur externe efficace assure le chauffage des locaux du secteur énergétique i de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$w_{dh,hum,o,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une fourniture de chaleur externe efficace assure la fourniture de chaleur à l'humidificateur o de l'unité PEN, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{hum,final,o,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour l'humidificateur o, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour l'humidificateur o, en MJ, déterminée selon le § 7.2.1 ;

$w_{dh,water,[\ldots]}$ un facteur de pondération qui détermine si une fourniture de chaleur externe efficace assure la préparation de l'eau chaude sanitaire, avec l'indice "bath j", "sink k" ou "other l" selon le cas, par une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (selon l'indice "pref" ou "npref n") :

- si oui : $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-) ;
- si non : $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-) ;

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou la baignoire j, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$ la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;

$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine k, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, en MJ, déterminée selon le § 7.6 ;
$Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) n pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'autre point de puisage l, en MJ, déterminée selon le § 7.6.

Il faut faire la somme sur tous les producteurs non préférentiels n, sur tous les secteurs énergétiques i, tous les humidificateurs o, sur toutes les douches ou baignoires j, sur tous les éviers de cuisine k et sur tous les autres points de puisage l de l'unité PEN et sur tous les mois m.

Annexe A Cogénération

A.1 Principe

Une installation de cogénération produit simultanément de la chaleur et de l'électricité. La consommation finale d'énergie (c.-à-d. la consommation de combustible) de la cogénération est calculée selon le § 10.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté, pour les secteurs énergétiques de l'unité PER et selon le § 10.7 de la présente annexe, pour les secteurs énergétiques de l'unité PEN. Cette production est convertie en quantité d'énergie primaire économisée selon le § 12.2.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté pour les unités PER et selon le § 10.7 de la présente annexe pour les unités PEN.

La quantité d'électricité produite par cogénération est déterminée dans la présente annexe.

A.2 Détermination du rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération

Le rendement de conversion électrique de la cogénération est le rapport entre l'énergie électrique produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé. Le rendement de conversion thermique est le rapport entre la chaleur produite et la teneur énergétique (sur base du pouvoir calorifique supérieur) du combustible consommé.

Pour les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale, les rendements de conversion sont fixés au § A.2.1. Les rendements de conversion pour les autres technologies sont fixés au § A.2.2.

Le Ministre peut déterminer des spécifications complémentaires et/ou divergentes pour calculer les rendements de conversion électrique et thermique.

A.2.1 Détermination du rendement de conversion électrique et thermique d'un moteur à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout ou à l'huile végétale

La méthode de détermination des rendements de conversion dépend de la puissance électrique de l'installation de cogénération.

Si la puissance électrique de l'installation de cogénération n'est pas connue, elle peut être déterminée comme suit :

Eq. 158 $$P_{cogen,elec} = a \cdot (P_{cogen,th})^{b}$$ (kW)

où :

$P_{cogen,elec}$	la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW ;
a, b	des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique, issus du Tableau [34], (-) ;
$P_{cogen,th}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est fixée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz.

Tableau [34] : Paramètres pour déterminer la puissance électrique en fonction de la puissance thermique (moteur à combustion interne)

Combustible	a	b
Gaz naturel	0,3323	1,123
Gaz provenant de la biomasse	0,3305	1,147
Mazout	0,3947	1,131
Huile végétale	0,3306	1,152

Cas 1 : $P_{cogen,elec}$ < 5 kW

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau [35] :

Tableau [35] : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{cogen,elec}$ < 5 kW)

Combustible	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Gaz naturel	0,251	0,573
Gaz provenant de la biomasse	0,248	0,542
Mazout	0,279	0,536
Huile végétale	0,268	0,573

Cas 2 : 5 kw ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont déterminés comme suit :

Eq. 159 $$\varepsilon_{cogen,elec} = a_{elec} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{elec}}$$ (-)

Eq. 160 $$\varepsilon_{cogen,th} = a_{th} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{th}}$$ (-)

où :

$\varepsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération(-) ;

a_{elec}, b_{elec} des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion électrique, issus du Tableau [36], (-) ;

$P_{cogen,elec}$ la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW. Si cette puissance n'est pas connue, elle est déterminée comme décrit ci-dessus ;

$\varepsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, (-) ;

a_{th}, b_{th} des paramètres (variables en fonction du combustible utilisé) pour déterminer le rendement de conversion thermique, issus du Tableau [36], (-).

Tableau [36] : Paramètres pour déterminer le rendement de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, 5 kw ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW)

Combustible	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
Gaz naturel	0,228	0,061	0,623	-0,053
Gaz provenant de la biomasse	0,222	0,069	0,601	-0,065
Mazout	0,253	0,063	0,587	-0,057
Huile végétale	0,240	0,070	0,637	-0,066

Cas 3 : $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW

Les rendements de conversion électrique et thermique de l'installation de cogénération sont donnés au Tableau [37].

Tableau [37] : Rendements de conversion électrique et thermique de la cogénération (moteur à combustion interne, $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW)

Combustible	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Gaz naturel	0,384	0,396
Gaz provenant de la biomasse	0,400	0,345
Mazout	0,433	0,361
Huile végétale	0,436	0,363

A.2.2 Détermination des rendements de conversion électrique et thermique de technologies autres que les moteurs à combustion interne au gaz naturel, au gaz provenant de la biomasse, au mazout et à l'huile végétale

Les rendements de conversion électrique et thermique des cogénérations qui ne relèvent pas du § A.2.1. (comme les moteurs stirling, les turbines à gaz, les systèmes ORC, les cellules à combustible, etc.) sont déterminés comme suit :

Eq. 161

$$\varepsilon_{cogen,elec} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,elec}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad (-)$$

Eq. 162

$$\varepsilon_{cogen,th} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,th}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad (-)$$

où :

$\varepsilon_{cogen,elec}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, (-) ;

$P_{cogen,th}$ la puissance thermique de l'installation de cogénération, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;

$P_{cogen,elec}$ la puissance électrique de l'installation de cogénération, en kW ;

$\varepsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, (-).

A.3 Détermination de la consommation mensuelle d'énergie finale par une installation de cogénération

A.3.1 Règle de calcul

Déterminez la consommation mensuelle d'énergie finale d'une installation de cogénération i sur la base du chauffage des locaux, de l'humidification, de l'eau chaude sanitaire et du refroidissement par absorption, couverte par l'installation de cogénération, comme suit :

Eq. 163

$$Q_{cogen,final,i,m} = \frac{Q_{cogen,heat,i,m} + Q_{cogen,hum,i,m} + Q_{cogen,cool,i,m} + Q_{cogen,water,i,m}}{\varepsilon_{cogen,th}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{cogen,final,i,m}$ la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération i, en MJ ;

$Q_{cogen,heat,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour le chauffage, déterminée selon le § A.3.2, en MJ ;

$Q_{cogen,hum,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, déterminée selon le § A.3.3, en MJ ;

$Q_{cogen,cool,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, déterminée selon le § A.3.4, en MJ ;

$Q_{cogen,water,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en chaleur pour l'eau chaude sanitaire, déterminée selon le § A.3.5, en MJ ;

$\varepsilon_{cogen,th}$ le rendement de conversion thermique de l'installation de cogénération, déterminé selon le § A.2, (-).

A.3.2 Besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux de la totalité de l'unité PEN, comme suit :

Eq. 164

$$Q_{cogen,heat,i,m} = \sum_{i} f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,heat,seci,m}\right) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{cogen,heat,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux, en MJ ;

$f_{heat,m,pref}$ la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur au secteur énergétique concerné, déterminée selon le § 7.3.1, (-) ;

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ la part des besoins totaux en chaleur pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, couverte par un système d'énergie solaire thermique, comme décrite au § 7.2.1, (-) ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, déterminés selon le § 6.2, en MJ.

Il faut effectuer une sommation pour tous les secteurs énergétiques i de l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur.

A.3.3 Besoins nets en énergie pour l'humidification, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, pour l'ensemble de l'unité PEN, comme suit :

Eq. 165

$$Q_{cogen,hum,i,m} = \sum_j f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,hum,j,m}\right) \cdot Q_{hum,net,j,m} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{cogen,hum,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification, en MJ ;

$f_{heat,m,pref}$ la part de l'installation de cogénération dans la fourniture de chaleur à l'appareil d'humidification concerné, déterminée selon le § 7.3.1, (-) ;

$f_{as,hum,j,m}$ la part des besoins totaux en chaleur pour l'appareil d'humidification j, couverte par un système d'énergie solaire thermique, comme décrite au § 7.2.1, (-) ;

$Q_{hum,net,j,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification de l'appareil d'humidification j, déterminés selon le § 5.11, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les appareils d'humidification j dans l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération i fournit de la chaleur.

A.3.4 Besoins bruts en chaleur pour le refroidissement par absorption, couverts par cogénération

Déterminez la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement par absorption, pour l'ensemble de l'unité PEN, comme suit :

Eq. 166

$$Q_{cogen,cool,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \cdot \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec\,i,m}}{EER_{nom}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{cogen,cool,i,m}$ la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie d'une machine de refroidissement par absorption, en MJ ;

$f_{heat,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur à la machine de refroidissement par absorption, déterminée selon le § 7.3.1, (-) ;
$f_{cool,pref}$	la part de la machine de refroidissement par absorption dans la fourniture de froid au secteur énergétique concerné, déterminée selon le § 7.3.2, (-) ;
EER_{nom}	le coefficient d'efficacité frigorifique, déterminé selon le § 7.5.2, (-) ;
$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le refroidissement des locaux du secteur énergétique i, fourni par la machine de refroidissement par absorption, déterminés selon le § 6.2, en MJ.

Il faut effectuer une sommation sur tous les secteurs énergétiques i de l'unité PEN auxquels la machine de refroidissement par absorption, alimentée par l'installation de cogénération i, fournit du froid.

A.3.5 Besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Déterminez la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la totalité de l'unité PEN, comme suit :

$$Q_{cogen,water,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \times Q_{water,bath\ i,gross,m} + \sum_j f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,sink\ j,m}) \times Q_{water,sink\ j,gross,m} + \sum_k f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,other\ k,m}) \times Q_{water,other\ k,gross,m}$$

Eq. 167 (MJ)

où :

$Q_{cogen,water,i,m}$	la part de l'installation de cogénération i dans les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire, en MJ ;
$f_{heat,m,pref}$	la part de la cogénération dans la fourniture de chaleur aux points de puisages d'eau chaude desservis, déterminée selon le § 7.3.1, (-) ;
$f_{as,m}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 7.2.1. Avec les indices "water,bath i", "water,sink j" et "water,other,k" pour la préparation d'eau chaude sanitaire respectivement, soit pour la douche/baignoire, soit pour l'évier de cuisine, soit pour l'autre point de puisage d'eau chaude respectivement ;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{water,sink\ j,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine j, déterminés selon le § 6.5, en MJ ;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude k, déterminés selon le § 6.5, en MJ ;

Il faut effectuer une sommation pour tous les douches/baignoires i, tous les éviers de cuisine j et les autres points de puisage d'eau chaude k de l'unité PEN auxquels l'installation de cogénération fournit de la chaleur.

A.4 Détermination de la quantité d'électricité produite

Supposons que dans le cas d'une installation de cogénération non située sur site, la quantité d'électricité produite mensuellement soit égale à 0. Dans ce cas, l'économie d'énergie primaire est déjà calculée dans le facteur énergétique primaire pour la fourniture de chaleur externe. Donc : $W_{cogen,i,m} = 0$

Déterminez la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération sur site i, comme suit :

Eq. 168 $$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$W_{cogen,i,m}$	la quantité mensuelle d'électricité produite par l'installation de cogénération i, en kWh ;
$\varepsilon_{cogen,elec}$	le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, déterminé selon le § A.2, (-) ;
$Q_{cogen,final,i,m}$	la consommation mensuelle d'énergie finale de l'installation de cogénération i, déterminée selon le § A.3, en MJ.

A.5 Paragraphe vide

Ce paragraphe est volontairement vide.

A.6 Détermination de la contenance minimale en eau d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production d'une installation de cogénération à pleine puissance

La contenance minimale en eau d'un réservoir tampon pour stocker 30 minutes de production de chaleur de l'installation de cogénération sur site i, à pleine puissance, $V_{stor,30\ min,i}$, est fixée conventionnellement comme suit :

Eq. 170 $$V_{stor,30min,i} = \frac{0,44 \cdot P_{cogen,th,i}}{(\theta_{cogen,i} - \theta_{return,design,i})} \quad \text{(m}^3\text{)}$$

où :

$P_{cogen,th,i}$	la puissance thermique de l'installation de cogénération i, en kW. Cette puissance est déterminée conformément à la méthode utilisée pour les appareils au gaz ;
$\theta_{cogen,i}$	la température à laquelle l'installation de cogénération i fournit de la chaleur, en °C ;
$\theta_{return,design,i}$	la température de retour du système d'émission de chaleur, auquel l'installation de cogénération i fournit de la chaleur, comme déterminée au § 10.2.3.2 de l'annexe A.1 au présent arrêté, en °C.

Remarque : si $\theta_{return,design,i}$ est plus grand ou égal à $\theta_{cogen,i}$, le réservoir tampon n'est pas considéré et il est automatiquement supposé que $V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$.

Annexe B Pré-refroidissement de l'air de ventilation

B.1 Règle de calcul

Le facteur de multiplication mensuel $r_{precool,fct\ f,m}$ pour l'effet du pré-refroidissement de l'air de ventilation pour les besoins de refroidissement de la zone fonctionnelle f est égal au facteur de multiplication pour l'effet du pré-refroidissement du secteur énergétique i auquel elle appartient, lui-même égal au facteur de multiplication pour l'effet du pré-refroidissement de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie :

Eq. 171 $r_{precool,fct\ f} = r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$

S'il n'y a pas de système prévu pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation dans la zone de ventilation z, ou si seulement une partie du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation z est refroidi à l'aide d'un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, alors $r_{precool,zone\ z,m}$ = 1.

Si plusieurs unités PEB utilisent le même système de pré-refroidissement de l'air de ventilation, la valeur par défaut pour $r_{precool,zone\ z,m}$ = 1 ; des valeurs plus favorables peuvent être utilisées sur base d'une demande d'équivalence.

Si un système de pré-refroidissement de l'air de ventilation est présent et si l'entièreté du débit de ventilation hygiénique de la zone de ventilation z est refroidi à l'aide de ce système de pré-refroidissement, $r_{precool,zone\ z,m}$ doit être déterminé par le rapport entre l'abaissement de température provoqué par le système de pré-refroidissement et la différence de température initiale et l'efficacité du système de pré-refroidissement $e_{precool,m}$.

Eq. 402 $$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \left(\frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \theta_{e,V,cool,m}}{\theta_{i,cool,zone\ z,m} - \theta_{e,V,cool,m}} \right) \quad (-)$$

avec :

$e_{precool,m}$	l'efficacité mensuelle du système de pré-refroidissement concerné, (-) ;
$\theta_{precool,ref,max,m}$	la température de référence pour l'abaissement de température maximal, en °C ;
$\theta_{e,V,cool,m}$	la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [45], en °C ;
$\theta_{i,cool,zone\ z,m}$	la température intérieure mensuelle de calcul de la zone de ventilation z, définie comme la valeur minimale des températures intérieures mensuelles de calcul pour les calculs de refroidissement $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ des différentes parties fonctionnelles constituant la zone de ventilation considérée (en supposant qu'il y a du refroidissement actif), déterminé selon l'Eq. 284, en °C.

Les expressions de $e_{precool,m}$ et $\theta_{precool,ref,max,m}$, pour deux types de technologies, sont développées dans les prochains paragraphes.

Pour d'autres technologies, $r_{precool,zone\ z,m}$ devra être déterminé selon des règles déterminées par le Ministre.

B.2 Echangeur de chaleur sol-eau

Les échangeurs de chaleurs placés dans le sol sont utilisés pour refroidir ou réchauffer l'air de ventilation (pré-refroidissement / pré-chauffage). Ici, c'est la masse thermique de la terre qui est utilisée pour fournir la chaleur à transférer. A une profondeur suffisante, la température du sol est stable. En été, cela signifie que l'air de ventilation fourni peut être refroidi ; en hiver, il peut être réchauffé. Dans des échangeurs de chaleur sol-eau, l'eau est envoyée à travers une série de tubes qui sont couplés à une batterie d'air par l'intermédiaire d'un collecteur. L'eau passant à travers la pompe est mise en circulation à travers les tubes et refroidira ou réchauffera l'air.

B.2.1 Efficacité $e_{precool,m}$ du système de pré-refroidissement

Pour un échangeur de chaleur sol-eau, la valeur par défaut vaut :

Eq. 173 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

avec :

$w_{soil/water,m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement de l'échangeur de chaleur sol-eau, (-) :

Eq. 174 si $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ alors $w_{soil/water,m} = 0$

si $0 < \theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ alors $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

si $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} > 2$ alors $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

où :

$\theta_{e,heat,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, en °C, selon le Tableau [1] ;

$\theta_{soil,m}$ la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée au § B.2.2, en °C.où :

B.2.2 Température de référence pour l'abaissement de température maximal $\theta_{precool,ref,max,m}$

La température de référence pour la détermination de la performance de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

Eq. 346 $$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt} \cdot \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\,f}}{1160\dot{V}_W} \cdot \theta_{e,V,cool,m}\right)}{\left(1 - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\,f}}{1160\dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt} - 1}\right)} \quad (°C)$$

avec :

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique qui passe à travers l'échangeur de chaleur sol-air dans la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2 ;

$\dot{V}_w$ le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h ;

e_{wt} l'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-air, telle que déterminée ci-dessous ;

$\theta_{soil,m}$ la température moyenne mensuelle du sol définie en fonction de la profondeur des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en °C ;

$\theta_{e,V,cool,m}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement déterminée selon Tableau [45], en °C ;

Il faut faire la somme sur toutes les parties fonctionnelles desservies par l'échangeur de chaleur sol-air.

Pour la détermination de la température moyenne mensuelle du sol $\theta_{soil,m}$, il faut faire une distinction entre les conduites du sol horizontales et verticales :

- conduites horizontales : déduire la température moyenne mensuelle du sol du Tableau [38] ;
- conduites verticales : déterminer la température moyenne mensuelle du sol suivant la formule suivante :

Eq. 176
$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot \left(L_{soil/water} - 4\right)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

avec :

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$ $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4\ m,m}$ $\theta_{soil,5m,m}$ la température moyenne mensuelle du sol à respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 m de profondeur, déduite du Tableau [38], en °C ;

$L_{soil/water}$ la profondeur maximale de la conduite dans le sol, en m.

Tableau [38] : Température moyenne du sol pour la détermination du $\theta_{soil,m}$

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Pour les profondeurs intermédiaires, la table doit être interpolée.

L'efficacité de l'échangeur de chaleur sol-eau est donnée par :

Eq. 177 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 . \dot{V}_w}}$$ (-)

avec :

α_{wt}	le coefficient de transmission thermique des conduites dans l'échangeur de chaleur sol-eau, tel que déterminé ci-dessous, en W/(m².K) ;
A_{wt}	la surface d'échange des conduites, telle que déterminée ci-dessous, en m² ;
$\dot{V}_w$	le débit d'eau à travers l'échangeur de chaleur sol-eau, en m³/h.

Le coefficient de transmission thermique des conduites α_{wt} est déterminé suivant :

Eq. 178 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube} \right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) \right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1}$$

W/(m².K))

avec :

α_i	le coefficient de convection interne de l'écoulement dans la conduite de l'échangeur de chaleur pour le pré-refroidissement, tel que déterminé ci-dessous, en W/(m².K) ;
t_{soil}	l'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, telle que déterminée ci-dessous, en m ;
D_{tube}	le diamètre intérieur de la conduite, en m ;
t_{tube}	l'épaisseur de la paroi de la conduite, en m ;
λ_{tube}	la conductivité thermique de la conduite, en W/(m.K) ;
λ_{soil}	la conductivité thermique du sol, considérée égale à 2, en W/(m.K).

Le coefficient de convection interne est donné par :

- pour l'eau :

Eq. 179 $$\alpha_i = 0{,}58 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

- pour une solution eau/glycol (tous les types) :

Eq. 180 $$\alpha_i = 0{,}43 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

avec :

Eq. 181 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5 \right)^{1/5}$$ (-)

Eq. 182

$$Nu_{lam} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$ (-)

avec :

Eq. 183

$$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$ (-)

avec :

Eq. 184

$$f_{turb} = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2}$$ (-)

avec :

- pour l'eau :

Eq. 185

$$Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 7

- pour une solution eau/glycol (tous les types) :

Eq. 186

$$Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 12,5

L'épaisseur du massif de terre autour de la conduite considérée, t_{soil}, est donnée par :

Eq. 187

$$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ si } p_{tube} - D_{tube} < 0,5$$

$$t_{soil} = 0,25 \text{ si } p_{tube} - D_{tube} \geq 0,5$$ (m)

avec :

p_{tube} la distance entre les conduites parallèles, en m ;

D_{tube} le diamètre intérieur de la conduite, en m.

La surface d'échange des conduites A_{wt} est donnée par :

Eq. 188

$$A_{wt} = \pi \cdot D_{tube} \cdot L_{tube} \cdot n_{tube}$$ (m²)

D_{tube} le diamètre intérieur de la conduite, en m ;

L_{tube} la longueur de la conduite, en m ;

n_{tube} le nombre de conduites en parallèle, (-).

B.3 Refroidissement par évaporation

Le refroidissement par évaporation (ou refroidissement adiabatique) consiste en principe d'une méthode qui refroidi l'air de ventilation d'un bâtiment par injection de l'eau. Il existe de nombreuses variantes de cette technologie, avec des prétraitements et des techniques de récupération différentes. La performance des systèmes de refroidissement par évaporation est fortement variable en fonction du type de conception de ces systèmes.

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la méthode suivante peut être appliquée.

Pour tous les autres systèmes plus complexes, le facteur $r_{precool,j,m}$ devra être déterminé sur base du principe d'équivalence.

B.3.1 Efficacité eprecool,m du système de pré-refroidissement

Pour du refroidissement par évaporation, la valeur par défaut pour l'efficacité vaut :

Eq. 189 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

avec :

$w_{evap,m}$ un facteur mensuel qui tient compte du temps de fonctionnement du refroidissement par évaporation, (-) :

Eq. 190 si $Q_{cool,net,m} \leq 0$ alors $w_{evap,m} = 0$

si $Q_{cool,net,m} > 0$ alors $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

où :

Eq. 191 $Q_{cool,net,m} = \sum Q_{cool,net,sec\,l,m}$ (MJ)

avec :

$Q_{cool,net,seci,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement d'un secteur énergétique i, déterminés sans prendre en compte le système de refroidissement par évaporation considéré, en MJ.

Il faut faire la somme sur tous les secteurs énergétiques l de l'unité PEN qui sont reliés au refroidissement par évaporation.

B.3.2 Température de référence pour l'abaissement de température maximal θprecool,ref,max,m

Si de l'eau ordinaire est injectée dans l'air de ventilation amené ou l'air de ventilation extrait, alors la température de référence est la température humide du débit d'air concerné. La valeur par défaut de $\theta_{precool,ref,max,m}$ est égale à la température moyenne mensuelle humide, donnée au Tableau [39].

Tableau [39] : Température mensuelle moyenne humide (°C)

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Détermination de la valeur de référence pour la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire

C.1 Introduction

Pour la détermination de la valeur de référence de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire, on suit dans les grandes lignes les mêmes principes de calcul que pour la détermination de la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire. Par conséquent, cette annexe suit la même structure que dans le texte principal et détermine la valeur de référence finale pour la consommation annuelle caractéristique d'énergie primaire dans le dernier paragraphe de la présente annexe, voir § C.5.1.

C.2 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire et l'humidification

C.2.1 Valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de chauffage et de refroidissement et intermittence

C.2.1.1 Chauffage continu

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions suivantes :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé – salle d'opération ;
- installations sportives – hall de sport / gymnase ;

on a :

Eq. 192 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

avec :

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C.

C.2.1.2 Chauffage quasi-continu

C.2.1.2.1 Inertie faible

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1, pour la détermination de la valeur de référence, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

Eq. 194 $\tau_{heat,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 195 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

où :

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.2, en h ;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C.

C.2.1.2.2 *Inertie importante*

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1, pour la détermination de la valeur de référence, le chauffage intermittent est considéré comme du chauffage continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

Eq. 197 $\tau_{heat,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)(-)

alors on a :

Eq. 198 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

où :

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.2, en h ;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C.

C.2.1.3 ***Chauffage intermittent***

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.1 et pour lesquelles aucune des conditions des § C.2.1.2.1 (Eq. 194) ou § C.2.1.2.2 (Eq. 197) n'est remplie, on a :

Eq. 379

$$\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left(\frac{(\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot}{\log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f,ref}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}}\right]} \right) \quad (-)$$

où :

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.2 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ la température intérieure moyenne pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;

$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [4], en °C ;

$t_{unocc,min,fct\ f}$ la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.2, en h ;

C.2.1.4 *Refroidissement continu*

Pour les parties fonctionnelles ayant l'une des fonctions suivantes :

- hébergement ;
- soins de santé - avec occupation nocturne ;
- soins de santé – salle d'opération ;

on a :

Eq. 347

$$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

Eq. 348

$$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1 \quad (-)$$

où :

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure de calcul pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

C.2.1.5 *Refroidissement quasi-continu*

C.2.1.5.1 *Inertie faible*

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4, pour la détermination de la valeur de référence, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez faible, c'est-à-dire si :

Eq. 349 $$\tau_{cool,int,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$$ (h)

alors on a :

Eq. 350 $$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$$ (°C)

Eq. 351 $$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$$ (-)

avec :

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$ la valeur de référence de la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée comme indiqué ci-dessous, en h ;

$t_{unocc,min,fct\ f}$ la plus courte période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ la température intérieure moyenne pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en °C, telle que reprise au Tableau [44] ;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

La valeur de référence pour la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f est calculée comme suit :

Eq. 352 $$\tau_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}\right)}$$ (h)

où :

$C_{fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;

$H_{T,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.5.2, en W/K .

C.2.1.5.2 *Inertie importante*

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4, pour la détermination de la valeur de référence, le refroidissement intermittent est considéré comme du refroidissement continu si l'inertie de la partie fonctionnelle considérée est assez importante, c'est-à-dire si :

Eq. 353 $\tau_{cool,int,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

alors on a :

Eq. 354 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Eq. 355 $a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

avec :

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$ la valeur de référence de la constante de temps pour le calcul du niveau d'intermittence pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.1.5.1, en h ;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ la plus longue période pendant laquelle la partie fonctionnelle f n'est pas occupée, telle que reprise au Tableau [5], en h ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-).

C.2.1.6 ***Refroidissement intermittent***

Pour les parties fonctionnelles qui ne sont pas couvertes par le § C.2.1.4 et qui ont une inertie moyenne, c'est-à-dire qu'aucune des conditions des § C.2.1.5.1 (Eq. 349) ou § C.2.1.5.2 (Eq. 353) n'est remplie, on a :

Eq. 356 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

et :

Eq. 357 $a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \max\left[f_{cool,fct\ f}; 1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,ref}}\right) \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \cdot \left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right]$ (-)

avec :

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la température intérieure pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, utilisée au § C.2.3 pour la détermination des déperditions de chaleur mensuelles par transmission et par ventilation, en °C ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, (-) ;
$f_{cool,fct\ f}$	la fraction du nombre de jours d'occupation par semaine pendant laquelle la partie fonctionnelle f est refroidie à la température de consigne (sans réduction). Cette fraction est égale au nombre de jours d'occupation par semaine selon l'affectation, repris au Tableau [2], divisé par 7, (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$\tau_{cool,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la constante de temps pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.3, en h ;
$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le rapport mensuel déperdition-gain pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.3, (-).

C.2.2 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage par secteur énergétique comme suit :

Eq. 380 $Q_{heat,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$ (MJ)

avec :

$Q_{heat,net,sec\ i,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, du secteur énergétique i, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins net en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, déterminés comme mentionné ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f du secteur énergétique i.

Particularité de la fonction "Locaux techniques" : la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le chauffage tenant compte de l'intermittence des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage, en tenant compte de l'intermittence, par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 405 Si $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ est supérieur ou égal à 2,5, ou inférieur à 0, on a : $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0$ (MJ)

Si $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ est inférieur à 2,5 et supérieur ou égal à 0, on a :

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Exception : si $Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$ est nulle, on a :

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

avec :

Eq. 205 $$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 206 $$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le rapport mensuel gain-déperdition de la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le besoin net en énergie pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, en tenant compte de l'intermittence, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour le calcul du chauffage, en MJ ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le taux d'utilisation mensuel des gains de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, (-) ;
$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur mensuels par ensoleillement et par production de chaleur interne de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminé ci-après, en MJ ;
$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que déterminée ci-après, en MJ ;

$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminée selon le § C.2.6, en MJ ;

$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.7, en MJ.

et :

Eq. 207 $$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 208 $$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} = H_{V,heat,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

où :

$H_{T,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.5.1, en W/K ;

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour la détermination du besoin énergétique pour le chauffage, déterminée au § C.2.1, en °C ;

$\theta_{e,heat,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, reprise au Tableau [1], en °C ;

t_m la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

On calcule la valeur de référence du taux d'utilisation pour le chauffage par partie fonctionnelle et par mois, $\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$, comme suit :

Eq. 209 Si $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} \neq 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}}}{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}+1}} \quad \text{(-)}$$

si $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{a_{ref}}{a_{ref}+1} \quad \text{(-)}$$

où la valeur de référence du rapport mensuel gain-déperdition par partie fonctionnelle et par mois, $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$, est défini comme :

Eq. 210 $$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}}{Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}} \quad \text{(-)}$$

et où la valeur de référence du paramètre numérique a relatif à la partie fonctionnelle f est donné par :

Eq. 211 $$a_{ref} = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,fct\ f,ref}}{\tau_{0,heat}} \quad \text{(-)}$$

avec, comme valeur de référence pour la constante de temps pour le chauffage de la partie fonctionnelle f, $\tau_{heat,fct\ f,ref}$, en h :

Eq. 212

$$\tau_{heat,fct\ f,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,heat,fct\ f,ref}\right)} \quad \text{(h)}$$

où :

$a_{0,heat}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,heat}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;
$H_{T,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.4, en kJ/K ;
$H_{V,heat,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, déterminé selon le § C.2.5.1, en kJ/K.

C.2.3 Valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par secteur énergétique comme suit :

Eq. 213

$$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, pour le mois m, en MJ ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour les besoins nets en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, comme déterminés ci-dessous, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f du secteur énergétique i.

Particularité de la fonction "Sauna/Piscine" et "Locaux techniques" : la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant l'une de ces fonctions, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant toute l'année.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 406 Si $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ est supérieur ou égal à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ est inférieur à 2,5, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = a_{cool,int,fct\ f,m,ref} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Exception : si $Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$ est nulle, on a :

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

avec :

Eq. 215 $$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 216 $$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le rapport mensuel déperdition-gain pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le besoin mensuel net en énergie pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, en MJ ;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le facteur de réduction pour tenir compte de l'intermittence du refroidissement de la partie fonctionnelle f, pour le mois m, déterminé selon le § C.2.1, (-).
$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur mensuels de la partie fonctionnelle f par ensoleillement et production de chaleur interne pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le taux d'utilisation mensuel pour les déperditions de chaleur de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminé ci-après, (-) ;
$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission et ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par transmission de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-après, en MJ ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée selon le § C.2.6, en MJ ;

$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le gain de chaleur solaire mensuel de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.7, en MJ.

et :

Eq. 359 $$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,ref} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 360 $$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$$ (MJ)

où :

Eq. 361 $$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

et où :

$H_{T,cool,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f pour le calcul de refroidissement, déterminée selon le § C.2.4, en W/K ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminée comme indiqué ci-dessous, in °C ;

$\theta_{e,cool,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul de refroidisseemnt, reprise au Tableau [1], en °C ;

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique mensuel par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé selon le § C.2.5.2, en W/K ;

$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$ la valeur de calcul conventionnelle pour la température de l'air neuf pour la ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement, valant respectivement $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ ou $\theta_{e,V,cool,night,m}$ selon que la partie fonctionnelle f présente une occupation permanente, diurne ou nocturne (voir Tableau [2]). Ces valeurs sont définies au Tableau [45] en fonction du type de système de ventilation.

Pour les parties fonctionnelles aynt une fonction hébergement, bureaux et enseignement, la valeur de référence pour la température intérieure mensuelle de calcul pour les calculs de refroidissement est reprise au Tableau [46]. Pour les parties fonctionnelles ayant une autre fonction, cette température est déterminée par :

Eq. 362 $$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,ref}$$ (°C)

où :

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la température intérieure de calcul de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement actif, déterminée selon le § C.2.1, en °C.

On calcule la valeur de référence du taux d'utilisation pour le refroidissement par partie fonctionnelle et par mois, $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$, comme suit :

Eq. 363 Si $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \geq 0$ et $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}}}{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}+1}} \quad (-)$$

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{b_{m,ref}}{b_{m,ref} + 1}$ (-)

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

où la valeur de référence du rapport mensuel déperdition-gain par partie fonctionnelle, $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$, est défini comme suit :

Eq. 220

$$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}}{Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}} \quad (-)$$

et où la valeur de référence du paramètre numérique $b_{m,ref}$ relatif à la partie fonctionnelle f est donné par :

Eq. 221

$$b_{m,ref} = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m,ref}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

avec, comme valeur de référence pour la constante de temps mensuelle pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, $\tau_{cool,fct\ f,m,ref}$:

Eq. 364

$$\tau_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,cool,fct\ f,m,ref}\right)} \quad (h)$$

où :

$b_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], (-) ;
$\tau_{0,cool}$	une constante, reprise au Tableau [3], en h ;
$C_{fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, déterminée selon le § C.2.8, en kJ/K ;
$H_{T,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.4, en W/K ;
$H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, déterminé comme indiqué ci-dessous, en W/K.

La valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique, in/exfiltration et par ventilation additionnelle mécanique ou par ouverture de fenêtre de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, $H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$, est donnée par :

Eq. 365 $$H_{V,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m}$$ (W/K)

où :

$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$ la déperdition de chaleur mensuelle par ventilation de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, tel que déterminée ci-avant, en MJ ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ la température intérieure de consigne pour le refroidissement de la partie fonctionnelle f, telle que reprise au Tableau [44], en °C ;

$\theta_{e,cool,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle pour les calculs de refroidissement, reprise au Tableau [1], en °C ;

t_m la durée du mois reprise au Tableau [1], en Ms.

C.2.4 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 223 $$H_{T,fctf,ref} = H_{T,fctf,ref}^{constructions} + H_{T,fctf,ref}^{junctions}$$ (W/K)

avec :

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle f, déterminée comme ci-dessous, en W/K ;

$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle f, déterminée comme ci-dessous, en W/K.

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 418 $$H_{T,fctf,ref}^{constructions} = f_{form} \cdot \left(\begin{array}{l} 0,5 \cdot \left(A_{T,E,fct\ f} - A_{T,E,fct\ f,tr}\right) \\ +2 \cdot f_{tr,fctf} \cdot A_{T,E,fctf,tr} \end{array} \right)$$ (W/K)

avec :

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les parois de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle f, déterminée comme ci-dessous en W/K ;

f_{form} un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m² ;

$f_{tr,fct\ f}$ un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m². Les parois en briques de verre ne sont pas prises en considération dans cette surface.

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 225 $$H_{T,fctf,ref}^{junctions} = f_{form} \cdot \Delta U_{ref} \cdot A_{T,E,fctf} \quad \text{(W/K)}$$

où :

Eq. 226 si $C \leq 1$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{100} \quad \text{(W/(m².K))}$$

si $1 < C < 4$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref} \cdot (C+2)}{300} \quad \text{(W/(m².K))}$$

si $4 \leq C$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{50} \quad \text{(W/(m².K))}$$

et :

Eq. 403 $$C = \frac{V_{EPN}}{A_{T,E,EPN}} \quad \text{(m)}$$

avec :

$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par transmission à travers à travers les nœuds constructifs de la surface de déperdition de la partie fonctionnelle f, déterminée comme ci-dessous en W/K ;

f_{form} un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m² ;

[14] Par conséquent, seules les constructions qui constituent la séparation entre la partie fonctionnelle f et des espaces contigus chauffés ne sont pas prises en considération dans la détermination de $A_{T,E,fct\ f,op}$, $A_{T,E,fct\ f,tr}$, $A_{T,E,fct\ f}$ et $A_{T,E,vol}$.

ΔU_{ref} la valeur de référence pour le supplément sur le coefficient de transfert thermique de toutes les parois de l'unité PEN dans laquelle la partie fonctionnelle f se trouve pour tenir compte de l'impact des noeuds constructifs, en W/(m².K) ;

ΔB_{ref} la valeur de référence pour le supplément sur le niveau d'isolation global de l'unité PEN dans laquelle la partie fonctionnelle f se trouve, pour tenir compte de l'impact des noeuds constructifs, égale à 3, (-) ;

C la compacité de l'unité PEN dans laquelle la partie fonctionnelle f se trouve, en m ;

V_{EPN} le volume de l'unité PEN dans laquelle la partie fonctionnelle f se trouve, en m³ ;

$A_{T,E,EPN}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent l'unité PEN dans laquelle la partie fonctionnelle f se trouve et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m².

On calcule le facteur qui tient compte d'une efficacité de forme différente, f_{form}, comme suit :

Eq. 228 $$f_{form} = \min\left[1; \frac{12}{A_{T,E,vol}} \cdot \left(V_{vol}\right)^{2/3}\right] \quad (-)$$

avec :

f_{form} un facteur qui prend en compte une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve, (-) ;

$A_{T,E,vol}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m² ;

V_{vol} le volume du volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve, en m³.

On calcule le facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, $f_{tr,fct\ f}$, comme suit :

Eq. 229 Si $A_{T,E,fct\ f,tr}$ est égal à 0, on a : $f_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Si $A_{T,E,fct\ f,tr}$ est supérieur à 0, on a :

$$f_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) + 0,25 \cdot \left[1 - \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right)\right] \quad (-)$$

où :

Eq. 230 $$A_{T,E,fctf,tr,ref} = 0,30 \cdot A_{f,fctf} \quad (m^2)$$

avec :

$f_{tr,fct\ f}$ un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ la valeur de référence de la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique, en m² ;

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m². Les parois en briques de verre ne sont pas prises en considération dans cette surface ;

$A_{f,fct\ f}$ la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f, en m².

C.2.5 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation et par in/exfiltration par partie fonctionnelle

C.2.5.1 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation, pour les calculs de chauffage, par partie fonctionnelle, comme suit :

Eq. 231 $$H_{V,heat,fct\ f,ref} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$$ (W/K)

avec :

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.5.1.1, en W/K ;

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique de la partie fonctionnelle f, déterminé selon le § C.2.5.1.2, en W/K.

C.2.5.1.1 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On calcule la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 232 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} = 0,16 \cdot f_{form} \cdot A_{T,E,fct\ f}$$ (W/K)

avec :

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par in/exfiltration de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;

f_{form} un facteur qui prend en compte une une efficacité de forme différente pour le volume protégé dans lequel la partie fonctionnelle f se trouve, comme déterminé au § C.2.4, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f}$ la surface totale de toutes les parois qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14] (voir aussi § C.2.4), en m².

C.2.5.1.2 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de chauffage par partie fonctionnelle comme suit :

Eq. 233

$$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \dot{V}_{hyg,min,rmr} + 0,22 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \left(\dot{V}_{hyg,rm\ r} - \dot{V}_{hyg,min,rm\ r}\right) \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiéniquede la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W/K ;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\dot{V}_{hyg,min,rmr}$ le débit minimum de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique de l'espace r, tel que défini par l'annexe C.3 au présent arrêté, conforme au débit de concetion exigé, en supposant qu'il est interdit de fumer et que le bâtiment est peu polluant, en m³/h, arrondi à l'unité. Pour un espace spécial visé au § 6.3 de l'annexe C.3 au présent arrêté, alors $\dot{V}_{hyg,min,rm\ r}$ est pris égal à $\dot{V}_{hyg,rm\ r}$;

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique de l'espace r pour lequel l'installation est conçue, en m³/h, arrondi à l'unité.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule $H_{V,ref}$ s'effectue avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au § 6.3 de l'annexe C.3 au présent arrêté.

Il faut faire une sommation sur toutes les espaces r de la partie fonctionnelle f.

C.2.5.2 Valeur de référence pour le coefficient de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement par partie fonctionnelle

On détermine la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 235

$$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \dot{V}_{hyg,rm\ r} \quad \text{(W/K)}$$

avec :

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le coefficient mensuel de transfert thermique par ventilation hygiénique pour les calculs de refroidissement de la partie fonctionnelle f, en W/K ;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique de l'espace r pour lequel l'installation est conçue, en m³/h, arrondi à l'unité.

Si le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans un espace est inférieur à la valeur minimale telle que définie par l'annexe C.3 au présent arrêté, on calcule $H_{V,ref}$ s'effectue avec le débit minimal exigé. Cette règle n'est toutefois pas d'application pour les espaces spéciaux visés au § 6.3 de l'annexe C.3 au présent arrêté.

Il faut faire une sommation sur toutes les espaces r de la partie fonctionnelle f.

C.2.6 Valeur de référence pour la production de chaleur interne

On détermine la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage et les calculs de refroidissement comme suit :

Eq. 236 $$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 237 $$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

où :

Eq. 238 $$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,8 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

Eq. 239 $$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,6 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

où :

$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;

$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle de la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ ;

$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en W ;

$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour le flux de chaleur moyen, dû à la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en W ;

$q_{i,pers,fct\ f}$ la production de chaleur interne spécifique moyenne dans la partie fonctionnelle f, résultant des personnes, reprise au Tableau [8], en W/pers ;

$f_{real,fct\ f}$ le rapport conventionnel entre l'occupation réelle moyenne pendant les heures d'utilisation et l'occupation maximale de conception, de la partie fonctionnelle f, repris au Tableau [8], (-) ;

$f_{pres,fct\ f}$ la fraction de temps conventionnelle pendant laquelle des personnes sont présentes dans le bâtiment, reprise au Tableau [2], (-) ;

$n_{design,fct\ f}$ le nombre de personnes qui se trouvent dans la partie fonctionnelle f considérée conformément à l'occupation maximale pour laquelle les systèmes de ventilation ont été conçus, (-) ;

$q_{i,app,fct\ f}$ la production interne spécifique moyenne de chaleur dans la partie fonctionnelle f considérée, résultant des équipements, reprise au Tableau [8], en W/m² ;

$A_{f,fct\ f}$ la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f considérée, en m² ;

$W_{light,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la production de chaleur interne mensuelle dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par l'éclairage, déterminée selon le § C.4, en kWh ;

$W_{fans,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la production de chaleur interne dans la partie fonctionnelle f considérée, fournie par les ventilateurs, en kWh, déterminée selon le § C.3.1, en kWh ;

t_m la durée du mois, reprise au Tableau [1], en Ms.

C.2.7 Valeur de référence pour les gains de chaleur solaires

On détermine la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage $Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ et pour les calculs de refroidissement $Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$, comme suit :

Eq. 240

$$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fct\ f} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 241

$$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fctf} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

avec :

$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, en MJ ;

$f'_{tr,fct\ f}$ un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, comme déterminé ci-dessous, (-) ;

$g_{fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la moyenne des facteurs solaires mensuels des parois transparentes de la partie fonctionnelle f, sans tenir compte de l'impact des protections solaires, reprise au Tableau [41], (-) ;
$F_{c,fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour la moyenne des facteurs de réduction pour protection solaire des parois transparentes de la partie fonctionnelle f, sans tenir compte de l'impact des protections solaires, reprise au Tableau [41], (-) ;
$a_{c,m,j,ref}$	la valeur de référence pour le facteur d'utilisation mensuel de la protection solaire de la paroi transparente j, déterminé selon le Tableau [9] pour une commande manuelle, (-) ;
$A_{tr,d,j}$	la surface de l'ouverture-jour de la paroi transparente j, en m² ;
$I_{s,m,j,shad,ref}$	la valeur de référence pour l'ensoleillement sur la paroi transparente j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes, déterminé selon l'annexe C de l'annexe A.1 au présent arrêté, en MJ/m² et en tenant compte des valeurs par défaut pour les angles d'obstruction, telles que prévues au § C.2.4 de l'annexe A.1 au présent arrêté ;
$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour les gains de chaleur solaires mensuels par partie fonctionnelle f pour les calculs de refroidissement, en MJ.

Il faut faire une sommation sur toutes les parois transparentes de la partie fonctionnelle f, à l'exception des parois en briques de verre.

Tableau [41] : Valeurs pour $F_{c,fctf,ref}$ et $g_{fctf,ref}$

Fonctions		**$F_{c,fctf,ref}$ (-)**	**$g_{fctf,ref}$ (-)**
Hébergement		0,90	0,41
Bureaux		0,90	0,27
Enseignement		0,90	0,44
Soins de santé	Avec occ. nocturne	0,90	0,41
	Sans occ. nocturne	0,90	0,41
	Salle d'opération	0,90	0,44
Rassemblement	Occupation importante	0,90	0,44
	Faible occupation	0,90	0,44
	Cafétéria / Réfectoire	1,00	0,44
Cuisine		1,00	0,41
Commerce / Services		1,00	0,47
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	1,00	0,44
	Fitness / Danse	1,00	0,44
	Sauna / Piscine	1,00	0,44
Locaux techniques		1,00	0,41
Communs		1,00	0,44
Autre		0,90	0,44
Inconnue		0,90	0,44

On détermine le facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, $f'_{tr,fct\ f}$, comme suit :

Eq. 242 Si $A_{T,E,fct\ f,tr}$ est égal à 0, on a : $f'_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Si $A_{T,E,fct\ f,tr}$ est supérieur à 0, on a :

$$f'_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) \quad (-)$$

avec :

$f'_{tr,fct\ f}$ un facteur qui tient compte d'une proportion différente de parois transparentes dans la partie fonctionnelle f, (-) ;

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ la valeur de référence pour la surface totale de toutes les parois transparentes qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique, telle que déterminée au § C.2.4, en m² ;

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ la surface totale de toutes les parois transparantes qui enveloppent la partie fonctionnelle f et à travers lesquelles les pertes par transmission sont considérées lors de la détermination de la performance énergétique[14], en m². Les parois en briques de verre ne sont pas prises en considération dans cette surface.

C.2.8 Valeur de référence pour la capacité thermique effective

On détermine la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, $C_{fct\ f,ref}$, en kJ/K, comme suit :

Eq. 243 $$C_{fct\ f,ref} = 110 \cdot A_{f,fct\ f} \quad \text{(kJ/K)}$$

où :

$C_{fct\ f,ref}$ la valeur de référence pour la capacité thermique effective de la partie fonctionnelle f, en kJ/K ;

$A_{f,fct\ f}$ la surface d'utilisation de la partie j de la partie fonctionnelle f, en m².

C.2.9 Valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification

Si les installations du bâtiment comprennent des dispositifs d'humidification de l'air neuf destiné à l'unité PEN (ou à une partie de celle-ci), la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie d'un appareil j destiné à l'humidification sont donnés par :

Eq. 244 $$Q_{hum,net,j,m,ref} = 2,5 \cdot \sum_{f} X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply,j,fct\ f,design} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{hum,net,j,m,ref}$ la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil j, en MJ ;

$X_{h,fct\ f,m}$ la quantité mensuelle d'humidité à fournir par unité de débit d'air fourni, pour la partie fonctionnelle f, en kg.h/m³, reprise au

Tableau [14] **;**

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$ le débit de conception d'air frais entrant à travers l'humidificateur j, pour la partie fonctionnelle f, en m³/h, arrondi à l'unité.

Il faut effectuer une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f alimentées par l'humidificateur j.

C.2.10 Valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles d'une conduite de circulation ou d'un combilus

La valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles d'une conduite de circulation ou d'un combilus est déterminée comme suit.

- Pour les points de puisage qui sont connectés au "combilus", la contribution au rendement de système est déterminée selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

- Pour les points de puisage qui sont connectés sur une conduite de circulation qui dessert au moins un point de puisage dans une unité PER, une unité d'habitation qui n'est pas une unité PER, ou une partie fonctionnelle ayant la fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "hall de sport / gymnase", "fitness / danse" ou "sauna / piscine", on a :
  - pour une douche ou baignoire i :

Eq. 366

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = 1{,}05 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - pour un évier de cuisine j :

Eq. 367

$$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = 1{,}20 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - pour un autre point de puisage l :

Eq. 368

$$\eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1{,}60 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

- Pour les autres points de puisage, on a :

Eq. 248

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = \eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1$$

avec :

$Q_{water\ out,circ\ k,m}$	la chaleur fournie par la conduite de circulation k aux points de puisage connectés, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 ;
t_m	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms ;
$l_{circ\ k,j}$	la longueur du segment j de la conduite de circulation k, en m ;
$\theta_{amb,m,j}$	la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite j, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 en °C :
$R_{l,j,ref}$	la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite j reprise du Tableau [42] en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée $D_{i,j}$, en m.K/W.

Il faut faire la somme sur tous les segments j de la conduite de circulation.

Tableau [42] : Valeur de référence pour la résistance thermique linéaire $R_{l,j,ref}$ en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée $D_{i,j}$

$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)
≤ 0,0172	5,21	≤ 0,0603	3,15	≤ 0,2191	1,61
≤ 0,0213	4,81	≤ 0,0761	2,84	≤ 0,2730	1,40
≤ 0,0269	4,42	≤ 0,0889	2,62	≤ 0,3239	1,26
≤ 0,0337	4,05	≤ 0,1143	2,31	≤ 0,3556	1,18
≤ 0,0424	3,69	≤ 0,1397	2,08	> 0,3556	1,08
≤ 0,0483	3,48	≤ 0,1683	1,87		

C.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie auxiliaire des ventilateurs et des pompes

C.3.1 Valeur de référence pour la consommation d'électricité des ventilateurs affectés à la ventilation et à la circulation

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs de l'unité PEN comme suit :

Eq. 249 $$W_{fans,m,ref} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m,ref}$$ (kWh)

Eq. 250 $$W_{fans,fctf,m,ref} = 0,55 \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \frac{t_m}{3,6}$$ (kWh)

avec :

$W_{fans,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité des ventilateurs dans l'unité PEN en kWh ;

$W_{fans,fct\ f,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service de la partie fonctionnelle f, en kWh ;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ le débit de conception d'alimentation en air neuf pour la ventilation hygiénique dans la partie fonctionnelle f du secteur énergétique i, déterminé selon les principes spécifiés au § 5.6.2.2, en m³/h, arrondi à l'unité ;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ la fraction du temps conventionnelle pendant laquelle la ventilation est en service dans la partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage, tel que repris au Tableau [7], (-) ;

t_m la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité de tous les ventilateurs au service des parties fonctionnelles f ayant cette fonction, $W_{fans,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

C.3.2 Valeur de référence pour la consommation d'électricité pour la distribution

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour la distribution dans l'unité PEN, $W_{aux,dis,m,ref}$, comme suit :

Eq. 369 $$W_{aux,dis,m,ref} = \frac{t_m}{7,2} \cdot \sum_j P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} + \frac{t_m}{3,6} \cdot \sum_l P_{pump,dis,instal,water,l,ref} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$	la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur j servant au chauffage de l'unité PEN considérée, telle que définie au § C.3.2.1, en W ;
$P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$	la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur l servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans l'unité PEN considérée, telle que définie au § C.3.2.2, en W ;
t_m	la durée du mois considéré, reprise au Tableau [1], en Ms.

Il faut faire la somme sur tous les circulateurs j servant au chauffage de l'unité PEN considérée et tous les circulateurs l servant à la distribution d'eau chaude sanitaire de l'unité PEN et qui desservent au moins un point de puisage dans une unité PER ou une partie fonctionnelle ayant une fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "hall de sport / gymnase", "fitness / danse" ou "sauna / piscine".

Un circulateur dans un système "comblius" est considéré à la fois comme un circulateur servant au chauffage et comme un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire. Les valeurs de référence pour la puissance installée du circulateur dans un combilus $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$ et $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$ sont déterminées selon des spécifications complémentaires déterminées par le Ministre.

C.3.2.1 Valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant au chauffage

On détermine la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur j servant au chauffage de l'unité PEN considérée, $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$, comme suit :

Eq. 370 $$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} = \mathrm{MAX}\left(70\ ;\ 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\ i}\right) \quad \text{(W)}$$

avec :

$A_{f,sec\ i}$	la surface d'utilisation du secteur énergétique i, en m².

Il faut faire la somme sur tous secteurs énergétiques i qui sont desservis par le circulateur j.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ($P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage totaux des ces unités respectives.

Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", alors $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$ est considérée comme nulle. Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou la fonction "espaces techniques", alors la puissance calculée selon Eq. 370 doit être multipliée par un facteur 0,83.

C.3.2.2 *Valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire*

On détermine la valeur de référence pour la puissance installée du circulateur l servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans l'unité PEN considérée, $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$, comme suit :

Eq. 371 $$P_{pump,dis,instal,water,l,ref} = \mathrm{MAX}\left(25\ ;\ \frac{\sum_j l_{circ\ k,j}}{13{,}94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,January,j})}{R_{l,j,ref}}\right) \quad \text{(W)}$$

avec :

$l_{circ\ k,l}$	la longueur du segment l de la conduite de circulation k, en m ;
$\theta_{amb,January,l}$	la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite l, en °C, telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe A.1 ;
$R_{l,j,ref}$	la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite j reprise du Tableau [42] en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée $D_{i,j}$, en m.K/W.

Il faut faire la somme sur tous segments j de la conduite de circulation k qui sont desservis par le circulateur l.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ($P_{pumps,dis,instal,heat,l,ref}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire totaux des ces unités respectives.

C.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie pour l'éclairage

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de l'unité PEN comme suit :

Eq. 253 $$W_{light,m,ref} = \sum_f W_{light,fct\ f,m,ref} \quad \text{(kWh)}$$

où :

$W_{light,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage, en kWh ;
$W_{light,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f, en kWh, comme déterminée ci-dessous.

Il faut faire une sommation sur toutes les parties fonctionnelles f de l'unité PEN.

Particularité de la fonction "Enseignement" : la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage des parties fonctionnelles ayant cette fonction, $W_{light,fct\ f,m,ref}$, est considérée être nulle durant les mois de juillet et d'août.

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f comme suit :

Eq. 254 $$W_{light,fct\ f,m,ref} = \sum A_{f,rmr} \cdot p_{light,rmr,ref} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

où :

$W_{light,fct\ f,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage de la partie fonctionnelle f, en kWh ;
$A_{f,rm\ r}$	la surface d'utilisation dans l'espace r, en m² ;
$p_{light,rmr,ref}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace r, comme déterminée ci-dessous, en kW/m² ;
$t_{day,fct\ f,m}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période diurne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [31], en h ;
$t_{night,fct\ f,m}$	le nombre conventionnel d'heures d'utilisation par mois en période nocturne, déterminé par partie fonctionnelle et repris au Tableau [32], en h.

Il faut faire une sommation sur tous les espaces r de la partie fonctionnelle f.

On détermine la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace r comme suit :

Eq. 255 $$p_{light,rmr,ref} = \min\left[\frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot \frac{L_{rmr}}{100}; \frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot L_{fctf,ref}^{0,2} \cdot \frac{\left(L_{rmr}\right)^{0,8}}{100}\right] \quad \text{(kW/m²)}$$

où :

$p_{light,rmr,ref}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique pour l'éclairage dans l'espace r, en kW/m² ;
$\phi_{fctf,ref}$	la valeur de référence pour la puissance spécifique par 100 lx dans la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient, reprise au Tableau [43], en W/m².100 lx ;
$L_{fct\ f,ref}$	la valeur de référence pour l'éclairement dans la partie fonctionnelle f à laquelle l'espace r appartient, reprise au Tableau [43], en lx ;
$L_{rm\ r}$	une variable auxiliaire adimensionnelle pour l'espace r, telle que déterminée au § 9.2.1 ou au § 9.3.1, (-).

Tableau [43] : Valeurs pour les paramètres $\phi_{fctf,ref}$ et $L_{fct\ f,ref}$ par fonction

Fonctions		$\phi_{fctf,ref}$ **(W/m²100 lx)**	$L_{fctf,ref}$ **(lx)**
Hébergement		3,50	200
Bureaux		2,40	500
Enseignement		2,40	500
Soins de santé	Avec occ. nocturne	3,75	300
	Sans occ. nocturne	3,75	300
	Salle d'opération	3,50	1000
Rassemblement	Occupation importante	3,50	200
	Faible occupation	3,50	200
	Cafétéria / Réfectoire	3,50	200
Cuisine		2,40	500
Commerce / Services		3,60	500
Installations sportives	Hall de sport / Gymnase	3,50	300
	Fitness / Danse	3,00	300
	Sauna / Piscine	3,00	300
Locaux techniques		2,50	200
Communs		2,50	300
Autre		2,50	200
Inconnue		3,00	200

C.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire

C.5.1 Valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire

On détermine valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire de l'unité PEN comme suit :

Eq. 256
$$E_{charannprimencons,ref} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m,ref} + E_{p,cool,m,ref} + E_{p,water,m,ref} \\ + E_{p,aux,m,ref} + E_{p,light,m,ref} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ la valeur de référence pour la consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire, en MJ ;

$E_{p,heat,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;

$E_{p,cool,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement, calculée selon le § C.5.2, en MJ ;

$E_{p,water,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire, calculée selon le § C.5.3, en MJ ;

$E_{p,aux,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour les ventilateurs et les pompes, calculée selon le § C.5.4, en MJ ;

$E_{p,light,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, calculée selon le § C.5.5, en MJ.

C.5.2 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, humidification et le refroidissement

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire de l'unité PEN pour le chauffage et le refroidissement comme suit :

Eq. 257 $$E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,net,j,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

et :

Eq. 258 $$E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$E_{p,heat,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage de l'unité PEN, en MJ ;

$Q_{heat,net,seci,m,ref}$ la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage (tenant compte de l'intermittence) du secteur énergétique i, déterminés selon le § C.2.2, en MJ ;

$Q_{hum,net,j,m,ref}$ la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour l'humidification d'un appareil j, déterminée selon § C.2.9, en MJ ;

$E_{p,cool,m,ref}$ la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le refroidissement de l'unité PEN, en MJ ;

$Q_{cool,net,seci,m,ref}$ la valeur de référence pour les besoins mensuels nets en énergie pour le refroidissement du secteur énergétique i, déterminés selon le § C.2.3, en MJ.

Il faut faire une sommation sur tous les secteurs énergétiques i et tous les humidificateurs j de l'unité PEN.

C.5.3 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour la préparation d'eau chaude sanitaire comme suit :

Eq. 419

$$E_{p,water,m,ref} = \sum_i 2,20 \times \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{r_{water,bath\ i,net} \times \eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} + \sum_j 3,00 \times \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{r_{water,sink\ j,net} \times \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} + \sum_k 4,00 \times \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{r_{water,other\ k,net} \times \eta_{water,circ,other\ k,m,ref}} \quad \text{(MJ)}$$

où :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de la douche ou de la baignoire i, tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$r_{water,bath\ i,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers la douche ou la baignoire i par récupération thermique de l'écoulement, tel que déterminé au § 5.10, (-) ;
$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation ou du combilus pour la douche ou la baignoire i, telle que déterminée au § C.2.10, (-) ;
$Q_{water,sink\ j,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire de l'évier de cuisine j, tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$r_{water,sink\ j,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers l'évier de cuisine j par récupération thermique de l'écoulement, tel que déterminé au § 5.10, (-) ;
$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation ou du combilus pour l'évier de cuisine j, telle que déterminée au § C.2.10, (-) ;
$Q_{water,other\ k,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude k, tels que déterminés au § 5.10, en MJ ;
$r_{water,other\ k,net}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le point de puisage d'eau chaude k par récupération thermique de l'écoulement, tel que déterminé au § 5.10, (-) ;
$\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}$	la valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles de la conduite de circulation ou du combilus pour l'autre point de puisage d'eau chaude k, telle que déterminée au § C.2.10, (-).

Il faut faire une sommation sur toutes les douches et baignoires i, sur tous les éviers de cuisine j et sur tous les autres points de puisage d'eau chaude k de l'unité PEN.

C.5.4 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire des auxiliaires

On détermine la valeur de référence pour consommation mensuelle d'énergie primaire des auxiliaires, $E_{p,aux,m,ref}$, comme suit

Eq. 374

$$E_{p,aux,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(W_{fans,m,ref} + W_{aux,dis,m,ref} + W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

où :

f_p	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$W_{fans,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour les ventilateurs dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.3.1, en kWh ;
$W_{aux,dis,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'électricité pour la distribution dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.3.2, en kWh.
$W_{throttle/fans,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité des vannes gaz et/ou ventilateurs pour la production de chaleur dans l'unité PEN considérée, définie selon le § 8.5.2.2, en kWh ;
$W_{electr,gen,m}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'électronique de l'unité PEN considérée, definie selon le § 8.5.2.4, en kWh.

C.5.5 Valeur de référence pour la consommation d'énergie primaire pour l'éclairage

On détermine la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage comme suit :

Eq. 261 $E_{p,light,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m,ref}$ (MJ)

où :

$E_{p,light,m,ref}$	la valeur de référence pour la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'éclairage, en MJ ;
f_p	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans l'annexe F de l'annexe A.1 au présent arrêté, (-) ;
$W_{light,m,ref}$	la consommation mensuelle d'électricité pour l'éclairage dans l'unité PEN, déterminée selon le § C.4, en kWh.

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 3 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

Modifications à apporter à l'Annexe B1 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

Art. 1 Le paragraphe 5.5 est remplacé par :

« **5.5 Résistance thermique des couches d'air (espaces d'air) avec une épaisseur supérieure à 300 mm**

Les couches d'air d'une épaisseur de plus de 300 mm sont considérées comme des espaces adjacents non chauffés. Dans le cadre de la réglementation PEB, ils sont traités comme décrit dans l'annexe A de l'annexe A1 de l'Arrêté du 15 mai 2014. »

Art. 2 Le paragraphe 7.2.3 est remplacé par :

« **7.2.3 Correction pour les fixations mécaniques perforant la couche d'isolation**

7.2.3.1 Calcul numérique

Lorsqu'une couche d'isolation est traversée par des fixations mécaniques (ex : crochets de mur, fixations de toiture, …), l'impact de ces fixations peut toujours être calculé avec précision par des calculs numériques selon la NBN EN ISO 10211. Cette méthode de calcul précise doit toujours être appliquée si les deux extrémités de la fixation mécanique sont en contact thermique avec des plaques en métal.

Figure [4] : Fixation mécanique noyée

1 chapeau en matière synthétique
2 fixation noyée
3 couche d'isolation
4 dalle de toiture

7.2.3.2 Calcul simplifié

Tant que les deux extrémités des fixations mécaniques n'entrent pas en contact thermique avec des plaques métalliques, le calcul numérique peut être remplacé par un calcul simplifié dans deux cas spécifiques :

- les fixations mécaniques perforant la couche d'isolation ;
- les fixations mécaniques des systèmes d'isolation par l'extérieur des façades.

Les deux types de fixations mécaniques peuvent se présenter conjointement. Dans ce cas de figure, le ΔU_f global correspond à la somme des deux termes correctifs pour les fixations mécaniques.

7.2.3.2.1 Fixations mécaniques perforant la couche d'isolation

Quand les fixations mécaniques perforent la couche d'isolation, la méthode de calcul approchée suivante peut être appliquée. L'impact de la fixation mécanique y est déterminé par le terme correctif ΔU_f calculé comme suit :

Eq. 12 $$\Delta U_f = \alpha . \frac{\lambda_f . A_f . n_f}{d_1} . \left[\frac{R_1}{R_{T,h}}\right]^2$$ W/(m².K)

avec :

d_1 la longueur de la fixation, en m, déterminée comme suit :

- dans le cas de fixations traversant complètement la couche d'isolation (sous un angle droit ou oblique), la longueur est égale à l'épaisseur de la couche d'isolation (d_{ins}) : $d_1 = d_{ins}$,

- dans le cas de fixations noyées, la longueur est égale à la partie de la fixation qui traverse la couche d'isolation (voir Figure [4]) ;

λ_f la conductivité thermique de la fixation mécanique, en W/(m.K), (voir NOTE) ;

n_f le nombre de fixations mécaniques par m², en m^{-2} ;

A_f la section d'une fixation mécanique, en m² ;

λ_{ins} la conductivité thermique de la couche d'isolation, en W/(m.K) ;

α le coefficient correctif, (-), déterminé comme suit :

- $\alpha = 0,8$ si la fixation mécanique traverse complètement la couche d'isolation ;
- $\alpha = 0,8 \cdot d_1/d_{ins}$ si la fixation est noyée dans la couche d'isolation (voir Figure [4]) ;

R_1 la résistance thermique (de la partie) de la couche d'isolation qui est traversée par la fixation mécanique ($R_1 = d_1/\lambda_{ins}$), en m².K/W ;

$R_{T,h}$ la résistance thermique totale de l'élément de construction, sans tenir compte d'un pont thermique quelconque, en m².K/W, calculée selon le § **Error! Reference source not found.**.

NOTE Dans le cas de crochets de mur, le terme correctif ΔU_f ne doit pas être appliqué dans les cas suivants :

- crochets de mur dans des vides non isolés ;
- crochets de mur dont la conductivité thermique (λ_f) est inférieure à 1 W/(m.K) (ex. matière synthétique).

<u>Valeurs par défaut pour les crochets de mur (en cas de murs creux maçonnés)</u> :

Pour les crochets de mur il est toujours permis d'utiliser les valeurs par défaut suivantes :

- le nombre de crochets de mur par m² : $n_f = 5\ m^{-2}$;
- la section d'un crochet de mur : $A_f = 1,3.10^{-5}$ m² (Æ 4 mm) ;
- la conductivité thermique du matériau du crochet de mur : $\lambda_f = 50$ W/(m.K) (acier) ;
- la longueur du crochet de mur est égale à l'épaisseur de la couche d'isolation : $d_1 = d_{ins}$.

7.2.3.2.2 Fixations mécaniques des systèmes d'isolation par l'extérieur des façades

Dans le cas des fixations mécaniques des systèmes d'isolation par l'extérieur des façades, sous réserve que les conditions limites décrites ci-dessous soient respectées, l'effet de cette fixation mécanique peut être simplifié par le terme correctif ΔU_f calculé comme suit :

Eq. 121 $$\Delta U_f = \frac{\Psi}{E} + n_f X$$ W/(m².K)

avec :

ψ le coefficient de transmission thermique linéique du profil de support, tel que déterminé par le tableau [10], W/(m.K);

E l'entraxe des profils de support, m ;

n_f le nombre de fixations mécaniques par m², (m-²);

χ le coefficient de transmission thermique ponctuel, tel que déterminé par le tableau [11], W/K.

Dans le cas où l'entraxe E n'est pas connu, il est toujours permis d'utiliser la valeur par défaut de 0,30 m. Dans le cas où le nombre de fixations mécaniques par m² n'est pas connu, il est toujours permis d'utiliser la valeur par défaut de 11.

Ces valeurs par défaut ne peuvent être utilisées que pour des systèmes de bardage extérieur qui relèvent d'une des solutions-types reprises ci-dessous.

Tableau[10] : Valeurs par défaut pour ψ (W/(m.K))

	Solution-type 1: équerre avec profil en T				**Solution-type 2: équerre avec des lattes de support en bois**			
	Équerre en aluminium		**Équerre en acier inox**		**Équerre en aluminium**		**Équerre en acier inox**	
Épaisseur d'isolation	**λ du mur porteur (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,002	0,005	0,001	0,003	0,016	0,024	0,015	0,022
100 mm	0,001	0,004	0,001	0,002	0,013	0,019	0,012	0,017
150 mm	0,001	0,003	0,001	0,002	0,010	0,015	0,010	0,014
200 mm	0,001	0,002	0,001	0,001	0,008	0,011	0,007	0,010
250 mm	0,000	0,001	0,000	0,001	0,005	0,008	0,005	0,007
300 mm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,002	0,003

Tableau[11] : Valeurs par défaut pour χ (W/K)

	Solution-type 1: équerre avec profil en T				**Solution-type 2: équerre avec des lattes de support en bois**			
	Équerre en aluminium		**Équerre en acier inox**		**Équerre en aluminium**		**Équerre en acier inox**	
Épaisseur d'isolation	**λ du mur porteur (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,101	0,281	0,059	0,158	0,058	0,085	0,054	0,076
100 mm	0,093	0,259	0,054	0,145	0,055	0,08	0,051	0,072
150 mm	0,085	0,235	0,049	0,132	0,052	0,076	0,048	0,068
200 mm	0,077	0,212	0,044	0,119	0,049	0,072	0,046	0,065
250 mm	0,069	0,192	0,040	0,108	0,045	0,066	0,042	0,059
300 mm	0,062	0,171	0,036	0,096	0,041	0,061	0,039	0,055

Dans les tableaux ci-dessus, l'épaisseur d'isolation peut être interpolée.

<u>Conditions limites pour l'utilisation des valeurs par défaut pour psi et chi</u>

- Généralités :
  - Mur porteur :
    - Épaisseur de 140 à 300 mm ;
    - Valeur l entre 0,12 et 2,50 W/(m.K) ;
    - Homogène (pas d'ossature) ;
  - Isolation :
    - Épaisseur de 50 à 300 mm :
    - Valeur l entre 0,01 et 0,05 W/(m.K) :
  - Vis :
    - Profondeur maximale de 100 mm ;
    - Diamètre maximal de 12 mm ;
    - Valeur l maximale 50 W/(m.K).

Figuur [52]: Dimensions de l'équerre

- Équerre :
  - Epaisseur maximale de 3 mm ;
  - Hauteur maximale de 150 mm ;
  - Valeur l maximale de 160 W/m.K pour l'aluminium ou 17 W/m.K pour l'acier inox austénitique ;
  - Entièrement recouvert par de l'isolation.

- Solution-type 1 :
  - Équerre :
    - Épaisseur maximale de 40 mm ;
  - Profil de support :
    - Valeur l maximale de 160 W/m.K ;
    - Épaisseur maximale de 3 mm ;
    - Largeur maximale de 150 mm ;
    - Profondeur maximale de 52 mm.

Figure[53]: Dimensions du profil de support

- Solution-type 2 :
  - Équerre :
    - Largeur maximale de 50 mm ;
    - Recouvrement maximal de 40 mm avec le profil de support ;
  - Latte de support :
    - Valeur l maximale de 0,2 W/m.K ;
    - Épaisseur maximale de 60 mm ;
    - Largeur maximale de 100 mm ;
  - Vis à bois :
    - Valeur l maximale de 50 W/m.K ;
    - Diamètre maximal de 12 mm. »

Art. 3 Au paragraphe 8.2, à la suite de l'alinéa commençant par « Si les fonctions de profil de fenêtre … » et se terminant par « … comme une grille de ventilation. », l'alinéa suivant est inséré :

« NOTE Si les valeurs U_w ou U_D sont présentées comme résultats finaux, elles doivent être arrondies à au moins deux chiffres significatifs (il est permis d'arrondir à plus de chiffres significatifs). La même chose vaut pour la présentation des valeurs U_f des encadrements, U_p des panneaux de remplissage et U_r des grilles de ventilation, ainsi que pour les valeurs Ψ_g et Ψ_p. Les valeurs U_g des vitrages doivent être arrondies à au moins une décimale. »

Art. 4 Dans le Tableau A14a, l'alinéa :

« *(3) Par exemple : chanvre, lin, plumes, paille, laine de mouton, ... »*

est remplacé par :

« (3) Par exemple : chanvre, lin, plumes, paille, laine de mouton, ... Les ballots de paille ne rentrent pas dans cette catégorie, mais sont couverts par le Tableau A.14b. »

Art. 5 Dans le Tableau A14b, l'alinéa :

« *(4) Par exemple : chanvre, lin, plumes, paille, roseau, granulats de liège, laine de mouton, ... »*

est remplacé par :

« *(4) Par exemple : chanvre, lin, plumes, paille, roseau, granulats de liège, laine de mouton, ... Les ballots de paille rentrent dans cette catégorie.»*

Art. 6 Le paragraphe D.1 est remplacé par :

« **D.1 Profilés d'encadrements en bois**

La valeur U_f par défaut d'un encadrement en bois est donnée par les équations suivantes, en fonction du type de bois :

- pour le type 1 (λ_U = 0,18 W/(m.K)) :

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000402.(d_f)^2 - 0{,}0188.d_f + 3{,}23$ W/(m².K)

- pour le type 2 (λ_U = 0,16 W/(m.K)) :

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000383.(d_f)^2 - 0{,}0178.d_f + 3{,}04$ W/(m².K)

- pour le type 3 (λ_U = 0,13 W/(m.K)) :

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000366.(d_f)^2 - 0{,}0166.d_f + 2{,}77$ W/(m².K)

avec :

d_f l'épaisseur du profilé d'encadrement, valant l'épaisseur moyenne des profilés d'encadrement constitutifs (dormant et ouvrant), comme illustré à la Figure [33], en mm.

Ces équations sont uniquement applicables pour des épaisseurs de profilé d'encadrement supérieures ou égales à 30 mm et inférieures ou égales à 170 mm. Si la valeur de l'épaisseur du profilé d'encadrement est inconnue, on suppose d_f = 50 mm.

Le type de bois auquel une espèce appartient est déterminé selon le Tableau D.4. Si le type de bois est inconnu, on suppose qu'il s'agit du type 1.

Figure [33] : Définition de l'épaisseur d_f des différents encadrements en bois

Tableau D.4 : Types de bois

Type 1 **λ_U = 0,18 W/(m.K)**	**Type 2** **λ_U = 0,16 W/(m.K)**	**Type 3** **λ_U = 0,13 W/(m.K)**
Afzelia	Sapelli	Acajou d'Afrique
Bintangor	Sipo	Mélèze
Eucalyptus bleu	Chêne de Tasmanie	Eastern Spruce
Eucalyptus	Mengkulang	White Seraya
Merbau	Niangon	Pin sylvestre
Gerutu	Iroko	Douglas (pin d'Oregon)
Kasai	Louro Vermelho	Light Red Meranti
Chêne	Dark Red Meranti	Acajou d'Amérique
Robinier	Teck	Framiré
Feuillu non mentionné dans le reste du tableau	Makoré	Western hemlock
		Résineux non mentionné dans le reste du tableau

»

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 4 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

« Annexe C2 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

DISPOSITIFS DE VENTILATION DANS LES BTIMENTS RESIDENTIELS
Méthode de détermination et exigences
(Annexe VHR)

1 Exigences

1.1. Les dispositifs de ventilation dans les immeubles résidentiels doivent satisfaire à la norme NBN D 50-001, sauf en ce qui concerne les articles suivants :

1. Pour tous les débits, c'est toujours la valeur exprimée en m³/h qui est d'application. Le débit minimum exigé dans un espace ou un local, exprimé en m³/h, doit être arrondi à l'unité ;

2. Dans le Tableau 1 de la norme NBN D 50-001, la phrase "*Il ne faut pas dépasser 10 l/s par personne (36 m³/h par personne)*" est remplacée par "*Le débit nominal peut être limité à 20 l/s (72 m³/h)*" ;

3. Dans le Tableau 1 de la norme NBN D 50-001, l'appellation de l'espace "*Local de séjour*" est remplacée par l'appellation "*Local de séjour + espaces analogues*" et l'appellation de l'espace "*Chambre à coucher, Chambre hobby ou étude*" est remplacée par l'appellation "*Chambre à coucher, Chambre hobby ou étude + espaces analogues*" ;

4. Dans l'annexe AII-1.2 2) de la norme NBN D 50-001, l'article suivant doit être ajouté pour les toitures dont la pente est supérieure à 23° : "*Dans tous les cas, la hauteur du débouché au-dessus de la toiture doit être au moins de 0,5 m*" ;

5. L'air fourni peut être pris dans un espace adjacent non chauffé, tel une serre, un grenier non chauffé …, pour autant que les conditions suivantes soient respectées :
   - si, pour des systèmes A ou C, des ouvertures d'alimentation réglables en contact avec un espace adjacent non chauffé (tel que défini dans l'annexe A1 du présent Arrêté) sont prévues, il y a lieu de prévoir entre l'espace adjacent non chauffé concerné et l'environnement extérieur une (des) ouverture(s) d'alimentation réglable(s) qui réalise(nt) le débit nominal pour une différence de pression de 2 Pa ;
   - si, pour des systèmes B ou D, l'alimentation en air est prévue de telle manière que l'air est aspiré d'un espace adjacent non chauffé (tel que défini dans l'annexe A1 du présent Arrêté), il y a lieu de prévoir entre l'espace adjacent non chauffé concerné et l'environnement extérieur une (des) ouverture(s) d'alimentation réglable(s) qui réalise(nt) le débit nominal pour une différence de pression de 10 Pa.

6. Par extension du § 4.2 de la norme NBN D 50-001, des ouvertures d'alimentation réglables peuvent être placées dans un toit dont la pente est supérieure à 30° dans les cas suivants :
   - lorsque dans un espace, il n'y a pas d'élément de façade verticale présentant une hauteur utile d'au moins 2 mètres dans cet espace ;
   - lorsque de tels éléments de façades sont tout de même présents, mais que le placement d'une ouverture d'alimentation réglable dans ces éléments de façade serait en conflit avec d'autres prescriptions fixées par les pouvoirs publics.

7. Lorsque, dans un local existant, des exigences de ventilation relatives aux amenées d'air doivent être satisfaites, le débit d'alimentation minimum exigé vaut le débit fixé pour cet espace dans le Tableau 1 de la norme NBN D 50-001. Toutefois, le débit d'alimentation minimum exigé peut être limité à 45 m³/h par mètre courant de fenêtre remplacée ou ajoutée dans cet espace ;

8. Par extension du § 4.3.1.2 b) de la norme NBN D 50-001, et à moins qu'il ne se trouve dans cet espace un appareil à chambre de combustion ouverte raccordé à un conduit d'évacuation, les ouvertures d'alimentation réglables qui se trouvent dans un espace pourvu d'une évacuation mécanique peuvent être dimensionnées pour une différence de pression de 10 Pa. Dans ce cas, une classe d'autorégulation P3, telle que visée au tableau 18 de l'annexe A1 au présent Arrêté, est supposée pour cette ouverture d'alimentation ;

9.

Par extension du § 4.3.1.3 b) de la norme NBN D 50-001, les ouvertures d'évacuation réglables qui se trouvent dans un espace pourvu d'une alimentation mécanique peuvent être dimensionnées à une différence de pression de 10 Pa ;

10.

Les fentes en-dessous des portes intérieures peuvent être considérées comme des ouvertures de transfert d'air si la hauteur la plus petite de la fente est d'au moins 5 mm. La hauteur de la fente est mesurée à partir du niveau du sol parachevé. Si la finition du sol n'est pas connue, une épaisseur de 10 mm est prise pour la finition du sol. Il faut tenir compte d'un débit de 0,36 m^3/h par cm^2 de fente pour une différence de pression de 2 Pa ;

11. Pour les caves et les greniers dans le volume protégé, les prescriptions du § 5.7 de la norme NBN D 50-001 ne peuvent pas être suivies. Pour ces caves et greniers, il faut déterminer quel autre type de local correspond le mieux à la fonction prévue. Les exigences (ou les recommandations) de ventilation pour ce type de local sont alors d'application ;

12. Le débit de chaque ouverture d'alimentation réglable, de chaque ouverture d'extraction réglable et de chaque ouverture de transfert, qu'il soit donné pour une différence de pression de 2 Pa ou de 10 Pa, est exprimé en m^3/h et doit être arrondi à l'unité. Le débit de chaque ouverture d'alimentation mécanique et de chaque ouverture d'extraction mécanique est exprimé en m^3/h et doit être arrondi à l'unité ;

13. L'air extrait doit être extrait directement vers l'extérieur. Les extractions vers des espaces adjacents non chauffés tels qu'un grenier non chauffé ou une cave ne sont pas autorisés ;

14. Le Ministre peut établir des spécifications plus précises pour l'application pratique des exigences de ventilation spécifiées au point 1.1.

1.2. Le système de ventilation d'un bâtiment résidentiel doit être conçu et réalisé de telle sorte que les débits mécaniques d'alimentation et/ou d'évacuation puissent être réalisés dans tous les espaces en même temps. Une conception où une zone déterminée ne peut assurer le débit minimum exigé que si le débit dans une autre zone est réglé en-dessous de la valeur minimale exigée n'est pas autorisée. Lors d'une mesure de la vitesse nominale du ventilateur, les débits minimaux exigés doivent être réalisés partout en même temps. Le Ministre peut définir des spécifications supplémentaires relatives à la qualité du système de ventilation et à la mesure qui démontre la conformité entre les débits exigés et les débits réalisés ;

1.3. Si des systèmes de ventilation de types différents (A, B, C, D) étaient combinés au sein des parties résidentielles de la même unité d'habitation, alors seul le débit du système préférentiel sera pris en compte pour satisfaire aux débits minimaux exigés. Le système de ventilation qui couvre la plus grande part des débits minimaux exigés est considéré comme le système préférentiel ;

1.4. Les espaces qui ne sont pas encore terminés au stade de la déclaration PEB finale, mais qui ont été conçus pour être l'un des types d'espace repris au Tableau 1 de la norme NBN D 50-001, doivent pouvoir respecter les débits de ventilation minimaux exigés pour ce type d'espace. Les espaces terminés qui ont été conçus et réalisés pour être l'un des types d'espaces repris au Tableau 1 de la norme NBN D 50-001, mais qui temporairement ont une autre utilisation, doivent pouvoir respecter les débits de ventilation minimaux exigés relatifs au type d'espace pour lequel l'espace concerné a été conçu et réalisé.

2. Recommandations

2.1. Les paragraphes suivants de la norme NBN D 50-001 doivent être considérés comme des recommandations :
- § 4.3.2.3 ;
- § 4.3.2.6 ;
- § 4.3.3 1), 4), 5) et 6) ;
- § 5 ;
- § 6 ;
- l'annexe II, à l'exception de l'AII-2. 1) ;

2.2. De plus, il est spécifié dans le cadre de la réglementation que les recommandations du § 5.7 sont destinées uniquement aux caves et aux greniers en dehors du volume protégé ;

2.3. Pour empêcher dans la mesure du possible la pénétration d'animaux indésirables par une ouverture d'alimentation réglable, il est recommandé de veiller à ce que les objets suivants ne puissent pas traverser l'ouverture d'alimentation, soit depuis l'intérieur vers l'extérieur, soit dans l'autre sens :
- une sphère métallique avec un diamètre de 4 mm ;
- un disque métallique avec un diamètre de 10 mm et une épaisseur de 3 mm.

Ceci est valable pour chaque position d'ouverture ;

2.4. Pour empêcher dans la mesure du possible l'infiltration d'eau par une ouverture d'alimentation réglable, il est recommandé de veiller à ce que la pénétration d'eau ne soit pas possible pour une différence de pression inférieure ou égale à 150 Pa en position "Fermée" et pour une différence de pression inférieure ou égale à 20 Pa en position "Complètement ouverte". Pour les fenêtres qui sont spécifiquement conçues comme ouverture d'alimentation réglable, la position "Complètement ouverte" doit être comprise comme la position d'ouverture maximale pour la ventilation (et non la position d'ouverture maximale de la fenêtre) ;

2.5. La détermination de l'étanchéité à l'eau des ouvertures d'alimentation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1. Les prescriptions ci-dessous sont en outre d'application :
- l'ouverture d'alimentation réglable doit être installée conformément aux instructions du fournisseur dans un panneau qui présente l'épaisseur du support sur lequel l'ouverture d'alimentation réglable sera placée en conditions réelles.

  Par exemple :
  - un panneau d'une épaisseur de 20 mm dans le cas d'un vitrage ;
  - un panneau d'une épaisseur de 60 mm dans le cas d'un châssis de fenêtre ;
  - un panneau d'une épaisseur de 300 mm dans le cas d'un mur.

  L'épaisseur du panneau sera mentionnée dans le rapport ;
- Conformément à la norme NBN EN 13141-1, les tests sont effectués selon la norme NBN EN 1027. La méthode d'essais retenue est la méthode 1A ;
- Pour les ouvertures d'alimentation réglables qui ont des dimensions variables, les tests doivent être effectués sur un échantillon dont la mesure-jour de chaque dimension variable est de 1 m. Si la dimension maximale disponible est plus petite que 1 m, le test doit être effectué sur un échantillon dont la dimension est maximale. La mesure-jour d'une ouverture d'alimentation réglable est la dimension totale de l'ouverture d'alimentation réglable moins la dimension du rebord à encastrer. Toutes ces dimensions sont considérées du côté intérieur (voir figure "Exemple de mesure-jour d'une bouche d'alimentation " dans l'annexe C3 du présent Arrêté) ;

2.6. Pour éviter dans la mesure du possible des problèmes de confort, il est recommandé que la partie inférieure de l'ouverture d'alimentation réglable soit placée à une hauteur d'au moins 1,80 m au dessus du niveau du plancher fini.

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 5 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

« Annexe C3 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

DISPOSITIFS DE VENTILATION DANS LES BTIMENTS NON RESIDENTIELS
Méthode de détermination et exigences
(Annexe VHN)

1 Objet

Cette annexe établit les exigences minimales imposées à la conception et à la réalisation de systèmes de ventilation en vue d'obtenir une qualité d'air saine et agréable dans les bâtiments non-résidentiels destinés à l'usage humain.

Cette méthode de détermination ne traite pas de l'utilisation de ces systèmes de ventilation et ne garantit pas non plus que la qualité d'air souhaitée sera obtenue partout et à tout moment.

2 Domaine d'application

Cette annexe s'applique aux bâtiments non-résidentiels ou aux parties de ceux-ci, destinés à l'usage humain.

La ventilation des espaces spéciaux (voir § 6.3) ne fait pas partie du domaine d'application de cette annexe.

3 Références normatives

Cette annexe fait plusieurs fois référence à des dispositions tirées d'autres publications dont voici la liste :

1. NBN EN 12792:2003 Ventilation des bâtiments – Symboles, terminologie et symboles graphiques
2. NBN EN 12599:2000 Ventilation des bâtiments – Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisations installées
3. NBN EN 13779:2004 Ventilation dans les bâtiments non résidentiels – spécification des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation
4. NBN EN 13141-1:2004 Ventilation des bâtiments - Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements - Partie 1 : Dispositifs de transfert d'air montés en extérieur et en intérieur
5. NBN EN 13141-2:2004 Ventilation des Bâtiments - Essais des performances des composants/produits pour la ventilation des logements - Partie 2 : Bouches d'air d'évacuation et d'alimentation
6. NBN EN 1027:2000 Fenêtres et portes - Perméabilité à l'eau - Méthode d'essai
7. NBN EN 13829:2001 Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur

Seule la version de norme portant la date mentionnée est d'application.

4 Définitions

Dans cette annexe, les définitions de la norme NBN EN 12792 sont d'application, ainsi que les suivantes.

- **Débit de conception :** le débit de ventilation pour lequel le système de ventilation est conçu.
- **Espace destiné à l'occupation humaine :** espace prévu pour que les gens y séjournent plus longtemps (par exemple locaux de bureaux, salles de réunion, salle des guichets, accueil, etc.).
- **Espace non destiné à l'occupation humaine :** espace prévu pour que les personnes n'y séjournent qu'un temps relativement court en usage normal (par exemple espaces de circulation tels que couloirs, cages d'escalier… ; toilettes ; archives ; locaux de stockage ; garages ;...). Si un poste de travail est prévu dans un espace (par exemple bureau pour un travailleur dans un espace d'archives), alors l'espace ne tombe pas dans cette catégorie.
- **Mesure-jour d'une bouche d'alimentation :** dimension totale de la bouche d'alimentation moins la dimension du rebord à encastrer, mesurée du côté de l'environnement intérieur.

Figure [1] : exemple de mesure-jour d'une bouche d'alimentation

Vue de l'intérieur avec :
a, a' = dimension du rebord à encastrer (mesuré du côté de l'environnement intérieur)
b, b' = dimension de l'embout
c = dimension du profil
d = dimension totale de la bouche d'alimentation

- **Sas d'entrée :** espace situé entre l'environnement extérieur et un couloir ou un hall d'accueil, sans accès vers un autre espace que ce couloir ou ce hall d'accueil, qui sert d'espace tampon entre les environnements intérieur et extérieur. Si un tel espace est explicitement conçu comme un espace de travail ou équipé de sièges, il ne peut plus être considéré comme un sas d'entrée.

Les définitions suivantes sont directement tirées de la norme NBN EN 12792.

- **Air fourni (supply air) :** écoulement d'air entrant dans l'espace à traiter ou air entrant dans le système après un traitement quelconque.
- **Air intérieur (indoor air) :** air dans la pièce ou la zone traitée.
- **Air mélangé (mixed air) :** air qui contient deux écoulements d'air ou plus.
- **Air neuf (outdoor air) :** air contrôlé entrant dans le système ou par des ouvertures depuis l'extérieur avant tout traitement de l'air[1].
- **Air recyclé (recirculation air) :** air repris qui est renvoyé à un caisson de traitement d'air.
- **Air rejeté (exhaust air) :** écoulement d'air refoulé dans l'atmosphère.
- **Air repris (extract air) :** écoulement d'air quittant l'espace à traiter.
- **Air transféré (transferred air) :** air intérieur qui passe de la pièce à traiter vers une autre pièce à traiter.
- **Bouche d'air (air terminal device) :** composant d'une installation qui est conçu afin d'obtenir un mouvement prédéterminé de l'air à l'entrée et à la sortie d'un espace à traiter. Ils peuvent être répartis dans les catégories suivantes :
  - **à commande automatique** : appareils ayant des parties mobiles interactives lors d'une variation des conditions locales, telles que la température, l'humidité, la concentration de CO_2, la différence de pression, le débit d'air, ... ;
  - **fixe** : appareil sans aucune partie réglable ;
  - **à réglage manuel** : appareil ayant des parties mobiles qui peuvent être réglées manuellement.
- **Bouche d'alimentation (supply air terminal device) :** bouche d'air par laquelle l'air pénètre dans l'espace à traiter. Elle est conçue de façon à assurer des conditions de confort prédéterminées, dans la zone d'occupation, relatives à la température, la vitesse de l'air, l'humidité et le bruit.
- **Bouche d'évacuation (extract air terminal device) :** bouche d'air par laquelle l'air quitte l'espace à traiter.
- **Composant de ventilation (component of ventilation) :** elément fonctionnel unique faisant partie d'une installation de ventilation.
- **Dispositif de transfert d'air monté en intérieur (internally mounted air transfer device) :** dispositif conçu pour permettre le passage de l'air entre deux espaces internes.

---

[1] La version anglaise de la norme fait une différence entre "outdoor air" et "outside air". Le premier terme désigne l'air extérieur qui est fourni au bâtiment, alors que le second désigne l'air qui se trouve à l'extérieur du bâtiment.

- **Espace à traiter (treated space) :** enceinte desservie par un système de distribution.
- **Infiltration (infiltration) :** passage non contrôlé de l'air dans un espace à travers les chemins de fuite dans l'enveloppe de cet espace.
- **Installation de ventilation (ventilation installation) :** combinaison de tous les composants requis pour fournir une ventilation.
- **Système de ventilation (ventilation system) :** combinaison de l'installation de ventilation et du bâtiment lui-même.
- **Ventilation (ventilation) :** apport et enlèvement d'air voulu par conception à et depuis un espace à traiter.
- **Ventilation hybride (hybrid ventilation) :** ventilation où la ventilation naturelle peut au moins pendant une certaine période être assistée ou remplacée par la ventilation mécanique.
- **Ventilation mécanique (mechanical ventilation) :** ventilation utilisant des composants motorisés pour mouvoir l'air.
- **Ventilation mécanique double flux (fan assisted balanced ventilation) :** ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air tant du côté de l'air fourni que du côté de l'air rejeté de façon à réaliser un rapport débit/pression désigné.
- **Ventilation mécanique simple flux par extraction (fan assisted exhaust ventilation) :** ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air uniquement du côté de l'air rejeté.
- **Ventilation mécanique simple flux par insufflation (fan assisted supply air ventilation) :** ventilation qui utilise des composants motorisés pour mouvoir l'air uniquement du côté de l'air fourni.
- **Ventilation naturelle (natural ventilation) :** ventilation à travers les chemins de fuite (infiltration) et les ouvertures (ventilation) dans le bâtiment qui repose sur les différences de pression sans l'aide de composants motorisés de mise en mouvement de l'air.

5 Symboles et unités

Dans cette annexe, les symboles et unités de la norme NBN EN 12792 sont d'application.

6 Expression des exigences

6.1 Expression des exigences

L'expression des exigences relatives aux systèmes de ventilation est décrite dans la norme NBN EN 13779, y compris son annexe A.

6.2 Expression d'exigences complémentaires

L'expression de certaines exigences complémentaires ainsi que la détermination des performances éventuellement associées sont décrites ci-dessous.

6.2.1 Conditions de pression

Les conditions de pression, dans un bâtiment ou une partie de bâtiment, résultant de la différence entre le débit d'air fourni et le débit d'air repris, PC, sont calculées à l'aide de la formule suivante :

Eq. 1

$$PC = \mathrm{sign}(q_{v,supply} - q_{v,extract}) \times \left(\frac{\mathrm{abs}(q_{v,supply} - q_{v,extract})}{\dot{V}_{50}} \right)^{\frac{1}{0,65}} \times 50 \quad \text{Pa}$$

où :

$q_{v,supply}$ le débit d'air fourni, en m³/h ;

$q_{v,extract}$ le débit d'air repris, en m³/h ;

$\dot{V}_{50}$ le débit de fuite d'air du bâtiment ou d'une partie du bâtiment à 50 Pa, déterminé conformément à la norme NBN EN 13829, en m³/h.

6.2.2 Ventilation des espaces de toilette

Le débit de conception des espaces de toilette est déterminé en fonction du nombre de WC (y compris les urinoirs). A défaut de connaître le nombre de water-closets, le débit de conception des toilettes est déterminé sur base de leur surface d'utilisation.

6.3 Ventilation des espaces spéciaux

La ventilation des espaces spéciaux ne fait pas partie du domaine d'application de cette annexe. On entend ici par espaces spéciaux, des espaces avec (un risque de) pollution pour lesquels d'autres exigences (spécifiques/plus contraignantes) concernant la ventilation sont d'application.

Les espaces suivants sont certainement à considérer comme des espaces spéciaux :

- les garages dont la surface (calculée sur base des dimensions intérieures) est supérieure à 40 m² ;
- les chaufferies et locaux de chauffe ;
- les soutes à combustible ;
- les locaux contenant les compteurs gaz ;
- les locaux pour postes de détente de gaz naturel ;
- les gaines d'ascenseurs, les cabines d'ascenseurs et les salles des machines ;
- les vides-ordures et les locaux de stockage des ordures ;
- certains laboratoires (médicaux, biologiques,…) ;
- les locaux contenant des groupes électrogènes.

En plus des espaces avec (un risque de) pollution particulière, les espaces suivants peuvent aussi être considérés comme espaces spéciaux :

- les chambres froides ;
- les sas d'entrée ;
- les gaines techniques ;
- les cabines à haute et basse tension (TGBT, UPS, transfo,…) ;
- les locaux techniques pour groupes de traitement d'air
- les locaux techniques pour installations d'air comprimé ;
- les escaliers ;
- les espaces de stockage ayant une surface inférieure à 2 m² ;
- les locaux serveurs et racks ;
- les locaux citernes d'eau ;
- les locaux de chargement et de déchargement dans les bâtiments industriels.

7 Niveaux de performance minimaux et détermination des performances des systèmes de ventilation

Dans ce paragraphe, les performances minimales à atteindre sont énumérées.

7.1 Qualité de l'air intérieur

Lors du dimensionnement des systèmes de ventilation, le débit de conception ne peut pas être inférieur au débit minimal correspondant à la catégorie d'air intérieur IDA3. La valeur exprimée en m³/h est d'application. Le débit de conception minimal exigé dans un espace, exprimé en m³/h, doit être arrondi à l'unité.

7.2 Débits de ventilation

Le débit de conception d'un espace doit pouvoir être réalisé tant à l'évacuation qu'à l'alimentation.

•

•

Lorsque, dans un local existant, des exigences de ventilation relatives aux amenées d'air doivent être satisfaites, le débit d'alimentation de conception minimal vaut le débit fixé pour cet espace au, suivant le cas, § 7.2.1 ou au § 7.2.2 . Toutefois, le débit d'alimentation de conception minimal peut être limité à 45 m³/h par mètre courant de fenêtre remplacée ou ajoutée dans cet espace.

7.2.1 Dans les espaces destinés à l'occupation humaine

Le débit de conception minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine doit être déterminé sur base du tableau 11 de la norme NBN EN 13779 ("*Taux d'air neuf par personne*"). Pour cela, on se base en principe sur l'occupation prévue par l'équipe de conception du bâtiment.

Toutefois,

- si l'occupation prévue d'un espace est inférieure à la valeur déterminée selon le tableau ci-dessous,
- ou si l'équipe de conception elle-même ne détermine pas l'occupation prévue,

alors la détermination du débit de conception minimal devra prendre en considération l'occupation déterminée selon le tableau ci-dessous. Lorsqu'on détermine l'occupation à l'aide de ce tableau, il faut arrondir le nombre de personnes obtenu à l'unité supérieure.

Lorsqu'on utilise le tableau 11 de la norme NBN EN 13779, il faut considérer qu'il n'est pas autorisé de fumer, à moins qu'il soit expressément stipulé qu'il est permis de fumer.

Les catégories principales du tableau ci-dessous (caractères gras) sont seulement indicatives. Tous les types d'espaces définis dans le tableau peuvent en principe être présents dans un bâtiment.

Tableau 1 : Valeurs minimales à appliquer pour la détermination de l'occupation nécessaire au calcul du débit de conception minimal dans les espaces destinés à l'occupation humaine (voir texte)

Catégories principales (indicatives)	Types d'espace	Surface d'utilisation par personne (m²/personne)
Horeca	Restaurant, cafétéria, buffet rapide, cantine, bar, bar à cocktail	1,5
	Cuisine, kitchenette	10
Hôtels, motels, centres de vacances	Chambre à coucher d'hôtel, de motel, de centre de vacances,…	10
	Dortoir de centre de vacances	5
	Lobby, hall d'entrée	2
	Salle de réunions, espace de rencontre, salle polyvalente	2
Immeubles de bureaux	Bureau	15
	Local de réception, réception, salle de réunions	3,5
	Entrée principale	10
Lieux publics	Hall des départs, salle d'attente	1
	Bibliothèque, médiathèque	10
Lieux de rassemblement publics	Bâtiment religieux, bâtiment gouvernemental, salle d'audience, musée et galerie	2,5
Commerce de détail	Local de vente, magasin (sauf centre commercial)	7
	Centre commercial	2,5
	Salon de coiffure, institut de beauté	4
	Magasin de meubles, tapis, textiles…	20
	Supermarché, grand magasin, magasin spécialisé pour animaux	10
	Laverie automatique	5
Sports et loisirs	Hall de sports, terrain de sport, terrain de jeu, salle de gymnastique	3,5
	Vestiaire (où des personnes travaillent)	2
	Espace des spectateurs, tribunes	1
	Discothèque, dancing	1
	Club sportif, salle d'aérobic, salle de fitness, club de bowling	10
	Piscine, sauna, wellness	2
	Cinéma, salle de concert	1

Catégories principales (indicatives)	Types d'espace	Surface d'utilisation par personne (m²/personne)
Locaux de travail	Studio de photographie, chambre noire…	10
	Pharmacie (local de préparation)	10
	Salle des guichets dans les banques, salle des coffres destinée au public	20
	Local de photocopie, local des imprimantes	10
	Local informatique (sans local des imprimantes)	25
Etablissements d'enseignement	Salle de cours	4
	Atelier de cours, laboratoire de cours	4
	Auditoire	2
	Salle des professeurss	4
	Crèches, garderie pour enfants, salle de jeux	4
	Salle polyvalente	1
Soins de santé	Salle commune	10
	Salle de traitement et d'examen	5
	Salle d'opération et d'accouchement, salle de réveil et soins intensifs, salle de kinésithérapie, de physiothérapie	5
Etablissements pénitentiaires	Cellule, salle commune	4
	Poste de surveillance	7
	Inscription, enregistrement, salle de garde	2
Autres espaces	Autre espace	15
	Partie de stockage d'un magasin	100

Le Ministre peut définir les valeurs à spécifier pour la détermination de l'occupation nécessaire au calcul du débit de conception minimal dans les espaces repris dans la catégorie "autre espace" du tableau 1 ci-dessus.

7.2.2 Dans les espaces non destinés à l'occupation humaine

Le débit de conception minimal dans les espaces non destinés à l'occupation humaine doit être déterminé sur base du tableau 12 de la norme NBN EN 13779.

Toutefois, le débit de conception minimal dans les toilettes est de 25 m³/h par WC (y compris les urinoirs) ou 15 m³/h par m² de surface d'utilisation si le nombre de WC n'est pas connu au moment du dimensionnement du système de ventilation. Dans les salles de douches et les salles de bains, le débit de conception minimal est de 5 m³/h par m² de surface d'utilisation, avec un minimum de 50 m³/h par espace.

7.3 Qualité de l'air des débits d'alimentation

Le débit d'alimentation de conception minimal doit être réalisé avec de l'air neuf. Tous les débits supplémentaires peuvent être réalisés avec de l'air neuf, de l'air recyclé ou de l'air transféré.

En cas de recyclage de l'air repris, il faut respecter chacune des directives de l'annexe A.6 de la norme NBN EN 13779.

Par dérogation aux deux exigences précédentes, le débit d'alimentation de conception dans les espaces non destinés à l'occupation humaine peut être entièrement réalisé avec de l'air repris d'autres espaces de qualité ETA 1 ou ETA 2.

La contribution de l'air de qualité ETA 1 ou ETA 2 repris d'autres espaces dans le débit de conception d'un local dépend du débit de conception du (des) espace(s) d'où est extrait cet air. La somme des débits de conception d'un espace vers d'autres espaces ne peut pas être supérieure au débit de conception propre à cet espace.

7.4 Régulation de la qualité de l'air

Les systèmes de ventilation mécaniques équipés d'un système de régulation du type IDA-C1 et du type IDA-C2 ne sont pas autorisés.

Les systèmes de régulation basés sur la température de l'air et qui permettent de réduire le débit de ventilation sous le débit de conception minimal ne sont pas autorisés.

7.5 Conditions de pression dans les espaces ou les bâtiments

Les conditions de pression (PC) provoquées dans le bâtiment par le déséquilibre entre les débits d'air fourni ($q_{v,supply}$) et les débits d'air repris ($q_{v,extract}$) ne peuvent pas être inférieures à –5 Pa ou supérieure à 10 Pa (le calcul doit être effectué avec une valeur de débit de fuite à 50 Pa ($\dot{V}_{50}$) égale V m³ h^{-1} – V étant le volume (calculé sur base des dimensions extérieures, en m³) du bâtiment ou de la partie de bâtiment considérée).

Cette condition de pression doit être remplie dans chaque zone de ventilation, quel que soit le type de système de ventilation (mécanique ou naturel).

7.6 Dimensionnement des bouches d'air naturelles et des ouvertures de transfert

Les bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle et les bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction sont dimensionnées pour une différence de pression maximale de 2 Pa. Les bouches d'alimentation dans un espace pourvu d'une extraction mécanique peuvent être dimensionnées pour une différence de pression maximale de 10 Pa, à moins qu'il ne se trouve dans cet espace un appareil à chambre de combustion ouverte raccordé à un conduit d'évacuation.

Les bouches d'extraction d'un système de ventilation naturelle et les bouches d'extraction d'un système de ventilation mécanique simple flux par insufflation sont dimensionnées pour une différence de pression maximale de 2 Pa. Les bouches d'extraction dans un espace pourvu d'une alimentation mécanique peuvent être dimensionnées pour une différence de pression maximale de 10 Pa.

Les dispositifs de transfert d'air montés en intérieur sont dimensionnés pour une différence de pression maximale de 10 Pa si un des deux espaces au moins qu'elles desservent est pourvu d'un système de ventilation mécanique. Dans tous les autres cas, cette valeur maximale est ramenée à 2 Pa.

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de la relation pression-débit des bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation naturelle, des bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation mécanique simple flux par extraction et des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1.

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de la relation pression-débit des bouches d'évacuation pour systèmes de ventilation naturelle et des bouches d'évacuation pour systèmes de ventilation mécanique simple flux par insufflation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-2.

Le débit de chaque bouche d'alimentation d'un système de ventilation naturelle, de chaque bouche d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction, de chaque bouche d'extraction d'un système de ventilation naturelle, de chaque bouche d'extraction d'un système de ventilation mécanique simple flux par insufflation et de chaque dispositif de transfert d'air monté en intérieur, qu'il soit donné pour une différence de pression de 2 Pa ou de 10 Pa, est exprimé en m³/h et doit être arrondi à l'unité.

7.7 Possibilité de réglage des bouches d'air

Les dispositifs de transfert d'air montés en intérieur doivent être fixes (non réglables).

Les bouches d'alimentation pour systèmes de ventilation naturelle ou systèmes de ventilation mécaniques simple flux par extraction et les bouches d'évacuation pour systèmes de ventilation naturelle ou système de ventilation mécanique simple flux par insufflation doivent être dotées d'un réglage manuel ou automatique. Elles doivent pouvoir être réglées en suffisamment de positions intermédiaires entre les positions "Fermée" et "Complètement ouverte". Ce réglage peut se faire soit en continu, soit via au moins 3 positions intermédiaires entre les positions "Fermée" et "Complètement ouverte".

7.8 Evacuation pour ventilation naturelle

Les bouches d'évacuation destinées à la ventilation naturelle sont raccordées à un conduit d'évacuation qui débouche au-dessus du toit. Les conduits d'évacuation doivent avoir un tracé vertical autant que possible. Des déviations de maximum 30° par rapport à la verticale sont admises.

Les conduits d'évacuation et les accessoires sont dimensionnés pour une vitesse maximale de l'air de 1 m/s.

7.9 Nature des dispositifs de transfert d'air montés en intérieur

Les fentes sous les portes intérieures peuvent être considérées comme des dispositifs de transfert d'air pour autant que la plus petite dimension de la fente soit au moins de 5 mm (la hauteur de la fente est mesurée à partir du niveau du plancher fini ; si la finition de plancher n'est pas connue, on suppose qu'elle a une épaisseur de 10 mm). Dans ce cas, il faut tenir compte d'un débit de :

- 0,36 m³/h par cm² de fente pour une différence de pression de 2 Pa ;
- 0,80 m³/h par cm² de fente pour une différence de pression de 10 Pa.

Une porte coupe-feu ouverte en permanence, équipée d'un système qui ne ferme la porte qu'en cas d'incendie, peut être considérée comme une ouverture de transfert d'air. Dans ce cas, il faut tenir compte d'un débit de :

- 0,36 m³/h par cm² d'ouverture de porte pour une différence de pression de 2 Pa ;
- 0,80 m³/h par cm² d'ouverture de porte pour une différence de pression de 2 Pa.

7.10 Pénétration d'animaux indésirables par les bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction

Pour empêcher dans la mesure du possible la pénétration d'animaux indésirables par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction, il est recommandé de s’assurer que les objets suivants ne puissent passer à travers la bouche d'alimentation, soit depuis l'intérieur vers l'extérieur, soit dans l'autre sens :

- une sphère métallique avec un diamètre de 4 mm ;
- un disque métallique avec un diamètre de 10 mm et une épaisseur de 3 mm.

Cette recommandation est valable pour chaque position d'ouverture.

7.11 Pénétration d'eau par les bouches d'alimentation des systèmes de ventilation naturelle ou de ventilation mécanique simple flux par extraction

Pour empêcher dans la mesure du possible l'infiltration d'eau par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou par une bouche d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction, il est recommandé de s'assurer que la pénétration d'eau ne soit pas possible pour une différence de pression inférieure ou égale à 150 Pa en position "Fermée" et pour une différence de pression inférieure ou égale à 20 Pa en position "Complètement ouverte".

Pour les fenêtres qui sont spécifiquement conçues comme bouche d'alimentation, la position "Complètement ouverte" doit être comprise comme la position d'ouverture maximale pour la ventilation (et non la position d'ouverture maximale de la fenêtre).

En l'absence de normes spécifiques, la détermination de l'étanchéité à l'eau des bouches d'alimentation s'effectue selon la norme NBN EN 13141-1. Les prescriptions suivantes sont en outre d'application :

- la bouche d'alimentation doit être installée conformément aux instructions du fournisseur dans un panneau qui présente l'épaisseur du support sur lequel la bouche d'alimentation sera placée en conditions réelles, par exemple :
  - un panneau d'une épaisseur de 20 mm dans le cas d'un vitrage,
  - un panneau d'une épaisseur de 60 mm dans le cas d'un châssis de fenêtre,
  - un panneau d'une épaisseur de 300 mm dans le cas d'un mur ;
- l'épaisseur du panneau sera mentionnée dans le rapport ;
- conformément à la norme NBN EN 13141-1, les tests sont effectués selon la norme NBN EN 1027. La méthode d'essais retenue est la méthode 1A ;
- pour les bouches d'alimentation qui ont des dimensions variables, les tests doivent être effectués sur un échantillon dont la mesure-jour de chaque dimension variable est de 1 m. Si la dimension maximale disponible est plus petite que 1 m, le test doit être effectué sur un échantillon dont la dimension est maximale.

7.12 Diffusion de l'air dans la zone d'occupation

Pour éviter dans la mesure du possible des problèmes de confort, il est recommandé que la partie inférieure des bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle et des bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction soit placée à une hauteur d'au moins 1,80 m au dessus du niveau du plancher fini.

En dérogation à la recommandation précédente, la partie inférieure des bouches d'alimentation d'un système de ventilation naturelle ou des bouches d'alimentation d'un système de ventilation mécanique simple flux par extraction peut être placée à une hauteur inférieure à 1,80 m au dessus du niveau du plancher fini, pour autant qu'un rapport de test relatif à la diffusion de l'air dans la zone d'occupation, établi selon la norme NBN EN 13141-1, § 4.5 ("*Air diffusion in the occupied zone*"), soit disponible. Conformément au § 4.5 et au tableau 5 de la norme NBN EN 13141-1, la détermination de la diffusion de l'air dans la zone d'occupation est effectuée pour la combinaison $\Delta\theta = 0K$ et $\Delta p = 10$ Pa.

7.13 Détermination des performances de systèmes de ventilation mécanique installés

Les performances de systèmes de ventilation mécanique installés sont déterminées selon la norme NBN EN 12599.

Le débit de chaque bouche d'alimentation ou d'extraction mécanique est exprimé en m^3/h et doit être arrondi à l'unité.

7.14 Spécifications complémentaires relatives à la qualité du système de ventilation et à la mesure des débits mécaniques

Le ministre peut fixer des spécifications complémentaires concernant la qualité du système de ventilation et la mesure qui démontre la conformité entre les débits exigés et mécaniquement réalisés.

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 6 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

Modifications à apporter à l'Annexe D à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

Art.1 Le paragraphe 11.3.4.2.4 est remplacé par :

« **11.3.4.2.4 Directive EcoDesign : prise en compte du rendement**

Dans le cadre de l'évaluation du rendement de production de l'eau chaude sanitaire, le rendement extrait de la directive EcoDesign "ηwh" sera utilisé dans le calcul décrit en § 11.3.3., en considérant :

Eq. 260 Si le vecteur énergétique est différent de l'électricité :

$\eta_{gen,water} = \eta_{wh} / 100$;

si le vecteur énergétique est l'électricité :

$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) . CC$ (-)

avec :

η_{wh} : l'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, exprimée par rapport au pouvoir calorifique supérieur, en %, déterminée comme expliqué au § 11.3.4.2.3a) ou au § 11.3.4.2.3b);

CC : le coefficient de conversion [pour l'électricité], tel que défini dans les Règlements précités, (-), et valant 2,50. »

Art.2 Au paragraphe 12.2, l'équation 140 est remplacé par :

« **Eq. 140** $f_{as,water,bathi,m} = f_{as,water,sin\,ki,m} = \min\left(0.999,\ \eta_{as,water,m} \cdot f_{d,as} \cdot Q_{as,m}/Q_{demand,as,water,m}\right)$ »

Art.3 Le paragraphe 14.2 est remplacé par :

« **14.2 Production mensuelle d'électricité**

La production mensuelle d'électricité d'un système d'énergie solaire photovoltaïque i, en kWh, est calculée selon l'Eq. 158, sauf si une valeur plus favorable peut être déterminée sur base de règles spécifiées par les autorités compétentes. [En date du 01/01/2014, ces règles n'existent pas, de telle sorte que l'Eq. 158 doit être appliquée.]

Eq. 158 $$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600}$$ [kWh]

avec :

$P_{pv,i}$	la puissance de crête du système photovoltaïque i pour un flux d'ensoleillement de 1000 W/m², en W, déterminée selon NBN EN 60904-1,
$RF_{pv,i}$	le facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque, sans unité, déterminé comme mentionné ci-dessous,
$c_{pv,i}$	le facteur de correction pour l'ombrage, calculé comme mentionné ci-dessous ;
$I_{s,m,i,shad}$	l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage, en MJ/m², déterminé comme mentionné ci-dessous.

Le calcul de l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour un mois considéré, compte tenu de l'ombrage des obstacles fixes, se fait selon l'**Error! Reference source not found.** (dans laquelle il convient de remplacer le mot "fenêtre" par le mot "système d'énergie solaire photovoltaïque"). Cette annexe spécifie une méthode de calcul simplifiée et une méthode de calcul.

On détermine le facteur de correction pour l'ombrage, $c_{pv,i}$, comme suit :

Eq. 258 $$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right) \quad (-)$$

avec :

$I_{s,m,i,shad}$ l'ensoleillement au niveau de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage des obstacles fixes, en MJ/m², déterminé selon l'**Error! Reference source not found.** de la présente annexe ;

$I_{s,m,i,horshad}$ l'ensoleillement de la surface du système d'énergie solaire photovoltaïque i pour le mois considéré, en prenant en compte uniquement l'ombrage de l'horizon, en MJ/m², déterminé selon l'**Error! Reference source not found.** de la présente annexe. Les autres obstacles (surplombs et écrans équivalents) ne sont donc pas pris en considération dans ce calcul.

(S'il n'y a pas d'autres obstacles que l'horizon qui apportent de l'ombrage, $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i} = 1$, et il n'y a donc pas de diminution de production.)

En certification, la méthode simplifiée est toujours d'application pour le calcul de l'ensoleillement d'un système solaire photovoltaïque, de telle sorte que $C_{pv,i} = 1$.

Le facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque est déterminé comme suit :

Eq. 262 $$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i} \quad (-)$$

avec :

$G_{tech,pv,i}$ le gain de performance lié au choix d'une technologie photovoltaïque en couches minces, (-), indiqué au

Tableau [**113**];

$G_{TL,pv,i}$	le gain de performance lié à l'absence de transformateur à isolation galvanique dans l'onduleur, (-), indiqué au

Tableau [**113**];

$G_{inst,pv,i}$ le gain de performance lié à un mode de pose non intégré à la paroi du bâtiment, (-), indiqué au

Tableau [113] : Valeurs des paramètres considérés dans le calcul du facteur de réduction du système d'énergie solaire photovoltaïque $RF_{pv,i}$

Paramètres	Caractéristiques	Valeur (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Technologies mono ou polycristallines	0,00
	Technologies en couches minces	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Onduleur avec transformateur à isolation galvanique (**)	0,00
	Onduleur sans transformateur à isolation galvanique	0,01
$G_{inst,pv,i}$	Panneaux solaires photovoltaïques intégrés à la paroi du bâtiment	0,00
	Panneaux solaires photovoltaïques non intégrés à la paroi du bâtiment	0,01
(*)Le type de technologie utilisée est indiqué sur la fiche technique des modules. (**) Transformerless (sans transformateur) "TL" est habituellement indiqué dans la fiche technique de l'onduleur, (section "Topologie").		

»

Art.4 Le paragraphe U.2.3 de l'annexe U est remplacé par :

« **U.2.3 Valeurs U des murs en contact direct avec le sol**

Pour les murs en contact avec le sol, la valeur U est déterminée de la façon suivante :

Eq. 243 $d_w = 2.(R_{si} + R + R_{se})$ [m]

Eq. 244 Quand $d_w \geq d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0.5.d_t}{d_t+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

Quand $d_w < d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5\ d_w}{d_w+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

avec :

d_w l'épaisseur totale équivalente du mur, en m ;

d_t l'épaisseur totale équivalente du plancher, en m ;

R_{si} la résistance thermique d'échange superficiel du côté intérieur, en m².K/W, donnée au **Error! Reference source not found.** ;

R la résistance thermique de l'élément de construction, en m².K/W ;

R_{se} la résistance thermique d'échange superficiel du côté extérieur, en m².K/W, donnée au **Error! Reference source not found.** ;

z est la profondeur moyenne sous le niveau du sol du mur en contact avec le sol, en m, arrondie à un multiple de 0.5 m, (avec un maximum de 10 m). Si z = 0 m, alors le calcul se fait avec z = 0.01 m.

En certification, l'épaisseur totale équivalente d_w du plancher est fixée conventionnellement à 1.16.

NOTE : La valeur d_t = 1.16 est basée sur le document de référence pour les pertes par transmission, avec les hypothèses suivantes : λ_{sol} = 2 W/mK, épaisseur des murs enterrés = 30 cm, résistance thermique de la dalle de sol = 0.22 m².K/W.

En certification, la résistance thermique de la construction R est déterminée selon le § **Error! Reference source not found.**. »

Art.5 Au paragraphe U.3.1 de l'annexe U, au A.1.1.11, la phrase « • si le bâtiment est ou a été chauffé électriquement, » située entre « … La valeur de $R_{isolant\ 1}$ est déterminée selon le tableau ci-dessous dans les cas suivants : … » et « … • s'il

s'agit d'un immeuble construit en ou après 1985 et ayant une affectation d'appartement depuis sa construction… » est remplacée par :

« • si le bâtiment a été conçu pour être chauffé électriquement, »

Art.6 Les valeurs de calcul des facteurs de conversion du tableau 109 de l'annexe X sont remplacées par :

« **Tableau 109 : Valeurs de calcul des facteurs de conversion f_p, $f_{l/h}$ et f_{CO2} (à titre informatif)**

Source d'énergie / combustible	Source	f_p	$f_{l/h}$	f_{CO2} [kg/MJ]
Gaz naturel	(1)	1.0	0.90	0.056
Mazout = gazole	(1)	1.0	0.94	0.073
Propane/butane/GPL	(1)	1.0	0.92	0.062
Charbon	(1)	1.0	0.96	0.093
Bois	(1)	1.0	0.93	0
Granulés (pellets)	(2)	1.0	0.91	0
Autre biomasse	(2)	1.0	0.93	0
Electricité	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Electricité auto-produite par photovoltaïque	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Electricité auto-produite par cogénération	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Autres combustibles		A déterminer selon des règles spécifiées par les autorités compétentes.		

»

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,
A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,
C. NEVEN

Annexe 7 à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments

Paragraphe à insérer à l'Annexe E à l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments.

« 5. Écart en cas de non-conformité avec les exigences PEB dans le domaine des énergies renouvelables

5.1 Pourcentage annuel d'énergie renouvelable évalué pour une seule unité PEB

Si lors d'un contrôle, la valeur constatée dans la déclaration PEB finale ou sur site du pourcentage annuel d'énergie renouvelable, $\%_{RE}$, pour une ou plusieurs unité PEB s'avère inférieure à la valeur minimale imposée, l'écart dans le domaine des énergies renouvelables, pour l'unité PEB concernée, exprimé en MJ/an, est déterminé de la manière suivante :

$$\Delta = \left(\frac{\%_{RE,exigence}}{100}\right) \cdot Q_{tot\ th,constatation} - Q_{RE\ th,constatation} \quad \text{(MJ/an)}$$

où :

$\%_{RE,exigence}$	la valeur minimale imposée par la réglementation PEB pour le pourcentage annuel d'énergie renouvelable de l'unité PEB, (-) ;
$Q_{tot\ th,constatation}$	la valeur constatée par contrôle pour la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PEB, en MJ/an ;
$Q_{RE\ th,constatation}$	la valeur constatée par contrôle pour la quantité annuelle d'énergie renouvelable utilisée au sein de l'unité PEB, en MJ/an.

5.2 Pourcentage annuel d'énergie renouvelable évalué pour un volume protégé contenant plusieurs unités PEB

Si lors d'un contrôle, la valeur constatée dans la déclaration PEB finale ou sur site du pourcentage annuel d'énergie renouvelable, $\%_{RE}$, pour un ou plusieurs volumes protégés s'avère inférieure à la valeur minimale imposée, l'écart dans le domaine des énergies renouvelables, pour le volume protégé concerné, exprimé en MJ/an, est déterminé de la manière suivante :

$$\Delta_{VP} = \left(\frac{\%_{RE,exigence}}{100}\right) \cdot \sum_i Q_{tot\ th,constatation,i} - \sum_i Q_{RE\ th,constatation,i} \quad \text{(MJ/an)}$$

où :

$\%_{RE,exigence}$	la valeur minimale imposée par la réglementation PEB pour le pourcentage annuel d'énergie renouvelable du volume protégé, (-) ;
$Q_{tot\ th,constatation,i}$	la valeur constatée par contrôle pour la quantité annuelle d'énergie utilisée au sein de l'unité PEB i, en MJ/an ;
$Q_{RE\ th,constatation,i}$	la valeur constatée par contrôle pour la quantité annuelle d'énergie renouvelable utilisée au sein de l'unité PEB i, en MJ/an.

Il faut faire la somme sur toutes les unités PER et toutes les unités PEN du volume protégé. »

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juin 2025 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 portant exécution du décret du 28 novembre 2013 relatif à la performance énergétique des bâtiments, en vue d'intégrer des exigences minimales d'énergie provenant de sources renouvelables dans les bâtiments.

Namur, le 5 juin 2025.

Pour le Gouvernement :

Le Ministre-Président et Ministre du Budget, des Finances, de la Recherche et du Bien-être animal,

A. DOLIMONT

La Ministre de l'Énergie, du Plan Air-Climat, du Logement et des Aéroports,

C. NEVEN

ÜBERSETZUNG

ÖFFENTLICHER DIENST DER WALLONIE

[C − 2025/006638]

5. JUNI 2025 — Erlass der Wallonischen Regierung zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen an Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

Die Wallonische Regierung,

Aufgrund des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden, Artikel 3, 11, §§ 1 und 4, 12, § 2, eingefügt durch das Dekret vom 17. Dezember 2020, und Artikel 60, Absatz 2;

Aufgrund des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden;

Aufgrund des Berichts vom 30. Oktober 2023, aufgestellt in Übereinstimmung mit Artikel 3 Ziffer 2 des Dekrets vom 11. April 2014 zur Umsetzung der Resolutionen der im September 1995 in Peking organisierten Weltfrauenkonferenz der Vereinten Nationen und zur Integration des Gender Mainstreaming in allen regionalen politischen Vorhaben;

Aufgrund der am 22. November 2023 abgegebenen Stellungnahme des Finanzinspektors;

Aufgrund des am 5. Juni 2025 gegebenen Einverständnisses des Haushaltsministers;

Aufgrund des am 26. Juni 2024 in Anwendung von Artikel 84 § 1 Absatz 1 Ziffer 2 der am 12. Januar 1973 koordinierten Gesetze über den Staatsrat abgegebenen Gutachtens Nr. 76.326/4 des Staatsrats;

In der Erwägung, dass das IT-Tool zur Umsetzung von Anlage D entwickelt und am 1. September 2024 in Produktion genommen wurde;

Auf Vorschlag des Ministers für Energie;

Nach Beratung,

Beschließt:

Artikel 1 - Durch den vorliegenden Erlass wird die Richtlinie 2018/2001/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen teilweise umgesetzt.

Art. 2 - Der durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 abgeänderte Artikel 1 des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden wird mit einer Ziffer 4° mit folgendem Wortlaut ergänzt:

„4° die Richtlinie 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen; ".

Art. 3 - Artikel 2 desselben Erlasses, zuletzt abgeändert durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. Januar 2023, wird um die Ziffer 15° und 16° mit folgendem Wortlaut ergänzt:

15° Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft: Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft gemäß der Definition in Artikel 2 quinquies des Dekrets vom 12. April 2001 bezüglich der Organisation des regionalen Elektrizitätsmarkts;"

16° Energieteilung: Energieteilung gemäß der Definition in Artikel 2 Ziffer 27*quater* des Dekrets vom 12. April 2001 bezüglich der Organisation des regionalen Elektrizitätsmarkts. ".

Art. 4 - In Artikel 10/2 desselben Erlasses, eingefügt durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 28. Januar 2016 und abgeändert durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. April 2019, wird Absatz 1 um einen wie folgt verfassten Absatz ergänzt:

"Wenn die Empfangsbestätigung des Genehmigungsantrags nach dem 31. Dezember 2025 ausgestellt wird, muss das Gebäude mindestens 35 % seiner Energie aus erneuerbaren Quellen beziehen. Bei einem Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 1.000 m^2 oder mehr muss dieser Energieanteil mindestens 15 % Energie aus Systemen umfassen, die Energie aus erneuerbaren Quellen nutzen. Diese Prozentsätze werden gemäß Anlage A1 berechnet. ".

Art. 5 - In Artikel 11 desselben Erlasses, ersetzt durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 28. Januar 2016, wird durch Paragraf 4 um einen Absatz mit folgendem Wortlaut ergänzt:

"Wenn die Empfangsbestätigung des Genehmigungsantrags nach dem 31. Dezember 2025 ausgestellt wird, muss das Gebäude mindestens 35 % seiner Energie aus erneuerbaren Quellen beziehen. Bei einem Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 1.000 m^2 oder mehr muss dieser Energieanteil mindestens 15 % Energie aus Systemen umfassen, die Energie aus erneuerbaren Quellen nutzen. Diese Prozentsätze werden gemäß Anlage A3 berechnet. ".

Art. 6 - In denselben Erlass wird ein Artikel 14/1 mit folgendem Wortlaut eingefügt:

"Art. 14/1 - § 1. Ist der EEG-Erklärungspflichtige der Ansicht, dass ein Gebäude die in Artikel 10/2 § 1 Absatz 3 oder 4 und Artikel 11 § 4 Absatz 3 oder 4 genannten Anforderungen nicht erfüllen kann, so fügt er der ursprünglichen EEG-Erklärung eine Begründung bei, aus der hervorgeht, warum es seiner Ansicht nach technisch, funktionell oder wirtschaftlich nicht möglich ist, den geforderten Anteil an Energie aus erneuerbaren Quellen zu installieren.

Der EEG-Erklärungspflichtige weist in seinem Rechtfertigungsschreiben nach, dass es technisch, funktional oder wirtschaftlich unmöglich ist, den geforderten Anteil an Energie aus erneuerbaren Quellen mit Hilfe der in der EEG-Berechnungsmethode berücksichtigten erneuerbaren Technologien zu erreichen, insbesondere im Hinblick auf folgende Erwägungen:

1° die Unmöglichkeit, die Grenzwerte für die Lärmemissionen einzuhalten;

2° die Bodenart,

3° die Unmöglichkeit, die Mindestabstände zu den Nachbargrenzen einzuhalten;

4° die Unmöglichkeit, die Grenzwerte für die Luftqualität einzuhalten;

5° das Fehlen von ausreichend Platz oder Volumen in dem betreffenden Gebäude oder auf dem Grundstück des Gebäudes, um einen bestimmten Typ von Generator aufzustellen und/oder seinen Brennstoff zu lagern;

6° das Fehlen ausreichender Sonneneinstrahlung;

7° das Vorhandensein einer zu starken Beschattung durch die Umgebung;

8° das Fehlen einer ausreichenden Fläche auf dem betroffenen Gebäude oder auf dem Grundstück des Gebäudes, um Sonnenkollektoren anzubringen;

9° das Fehlen einer externen Wärmeversorgung in der Nähe ;

10° das Fehlen einer Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft in der Nähe.

Ein EEG-Erklärungspflichtiger, der diese Ausnahmeregelung bei der ursprünglichen EEG-Erklärung nicht beantragt, verzichtet auf die Inanspruchnahme dieser Ausnahmeregelung, es sei denn, der EEG-Erklärungspflichtige begründet bei der endgültigen EEG-Erklärung eine Änderung der in Absatz 2 genannten Bedingungen.

§ 2. Zusätzlich zu den in Artikel 10/2 genannten Anforderungen erfüllt die EEW-Einheit, für die die Ausnahmeregelung gilt, sofern sie nicht gemäß Artikel 10 des Dekrets davon ausgenommen ist, auch die folgenden Anforderungen:

1° Der EW-Wert liegt nicht über 30;

2° der ESpec liegt nicht über 55 Kwh/m^2.Jahr;

§ 3. Zusätzlich zu den Anforderungen nach Artikel 11 darf, wenn keine Ausnahme aufgrund von Artikel 10 des Dekrets gemacht wird, der Wert EW der EEN-Einheit, für die die Ausnahme gilt, 65 Prozent des nach Artikel 11 § 5 ermittelten Wertes, aufgerundet auf die nächste ganze Zahl, nicht überschreiten.

§ 4. Bei Gebäuden, die mehrere EEW- und/oder EEN-Einheiten enthalten, erfolgt die Bewertung der in den §§ 2 und 3 genannten Anforderungen auf Gebäudeebene gemäß den Anhängen A1 und A3. ".

Art. 7 - In denselben Erlass wird ein Artikel 14/2 mit folgendem Wortlaut eingefügt:

"Art. 14/2 - Bei jedem Antrag auf Genehmigung des Baus oder Wiederaufbaus eines Gebäudes oder einer EEG-Einheit, bei dem sich der EEG-Erklärungspflichtige zur Teilnahme an einer Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft verpflichtet oder verpflichtet hat, erfüllt das Gebäude oder die EEG-Einheit die in den Artikeln 10/2 ff. genannten Anforderungen ohne Berücksichtigung, bei der Erfüllung der Anforderungen an die Werte EW und Espec der Energiezufuhr im Zusammenhang mit der gemeinsamen Nutzung von Energie innerhalb der Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft, an der es nach Abschluss des Baus oder Wiederaufbaus teilnimmt oder teilnehmen wird.

Der Minister bestimmt die Modalitäten für den Nachweis der Verpflichtung des Erklärungspflichtigen innerhalb der Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft, die anwendbare Berechnungsmethode sowie die Modalitäten für die Aufnahme der Informationen im Zusammenhang mit der Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft in dem EEG-Ausweis des Gebäudes oder der betreffenden Einheit. ".

Art. 8 - In denselben Erlass wird ein Artikel 14/3 mit folgendem Wortlaut eingefügt:

"Art. 14/3 - § 1. Liegt die Empfangsbestätigung des Genehmigungsantrags nach dem 31. Dezember 2025, so darf das Gebäude oder die EEG-Einheit beim Bau oder Wiederaufbau kein mit Öl oder Kohle betriebenes System zur Heizung oder Warmwasserbereitung einbauen.

§ 2. Ist der EEG-Erklärungspflichtige aus technischen, funktionellen oder wirtschaftlichen Gründen der Ansicht, dass sein Projekt die in § 1. genannte Anforderung nicht erfüllen kann, so fügt er der ursprünglichen EEG-Erklärung ein Rechtfertigungsschreiben bei, aus dem hervorgeht, warum es seiner Ansicht nach technisch, funktionell oder wirtschaftlich nicht möglich ist, diese Anforderung zu erfüllen.

Der EEG-Erklärungspflichtige weist in seinem Rechtfertigungsschreiben die technische, funktionale oder wirtschaftliche Unmöglichkeit nach, insbesondere im Hinblick auf folgende Erwägungen:

1° die Unmöglichkeit, die Grenzwerte für die Lärmemissionen einzuhalten;

2° die Bodenart;

3° die Unmöglichkeit, die Mindestabstände zu den Nachbargrenzen einzuhalten;

4° die Unmöglichkeit, die Grenzwerte für die Luftqualität einzuhalten;

5° das Fehlen von ausreichend Platz oder Volumen in dem betreffenden Gebäude oder auf dem Grundstück des Gebäudes, um einen bestimmten Typ von Generator aufzustellen und/oder seinen Brennstoff zu lagern;

6° das Fehlen ausreichender Sonneneinstrahlung;

7° das Vorhandensein einer zu starken Beschattung durch die Umgebung;

8° das Fehlen einer ausreichenden Fläche auf dem betroffenen Gebäude oder auf dem Grundstück des Gebäudes, um Sonnenkollektoren anzubringen;

9° das Fehlen einer externen Wärmeversorgung in der Nähe ;

10° das Fehlen einer Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft in der Nähe.

Der Erklärungspflichtige, der seinem Antrag kein Rechtfertigungsschreiben beifügt, verzichtet auf seinen Anspruch darauf, eine Ausnahme geltend zu machen. ".

Art. 9 - In Artikel 87 desselben Erlasses, zuletzt abgeändert durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. Januar 2023, werden folgende Abänderungen in § 3 vorgenommen:

1° Absatz 1 wird durch eine Ziffer 7 mit folgendem Wortlaut ergänzt:

"7° 0,24 Euro pro 1 MJ Abweichung im Bereich der Energie aus erneuerbaren Quellen, berechnet nach Anlage E" ;

2° In Absatz 2 werden zwischen den Worten "in Absatz 1, 1° bis 5°" und den Worten "berechneten Bußgelder, dem gegebenenfalls der Betrag des in Absatz 1, 6° angeführten Bußgelds hinzugefügt wird" die Worte "und 7°" eingefügt;

3° nach § 3 wird ein § 3/2 mit folgendem Wortlaut eingefügt:

"§ 3/2. Die in Artikel 59, 2°, des Dekrets festgestellten Verstöße gegen die in Artikel 14/3 vorliegenden Erlasses festgelegten EEG-Anforderungen werden mit einer Geldbuße bestraft, die auf 2.000 € pro verbotenem System festgelegt ist, zuzüglich 3.000 € für jede der EEG-Einheiten, die von diesem System bedient werden. ".

Art. 10 - In demselben Erlass wird Anlage A1, zuletzt abgeändert durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 19. Januar 2022, durch die vorliegendem Erlass beigefügte Anlage 1 ersetzt.

Art. 11 - In demselben Erlass wird die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 19. Januar 2022 zuletzt abgeänderte Anlage A3 durch die vorliegendem Erlass beigefügte Anlage 2 ersetzt.

Art. 12 - In demselben Erlass wird die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 19. Januar 2022 zuletzt abgeänderte Anlage B1 durch die vorliegendem Erlass beigefügte Anlage 3 ersetzt.

Art. 13 - In demselben Erlass wird die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. April 2019 zuletzt abgeänderte Anlage C2 durch die vorliegendem Erlass beigefügte Anlage 4 ersetzt.

Art. 14 - In demselben Erlass wird die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. April 2019 ersetzte Anlage C3 durch die vorliegendem Erlass beigefügte Anlage 5 ersetzt.

Art. 15 - In demselben Erlass wird die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 23. Mai 2019 zuletzt abgeänderte Anlage D nach den Bestimmungen der dem vorliegendem Erlass beigefügten Anlage 6 abgeändert.

Art. 16 - In demselben Erlass wird in die durch den Erlass der Wallonischen Regierung vom 11. April 2019 abgeänderte Anlage E ein Paragraf 5 eingefügt, der in der vorliegendem Erlass beigefügten Anlage 7 enthalten ist.

Art. 17 - Der vorliegende Erlass tritt am 1. Januar 2026 in Kraft.

Die Artikel 10, 11, 12, 13, 14 und 16 finden Anwendung, wenn die Empfangsbestätigung des Genehmigungsantrags nach dem 31. Dezember 2025 ausgestellt wird.

Abweichend von Absatz 1 wird Artikel 15 am 1. September 2024 wirksam.

Art. 18 - Die Ministerin für Energie wird mit der Durchführung des vorliegenden Erlasses beauftragt.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierwohl
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungswesen und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 1 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

"Anlage A1 des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

METHODE ZUR BESTIMMUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON WOHNEINHEITEN (EEW-Methode)

Vorwort

In der vorliegenden Anlage wird die Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs (Ew-Wert) eines Wohngebäudes beschrieben. Der Ew-Wert berücksichtigt gleichzeitig das Gebäude und seine Heizungs- und Lüftungsanlagen, die Warmwasserbereitung, die Kühlanlagen sowie die Nutzung von erneuerbarer Energie. Diese Kombination von baulichen Möglichkeiten, der Wahl der Anlagentechnik und der Produktion von erneuerbarer Energie ermöglicht es dem Projektinitiator, die geeignetsten Mittel einzusetzen, um den gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Berechnung der Auswirkungen von Lichthöfen oder hinterlüfteten Fassaden auf die Energieeffizienz einer EEW-Einheit festlegen.

1 Verwijzingen naar andere teksten

1.1 Lijst van de bijlagen bij dit besluit

In deze tekst wordt verwezen naar de bijlagen van dit besluit. De volledige titels van die bijlagen luiden als volgt.

- Bijlage A.1: Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van woongebouwen
- Bijlage A.2: Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van niet-residentiële eenheden
- Bijlage B.1: Referentiedocument voor transmissieverliezen
- Bijlage B.2: Behandeling van bouwknopen
- Bijlage C.1: Maximaal toelaatbare U-waarden of minimaal te realiseren R-waarden
- Bijlage C.2: Ventilatievoorzieningen in woongebouwen
- Bijlage C.3: Ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen
- Bijlage E.1: Bepaling van de administratieve boetes

1.2 Normen

De bijlagen A.1, A.2, B.2, C.1 en C.2 bij dit besluit verwijzen naar volgende normen. Enkel de versie van de norm met de vermelde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet meldt dat zij vervangen is door een andere versie. Normverwijzingen in bijlage C.3VHN bij dit besluit worden in deze bijlage vermeld.

ARI Standard 560:2000	Absorption water chilling and water heating packages (ARI : Air-Conditioning and Refrigeration Institute)
ISO 15099:2003	Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
NBN D 50-001:1991	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
NBN EN 303-5	Heating boilers - Part 5 : Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kW - Terminology, requirements, testing and marking
NBN EN 308:1997	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
NBN EN 410	Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
NBN EN 1873:2016	Prefabricated accessories for roofing - Individual rooflights of plastics - Product specification and test methods
NBN EN 1027:2000	Windows and doors - Watertightness - Test method

NBN EN 13141-7	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 7 : Performance testing of a mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings
NBN EN 13141-8	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 8 : Performance testing of un-ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for a single room
NBN EN 13229	Inset appliances including open fires fired by solid fuels - Requirements and test methods
NBN EN 13240	Roomheaters fired by solid fuel - Requirements and test methods
NBN EN 14134:2004	Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems
NBN EN 14785	Residential space heating appliances fired by wood pellets - Requirements and test methods
NBN EN 14511:2011	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
NBN EN 14825:2013	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance
NBN EN 15250	Slow heat release appliances fired by solid fuel - Requirements and test methods
NBN EN 16510-1	Residential solid fuel burning appliances - Part 1: General requirements and test methods
NBN EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1 : Rating and performance
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaic devices - Part 1 : measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN EN ISO 9806	Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods
NBN EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations
NBN EN ISO 12241:1998	Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules
NBN EN ISO 13786:2017	Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods
NBN EN ISO 13790:2004	Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)
NBN EN ISO 52022-1	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 1 : Simplified calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing
NBN EN ISO 52022-3	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 3 :

Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing

2 Definitionen

- **Einzelheizung mit offener Brennkammer**: Einzelraumheizgerät für gasförmige und flüssige Brennstoffe, deren Verbrennungsschicht und Verbrennungsgase von dem Raum, in dem das Produkt installiert ist, nicht abgedichtet sind und welches auf dichte Art und Weise an ein Kaminrohr oder an einen Abzug angeschlossen ist bzw. ein Rauchrohr für die Evakuierung der Verbrennungsprodukte benötigt.
- **Einzelheizung mit geschlossener Brennkammer**: Einzelraumheizgerät für gasförmige und flüssige Brennstoffe, deren Verbrennungsschicht und Verbrennungsgase von dem Raum, in dem das Produkt installiert ist, abgedichtet sind welches auf dichte Art und Weise an ein Kaminrohr oder an einen Abzug angeschlossen ist bzw. ein Rauchrohr für die Evakuierung der Verbrennungsprodukte benötigt.
- **Erlass vom 15. Mai 2014:** Von der für die Heizung bestimmten Wärmeerzeugungsanlage zur Raumheizung an das Wärmeverteilungssystem (oder Wärmespeichersystem) übertragene Energie.
- **In Reihe geschaltete Produktionsgeräte**: Produktionsgeräte, die so miteinander verbunden sind, dass der Auslass des Wärmeträgers des als erstes angeschlossenen Geräts mit dem Einlass des Wärmeträgers des nächsten Geräts verbunden ist. Eine Konfiguration, bei der der Auslass des als erstes angeschlossenen Geräts mit dem Verdampfer einer Wärmepumpe verbunden ist, gilt nicht als Konfiguration mit in Reihe geschalteten Produktionsgeräten.
- **Bruttoenergiebedarf für Raumheizung:** Von der für die Heizung bestimmten Wärmeerzeugungsanlage zur Raumheizung an das Wärmeverteilungssystem (oder Wärmespeichersystem) übertragene Energie.
- **Bruttoenergiebedarf für Warmwasser:** Energie, die von der Wärmeerzeugungsanlage für Warmwasser an das Warmwasserverteilungssystem (oder das Speichersystem) abgegeben wird.
- **Nettoenergiebedarf für Heizung:** Energie, die notwendig wäre, um das geschützte Volumen während einer gewissen Zeit auf Raumtemperatur zu halten (in der vorliegenden Anlage einen Monat lang), wenn eine Anlage mit einem Systemwirkungsgrad und einem Erzeugungswirkungsgrad von 1 verwendet wird.
- **Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung:** Energie, die notwendig wäre, um das Warmwasser während einer gewissen Zeit auf der gewünschten Temperatur zu halten (in der vorliegenden Anlage einen Monat lang), wenn eine Anlage mit einem Systemwirkungsgrad und einem Erzeugungswirkungsgrad von 1 verwendet wird.
- **Biokraftstoff:** in der Hauptsache ausgehend von der Biomasse produzierter gasförmiger oder flüssiger Brennstoff (mehr als 50%) wie zum Beispiel von Biogas.
- **Wasserkreislauf:** ein geschlossener Wasserkreislauf, der durch das Gebäude läuft. Dieser Kreislauf wird von einer (oder mehreren Wärmepumpe(n)als Wärme- oder Kältequelle verwendet. Bei diesem Verfahren extrahiert oder injiziert jede angeschlossene Wärmepumpe Wärme in den Wasserkreislauf.
- **Ferngesteuerte Heizung („Slave Heater“):** Elektrisches Einzelraumheizgerät, das nicht autonom funktionieren kann und Signale erhalten muss von einer externen Steuerungszentrale, die nicht zum Produkt gehört, aber an dieses durch ein Pilotkabel, drahtlose Verbindung, Kommunikation über elektrische Leitung oder eine gleichwertige Technik angeschlossen ist, damit die Wärmeemission im dem Raum reguliert wird, wo das Produkt installiert ist.
- **Zentralheizung:** Heizungsanlage, bei der erzeugte Wärme mit einem Wärmeübertragungsmedium zu mehr als einem Raum im geschützten Volumen transportiert wird.
- **Gemeinschaftsheizung:** Anlage, die für die Beheizung von mehr als einer EEG-Einheit bestimmt ist.

- **Einzelheizung**: Heizungsanlage, bei der die Wärme in den Raum abgegeben wird, in dem sie erzeugt wird, ohne ein Wärmeübertragungsmedium zu verwenden, um die Wärme im Raum zu verteilen.
- **Koeffizient der Transmissionswärmeverluste:** Die Wärmeverluste durch Transmission durch Wandkonstruktionen bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin zwischen den Umgebungen, die sie trennen.
- **Koeffizient der Lüftungswärmeverluste:** Wärmeverlust pro Zeiteinheit bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin aufgrund der Erwärmung des Luftstroms, der durch Lüftung und durch Infiltration in einem geschützten Volumen entsteht.
- **Leistungszahl (COP):** Verhältnis zwischen der Heizleistung und der von der Wärmepumpe aufgenommenen Leistung (Coefficient of Performance).
- **Wärmedurchgangskoeffizient:** Wärmedurchgang durch ein flaches Bauteil pro Flächeneinheit, Zeiteinheit und Temperaturdifferenzeinheit zwischen der Umgebungsluft auf beiden Seiten des Bauteils.
- **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom.
- **Combilus:** Umlaufleitung, die sich sowohl für das Sanitärbrauchwasser als auch für die Heizung eignet.
- **Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie:** Der jährliche Verbrauch an Primärenergie für die Heizung der Räume, die Warmwasserbereitung, die (fiktive) Kühlung, die Zusatzgeräte sowie die Beleuchtung in Büros und Schulen, berechnet anhand der in dieser Anlage beschriebenen Methode für EEW-Einheiten und der in Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses beschriebenen Methode für EEN-Einheiten. Die Einsparung von Primärenergie, die mit selbsterzeugtem Strom aus einer Photovoltaikanlage oder einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bewirkt wird, wird abgezogen.
- **Endenergieverbrauch für Heizung:** Letztendlich erforderliche Energie zur Deckung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung.
- **Endenergieverbrauch für Warmwasser:** Letztendlich erforderliche Energie zur Deckung des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser.
- **Dünne Schichten:** zweite Generation der photovoltaischen Solartechnologie; die Solarzellen bestehen aus einem Stapel dünner Schichten auf einem Substrat vom Typus amorphes Silizium (a-Si) oder Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) bzw. Cadmiumtellurid (CdTe).
- **Lüftungsvolumenstrom:** Die Menge an Außenluft, die durch Lüftung pro Zeiteinheit einströmt.
- **Volumenstrom durch In-/Exfiltration:** die Menge an Außenluft, die pro Zeiteinheit durch In-/Exfiltration in das/aus dem geschützte(n) Volumen oder in eine/aus einer Energiezone ein-/herausströmt.
- **Wärmeverlust:** Wärmemenge, die durchschnittlich im geschützten Volumen pro Zeiteinheit verloren geht.
- **Transmissionswärmeverlust:** Wärmeverlust durch Wärmeleitung.
- **Lüftungswärmeverlust:** Wärmeverlust durch Erwärmung des Luftvolumenstroms durch Lüftung und Infiltration im geschützten Volumen bis zum Erreichen der in der vorliegenden Anlage vorgegebenen Raumtemperatur.
- **Angrenzender beheizter Raum:** Angrenzender Raum in einem geschützten Volumen. Man unterscheidet 3 verschiedene Szenarien:
  - Einen an das betreffende geschützte Volumen angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel ein Raum im geschützten Volumen eines auf dem Nachbargrundstück stehenden Gebäudes

oder im geschützten Volumen eines auf demselben Grundstück bestehenden Gebäudeteils. Letzterer kommt beispielsweise bei der Erweiterung eines Gebäudes in Frage.

- Einen an die betreffende EEG-Einheit angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel:
  - ein Raum in einer angrenzenden EEG-Einheit (innerhalb desselben geschützten Volumens)
  - ein anderer Raum (der keine Auflagen hinsichtlich der Energieeffizient hat) innerhalb desselben geschützten Volumens (zum Beispiel ein gemeinsames Treppenhaus in einem Mehrfamilienhaus...)
  - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen
- Einen an die betreffende Energiezone angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel:
  - ein Raum in einer angrenzenden Energiezone (innerhalb derselben EEG-Einheit)
  - ein Raum in einer angrenzenden EEG-Einheit
  - ein anderer Raum in demselben geschützten Volumen;
  - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen

  HINWEIS: Siehe auch § 5.2 zu den Konventionen über Räume in bestehenden angrenzenden Gebäuden oder Gebäudeteilen.

- **Angrenzender unbeheizter Raum (AUR):** Angrenzender Raum außerhalb des geschützten Volumens, der nicht beheizt wird.
- **Saison-Leistungsfaktor:** Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärme und der von der Wärmepumpe in einem bestimmten Zeitraum verbrauchten Energie.
- **Solarfaktor einer Verglasung:** Verhältnis zwischen der Solarstrahlung, die durch eine Verglasung dringt, und der Solarstrahlung, die auf die Verglasung auftrifft. Der Solarfaktor umfasst sowohl den direkten und diffusen Durchgang als auch die indirekten Gewinne aufgrund der Absorption des Solarflusses. Beim Vergleich von Verglasungssystemen wird aus Gründen der Messtechnik die direkte Einstrahlung auf eine senkrecht zu den Sonnenstrahlen stehende Ebene zugrunde gelegt.
- **Wärmeübertragungsmedium:** Flüssiges oder gasförmiges Medium, mit dem Wärmeenergie von einem Ort zum anderen befördert wird, zum Beispiel Wasser in einem Heizkörperkreis oder ein Frostschutzmittel im Wärmetauscher einer Wärmepumpe.
- **Externe Wärmelieferung:** Lieferung von Wärme, die nicht auf dem gleichen Grundstück erzeugt wurde.
- **Effiziente externe Wärmeversorgung:** externe Wärmeversorgung, die die in Artikel 2, 27° des EEG-Dekrets vom 28. November 2013 genannten Bedingungen erfüllt.
- **Wärmegewinn:** Summe des Solargewinns, der durch lichtdurchlässige Wände in das geschützte Volumen eindringt, und der internen Wärmeerzeugung.
- **Primärenergieverbrauchswert (E_w-Wert):** Verhältnis zwischen dem charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie des geschützten Volumens und dem charakteristischen jährlichen Bezugsverbrauch an Primärenergie, multipliziert mit 100.
- **Opak:** Kein Sonnenlicht durchlassend (im Gegensatz zu „lichtdurchlässig“).
- **Photovoltaik Solarpaneel ohne Lüftung (gebäudeintegriert):** Multifunktions-Bauelement, in der Fassade oder im Dach an Stelle von Abdeckungselementen oder traditioneller Verglasung integriert; parallel zur Wandebene wird deren Dichtheit sichergestellt.
- **Belüftetes Photovoltaik Solarpaneel (nicht gebäudeintegriert):** jede Art von Paneelen, die auf einer spezifischen, tragenden Struktur montiert sind, die eine Luftzirkulation auf der Hinterseite

des Paneels zulässt. Der Neigungswinkel des Paneels kann von jener der Wand auf der es montiert ist, abweichen.

- **Außenwand:** Bauliche Vorrichtung oder Teil einer solchen, die das geschützte Volumen von der Außenluft, dem Erdreich oder dem Wasser trennt.
- **Innenwand:** Bauliche Vorrichtung oder Teil einer solchen, die das geschützte Volumen von einem angrenzenden beheizten oder unbeheizten Raum trennt.
- **Durchsichtige Wand:** Eine komplett oder teilweise lichtdurchlässige Wand.
- **Charakteristische Luftdurchlässigkeit:** Der von der charakteristischen Druck/Luftstrom-Kurve des betreffenden Wohngebäudes abgezogene Luftstrom oder der nach der in der vorliegenden Vorschrift angegebenen Methode berechnete Luftstrom bei einem Druckunterschied von 50 Pa.
- **Speicherofen (oder Ofen zur langsamen Wärmeabgabe):** Ofen mit einer Wärmespeicherkapazität, die eine Beheizung auch nach Erlöschen des Feuers ermöglicht. Bei einem Test gemäß der Norm NBN EN 15250 muss der Zeitraum, zwischen dem Moment, wo die maximale Oberflächentemperatur erreicht ist und dem Moment, wo die Oberflächentemperatur auf den Durchschnitt zwischen maximaler und umgebender Temperatur abfällt, mindestens 4 Stunden betragen.
- **Nennstellung (der Lüftungsanlage):** die Regelposition (der Lüfter und/oder der Regelorgane), die vorgesehen ist, um die geforderten Mindestvolumenströme zu erreichen. Sofern auf dem Bedienfeld nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, wird die Maximalstellung als Nennstellung betrachtet.
- **Heizwert (H i):** Die bei der vollständigen Verbrennung einer Brennstoffeinheit freigesetzte Wärmemenge unter der Annahme, dass der Wasserdampf nicht kondensiert und die Wärme nicht zurückgewonnen wird.
- **Brennwert (H s):** Die bei der vollständigen Verbrennung einer Brennstoffeinheit freigesetzte Wärmemenge unter der Annahme, dass der Wasserdampf kondensiert und die Wärme zurückgewonnen wird.
- **Interne Wärmeerzeugung:** Durch Menschen, Beleuchtung, Lüfter, Pumpen und alle anderen Maschinen im geschützten Volumen freigesetzte Wärme.
- **Elektrische Höchstleistung eines Elektromotors (oder einer Kombination von Elektromotor und Lüfter):** Die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor (oder die Kombination von Elektromotor und Lüfter) bei Dauerbetrieb aufnehmen kann, ggf. einschließlich sämtlicher Hilfselemente. Die elektrische Leistung wird infolgedessen an der Netzversorgung gemessen. Der Dauerbetrieb wird in der Norm NBN EN 60034-1 (Lasttyp S1) definiert.
- **Regelung:**
  - **Raumweise Regelung:** Die Volumenströme werden für jeden Raum einzeln geregelt.
  - **Zonenweise Regelung:**
    - die Volumenströme werden für jede Zone getrennt geregelt;
    - die Räume sind in mindestens zwei verschiedene Zonen aufgeteilt, darunter eine oder mehrere Tageszonen und eine oder mehrere Nachtzonen;
    - alle Aufenthaltsräume müssen den Tageszonen angehören und alle Schlafzimmer den Nachtzonen.
  - **Zentrale Regelung:** Die Volumenströme werden für alle Räume der EEW-Einheit gemeinsam geregelt.

    Anmerkung: In einem System kann die Luftzufuhr auf Wunsch raumweise, zonenweise oder zentral und der Luftabzug raumweise, zonenweise oder zentral geregelt werden.
- **Wirkungsgrad bei Teillast:** Erzeugungswirkungsgrad einer Anlage bei Teillast.

- **Wirkungsgrad bei Volllast:** Erzeugungswirkungsgrad einer Anlage zur Wärmeerzeugung bei Nennleistung.
- **Verteilungswirkungsgrad:** Anteil der erzeugten Wärme oder Kälte, der tatsächlich an die Heizvorrichtungen abgegeben wird. Wenn sich bei Wärmeerzeugung vor Ort das Wärmeerzeugungsgerät nicht im gleichen Gebäude befindet, werden beim Verteilungswirkungsgrad auch die Wärmeverluste der Leitungen zwischen dem Ort der Wärmeerzeugung und dem Gebäude berücksichtigt.
- **Erzeugungswirkungsgrad:** Verhältnis zwischen der von einem Wärmegenerator abgegebenen Wärme und der aufgewendeten Energie.
- **Systemwirkungsgrad:** Anteil der erzeugten Nutzwärme, der tatsächlich genutzt wird.
- **Energiezone:** Sämtliche Räume des geschützten Volumens, die:
  - zur gleichen Lüftungszone gehören;
  - mit derselben Art von Wärmeabgabesystem ausgestattet sind (es sei denn, man berücksichtigt bei einer Zentralheizung den schlechtesten Abgabewirkungsgrad bei den Berechnungen);
  - mit demselben Wärmegenerator (oder gegebenenfalls derselben Kombination von Wärmegeneratoren) beheizt werden.
- **Nutzfläche:** Die laut Anlage A.2 Kapitel 2 des vorliegenden Erlasses bestimmte Fläche.
- **Gesamte beheizte oder klimatisierte Fläche (A_{ch}):** Summe der Flächen aller Geschosse im geschützten Volumen, gemessen zwischen den Außenflächen der Außenwände. Berücksichtigt werden Flächen, die eine Mindesthöhe unter der Decke von 1,50 m aufweisen, sofern der betreffende Raum zumindest an einem Punkt eine Mindesthöhe von 2,20 m aufweist.
- **Photovoltaiksystem:** Vorrichtung zur Aufnahme von Solarenergie und deren Umwandlung in Strom.
- **Gemeinschaftliches Photovoltaiksystem:** Vorrichtung zur Aufnahme von Solarenergie und deren Umwandlung in Strom; physisch an einen oder mehrere Zähler angeschlossen, die die gemeinschaftlichen Bereiche eines Gebäudes versorgen oder an einen gemeinschaftlichen Zähler mit mehreren EEW-Einheiten innerhalb eines EEG-Projekts.
- **Solarthermiesystem:** Vorrichtung zur Aufnahme von Solarenergie und deren Umwandlung in Wärme.
- **Nutzungsanteil des Wärmegewinns:** Der Anteil des Wärmegewinns durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen, der den Nettoenergiebedarf für die Beheizung des geschützten Volumens verringert.
- **Außentemperatur:** Gemessene mittlere Außentemperatur in einem bestimmten Zeitraum, in der vorliegenden Anlage ein Monat.
- **Transformator mit galvanischer Trennung:** diese Art Transformator ermöglicht eine galvanische Isolierung von zwei Arten von Kreisläufen, die keiner elektrischen Anschluss untereinander haben. Ein Photovoltaik-Wechselrichter mit Transformator verfügt über eine galvanische Trennung, die eine Sicherheitsbarriere zwischen Solarkreislauf (Gleichstrom)und dem Anschluss an das Netz (Wechselstrom).
- **Transparent:** lässt die Sonnenstrahlen ganz oder teilweise durch, wobei ein scharfes Bild erhalten bleibt oder nicht (im Gegensatz zu opak). 'Transparent' umfasst daher sowohl den Begriff 'durchsichtig' als auch den Begriff 'lichtdurchlässig'.
- **Mechanische Lüftung:** Lüftung mit einem oder mehreren Lüftern.
- **Natürliche Lüftung:** Lüftung durch Wind und die Temperaturdifferenz zwischen Außenluft und Raumluft.

- **Geschütztes Volumen:** Volumen aller Räume des Gebäudes, das aus thermischer Sicht von der Außenumgebung (Luft oder Wasser), vom Erdreich und von allen angrenzenden Räumen geschützt ist, die nicht zum geschützten Volumen gehören.
- **Lüftungszone:** Der geschlossene Teil einer EEG-Einheit, die mit einem unabhängigen Lüftungssystem ausgestattet ist.

3 Symbole, Abkürzungen und Indizes

3.1 Symbole und Abkürzungen

< bedeutet: abgeleitet von

Symbol	Bedeutung	Einheiten
A	(projizierte) Fläche (Synonym: Flächeninhalt, Fläche)	m²
A	Luft	-
B	Breite	m
B	Frostschutzmittel (brine)	-
C	Kompaktheit	m
C	effektive Wärmekapazität	J/K
COP	Leistungskoeffizienten einer Wärmepumpe (coefficient of performance)	-
D	Durchmesser m	
E	charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie	MJ
E_w	Primärenergieverbrauchswert	-
EANC	angrenzender unbeheizter Raum	-
EEI	Kenngröße für die Energieeffizienz	
EER	Energieeffizienz bei Klimaanlagen (energy efficiency ratio)	-
F	(Reduktions-)Faktor	-
G	Begriff, der einen Leistungsgewinn symbolisiert	-
H	Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
I	Sonneneinstrahlung	MJ/m²
L	Tiefe	m
I	Indikator (für Überhitzung)	Kh
IAM	Faktor des Einfallswinkels	-
Nu	Nußelt-Zahl	-
P	Umkreis	m
P	Leistung	W
P	Druck	Pa
Pr	Prandtl-Zahl	-
Q	Wärme- oder Energiemenge	MJ
R	Wärmewiderstand	m2.K/W
Re	Reynolds-Zahl	(-)
RF	Reduktionsfaktor	-
SAEF	jahreszeitlicher Energiefaktor für die Hilfsenergie einer Gaswärmepumpe (seasonal auxiliary efficiency factor)	-
SCOP	jahreszeitlicher Leistungskoeffizient einer elektrischen Wärmepumpe (seasonal coefficient of performance)	-
SGUE	jahreszeitliche Effizienz einer Gas-Wärmepumpe (seasonal gas utility efficiency)	-
SGUE	jahreszeitliche Effizienz einer Gas-Wärmepumpe	-

U	Spannung	V
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m².K)
V	Volumen	m³
$\dot{V}$	Luftstrom, Luftvolumenstrom	m³/h
W	Strommenge	kWh
W	Wasser	-
X	Hilfsvariablen für Solarthermie-Systeme	-
Y	Hilfsvariablen für Solarthermie-Systeme	-
a	Wärmeverlustkoeffizient	W/(m².K) oder W/(m².K²)
a	Koeffizient, numerischer Parameter, Nutzungsfaktor	-
b	Koeffizient, numerischer Parameter	-
c	Korrekturfaktor	-
c	spezifischeWärme	J/(kg.K)
c	Koeffizient	-
d	Dicke	m
d	Nummer des charakteristischen Tages	-
e	dimensionsloser Faktor	-
f	Faktor	-
g	Solarfaktor	-
h	Höhe	m
l	Länge	m
m	Multiplikationsfaktor	-
m	Monatsrang	-
n	Luftwechselrate	h^{-1}
n	Anzahl (Menge)	-
p	Abstand	m
q	Wärmestrom	W/m²
q	Volumenstrom	m³/h
r	Reduktionsfaktor, Korrekturfaktor	-
s	Multiplikationsfaktor	-
t	Zeit, Zeitschritt	Sek. oder Std.
w	Multiplikationsfaktor	
z	Tiefe	m
α	Absorptionskoeffizient	-
α	Winkel	Grad
α_h	Verbauungswinkel	Grad
$\alpha_v, \alpha_{sL}, \alpha_{sR}$	Überhangwinkel	Grad
β	Höhenwinkel der Sonne	Grad

β	Verhältnis	-
δ	Neigung	Grad
Δ…	Ergänzung zu…	...
γ	Gewinn-Verlust-Verhältnis	-
η	Wirkungsgrad	-
λ	Gewinn-Verlust-Verhältnis	-
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m.K)
ω	Stundenwinkel	Grad
θ	Temperatur	°C
θ	Winkel	Grad
φ	Breite	Grad
Φ	Wärmestrom, Leistung	W
ρ	Dichte	kg/m³
τ	Zeitkonstante	s
Ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m.K)
χ	Einfallwinkel	Grad
χ	punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/K

3.2 Indizes

< bedeutet: abgeleitet von

3D	dreidimensional
a	Jahr
A	angrenzender, beheizter Raum (< angrenzend)
abs	in Abwesenheit
add	zusätzliche Lüftung
add m	zusätzliche mechanische Lüftung
add w	zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern
adj	Einstellung (< adjustment)
AHU	Klimagerät (< air handling unit)
al	Luftschicht
all	alle
amb	Umgebungsluft
ann	jährlich
annih	Annihilation
app	Gerät

artif	künstlich
artif area	künstlich beleuchteter Bereich
as	Anlage mit aktiver Nutzung der Solarenergie (< active solar)
aux	Hilfs(energie)
ave	durchschnittlich
b	Wasser im Heizkessel
B	Verweis auf die Option B
bath	Badezimmer
bf	Untergeschoss
bio	Biomasse (<biomass)
boiler	Heizkessel
bw	Kellerwand
c	konventionell
C	Sonnenschutz
C	Verweis auf die Option C
calc	berechnet

CCH	Kurbelgehäuseheizung (< crank case heating)
ch	beheizt
char	charakteristisch
circ	Kreislauf, Zirkulationsleitung
co	Kondensator
CO2	CO_2-Emissionen
cogen	Kraft-Wärme-Kopplung
coldwater	Kaltwasser
combi	Combilus
compac	Kompaktheit
cons	Verbrauch
constructions	Wände der Wärmeverlustfläche
contact	Kontakt
cool	Kühlung
ct	Kühlturm
ctrl	Steuerung
cw	Vorhangwand
d	Tageslichtöffnung
D	Durchmesser
D	zu Außenluft und Wasser
D	Tür
day	Tag
dayl	Tageslicht
dayl area	Tageslichtbereich
dc	externe Kälteversorgung (< district cooling)
def	Standardwert
demand	Energiebedarf
depth	Tiefe
design	Auslegung
dh	externe Wärmelieferung (< district heating)
dif	diffus
dim	Bemessung
dir	direkt
distr	Verteilung

duct	Leitung
e	außen, extern
eb	Basis-Außentemperatur
eff	effektiv
elec	Elektrik
electr	Elektronik
em	Abgabe(< emission)
en	Energie
env obst	umliegende Hindernisse
enveloppe	Gebäudehülle
EPstor	Speicherung innerhalb einer EEG-Einheit
EPR	EEW-Einheit (< energy performance of residential buildings)
eq	äquivalent
ev	Verdampfer
evap	Verdampfung
exc	Ausnahme
excess	überschüssig
exh	Abzugsöffnung
extr	Extraktion
f	Fußboden (< floor)
f	Fensterrahmen (< frame)
f	Nutzung
fan(s)	Lüfter
fct	Funktion
final	Endverbrauch
first	(verbunden als) erster
fitting	Armatur
flat	Horizontale Projektion
flow	Durchfluss
fl.h	Fußbodenheizung
free	Manuelle Öffnung der zu öffnenden Teile
g	Verglasung (< glazing)
g	(Wärme-)Gewinn(< gain)
g	Erdreich (< ground)

gasHP	Gas-Wärmepumpe (< gas heat pump)
GCV	Brennwert, H s (< gross caloric value)
gen	Erzeugung
geo	Geocooling
go	Verglasung des zu öffnenden Teils
gross	Brutto
h	hemisphärische Strahlung
h	Feuchtigkeit
heat	(Raum-)Heizung
hr	Wärmerückgewinnung (< heat recovery)
hor	horizontal
HP	Wärmepumpe (< heat pump)
horschad	Horizontverschattung (< horizon shading)
hum	Befeuchtung
hx	Wärmeaustauscher (< heat exchanger)
hyg	Hygiene...
i	intern
i	Ordinalzahl
i	opaker Teil
in	eingehend
in/exfilt	Infiltration/Exfiltration
inst	Installation
instal	installiert
insul	Dämmung (< insulation)
insulating part	isolierender Teil
int	innen
int	intermittierend
j	Ordinalzahl
January	Januar
junctions	Bauknoten
k	Ordinalzahl
kitchen	Küche
L	Länge
L	Wärmeverlust (Transmission + Lüftung) (< loss)
l	linear
leak	Leck, mangelnde Dichtigkeit
length	Länge der Leitung
LTHP	Niedrigtemperatur-Wärmepumpe nach EcoDesign (<low temperature heat pump)
light	Beleuchtung
lim	Grenze
loc	Platz (< localisation)
loop	Sensorschaltung
loss	Verluste (< losses)
m	Zahl
m	monatlich (auf Monatsbasis)
max	maximal
meas	gemessen
mech	mechanisch
min	minimal
mod	modulierend
n	Ordinalzahl, Zahl
nat	natürlich
nat.gas	Erdgas (< natural gas)
ncalc	(in einer) nicht berechnete(n) Einheit
NCV	Heizwert (< net calorific value)
net	netto
netw	Wärmeverteilungsnetz (< network)
ngeo	passive Kühlung, außer Geo-Cooling
night	Nacht
norm	genormt
nom	nominal
npref	nicht bevorzugt
nres	nicht für Wohnzwecke
OAR	einstellbare Zuluftöffnung
obst from build	gebäudeabhängige Hindernisse

occ	Belegung (Zeitraum d)
off	ausgeschaltet
on	eingeschaltet
oper	in Betrieb
operation	unter Berücksichtigung der Grenzen der Betriebsbedingungen
out	spannungslos
over	Überlüftung
overh	Überhitzung (< overheating)
p	Tafel
p	primär
p	projektiert
part	Teilladung (< part load)
path	Weg
perm	permanent
po	opake Fensterfüllung des zu öffnenden Teils
precool	Vorkühlen
pref	bevorzugt
preh	Vorwärmen
pres	vorhanden
princ	Haupt...
prim	primär
ps	Anlage mit passiver Nutzung der Solarenergie
pumps	Pumpen
PV	Photovoltaik
r	Zahl
r	Strahlung
r	Dachfenster ohne Aufsetzkranz
rad	Heizkörper
r	Dachhaube mit Aufsetzkranz
RE	erneuerbare Energie (< renewable energy)
real	real
rec	Rückgewinnung
red	Reduzierung
reduc	Reduzierung
ref	Referenz
refl	Reflexion
req	gefordert
res	Wohnsektor
return	Rück...
rm	(pro) Raum
rl	Dachfenster (< rooflight)
ro	Lüftungsgitter des opaken Teils
s	Saison
s	Sonne, Sonneneinstrahlung
s	durch das Erdreich (< soil)
SB	Standby (< stand-by)
se	aus dem Gebäude entweichende Wärme
sec	Energiezone
setpoint	Sollwert
sh+wh	Raumheizung und Warmwasserbereitung (< space heating + water heating)
shad	beschattet (< shaded)
si	in das Gebäude strömende Wärme
sink	Waschbecken
sizing	keine Beschränkung der Betriebsbedingungen
slab	Bodenplatte
soil	Erdreich (< soil)
source	Quelle
spec	spezifisch
sphere	Sphäre
stack	Abzugsleitung
stor	Lagerung
supply	Zufluss, Belüftung
switch	Umschaltung
sys	Anlage (Installation)
T	Transmission
t	lichtdurchlässig
tap	Element der Armatur (< tap)

te	von der Fläche zur Außenumgebung
tech	Technologie
test	im Versuchsmodus
th	thermisch
tresh	Schwellenwert (< threshold)
throttle	Gasventil
TL	ohne Transformator (<transformerless)
TO	Thermostat ausgeschaltet (< thermostat off)
tot	gesamt
tr	lichtdurchlässig
tube	Rohrleitung
tubing	Rohrleitungen
turb	flow turbulent
U	angrenzender unbeheizter Raum (< unheated)
unit	Wohneinheit
unocc	(Zeitraum der) Untätigkeit (< unoccupied)
unshad	unbeschattet (< unshaded)
usable	verwendbar
util	Verwendung
V	Lüftung
vent	Lüftung
vert	vertikal
vrf	variabler Kühlvolumenstrom (< variable refrigerant flow)
w	Fenster (< window)
W	Wasser
wall	Fassade
wall.h	Wandheizung
water	Warmwasser
wC	mit Sonnenschutz (< with curtain)
well	Brunnen
win	Fensteröffnung
woC	ohne Sonnenschutz (< without curtain)
woC	ohne Umlaufleitung oder Combilus
woL	ohne Verluste (< without loss)
ws	Fenster-Jalousie-Kombination
wt	Sole-Wasser-Wärmepumpe
x	Belüftungshohlraum oder Keller
z	Ordinalzahl
zone	Lüftungszone

4 Aufbau der Methode

Die Bestimmung des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs (E_w-Niveau) erfolgt in mehreren Schritten.

In einem ersten Schritt wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung berechnet. In diese Berechnung fließen die Transmissionswärmeverluste, die Lüftungswärmeverluste, die Gewinne durch Solarwärme und interne Wärmeerzeugung und der Warmwasserverbrauch ein. Die Überhitzungsgefahr wird getrennt überprüft.

In einem zweiten Schritt wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in den monatlichen Bruttoenergiebedarf umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgt, indem man den Nettobedarf durch den Systemwirkungsgrad der Heizungsanlage bzw. der Warmwasserbereitungsanlage dividiert.

In einem dritten Schritt wird der (endgültige) monatliche Energieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung ermittelt. Dazu zieht man ggf. die monatliche Energiezufuhr einer Solarthermieanlage vom Bruttoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung ab. Die so erhaltene Differenz wird durch den Erzeugungswirkungsgrad der Wärmeerzeugungsanlage dividiert. Außerdem wird auch der monatliche (End-)Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen berechnet und der entsprechende monatliche (End-)Energieverbrauch für Kühlung ermittelt. Wenn im Gebäude Strom mit Hilfe einer Photovoltaikanlage oder Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird, wird die charakteristische monatliche Stromproduktion berechnet.

In einem vierten Schritt wird der charakteristische Jahresverbrauch an Primärenergie berechnet. Dazu werden zunächst alle monatlichen Endenergieverbrauche (für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsfunktionen) mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie der entsprechenden Energiequelle multipliziert, um den monatlichen Primärenergieverbrauch zu erhalten. Bei dem selbsterzeugten Strom wird die in den Elektrizitätswerken erzielte Einsparung an Primärenergie durch Multiplikation mit dem geltenden Umrechnungsfaktor berechnet. Dann addiert man den charakteristischen monatlichen Primärenergieverbrauch für die 12 Monate des Jahres und zieht die charakteristische monatliche Primärenergieeinsparung durch selbsterzeugten Strom ab.

Im fünften Schritt wird der Primärenergieverbrauchswert (E w) anhand des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchs, des geschützten Volumens, der gesamten beheizten oder klimatisierten Fläche (A_{ch}) und der Fläche, durch die sich die Transmissionswärmeverluste ($A_{T,E}$) ergeben, das Niveau des Primärenergieverbrauchs (E_w-Niveau) berechnet.

Bei verschiedenen Berechnungsschritten besteht die Wahl zwischen einem „vereinfachten Ansatz“ und einer „detaillierteren Berechnung“. Der vereinfachte Ansatz beruht auf Standardwerten. Die detailliertere Berechnung erfordert zusätzliche Eingabedaten und die Bereitstellung von Informationen durch die Unternehmen.

5 Schematisierung des Gebäudes

5.1 Prinzip

Die Energieeffizienz bezieht sich oft auf ein Teilvolumen des Gebäudes, je nachdem, ob die Räume z. B. beheizt (und/oder gekühlt) sind oder nicht, oder auch je nach Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile und ob eventuell mehrere Wohneinheiten vorhanden sind. Deshalb unterteilt man das Gebäude üblicherweise in verschiedene Teile, um die Energieeffizienz zu ermitteln. Jedes Teilvolumen, das an sich der für Wohngebäude geforderten Energieeffizienz entsprechen muss, wird EEW-Einheit genannt. Nötigenfalls wird eine weitere Unterteilung in Lüftungszonen und Energiezonen vorgenommen, um unterschiedliche Anlagetypen korrekt in die Berechnungen aufnehmen zu können.

Anmerkung:

Die Unterteilung des betreffenden ganzen Gebäudes für die Bestimmung der Energieeffizienz kann sich von der eventuell für die Anforderung(en) der gesamten Wärmedämmung vorzunehmenden Unterteilung unterscheiden (industrielle oder nicht industrielle Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile).

Eine weitere Unterteilung kann für die Auslegung der Lüftungsvorrichtungen angewandt werden (siehe Anlage C.2 und C.3 des vorliegenden Erlasses): Gegebenenfalls ist zu unterscheiden zwischen den Gebäudeteilen, die für Wohnzwecke bestimmt sind, und den Gebäudeteilen, die nicht für Wohnzwecke vorgesehen sind.

5.2 Unterteilung des Gebäudes

Zugrunde gelegt wird das gesamte Gebäude oder der gesamte Anbau (eines bestehenden Gebäudes), das schrittweise folgendermaßen unterteilt wird:

- Zuerst wird das geschützte Volumen festgelegt. Das geschützte Volumen muss mindestens alle Räume umfassen, die zum betreffenden Gebäudeteil oder dem geplanten Anbau gehören und mit Heiz- und/oder Kühlsystemen (Heizkörper, Fußbodenheizung, Warmluftöffnungen, Gebläsekonvektoren etc.) ausgestattet sind.
- Das geschütztes Volumen wird in einen oder mehrere Teile unterteilt, die jeweils eine der nachstehenden Zweckbestimmungen haben:
  - Für Wohnzwecke bestimmter Gebäudeteil: Es gelten die Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude;
  - Nicht-Wohnzwecke, für die die Energieeffizienz-Anforderungen gelten (siehe Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses);
  - Sonstige Zwecke: Energieffizienz-Anforderungen gelten nicht, es sei denn, diese sonstigen Zwecke werden als Teil einer der beiden vorangehenden Zwecke betrachtet
- Betrachtet wird der für Wohnzwecke bestimmte Teil des geschützten Volumens.
  - Falls dieser Teil in seiner Gesamtheit als eine Wohneinheit genutzt wird (zum Beispiel Einfamilienhaus), wird dieser gesamte Teil in der Folge als EEW-Einheit bezeichnet. Diese EEW-Einheit muss den Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude entsprechen.
  - Wenn sich mehr als eine Wohneinheit in diesem Teil befinden (zum Beispiel Einzelwohnungen in einem Mehrfamilienhaus), dann stellt jede Wohneinheit an sich eine EEW-Einheit dar, die den Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude entsprechen

muss. Die Gemeinschaftsteile derartiger Gebäude (zum Beispiel Treppenhaus und gemeinsame Korridore) werden bei der Beurteilung der Energieeffizienz nicht berücksichtigt und müssen auch nicht den Energieeffizienz-Anforderungen entsprechen. (Für diese Gemeinschaftsteile können jedoch andere Auflagen gelten, zum Beispiel maximale U-Werte).

- Bei dieser Methode wird nur der Energieverbrauch einer EEW-Einheit berücksichtigt. Wenn nötig oder gewünscht, wird dieses Volumen wie in § 5.3 beschrieben in mehrere Energiezonen unterteilt.

Anmerkung:

Die Räume des betreffenden Gebäudes oder des betreffenden Anbaus, die nicht zum geschützten Volumen gehören, sind daher per Definition nicht beheizt.

WICHTIG:

Angrenzende beheizte Räume

Man kann im Rahmen dieser Regelung stets von der Annahme ausgehen, dass alle Räume der bestehenden Nachbargebäude beheizte Räume sind (auch wenn sie dies physisch nicht unbedingt sind).

Bei der Bestimmung des Primärenergieverbrauchs wird davon ausgegangen, dass durch Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen kein Wärmeaustausch stattfindet.

Neben diesen Trennwänden zu angrenzenden beheizten Räumen sind bei der Bestimmung der Energieeffizienz Transmissionswärmeströme durch die anderen Wände des geschützten Volumens zu berücksichtigen, auch wenn diese Teile der Gebäudehülle an ein benachbartes Grundstück angrenzen.

5.3 Unterteilung der EEW-Einheit in Lüftungszonen und Energiezonen

5.3.1 Prinzip

Das geschützte Volumen der EEW-Einheit wird gemäß der obenstehenden Definition und den untenstehenden Regeln in Lüftungs- und Energiezonen unterteilt.

5.3.2 Einteilung in Lüftungs- und Energiezonen

Im Allgemeinen ist in einer EEW-Einheit nur eine Lüftungsanlage vorhanden, alle Einzelräume werden auf dieselbe Weise beheizt, wobei die Wärme von einem zentralen Gerät erzeugt wird. In diesem Fall muss die EEW-Einheit nicht in Lüftungszonen und Energiezonen unterteilt werden, denn die gesamte EEW-Einheit stellt die einzige Lüftungszone und Energiezone dar.

Nur wenn mehrere Arten von Anlagen vorhanden sind (was selten vorkommt), muss eine Unterteilung in Lüftungszonen und/oder Energiezonen wie unten beschrieben vorgenommen werden.

Bei Lüftungssystemen sind 4 verschiedene Typen zu unterscheiden (siehe auch Anlage C.2 und C.3 des vorliegenden Erlasses):

- System A: natürliche Lüftung,
- System B: mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Einblasen,

- System C: mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Absaugen,
- System D: mechanische Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung.

Wenn in verschiedenen geschlossenen EEW-Einheiten unabhängige Lüftungsanlagen unterschiedlichen Typs entsprechend der obigen Unterteilung vorhanden sind, stellt jeder dieser Teile eine Lüftungszone dar. Eine Energiezone kann sich nicht über verschiedene Lüftungszonen erstrecken. Es gibt daher stets mindestens ebenso viele Energiezonen wie Lüftungszonen.

Wenn man eine Einzelheizung (zum Beispiel eine Heizung mit elektrischem Widerstand) in einem Raum zugrunde legt und hier auch Wärmeabgabeelemente einer Zentralheizung vorhanden sind, dann wird die in diesem Raum vorhandene Zentralheizung für die Bestimmung der Energieeffizienz nicht berücksichtigt, sondern es gelten nur die Kenndaten des Einzelheizungssystems. Bei offenem Feuer oder Holzöfen wird aber trotzdem das Zentralheizungssystem berücksichtigt.

Wenn verschiedene Räume der Lüftungszone auf unterschiedliche Weise beheizt werden (nach Anwendung der obigen Konvention hinsichtlich der Kombination aus Zentralheizung und Einzelheizung), so dass die verschiedenen Systeme in eine andere Kategorie von Tabelle [43 fallen, dann muss eine Unterteilung in Energiezonen vorgenommen werden. Diese Unterteilung ist jedoch bei einer Zentralheizung nicht obligatorisch. In diesem Fall können die Berechnungen anhand des laut Tabelle [43 niedrigsten Abgabewirkungsgrads in der gesamten Energiezone vorgenommen werden und es kann nicht mehr das in Anlage D dieser Anlage beschriebene detaillierte Berechnungsverfahren gewählt werden.

Die Tatsache, dass mehrere zentrale Wärmegeneratoren die Wärme getrennt an verschiedene Teile der Lüftungszone liefern, macht im Prinzip eine weitere Unterteilung in Energiezonen erforderlich. Diese Unterteilung ist jedoch nicht nötig, wenn die Wärmegeneratoren (rechnerisch) denselben Erzeugungswirkungsgrad haben (zum Beispiel bei Verwendung von zwei gleichen Heizkesseln für verschiedene Teile der Lüftungszone).

(Dieselben Regeln für die Unterteilung gelten auch, wenn jeder Bereich der Lüftungszone mit einer Kombination von parallel geschalteten Wärmegeneratoren beheizt wird statt mit nur einem Gerät.)

Es ist erlaubt, die EEW-Einheit in eine größere Zahl von Energiezonen aufzuteilen, aber dies ist nicht zwingend vorgeschrieben. Eine höhere Zahl von Energiezonen führt im Allgemeinen zu einem höheren Berechnungsaufwand (weil zusätzliche Daten eingegeben werden müssen), hat aber wenig oder keinen Einfluss auf den berechneten Wert des charakteristischen Jahresenergieverbrauchs.

Wenn die EEW-Einheit Räume umfasst, die nicht mit einem Wärmeabgabesystem ausgestattet sind (zum Beispiel WC, Gänge, Abstellräume, Räume, die nicht sofort als Schlafzimmer genutzt werden...), müssen diese Räume der Energiezone eines angrenzenden Raums auf demselben Stockwerk zugeteilt werden. Wenn in dem betreffenden unbeheizten Raum keinerlei Vorrichtung für die Frischluftzufuhr vorhanden ist, aber innen montierte Vorrichtungen für die Überströmung von Luft aus den angrenzenden Räumen (beispielsweise ein Durchgangsraum oder Luftabzug oder auch ein Abstellraum), wird der Raum der bzw. den angrenzenden Energiezone(n) zugeteilt, von der/denen aus der betreffende Raum mit Luft versorgt wird. Wenn ein gesamtes Stockwerk einer EEW-Einheit nicht beheizt wird, muss es zur Energiezone eines angrenzenden Stockwerks zugeordnet werden.

Der charakteristische Jahresverbrauch und der Bezugsverbrauch an Primärenergie der EEW-Einheit werden nach dem vorliegenden Bestimmungsverfahren ermittelt.

5.3.3 Volumen und Wandflächen einer Energiezone

Bei der Bestimmung des Volumens $V_{sec\ i}$ und der Wandflächen (beide auf der Grundlage der Außenabmessungen) bildet die Mittellinie der Zwischenwand die Grenze zwischen zwei Energiezonen.

5.3.4 Keine Heizungsanlage

Falls die EEW-Einheit nicht beheizt ist, das heißt, falls kein Raum der EEW-Einheit mit einem Wärmeabgabesystem ausgestattet ist, muss in der Regel in jedem Raum eine Einzelheizung in Form eines elektrischen Konvektors mit elektronischer Regelung berücksichtigt werden.

6 Indikatoren des Primärenergieverbrauchs

6.1 Primärenergieverbrauchswert

Der Primärenergieverbrauchswert der EEW-Einheit ermittelt sich aus dem Verhältnis zwischen dem charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit und einem Bezugswert, multipliziert mit 100:

Gl. 5 $$E_w = 100 \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}} \quad (-)$$

mit:

E_w	der Primärenergieverbrauchswert der EEW-Einheit (-).
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in MJ, berechnet gemäß §13.2;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}$	der Bezugswert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswert in MJ.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Zahl aufgerundet werden.

Der Bezugswert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswert ergibt sich wie folgt:

Gl. 6 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w} = \begin{pmatrix} E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} \end{pmatrix} . A_{ch} \quad (MJ)$$

oder:

Gl. 7 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} = Q_{heat,net,ann,ref}/0{,}728 \quad (MJ/m^2)$$

der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Heizung ist.

mit:

Gl. 8 $$Q_{heat,net,ann,ref} = Q_{L,heat,ann,ref} - 4500/A_{ch} - 100 \quad (MJ/m^2)$$

der Bezugswert des jährlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung in MJ/m²

oder:

A_{ch}	die Gesamtfläche der beheizten oder klimatisierten Fußböden der EEW-Einheit in m²;
$Q_{L,heat,ann,ref}$	der jährliche Nettoenergiebedarf aufgrund von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten, der je nach Kompaktheit ($V_{EPR}/A_{T,E}$) anhand der folgenden Verhältnisse berechnet wird:

Gl. 9 Wenn $V_{EPR}/A_{T,E} \leq 1$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 407/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$

Wenn $1 \leq V_{EPR}/A_{T,E} \leq 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 298/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 109 + 248.b_{hyg,ref}$

Wenn $V_{EPR}/A_{T,E} > 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 735/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$ (MJ/m²)

mit:

$A_{T,E}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die die EEW-Einheit umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[1] (siehe auch § 5.2);

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³;

$\beta_{hyg,ref}$ der Bezugswert der Luftwechselrate für Hygienelüftung in der EEW-Einheit in h^{-1}.

Es gilt:

Gl. 10 $$V_{EPR} = \sum_i V_{seci}$$ (m³)

und:

Gl. 11 $b_{dedic,ref} = 1,5.[0,2 + 0,5.\exp(-A_{ch}/167)]$ (h^{-1})

mit:

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i, in m³.

In Gl. 10 müssen die Werte für alle Energiezonen i der EEW-Einheit addiert werden.

Gl. 12 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} = \max[9793,36/A_{ch};3324,5/A_{ch} + 100,95]$ (MJ/m²)

ist der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Warmwasserbereitung.

Gl. 13 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} = 53$ (MJ/m²)

ist der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Hilfsaggregate.

[1] Bei den Berechnungen für die Bestimmung von $A_{T,E}$ bleiben somit nur die baulichen Vorrichtungen unberücksichtigt, die die EEW-Einheit von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

6.2 Spezifischer jährlicher Primärenergieverbrauch

Der spezifische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit wird durch das Verhältnis zwischen dem charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch dieser EEW-Einheit und der gesamten beheizten oder gekühlten Bodenfläche dieser EEW-Einheit angegeben:

Gl. 14 $$E_{spec} = \frac{1}{3{,}6} \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{A_{ch}}$$ (kWh/m²)

Dabei ist:

E_{spec}	der spezifische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in kWh/m² pro Jahr;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in MJ, berechnet gemäß §13.2;
A_{ch}	die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEW-Einheit in m².

7 Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung

7.1 Prinzip

Der Nettoenergiebedarf für Heizung wird nach Energiezonen für alle Monate des Jahres berechnet. Dazu ist jeweils der gesamte Transmissions- und Lüftungswärmeverlust pro Monat bei einer angenommenen Temperatur sowie der gesamte monatliche Gewinn der internen Wärmeerzeugung und durch Solarwärme zu bestimmen. Dann erstellt man die monatliche Energiebilanz anhand des Nutzungsanteils der Wärmegewinne.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung wird pauschal nach der Größe der EEW-Einheit berechnet. Auch eine Wärmerückgewinnung kann berücksichtigt werden. Nur folgende Verbrauchspunkte sind zu berücksichtigen:

- Entnahmestellen in Küchen;
- Dusche(n) und/oder Badewanne(n) im/in Badezimmer(n)

Alle anderen Entnahmestellen der EEW-Einheit (also einschließlich Waschbecken im/in Badezimmer(n)) sind nicht zu berücksichtigen.

7.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Raumheizung pro Energiezone

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 15 Wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$$

Wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = Q_{L,heat,sec\ i,m} - \eta_{util,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{g,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$	das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust der Energiezone i,(-), bestimmt gemäß § 7.6;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ;
$Q_{L,heat,sec\ i,m}$	die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.4;
$\eta_{util,heat,sec\ i,m}$	der monatliche Nutzungsanteil des Wärmegewinns der Energiezone i, (-), ermittelt gemäß § 7.6;
$Q_{g,heat,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß § 7.5

7.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i ergibt sich wie folgt:

Gl. 16 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} \cdot f_{bath\ i} \cdot \max\left[64;\ 64 + 0{,}220 \cdot \left(V_{EPR} - 192\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in einer Küche[2] ergibt sich wie folgt:

Gl. 17 $$Q_{water,sink\ i,net,m} = r_{water,sink\ i,net} \cdot f_{sink\ i} \cdot \max\left[16;\ 16 + 0{,}055 \cdot \left(V_{EPR} - 192\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$Q_{water,bath,i,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i in MJ;
$Q_{water,sink,i,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu berechnen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-);
$r_{water,sink\ i,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser (-), berechnet nach den vom Minister festgelegten Vorgaben;
$f_{bath\ i}$	der Anteil der Dusche oder der Badewanne i am Gesamtnettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung aller Duschen und aller Badewannen der EEW-Einheit (-), wie nachstehend bestimmt;
$f_{sink\ i}$	der Anteil der Küchenspüle i am Gesamtnettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung aller Küchen der EEW-Einheit (-), wie nachstehend bestimmt;
V_{EPR}	das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³, siehe § 6;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

Wenn es in der EEW-Einheit keine Duschen oder Badewannen geben sollte[3], wird kein Warmwasserverbrauch für diesen Zweck in Betracht gezogen. Wenn es in der EEW[3]-Einheit keine Küchenspüle geben sollte, ist auch kein Verbrauch von Warmwasser für diesen Zweck zu erwarten.

Die Anteile der verschiedenen Entnahmestellen werden wie folgt ermittelt:

Gl. 18 $$f_{bath\ i} = 1/N_{bath} \text{ und } f_{sink\ i} = 1/N_{sink} \quad \text{(-)}$$

---

[2] Mögliche andere Warmwasserentnahmestellen (z. B. für Geschirrspüler oder Waschmaschine) werden nicht berücksichtigt. Mehrere Spülen in einer Küche werden gegebenenfalls gesondert berücksichtigt.

[3] Zum Beispiel bei einem Anbau, für den Anforderungen in Bezug auf die Energieeffizienz gelten.

mit:

N_{bath} die Gesamtzahl der Duschen und Badewannen in der EEW-Einheit;

N_{sink} die Gesamtzahl der Küchenspülen in der EEW-Einheit.

Tabelle [1]: Nummer des charakteristischen Tages, Länge des Monats, mittlere Außentemperatur und mittlere Gesamtsonneneinstrahlung und diffuse Sonneneinstrahlung auf einer nicht beschatteten horizontalen Fläche

Monat	Charakteristischer Tag	Länge des Monats t_m (Ms)	Mittlere Außentemperatur des Monats $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m²)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m²)
Januar	15	2,6784	3,2	71,4	51,3
Februar	46	2,4192	3,9	127,0	82,7
März	74	2,6784	5,9	245,5	155,1
April	105	2,5920	9,2	371,5	219,2
Mai	135	2,6784	13,3	510,0	293,5
Juni	166	2,5920	16,2	532,4	298,1
Juli	196	2,6784	17,6	517,8	305,8
August	227	2,6784	17,6	456,4	266,7
September	258	2,5920	15,2	326,2	183,6
Oktober	288	2,6784	11,2	194,2	118,3
November	319	2,5920	6,3	89,6	60,5
Dezember	349	2,6784	3,5	54,7	40,2

7.4 Monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverluste

7.4.1 Prinzip

Die monatlichen Transmissionswärmeverluste in einer Energiezone werden ermittelt, indem man den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission mit der Länge des betreffenden Monats und der Differenz zwischen der mittleren Innentemperatur und der mittleren monatlichen Außentemperatur multipliziert.

Die Berechnung der monatlichen Lüftungswärmeverluste erfolgt in der gleichen Weise.

7.4.2 Berechnungsregel

Die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste werden wie folgt bestimmt:

Gl. 19 $$Q_{L,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

Gl. 20 $$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot \left(18 - \theta_{e,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 21 $$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot \left(18 - \theta_{e,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

und dabei ist:

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust der Energiezone i in MJ;
$Q_{V,heat,sec\ i,m}$	der monatliche Lüftungswärmeverlust der Energiezone i in MJ;
$H_{T,heat,sec\ i}$	der Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Energiezone i in W/K, ermittelt gemäß § 7.7;
$H_{V,heat,sec\ i}$	der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung der Energiezone i in W/K, ermittelt gemäß § 7.8;
18	der in dieser Anlage vorgeschriebene Berechnungswert für die Innentemperatur in °C;
$\theta_{e,m}$	die durchschnittliche Außentemperatur eines Monats in °C, siehe Tabelle [1];
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

7.5 Monatlicher Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung

Der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung der Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

Gl. 22 $$Q_{g,heat,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$Q_{i,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.9;

$Q_{s,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.10;

7.6 Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns

Der Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns pro Energiezone wird wie folgt bestimmt:

Gl. 23 $\eta_{util,heat,sec\ i,m} = a/(a+1)$ für $\gamma_{heat,sec\ i,m} = 1$

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = \frac{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a}}{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a+1}} \text{ für alle anderen Fälle} \quad (-)$$

mit:

Gl. 24 $$\gamma_{heat,sec\ i,m} = Q_{g,heat,sec\ i,m} / Q_{L,heat,sec\ i,m} \quad (-)$$

Gl. 25 $$a = 1 + \frac{\tau_{heat,sec\ i}}{54000} \quad (-)$$

oder:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$ das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust der Energiezone i, (-);

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.5;

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.4;

a ein numerischer Parameter, (-);

$\tau_{heat,sec\ i}$ die Zeitkonstante der Energiezone i in s.

Es wird angenommen, dass die Zeitkonstante der Energiezone i folgendem entspricht:

Gl. 26 $$\tau_{heat,sec\ i} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,heat,sec\ i} + H_{V,heat,sec\ i}} \quad (s)$$

mit:

$C_{sec\ i}$ die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K;

$H_{T,heat,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission in W/K, bestimmt nach § 7.7;

$H_{V,heat,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung in W/K, bestimmt nach § 7.8.

Die effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$, kann in detaillierter oder vereinfachter Form ermittelt werden.

7.6.1 Detaillierte Berechnung der effektiven Wärmekapazität der Energiezone i

Die effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$, wird gemäß der detaillierten Methode der Norm NBN EN ISO 13786 für einen Zeitraum thermischer Schwankungen (T) an einem Tag ermittelt (in diesem Fall entspricht $C_{sec\ i}$ der Norm C_m).

7.6.2 Vereinfachte Berechnung der effektiven Wärmekapazität der Energiezone i

Die effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$, wird in drei Etappen ermittelt:

- erstens wird der „massive“ Charakter jedes in der Energiezone vorhandenen Bauelements beurteilt;
- zweitens wird die Bauart der Energiezone abhängig vom massiven Charakter der in der Energiezone vorhandenen Bauelemente beurteilt;
- drittens wird die effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$, abhängig von der Bauweise der Energiezone ermittelt.

1. Schritt: „massiver Charakter eines Bauelements

Der „massive“ Charakter eines Bauelements kann auf einfache oder detaillierte Art evaluiert werden.

Vereinfachte Methode

Ein Bauelement gilt als in Massivbauweise errichtet, wenn seine Masse, die ausgehend von innen bis zu einem Luftspalt oder einer Wärmeleitungsschicht von weniger als 0,20 W/(m.K) ermittelt wird, mindestens 100 kg/m² beträgt.

Detaillierte Methode

Ein Bauelement gilt als in Massivbauweise errichtet, wenn seine spezifische Wärmekapazität(κ_m), die gemäß der Norm NBN EN ISO 13786 für einen Zeitraum thermischer Schwankungen (T) an einem Tag berechnet wird, höher ist als 45 kJ/m².

2. Schritt: Bauweise der Energiezone

- Der Begriff „schwer“ in dieser Tabelle bezieht sich auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der Fläche der horizontalen, schrägen und vertikalen Konstruktionen in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „halbschwer“ bezieht sich auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der horizontalen Konstruktionen in Massivbauweise ohne Innendämmung errichtet werden, oder auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der vertikalen und schrägen Konstruktionen in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „wenig schwer“ bezieht sich auf Energiezonen, bei denen 50 - 90 % der horizontalen Bauelemente in Massivbauweise ohne Innendämmung errichtet werden, oder auf Energiezonen, bei denen 50 - 90 % der vertikalen und schrägen Bauelemente in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „leicht“ bezieht sich auf alle anderen Energiezonen.

In diesem Kontext gelten Bauelemente als:

- horizontal, wenn ihre Neigung 0° beträgt;
- schräg, wenn ihre Neigung strikt über 0° und unter 60° beträgt;
- vertikal, wenn ihre Neigung 60° oder mehr beträgt;

3. Schritt: effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$

Die effektive Wärmekapazität der Energiezone i, $C_{sec\ i}$, wird in Tabelle [41] abhängig von der Bauweise dargestellt.

Tabelle [41]: Wert der effektiven Wärmekapazität $C_{sec\ i}$ der Energiezone i, vereinfachte Methode

Bauart	$C_{sec\ i}$ (J/K)
Schwer	123000 $V_{sec\ i}$
Halbschwer	87000 $V_{sec\ i}$
Wenig schwer	55000 $V_{sec\ i}$
Leicht	37000 $V_{sec\ i}$

mit:

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i, in m^3.

7.7 Wärmetransferkoeffizient für Transmission

7.7.1 Prinzip

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission zeigt sich wie die Geometrie des Gebäudes dreidimensional. Er müsste also dreidimensional berechnet werden, siehe NBN EN ISO 10211. Diese dreidimensionale Berechnungsweise dient als Referenz.

Die dreidimensionale Referenzberechnung wird in dieser Anlage durch eine vereinfachte Berechnung auf der Basis nachstehender Prinzipien ersetzt:

- das Hauptelement der Transmissionswärmeverluste ist eindimensional,
- die das geschütztes Volumen umgebende Fläche ist durchgehend, außer an den Trennwänden zu angrenzenden beheizten Räumen,
- und die Wände sind eben.

Eine ebene Wand mit einer Fläche A hat einen bestimmten Wärmedurchgangskoeffizienten U. Alle linearen Bauknoten der Länge l zwischen zwei Wänden haben einen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ und alle punktuellen Bauknoten haben einen punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten χ. Die zu einer Wand gehörenden und über die ganze Fläche dieser Wand verteilten linearen und punktuellen Bauknoten werden beim Wärmedurchgangskoeffizienten dieser Wand berücksichtigt.

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission wird für alle Wände zwischen der Energiezone und der Außenumgebung (Luft und Wasser), der Energiezone und dem Boden und der Energiezone und

angrenzenden unbeheizten Räumen bestimmt. Diese Wände sind bei der Bestimmung des Wärmetransferkoeffizienten auch zu berücksichtigen, wenn sie an ein Nachbargrundstück grenzen, siehe auch § 5.2. Man geht davon aus, dass es keinerlei Transmissionsverluste zu den angrenzenden beheizten Räumen gibt.

7.7.2 Berechnungsregel

Der Gesamtwärmeübergangskoeffizient für Transmissionswärmeverluste ist für jede Energiezone wie folgt zu ermitteln:

Gl. 27 $$H_{T,heat,sec\,i} = H_{T,sec\,i}^{constructions} + H_{T,sec\,i}^{junctions} \quad \text{(W/K)}$$

mit:

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ der Gesamtwärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i in W/K;

$H_{T,sec\,i}^{junctions}$ der Gesamtwärmetransferkoeffizient für Transmission durch Bauknoten der Energiezone i in W/K

Weitere Erläuterungen zu den verschiedenen Arten der Berücksichtigung von Bauknoten (lineare wie punktuelle) finden Sie in Anlage B.2 des vorliegenden Erlasses.

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i wird wie folgt berechnet:

Gl. 28 $$H_{T,sec\,i}^{constructions} = H_{D,sec\,i}^{constructions} + H_{g,sec\,i}^{constructions} + H_{U,sec\,i}^{constructions} \quad \text{(W/K)}$$

mit:

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ der Gesamtwärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i in W/K;

$H_{D,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für direkte Transmission zwischen der Energiezone i und der Außenluft sowie zwischen der Energiezone i und Wasser über die Wände der Wärmeverlustfläche in W/K;

$H_{g,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i zum Erdreich in W/K;

$H_{U,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i ins Freie über einen angrenzenden unbeheizten Raum in W/K

Die verschiedenen Elemente sind nach den genaueren Spezifikationen in Anlage B.1 des vorliegenden Erlasses zu berechnen.

Bei Elementen, deren thermische Eigenschaften nicht bekannt sind oder nicht ermittelt werden können (zum Beispiel Schichten mit komplexer Struktur in Wandelementen usw.), kann man immer annehmen, dass der eigene Wärmewiderstand der Schicht oder des Elements gleich null ist. Der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient wird sodann vollständig anhand der Widerstände der Kontaktflächen zur inneren und äußeren Umgebung (aufgrund der entwickelten Flächen) und eventuell anhand der Wärmewiderstände der anderen Schichten des Elements ermittelt.

Leitungsdurchführungen (Wasser, Gas, Strom, Abwasser usw.) und ähnliche Elemente in den Außenwänden sind nicht zu berücksichtigen, sofern ihre Gesamtfläche nicht mehr als 0,25 % der Gesamtfläche ($A_{T,E}$) der betreffenden EEW-Einheit, durch die der Wärmedurchgangsverlust erfolgt, beträgt (d. h. mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen). In diesem Fall muss für die genannten Elemente der gleiche U-Wert berücksichtigt werden wie für die Wände, in denen sie sich befinden.

Bei Jalousien wird angenommen, dass sie 8 Stunden pro Tag geschlossen sind[4].

7.8 Wärmetransferkoeffizient für Lüftung

7.8.1 Prinzip

Der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung wird bestimmt, indem man die spürbare Wärmekapazität von 1 m^3 Luft mit der Summe der nachstehend angeführten Luftströme multipliziert:

- durchschnittlicher Luftstrom durch Infiltration und Exfiltration;
- durchschnittlicher Luftstrom durch Hygienelüftung unter Berücksichtigung eines eventuellen Reduktionsfaktors für Vorwärmung oder eines Multiplikationsfaktors für Vorkühlung;
- gegebenenfalls durchschnittlicher Luftstrom durch Überlüftung bei Verwendung einer Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung der Wärme aus der Abluft für die Warmwasserbereitung;
- zur Einschätzung der Überhitzungsgefahr: durchschnittlicher Luftstrom durch das manuelle Öffnen der Fenster.

Der mechanische Abzug, mit dem beim Kochen von Speisen Wasserdampf abgeleitet wird, ist nicht zu berücksichtigen. Dasselbe gilt für den mechanischen Abzug in Toiletten oder Bädern, wenn dabei vorübergehend mehr Luft abgesaugt wird, dieser jedoch nicht zur Erfüllung der in Anlage C.2 bzw. C.3 des vorliegenden Erlasses angeführten Lüftungsanforderungen erforderlich ist. Hinsichtlich des Energieverbrauchs der Lüfter mechanischer Systeme siehe § 11.2

7.8.2 Berechnungsregel

Der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung der Energiezone i wird wie folgt ermittelt:

- für die Heizungsberechnungen:

[4] Wenn die Jalousien nicht von innen gesteuert werden, kommt kein Abzug zur Anwendung.

Gl. 29 $H_{V,heat,seci} = H_{V,inf/exfilt,heat,seci} + H_{V,hyg,heat,seci} + H_{V,over,heat,seci}$ (W/K)

- für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 30 $H_{V,cool,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,cool,seci} + H_{V,hyg,cool,seci,m} \\ + H_{V,over,cool,seci} \end{pmatrix}$ (W/K)

- für die Berechnungen des Überhitzungsindikators:

Gl. 31 $H_{V,overh,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} \\ + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci} \end{pmatrix}$ (W/K)

mit:

$H_{V,heat,seci}$ der Koeffizient des Lüftungswärmeverlusts in der Energiezone i für die Heizungsberechnungen in W/K;

$H_{V,cool,seci,m}$ der Koeffizient des monatlichen Lüftungswärmeverlusts in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in W/K;

$H_{V,overheat,seci,m}$ der Koeffizient der monatlichen Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Berechnung des Überhitzungsindikators in W/K;

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$, $H_{V,in/exfilt,\ cool,seci}$ und $H_{V,in/exfilt,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration für die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Überhitzungsindikators in W/K, bestimmt gemäß § 7.8.3;

$H_{V,hyg,heat,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Berechnung des Heizbedarfs in W/K, bestimmt gemäß § 7.8.5;

$H_{V,hyg,cool,seci,m}$ und $H_{V,hyg,overh,seci,m}$ der Koeffizient der monatlichen Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Berechnung des Kühlbedarfs und des Überhitzungsindikators in W/K, bestimmt gemäß § 7.8.5;

$H_{V,over,heat,seci}$, $H_{V,over,\ cool,seci}$ und $H_{V,over,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung für die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Überhitzungsindikators in W/K, bestimmt gemäß § 7.8.7;

$H_{V,free,nat,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster für die Berechnung des Überhitzungsindikators in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.8.

7.8.3 Koeffizient der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration

Die Formeln für die Koeffizienten der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration für die Energiezone i lauten wie folgt:

- für die Heizungsberechnungen:

Gl. 32 $H_{V,in/exfilt,heat,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$ (W/K)

- für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 33 $H_{V,in/exfilt,cool,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ (W/K)

- für die Berechnungen des Überhitzungsindikators:

Gl. 34 $H_{V,in/exfilt,overh,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,overh,seci}$ (W/K)

mit:

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$, $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ und $\dot{V}_{in/exfilt,over,seci}$ der Luftstrom der Infiltration und Exfiltration durch die undichte Gebäudehülle in der Energiezone i, für die Heizungsberechnung bzw. Kühlungsberechnung und die Bestimmung des Überhitzungsindikators in m³/h, wie nachstehend bestimmt.

7.8.4 Luftstrom der Infiltration und Exfiltration

Die durchschnittliche In-/Exfiltrationsrate, die in der Energiezone i angewendet werden soll, in m³/h, ist konventionell gegeben durch:

- für die Heizungsberechnungen:

Gl. 35 $\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 36 $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- für die Berechnungen des Überhitzungsindikators:

Gl. 37 wenn $H_{V,free,nat,overh,seci} = 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,overh} \cdot A_{T,E,seci}$

wenn $H_{V,free,nat,overh,seci} > 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0$ (m³/h)

mit:

$\dot{v}_{50,heat}$, $\dot{v}_{50,cool}$ et $\dot{v}_{50,overh}$ der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und für die Bestimmung des Überhitzungsindikators in m³(h.m²), wie nachstehend bestimmt;

$A_{T,E,seci}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die die Energiezone i umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden [5](siehe auch § 5 und 7.7), in m².

Wenn eine Messung der Luftdichtigkeit der gesamten EEW-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorgenommen wird, beträgt der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, $\dot{v}_{50,heat}$ und $\dot{v}_{50,cool}$, in m³/(h.m²):

[5]Bei der Berechnung von $A_{T,E,seci}$ bleiben also nur die Konstruktionen unberücksichtigt, die die Energiezone von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

Gl. 38 $\dot{v}_{50,heat} = \dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,overh} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$ (m³/(h.m²))

mit:

A_{test} die Gesamtfläche (berechnet auf der Grundlage der Außenmaße) der Wände in m², die das Volumen umgeben, das bei der Luftdichtheitsmessung betrachtet wird, mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen

$\dot{V}_{50}$ die Leckrate bei 50 Pa der Außenhülle in m³/h, abgeleitet aus dem Luftdichtheitstest, der gemäß den vom Minister festgelegten Spezifikationen gemessen wurde.

Andernfalls kommen folgende Standardwerte in m³/(h.m²) zur Anwendung:

- für die Heizungsberechnungen: $\dot{v}_{50,heat} = 12$;
- für die Kühlungsberechnungen: $\dot{v}_{50,cool} = 0$;
- für die Berechnungen des Überhitzungsindikators: $\dot{v}_{50,overh} = 0$.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Luftdichtheitsmessungen festlegen.

7.8.5 Koeffizient des Wärmeverlusts durch Hygienelüftung

Der Koeffizient des Wärmeverlusts durch Hygienelüftung ergibt sich aus:

- für die Heizungsberechnungen:

Gl. 39 $H_{V,hyg,heat,sec\,i} = 0{,}34\ r_{preh,heat,sec\,i}\ \dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$ (W/K)

- für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 40 $H_{V,hyg,cool,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,cool,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ (W/K)

- für die Berechnungen des Überhitzungsindikators:

Gl. 41 $H_{V,hyg,overh,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,overh,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,overh,sec\,i}$ (W/K)

mit:

$r_{preh,heat,sec\,i}$, $r_{preh,cool,sec\,i}$ und $r_{preh,overh,sec\,i}$ der Wert des Reduktionsfaktors für den Effekt der Vorwärmung auf den Nettoenergiebedarf, jeweils für die Heizberechnungen, für die Kühlberechnungen und für den Überhitzungsindikator, berechnet nach Anlage B dieser Anlage, (-);

$\dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$, $\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ und $\dot{V}_{hyg,overh,seci}$ die hygienische Lüftung in der Energiezone i, jeweils für Heizungsberechnungen, für Kühlungsberechnungen und für den Überhitzungsindikator, wie nachstehend bestimmt, in m³/h;

$r_{precool,seci,m}$ ein monatlicher Multiplikationsfaktor für den Vorkühleffekt der Lüftung für die Kühlungsberechnungen und für den Überhitzungsindikator, berechnet nach Anlage B dieser Anlage, (-).

7.8.6 Durchsatz der Hygienelüftung

Die Hygienelüftung der Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

Gl. 42 $$\dot{V}_{hyg,heat,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

Gl. 43 $$\dot{V}_{hyg,cool,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

Gl. 44 $$\dot{V}_{hyg,overh,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

mit:

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³, siehe § 6;

$f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ und $f_{reduc,vent,overh,seci}$ ein Reduktionsfaktor für die Lüftung in der Energiezone i, jeweils für die Heizberechnungen, für die Kühlberechnungen und für den Überhitzungsindikator, wie unten bestimmt, (-);

$m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ et $m_{overh,sec\ i}$ ein Multiplikationsfaktor, der von der Lüftung in der Energiezone i und der Qualität ihrer Ausführung abhängt, und zwar jeweils für die Heizberechnungen, für die Kühlberechnungen und für den Überhitzungsindikator, wie nachfolgend festgelegt;

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i, in m³.

Der Standardwert für $f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ und $f_{reduc,vent,overh,seci}$ ist 1. Günstigere Werte sind nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister festgelegt werden, oder, falls dies nicht möglich ist, auf der Grundlage eines Antrags auf Feststellung der Gleichwertigkeit.

Der Wert der Multiplikationsfaktoren $m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ und $m_{overh,sec\ i}$ kann zwischen 1,0 und 1,5 variieren. Der Standardwert für $m_{heat,sec\ i}$ ist 1,5. Der Standardwert für $m_{cool,sec\ i}$ und $m_{overh,sec\ i}$ ist 1,0. Zur Bestimmung günstigerer Werte wird auf Anlage B dieser Anlage verwiesen.

7.8.7 Koeffizient des Wärmeverlusts durch Überlüftung

Bei einem mechanischen Lüftungssystem, bei dem die Luft mechanisch abgesaugt wird, kann die Abluft von einer Wärmepumpe als Wärmequelle für die Warmwasserbereitung genutzt werden.

In diesem Fall spricht man von Überlüftung, wenn die Menge an Abluft, die für den ordnungsgemäßen Betrieb der Wärmepumpe zu einem bestimmten Zeitpunkt erforderlich ist, über dem hygienischen Lüftungsvolumenstrom zu diesem Zeitpunkt liegt.

Der Ausdruck für die Wärmeverlustkoeffizienten durch Überlüftung für die Energiezone i lautet wie folgt:

Gl. 45 $H_{V,over,heat,seci} = H_{V,over,cool,seci} = H_{V,over,overh,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{over,seci}$ (W/K)

mit:

$\dot{V}_{over,seci}$ der wie nachstehend ermittelte zusätzliche Luftstrom, der sich aus einer Überbelüftung in der Energiezone i ergibt, bei mechanischen Abluftsystemen, bei denen eine Wärmepumpe die Abluft als Wärmequelle für die Warmwasserbereitung nutzt, in m^3/h.

Der Effekt der Überlüftung ist noch nicht berücksichtigt. Wir betrachten also: $\dot{V}_{over,seci} = 0$.

7.8.8 Koeffizient des Wärmeverlusts durch Lüftung durch manuelles Öffnen von öffnenden Teilen

Der Ausdruck für den Koeffizienten des Wärmeverlusts durch Lüftung durch manuelles Öffnen von Teilen, die geöffnet werden können, lautet wie folgt:

Gl. 46 $H_{V,free,nat,overh,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{free,nat,overh,seci}$ (W/K)

mit:

$\dot{V}_{free,nat,overh,seci}$ der Luftvolumenstrom, der verwendet wird für die Bestimmung des Überhitzungsindikators im Fall einer Belüftung durch manuelles Öffnen der Fenster gemäß § 7.8.9, in m^3/h

Der Luftvolumenstrom, der für die Bestimmung des Überhitzungsindikators im Fall von Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster verwendet wird, wird bestimmt auf Basis der Tabelle [37] abhängig vom intensiven Lüftungspotenzial.

Tabelle [37]: Werte des Luftvolumenstroms durch Öffnen von Fenstern nach dem intensiven Lüftungspotenzial

Intensives Lüftungspotenzial	$\dot{V}_{free,nat,overh,seci}$ **(m^3/h)**
Kein intensives Lüftungspotenzial	0
Sehr geringes intensives Lüftungspotenzial	$0{,}15 \cdot V_{seci}$
Geringes intensives Lüftungspotenzial	$0{,}20 \cdot V_{seci}$
Mittleres intensives Lüftungspotenzial	$0{,}40 \cdot V_{seci}$
Hohes intensives Lüftungspotenzial	$0{,}55 \cdot V_{seci}$

Sehr hohes intensives Lüftungspotenzial	0,70 . V_{seci}
Maximales intensives Lüftungspotenzial	1,10 . V_{seci}

7.8.9 Intensives Lüftungspotenzial

Die Bestimmung des intensiven Lüftungspotenzials erfolgt für die gesamte EEW-Einheit auf Basis des Organigramms der nachstehenden Abbildung [2], deren unterschiedliche Begriffe nachstehend definiert werden:

Abbildung [2]: Intensives Lüftungspotenzial

Eine intensive Lüftungsöffnung ist ein Fenster, eine Tür, eine Fenstertür oder ein Gitter mit einer Gesamtfläche von mehr als 6,4 % der gesamten Nettogrundfläche des Gebäudes.

Ob eine Intensivlüftungsöffnung von außen zugänglich ist, wird nach den vom Minister festgelegten Regeln festgestellt, oder es wird andernfalls davon ausgegangen, dass eine Öffnung von der Außenseite des Gebäudes zugänglich ist.

Eine Intensivlüftungsöffnung gilt als sicher, wenn sie entweder die Möglichkeit einer festen Öffnungsposition bietet, die einen Luftdurchlass mit einer Höhe oder Breite von nicht mehr als 15 cm ermöglicht, oder wenn sie mit einer festen oder beweglichen Vorrichtung mit festen Positionen ausgestattet ist, die die Öffnung in Elemente unterteilt, deren Höhe oder Breite für den Luftdurchlass nicht mehr als 15 cm beträgt. Die Auswirkungen des Vorhandenseins des Sicherungselements auf die Luftdurchlassfläche und die damit verbundene Verringerung des Luftstroms werden vernachlässigt.

Eine Intensivlüftungsöffnung ermöglicht eine Modulation der Öffnungsfläche, wenn sie mindestens eine feste Öffnungskonfiguration zwischen den Konfigurationen vollständig geöffnet und vollständig geschlossen bietet.

Eine Öffnung ist mit einer automatischen Modulationsvorrichtung ausgestattet, wenn sie mit einer Vollautomatisierungsvorrichtung ausgestattet ist, in deren Verwaltungsmodul die Daten eines Innentemperatursensors integriert sind.

Eine EEW-Einheit ist so konfiguriert, dass sie eine hohe intensive Belüftungskapazität gewährleistet, wenn sie entweder eine Durchgangslüftung durch Öffnungen, die auf mindestens zwei Fassaden verteilt sind, deren Ausrichtung sich um 90° oder mehr unterscheidet, oder einen Kamineffekt durch Öffnungen, deren mittlere Höhen entlang einer vertikalen Achse mindestens 3 m voneinander entfernt sind, ermöglicht.

7.9 Monatliche interne Wärmegewinne

7.9.1 Prinzip

Interne Wärmegewinne sind gleich der gesamten Wärme, die in einer Energiezone durch interne Quellen mit Ausnahme des Raumheizungssystems erzeugt wird: z. B. die Wärmeabgabe von Personen, Beleuchtung und Geräten. Im Rahmen der Regulierung wird ihr Wert pauschal festgelegt. In den angrenzenden unbeheizten Räumen sind die internen Wärmegewinne annahmegemäß gleich null.

7.9.2 Berechnungsregel

Man bestimmt die internen Wärmegewinne in einer Energiezone i in einem bestimmten Monat wie folgt:

Gl. 50 wenn $V_{EPR} \leq 192\ m^3$: $Q_{i,seci,m} = \left(1,41 . V_{EPR} + 78\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$

wenn $V_{EPR} > 192\ m^3$: $Q_{i,seci,m} = \left(0,67 . V_{EPR} + 220\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$ (MJ)

mit:

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³, siehe § 6;

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i in m³;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

7.10 Monatliche solare Gewinne

7.10.1 Prinzip

Die relativen solaren Gewinne für einen bestimmten Monat setzen sich aus der Summe von 3 Termen zusammen:

- solare Gewinne durch transparente Wände, mit Ausnahme von Wänden aus Glasbausteinen;
- solare Gewinne durch passive, nicht belüftete Solarenergiesysteme;
- solare Gewinne aus angrenzenden unbeheizten Räumen.

Passive Solarenergiesysteme, die mit Außen- oder Innenluft belüftet werden, müssen gemäß den vom Minister festgelegten Regeln oder, falls dies nicht möglich ist, auf der Grundlage eines Antrags auf Gleichwertigkeit bestimmt werden und sich auf Anlage F der Norm NBN EN 13790 stützen.

7.10.2 Berechnungsregel

Der Solargewinn durch die lichtdurchlässige Wand j wird wie folgt bestimmt:

Gl. 51 $$Q_{s,heat,sec\ i,m} = \sum_{j=1}^{m} Q_{s,heat,tr,m,j} + \sum_{k=1}^{n} Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^{p} Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$Q_{s,heat,tr,m,j}$ die solaren Gewinne durch eine transparente Wand j in dem betreffenden Monat in MJ, bestimmt nach § 7.10.3;

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ die solaren Gewinne durch ein passives, nicht gelüftetes Solarenergiesystem k im jeweiligen Monat in MJ, bestimmt nach § 7.10.4;

$Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l}$ der Anteil der solaren Gewinne des angrenzenden unbeheizten Raums l, der im betreffenden Monat indirekt der Energiezone i zugutekommt, in MJ, bestimmt nach Anlage A und Anlage C dieser Anlage.

Zu diesem Zweck muss eine Summe über alle transparenten Wände j mit Ausnahme von Wänden aus Glasbausteinen, alle unbelüfteten passiven Solarenergiesysteme k und alle angrenzenden unbeheizten Räume l der Energiezone i gebildet werden. Wie unbeheizte angrenzende Räume zu behandeln sind, steht in Anlage A dieser Anlage.

Der Index 'heat' (d. h. der Wert, der zur Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Heizung verwendet wird) wird durch den Index 'cool' zur Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung und durch den Index 'overh' zur Bestimmung des Überhitzungsindikators ersetzt.

7.10.3 Solare Gewinne durch eine transparente Wand

7.10.3.1 Prinzip

Die Höhe der solaren Gewinne durch eine transparente Wand hängt von der Abschirmung durch gebäudefremde oder gebäudebezogene Umweltelemente, durch feststehende Sonnenschutzvorrichtungen und durch bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen ab. Die Abschirmung durch Elemente der Umgebung wird bei der Berechnung der einfallenden Sonneneinstrahlung berücksichtigt; die Abschirmung durch einen Sonnenschutz wird durch Anpassung des Sonnenfaktors g berücksichtigt.

7.10.3.2 Berechnungsregel

Die solaren Gewinne durch die transparente Wand j, $Q_{s,heat,tr,m,j}$, sind gegeben durch:

Gl. 52 $$Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$$ (MJ)

mit:

0,95	der schmutzbezogene Reduktionsfaktor;
$g_{m,j}$	der monatliche Solarfaktor der transparenten Wand j, bestimmt gemäß § 7.10.3.3, (-);
$A_{g,j}$	die Glasfläche der transparenten Wand j in m²;
$I_{s,m,j,shad}$	die Sonneneinstrahlung auf die transparente Wand j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Abschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², bestimmt nach Anlage C dieser Anlage.

Bei Oberlichtern wird die Glasfläche $A_{g,j}$ in Gl. 52 $Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$ durch die Fläche der horizontalen Projektion der äußeren leuchtenden Oberfläche $A_{t,flat}$ gemäß der Definition in NBN EN 1873 ersetzt.

Wenn die transparente Wand j ein Fenster ist, dessen U-Wert mit der vereinfachten Methode bestimmt wird, gilt stets:

Gl. 53 Wenn $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0,7 \cdot A_{w,d,j}$

Wenn $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0,8 \cdot A_{w,d,j}$ (m²)

mit:

$A_{w,d,j}$	die Fläche der Tageslichtöffnung des Fensters j, in m².

7.10.3.3 Monatlicher Solarfaktor $g_{m,j}$ einer transparenten Wand

7.10.3.3.1 Prinzip

Der monatliche Sonnenfaktor einer transparenten Wand ($g_{m,j}$) wird durch den Sonnenfaktor des transparenten Teils dieser transparenten Wand und durch die Art des Sonnenschutzes bestimmt. Dabei ist eine Unterscheidung zu treffen zwischen innen liegendem Sonnenschutz, außen liegendem Sonnenschutz und integriertem Sonnenschutz. Der innen liegende Sonnenschutz befindet sich an der Innenseite der transparenten Wand, der außen liegende Sonnenschutz befindet sich auf der Außenseite und der integrierte Sonnenschutz befindet sich zwischen den Scheiben, die gemeinsam den

lichtdurchlässigen Teil bilden. Der Sonnenschutz kann sich in und außerhalb der Ebene der lichtdurchlässigen Wand befinden. Fensterläden, Rollläden, Stores und Jalousien sind Beispiele für einen Sonnenschutz in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand. Markisen, ausstellbare Rollläden und Sonnensegel sind Beispiele für einen Sonnenschutz außerhalb der Ebene der lichtdurchlässigen Wand. Ein ausschließlich aus baulichen Abschirmungen bestehender Sonnenschutz ist wie ein mit dem Gebäude zusammenhängendes Element in der Umgebung zu behandeln. Außerdem kann der Sonnenschutz fest montiert sowie mit einer manuellen oder automatischen Steuerung ausgestattet sein (wichtige Unterscheidung zur Bestimmung des Nutzungsfaktors $a_{C,m,j}$). Die Position eines fest montierten Sonnenschutzes ist unveränderbar; ein Sonnenschutz mit manueller oder automatischer Steuerung hat mindestens zwei Positionen. Eine automatische Steuerung erfordert eine automatisch gesteuerte Bedienung (zum Beispiel einen Motor) und mindestens einen Sonnensensor pro Fassadenausrichtung oder einen Abwesenheitssensor, der den Sonnenschutz bei Abwesenheit schließt. Bei einem integrierten Sonnenschutz, bei dem der Innenraum mit Innen- oder Außenluft belüftet wird, muss der Solarfaktor mittels Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips festgelegt werden.

7.10.3.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Solarfaktor einer lichtdurchlässigen Wand wird wie folgt bestimmt:

Gl. 54 $$g_{m,j} = 0,9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp}$$ (-)

mit:

0,9	ein fester Wert für die Korrektur des Einfallswinkels, (-);
F_c	der Reduktionsfaktor für den Sonnenschutz (-), bestimmt nach § 7.10.3.4
$a_{c,m}$	der monatliche Nutzungsfaktor des Sonnenschutzes,(-), bestimmt nach § 7.10.3.5;
$g_{g,\perp}$	der Solarfaktor der Verglasung bei genormten Einfallswinkel,(-), ermittelt laut Norm NBN EN 410 (in der er mit dem Buchstaben g bezeichnet wird)

Wenn eine lichtdurchlässige Wand mit mehreren beweglichen Sonnenschutzsystemen ausgestattet ist (zum Beispiel innen und außen liegend), ist für die Heizungsberechnungen das System mit dem höchsten F_c-Wert zu berücksichtigen und für die Bestimmung des Überhitzungsindikators und des Bruttoenergiebedarfs für die Kühlung der Räume das System mit dem niedrigsten F_c-Wert.

7.10.3.4 Reduktionsfaktor F_C für Sonnenschutz

7.10.3.4.1 Sonnenschutz in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand

Der Reduktionsfaktor für einen in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand angebrachten Sonnenschutz ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem Solarfaktor der Kombination aus dem lichtdurchlässigen Teil und der Sonnenschutzvorrichtung bei genormtem Lichteinfall und dem Solarfaktor des lichtdurchlässigen Teils allein bei genormtem Lichteinfall:

Gl. 55 $$F_C = \frac{g_{g+c,\perp}}{g_{g,\perp}}$$ (-)

mit:

$g_{g+C,\perp}$ der Solarfaktor der Kombination aus dem lichtdurchlässigen Teil und der Sonnenschutzvorrichtung bei genormtem Lichteinfall, ermittelt laut NBN EN ISO 52022-1, NBN EN ISO 52022-3 (in denen es mit dem Symbol und dem Index g_{tot} bezeichnet wird) oder laut Norm ISO 15099. Die Norm NBN EN ISO 52022-1 darf nur angewendet werden, wenn alle dort angegebenen Bedingungen erfüllt sind;

$g_{g,\perp}$ der Solarfaktor für den lichtdurchlässigen Teil der lichtdurchlässigen Wand bei genormtem Lichteinfall,(-), ermittelt gemäß Norm NBN EN 410 (in der er mit dem Buchstaben g bezeichnet wird)

Wenn $g_{g+C,\perp}$ nicht angegeben ist, sollten die Standardwerte aus Tabelle [3] verwendet werden. Diese Werte sind unabhängig vom Sonnenfaktor des transparenten Teils und bleiben das ganze Jahr über konstant.

Tabelle [3]: Standardwerte für den Reduktionsfaktor F_C für einen Sonnenschutz in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand

Sonnenschutzsysteme	F_C
Außen liegender Sonnenschutz	0,50
Nicht belüfteter integrierter Sonnenschutz	0,60
Innen liegender Sonnenschutz	0,90
Alle anderen Fälle	1,00

7.10.3.4.2 Nicht in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand liegender Sonnenschutz

Berücksichtigt werden nur Sonnenschutzvorrichtungen, die einen Solartransmissionsfaktor (auf die Fläche umgerechneter Mittelwert) $\tau_{e,dir,h}$ (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärischer Transmissionsgrad) von weniger als 30 % aufweisen. Sonnenschutzvorrichtungen, die diesem Kriterium nicht entsprechen, werden vernachlässigt.

Der durchschnittliche monatliche Reduktionsfaktor F_c bei einem nicht in der Ebene der lichtdurchlässigen Wand liegenden Sonnenschutz ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der monatlichen Sonneneinstrahlung auf die durch den Sonnenschutz beschattete lichtdurchlässige Wand und der monatlichen Sonneneinstrahlung auf die nicht beschattete lichtdurchlässige Wand:

Gl. 56 $$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

mit:

$I_{s,m,j,shad,wC}$ die Sonneneinstrahlung auf die transparente Wand j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Verschattung sowohl durch feste Hindernisse als auch durch den Sonnenschutz in MJ/m², bestimmt nach Anlage C dieser Anlage. Dies erfordert die Bestimmung des Überhangwinkels α_v. Der Sonnenschutz wird behandelt, als wäre er opak.

$I_{s,m,j,shad,woC}$ die Sonneneinstrahlung auf die lichtdurchlässige Wand j im jeweiligen Monat unter alleiniger Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², bestimmt gemäß Anlage C dieser Anlage.

7.10.3.5 Monatlicher Nutzungsfaktor $a_{c,m}$

Der monatliche Nutzungsfaktor $a_{c,m}$ muss für jede lichtdurchlässige Wand je nach Art der Bedienung (manuell oder automatisch) sowie nach Ausrichtung φ_j und Neigungswinkel θ_j der verglasten Fläche j bestimmt werden.

Bei einem fest montierten Sonnenschutz ist $a_{c,m}$ immer gleich 1.

Bei einem beweglichen Sonnenschutz ist $a_{C,m}$ Tabelle [4] zu entnehmen. Die Tabellen C1 und C2 finden sich in Anlage C dieser Anlage. Der Wert ist unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für Heizung oder Kühlung oder um die Bestimmung des Überhitzungsindikators handelt.

Tabelle [4]: Mittlerer Nutzungsfaktor $a_{C,m}$, je nach Berechnungstyp

Berechnung / Bedienung	Heizung	Kühlung	Überhitzung
Manuelle	0,0	0,2	Tabellen C1
Automatische	0,0	max(0 ;Tabellen C2 reduziert um 0,1)	Tabellen C2

7.10.4 Solargewinn durch ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie

7.10.4.1 Definitionen

Ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie ist eine Konstruktion, die sich aus einem lichtdurchlässigen Außenteil und einem opaken Innenteil zusammensetzt, wobei in dem (den) (eventuell) vorhandenen Luftspalt(en) keinerlei Außen- oder Innenluft zirkuliert. Beispiele dafür sind (massive) Mauern mit aufgesetzter Verglasung, eventuell in Kombination mit einer zusätzlichen lichtdurchlässigen Dämmung.

7.10.4.2 Berechnungsregel

Der Solargewinn eines unbelüfteten Systems zur passiven Nutzung von Solarenergie k während des betreffenden Monats wird wie folgt berechnet:

Gl. 57 $$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad}$$ (MJ)

mit:

$g_{eff,t,m,k}$ der effektive Solarfaktor des Systems k wie nachstehend bestimmt, (-)

$A_{ps,g,k}$ die lichtdurchlässige Fläche des Systems zur passiven Nutzung der Solarenergie k in m²;

$I_{s,m,k,shad}$ die Sonneneinstrahlung auf das System k für den betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², ermittelt gemäß Anlage C dieser Anlage.

Die Bestimmung von $g_{eff,t,m,k}$ ist folgendermaßen vorzunehmen:

- bei außen liegenden baulichen Systemen mit recht hoher Sonnenenergietransmission ist der effektive Wert proportional zur Absorption des opaken Teils:

Gl. 58 $$g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \frac{U}{U_{te}}$$ (-)

- bei außen liegenden baulichen Systemen mit geringer Sonnenenergietransmission (zum Beispiel Konstruktionen mit eingebautem Absorber) wird der anhand von Messungen ermittelte Wert angepasst, um den Wärmewiderstand des (unbelüfteten) Luftspalts zwischen dem baulichen System und dem opaken Teil zu berücksichtigen:

Gl. 59 $$g_{eff,t,m,k} = \left(R_{se} + R_t\right) \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \cdot U$$ (-)

mit:

Gl. 60 $$U = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si}\right)$$ (W/m².K)

Gl. 61 $$U_{te} = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al}\right)$$ (W/m².K)

und dabei ist:

der Absorptionskoeffizient des opaken Teils, (-)

$g_{t,h}$ der Solarfaktor des baulichen Systems bei diffuser hemisphärischer Sonneneinstrahlung, (-);

$c_{m,k}$ der Koeffizient aus Tabelle [5], (-);

$g_{t,\perp}$ der Solarfaktor des baulichen Systems bei genormtem Einfallwinkel, (-);

U der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauelements von innen nach außen in W/m².K

U_{te} der äußere Wärmedurchgangskoeffizient des Bauelements von der Fläche, die das bauliche System begrenzt, bis zur Außenumgebung, in W/m².K;

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der Außenoberfläche in m².K/W;

R_t der Wärmedurchlasswiderstand des baulichen Systems in m².K/W;

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der Innenoberfläche in m².K/W;

R_{al} der Wärmedurchlasswiderstand der (unbelüfteten) Luftschicht zwischen dem opaken Teil und dem baulichen System in m².K/W;

R_i der Wärmedurchlasswiderstand des opaken Teils hinter dem baulichen System in m².K/W.

Tabelle [5]: Koeffizienten $c_{m,k}$ für die Berechnung des effektiven Solarfaktors einer lichtdurchlässigen Dämmung auf der Grundlage der gemessenen Werten für den senkrechten und hemisphärischen Einfall (für senkrechte Wände)

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
S	-0,105	-0,067	-0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	-0,054	-0,093	-0,105
SW/SO	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
W/O	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NW/NO	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000

8 Überhitzungsgefahr und Kühlung

8.1 Prinzip

In einem kühlen Klima, wie es in Belgien vorherrscht, senken angemessene bauliche Maßnahmen und Auslastungsgrenzen der Wohnungen in Wohngebäuden die Gefahr einer Überhitzung im Sommer in ausreichendem Maße, sodass auf eine aktive Kühlung verzichtet werden kann. Es genügt, keine zu großen lichtdurchlässigen Wandflächen vorzusehen, nötigenfalls einen außen liegenden Sonnenschutz einzuplanen, die Innenwände, Decken und Fußböden hoch genug zu bauen, für eine ausreichend große, wirksame Wärmespeicherkapazität und für zusätzliche Lüftung bei Nacht zu sorgen.

Wenn dann noch Probleme auftreten, betreffen diese im Allgemeinen einen einzelnen Raum. Solargewinn pro Raum, interner Wärmegewinn, wirksame Wärmespeicherkapazität, Lüftungsmöglichkeiten und gewünschte Temperatur (die zum Beispiel in einem Badezimmer anders ist als in einem Schlafzimmer) sind unter anderem ausschlaggebend für die Gefahr einer Überhitzung des jeweiligen Raums und die eventuelle Entscheidung, doch eine aktive Kühlung vorzusehen. Eine Evaluierung der Überhitzungsgefahr sollte daher für jeden Raum einzeln erfolgen. Im Rahmen der vorliegenden Anlage wird eine stark vereinfachte Methode angewandt, mit der die Überhitzung für jede Energiezone evaluiert wird, ohne dass die Frage der möglichen Überhitzung eines einzelnen Raums abschließend beantwortet wird.

Die Evaluierung erfolgt in 3 Schritten.

Im ersten Schritt wird die Überhitzungsgefahr für jede Energiezone konventionell evaluiert. Als Indikator für die Überhitzungsgefahr wird der überschüssige genormte Wärmegewinn zugrunde gelegt.

Liegt der Wert des Überhitzungsindikators unter der zulässigen Höchstgrenze, ist dies keine Garantie, dass kein Überhitzungsproblem auftreten wird. Eine echte Überhitzungsgefahr besteht bei Werten um den Höchstwert. Wenn es zu Überhitzungsproblemen kommt, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine aktive Kühlung installiert, was zu einem entsprechenden Energieverbrauch führt. Damit die Auswirkung dieses Energieverbrauchs auf die Energieeffizienz des Gebäudes schon bei der Planung und beim Bau in ausreichendem Maße berücksichtigt wird, kommt das Konzept der fiktiven Kühlung zur Anwendung. Auf diese Weise wird der eventuelle Einsatz einer Klimaanlage konventionell vorweggenommen.

Im zweiten Schritt wird anhand des Überhitzungsindikators eine Art konventionelle Wahrscheinlichkeit dafür festgelegt, dass tatsächlich eine aktive Kühlung eingebaut wird. Es können zwei Fälle auftreten:

- Wenn eine aktive Kühlung bereits beim Bau vorgesehen wird, ist der Kühlbedarf stets voll zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Klimaanlage eingebaut wird, liegt in diesem Fall bei 1, unabhängig vom Wert des Überhitzungsindikators.
- Wenn beim Bau keine aktive Kühlung vorgesehen wird, wird ein Grenzwert für den Überhitzungsindikator angenommen. Unterhalb dieses Grenzwerts wird die Überhitzungsgefahr für so gering erachtet, dass die Wahrscheinlichkeit des nachträglichen Einbaus einer aktiven Kühlung mit null angesetzt wird. Zwischen dem Grenzwert und dem zulässigen Höchstwert wird konventionell ein linearer Anstieg der Wahrscheinlichkeit von 0 bis 1 angenommen.

Falls die konventionelle Wahrscheinlichkeit nicht null ist, wird in einem dritten Schritt der Nettoenergiebedarf für Kühlung anhand des überschüssigen Wärmegewinns gegenüber dem Sollwert für Kühlung berechnet. Als Sollwert wird konventionell 23 °C angenommen. Wenn eine aktive Kühlung im Sommer Komfort garantiert, wird davon ausgegangen, dass die Bewohner eventuelle Sonnenschutzeinrichtungen oder die Möglichkeiten einer intensiven (nächtlichen) Lüftung weniger in Anspruch nehmen. Diese Einrichtungen werden daher anders betrachtet als bei der Evaluierung der Überhitzungsgefahr.

8.2 Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr

Für jede Energiezone i bzw. EEG-Einheit wird der Indikator für Überhitzung bestimmt; dieser entspricht dem im Vergleich zur Kühlungs-Solltemperatur überschüssigen genormten jährlichen Wärmegewinn in der Energiezone i bzw. EEG-Einheit. Dieser Wert ist gleich der Summe der monatlichen Werte:

Gl. 62 $$I_{overh,sec\ i} = Q_{excess\ norm,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,sec\ i,m}$$ (Kh)

Gl. 419 $$I_{overh,EPR} = Q_{excess\ norm,EPR,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,EPR,m}$$ (Kh)

Dabei ist:

Gl. 394 $$Q_{excess\ norm,\ sec\ i,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ sec\ i,m}\right).\left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right).Q_{g,overh,\ sec\ i,m}}{H_{T,overh,\ sec\ i,m}+H_{V,overh,\ sec\ i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6}$$ (Kh)

Gl. 420 $$Q_{excess\ norm,\ PER\ ,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ PER\ ,m}\right).\Sigma_i\left[\left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right).Q_{g,overh,\ sec\ i,m}\right]}{\Sigma_i\left(H_{T,overh,\ sec\ i,m}+H_{V,overh,\ sec\ i,m}\right)} \cdot \frac{1000}{3,6}$$ (Kh)

und dabei ist:

Gl. 64 $$Q_{g,overh,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,overh,sec\ i,m}$$ (MJ)

Gl. 421 $$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = a_{sec\ i,m} / \left(a_{sec\ i,m}+1\right) \text{ für } \gamma_{overh,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{seci,\ m}}}{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{sec\ i,m}+1}} \text{ in allen anderen Fällen}$$ (-)

Gl. 422 $$\eta_{util,overh,EPR,m} = a_{EPR,m} / \left(a_{EPR,m}+1\right) \text{ für } \gamma_{overh,EPR,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,EPR,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}}}{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}+1}} \text{ in allen anderen Fällen}$$ (-)

mit:

Gl. 66 $$\gamma_{overh,sec\ i,m} = Q_{g,overh,sec\ i,m} / Q_{L,overh,sec\ i,m}$$ (-)

Gl. 423 $$\gamma_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i Q_{g,overh,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{L,overh,sec\ i,m}}$$ (-)

Gl. 424 $$a_{sec\ i,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,sec\ i,m}}{54000}$$ (-)

Gl. 425 $$a_{EPR,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,EPR,m}}{54000}$$ (-)

Gl. 68 $$Q_{L,overh,sec\ i,m} = Q_{T,overh,sec\ i,m} + Q_{V,overh,sec\ i,m}$$ (MJ)

Gl. 69 $$Q_{T,overh,sec\ i,m} = H_{T,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$$ (MJ)

Gl. 70 $$Q_{V,overh,sec\ i,m} = H_{V,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$$ (MJ)

Gl. 71 $$\tau_{overh,sec\ i,m} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}}$$ (s)

Gl. 426 $$\tau_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i C_{sec\ i}}{\sum_i \left(H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}\right)}$$ (s)

mit:

$\eta_{util,overh,sec\ i,m}$	der Nutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns der Energiezone i für den Überhitzungsindikator (-);
$Q_{g,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator in MJ;
$Q_{i,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, bestimmt nach 7.9.2;
$Q_{s,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator in MJ, bestimmt nach § 7.10;
$\gamma_{overh,sec\ i,m}$	das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator, (-);
$Q_{L,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator, in MJ;
a_m	ein numerischer Parameter;
$Q_{T,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator, in MJ;

$Q_{V,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmeverlust pro Lüftung in der Energiezone i für den Überhitzungsindikator, in MJ;
$\theta_{e,m}$	die durchschnittliche monatliche Außentemperatur in °C, siehe Tabelle [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	eine Erhöhung der monatlichen durchschnittlichen Außentemperatur für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für den Überhitzungsindikator um 1 °C;
$H_{T,overh,sec\ i}$	der Wärmetransferkoeffizient der Energiezone i durch Transmission für den Überhitzungsindikator, in W/K, wie nachstehend bestimmt;
$H_{V,overh,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient der Energiezone i pro Lüftung für den Überhitzungsindikator in W/K, bestimmt nach § 7.8.2;
$\tau_{overh,sec\ i,m}$	die monatliche Zeitkonstante der Energiezone i für den Überhitzungsindikator, in s;
$C_{sec\ i}$	die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K, bestimmt nach § 7.6;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].
$f_{cool,geo,sec\ i,m}$	das Verhältnis der Kühlenergie in der Energiezone i durch ein Geocooling-Kühlsystem zum Nettobedarf an Grundenergie zur Kühlung der Energiezone i auf monatlicher Basis, wie bestimmt nach § **Error! Reference source not found.**, (-);

Es müssen alle Energiezonen i der EEW-Einheit summiert werden.

$H_{T,overh,sec\ i}$wird gemäß § 7.7.2 bestimmt. Wird der Einfluss der Bauknoten jedoch pauschal berechnet (gemäß Option C in Anlage B.2 zu diesem Erlass), wird dieser pauschale Zuschlag bei der Berechnung des Überhitzungsindikators nicht berücksichtigt.

8.3 Konventionelle Wahrscheinlichkeit, dass aktive Kühlung installiert wird

Bei der Bestimmung der Energieeffizienz wird konventionell der folgende Wert für die Wahrscheinlichkeit, dass aktive Kühlung angebracht ist, angewendet (siehe § 8.1 für weitere Erläuterungen):

- wenn die Energiezone i mit einer aktiven Kältemaschine oder einem externen Kälteversorgungssystem verbunden ist, das von einer aktiven Kältemaschine gespeist wird, gilt: $p_{cool,sec\ i} = 1$ (-)
- wenn in der Energiezone i keine aktive Kühlung installiert ist, gilt:

Gl. 72 $$p_{cool,sec\ i} = \max\left\{0; \min\left(\frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}; 1\right)\right\} \quad (-)$$

mit:

$I_{overh,thresh}$	der Schwellenwert, oberhalb dessen bei der Bestimmung der Gesamtenergieeffizienz das Risiko einer nachträglichen aktiven Kühlanlage zu berücksichtigen ist. Dieser Wert ist hypothetisch gleich 1000 Kh;
$I_{overh,max}$	der maximal zulässige Wert für den Überhitzungsindikator; dieser Wert ist annahmegemäß gleich 6500 Kh.

8.4 Leerer Absatz

Dieser Absatz ist absichtlich leer.

8.5 Kühlung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 446

$$Q_{cool,net,sec\ i,m} = p_{cool,sec\ i} \cdot \left(1 - f_{cool,geo,sec\ i,m} - f_{cool,ngeo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$p_{cool,sec\ i}$	die konventionelle Wahrscheinlichkeit der Installation einer aktiven Kühlung, bestimmt nach § 8.3, (-);
$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$	der nachstehend ermittelte Nettobedarf an grundlegender Energie für die Kühlung der Energiezone i in MJ;
$f_{cool,geo,sec\ i,m}$	das Verhältnis der Kühlenergie, die der Energiezone i durch ein Geo-Cooling-Kühlsystem direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem zugeführt wird, zum grundlegenden Nettobedarf an Kühlenergie für die Energiezone i auf Monatsbasis, bestimmt nach § 8.6.1, (-);
$f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$	das Verhältnis der Kühlenergie, die der Energiezone i durch ein passives Kühlsystem, bei dem es sich nicht um Geo-Cooling handelt, direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem zugeführt wird, zum grundlegenden Nettobedarf an Kühlenergie der Energiezone i auf Monatsbasis, wie bestimmt nach § 8.6.2, (-).

Man bestimmt den grundlegenden Nettoenergiebedarf für die Kühlung, $Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$, wie folgt:

Gl. 74 Wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = 0$$

wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = Q_{g,cool,sec\ i,m} - \eta_{util,cool,sec\ i,m} \cdot Q_{L,cool,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

Gl. 75

$$Q_{g,cool,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,cool,seci,m} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 76

$$\eta_{util,cool,sec\ i,m} = a_m / \left(1 + a_m\right) \text{ für } \lambda_{cool,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{1 - \left(\lambda_{cool,seci,m}\right)^{a_m}}{1 - \left(\lambda_{cool,seci,m}\right)^{a_m + 1}} \text{ in allen anderen Fällen} \quad \text{(-)}$$

und:

Gl. 77 $$\lambda_{cool,seci,m} = Q_{L,cool,seci,m} / Q_{g,cool,seci,m}$$ (-)

Gl. 78 $$a_m = 1 + \frac{\tau_{cool,seci,m}}{54000}$$ (-)

Gl. 79 $$Q_{L,cool,seci,m} = Q_{T,cool,seci,m} + Q_{V,cool,seci,m}$$ (MJ)

Gl. 80 $$Q_{T,cool,seci,m} = H_{T,cool,seci} \cdot \left[23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Gl. 81 $$Q_{V,cool,seci,m} = H_{V,cool,seci,m} \cdot \left[23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Gl. 82 $$\tau_{cool,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,cool,seci} + H_{V,cool,seci,m}}$$ (MJ)

mit:

$\eta_{util,cool,sec\ i,m}$	die Nutzungsrate der monatlichen Wärmeverluste einer Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, (-);
$Q_{g,cool,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i zur Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ;
$Q_{i,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmegewinne durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.9.2;
$Q_{s,cool,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ, bestimmt nach § 7.10;
$\lambda_{cool,sec\ i,m}$	das Verhältnis zwischen den monatlichen Wärmeverlusten und den monatlichen Wärmegewinnen in der Energiezone i zur Bestimmung des Kühlbedarfs, (-);
$Q_{L,cool,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmeverluste der Energiezone i durch Transmission und Lüftung für die Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ;
a_m	ein numerischer Parameter;
$Q_{T,cool,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmeverluste der Energiezone i pro Transmission zur Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ;
$Q_{V,cool,sec\ i,m}$	die monatlichen Wärmeverluste der Energiezone i durch Lüftung zur Bestimmung des Kühlbedarfs, in MJ;
$\theta_{e,m}$	die durchschnittliche monatliche Außentemperatur in °C, siehe Tabelle [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	eine Erhöhung der monatlichen durchschnittlichen Außentemperatur für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung um 1 °C;
$HT_{,cool,sec\ i}$	der Wärmetransferkoeffizient der Energiezone i pro Transmission zur Bestimmung des Kühlbedarfs, in W/K. Dieser Wert ist hypothetisch gleich $H_{T,overh,sec\ i}$, wie in § 8.2 bestimmt;
$H_{V,cool,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient der Energiezone i für Lüftung für die Bestimmung des Kühlbedarfs in W/K, bestimmt nach § 7.8;

$\tau_{cool,sec\ i,m}$	die monatliche Zeitkonstante der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in s;
$C_{sec\ i}$	die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K, bestimmt nach § 7.6;
23	die durch diese Anlage vorgegebene Innentemperatur für die Bestimmung des Kühlbedarfs in °C;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

Anmerkung:

Für das belgische Klima hängt der Kühlbedarf stark von den aktuellen Wetterbedingungen ab. Der Kühlbedarf eines durchschnittlichen meteorologischen Jahres ist nicht gleich dem durchschnittlichen Kühlbedarf über verschiedene Jahre hinweg, da warme Jahre relativ stärker ins Gewicht fallen. Die Berechnungen berücksichtigen dieses Phänomen, indem sie das ganze Jahr über etwas überdurchschnittliche Temperaturen annehmen.

8.6 Passive Kühlsysteme

Passive Kühlung ist eine Kühlung, die ohne zusätzliche aktive Kälte auftritt, die von einer Kältemaschine erzeugt wird. Passive Kühlung für Wohneinheiten wird wie folgt betrachtet.

8.6.1 Passive Kühlsysteme durch Geo-Cooling

In Wohneinheiten wird die Technik des „Geo-Cooling“, gekoppelt an ein geschlossenes System mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe oder an ein offenes System, das Grundwasser aus tiefen Aquiferen und eine Erdwärmepumpe zum Heizen nutzt, bei den Kühlberechnungen berücksichtigt. Wenn diese Geo-Cooling-Technik über ein externes Kälteversorgungssystem verknüpft ist, wird sie wie ein am Standort vorhandenes System betrachtet. Beim Geo-Cooling wird das Kühlwasser mithilfe eines tief im Boden vergrabenen Wärmetauschers oder mit Grundwasser gekühlt, ohne zusätzliche aktive Kühlung, die von einer Kompressionskältemaschine bereitgestellt wird. Das Kühlwasser wird den Wohneinheiten direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem zugeführt. Anschließend wird dieses Wasser in einen kühlenden Fußboden geleitet, wodurch die Innentemperatur gesenkt wird.

Diese Technik des „Geo-Cooling“ ermöglicht es, einen Bruchteil des grundlegenden Nettoenergiebedarfs für die Kühlung bereitzustellen. Dieser Anteil, der als $f_{cool,geo,sec\ i,m}$ bezeichnet wird, kann zwischen 0 und 1 variieren.

Das Prinzip zur Berechnung des Verhältnisses zwischen der Kühlenergie, die der Energiezone i durch ein Geo-Cooling-Kühlsystem direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem zugeführt wird, und dem grundlegenden Nettobedarf an Kühlenergie der Energiezone i auf Monatsbasis, lautet wie folgt.

Wenn kein Geo-Cooling-Kühlsystem vorhanden ist, dann gilt $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Wenn eine aktive Kältemaschine Kälte an ein externes Kältesystem liefert, das seinerseits Kälte an die betreffende Energiezone liefert, gilt ebenfalls $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Dieser Wert gilt auch als Standardwert.

Wenn ein Geo-Cooling-Kühlsystem, direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem, in Verbindung mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe oder Grundwasser Kälte für die

betreffende Energiezone bereitstellt, dann wird $f_{cool,geo,seci,m}$ wie unten beschrieben bestimmt. Wenn ein Geo-Cooling-Kühlsystem in Verbindung mit einem anderen Typ von Sole-Wasser-Wärmepumpe (z. B. einer horizontalen Sole-Wasser-Wärmepumpe) Kälte für die betreffende Energiezone liefert, dann sollte der Standardwert verwendet werden. Günstigere Werte sind nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister festgelegt werden, oder, falls dies nicht möglich ist, auf der Grundlage eines Antrags auf Feststellung der Gleichwertigkeit.

Bei der Bestimmung von $f_{cool,geo,sec\ i,m}$ werden zwei limitierende Faktoren berücksichtigt:

- die Fähigkeit des Untergrunds, die vom Gebäude benötigte Kühlenergie zu liefern. Tatsächlich kann der Untergrund im Laufe eines Jahres nur eine begrenzte Menge an Kühlenergie liefern. Dasselbe gilt für offene Systeme, die Grundwasser nutzen, da das Wärmegleichgewicht des Bodens unverändert aufrechterhalten werden muss. Bei dieser Methode hängt die Einschränkung vom Faktor $f_{cool,geo,GHX\ ab;}$
- die Fähigkeit der Bodenkühlung die für das Gebäude erforderliche Kühlenergie zu liefern. Tatsächlich bestimmt die verfügbare Bodenfläche der Bodenkühlung die maximale Leistung, die dieses Emissionssystem abgibt. Daher kann eine zu geringe verfügbare Oberfläche das Potenzial von Geocooling einschränken. Bei dieser Methode hängt die Einschränkung vom Faktor $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$

Das Verhältnis der Kühlenergie, die der Energiezone i direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem von einem Geo-Cooling-Kühlsystem in Verbindung mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe oder Grundwasser zur Verfügung gestellt wird, zum grundlegenden Nettobedarf an Kühlenergie der Energiezone i auf Monatsbasis ist gegeben durch:

Gl. 396 $f_{cool,geo,sec\ i,m} = \min(f_{cool,geo,GHX}\ ;\ f_{cool,geo,slab,sec\ i,m})$ (-)

mit:

$f_{cool,geo,GHX}$ das Verhältnis der Kühlenergie, die durch ein Geo-Cooling-Kühlsystem zur Energiezone i geliefert wird, und der grundlegende Nettoenergiebedarf zur Kühlung der Energiezone i auf jährlicher Basis, unter ausschließlicher Berücksichtigung des Wärmetauschers des Unterbodens oder des Wärmgleichgewichts der Aquifere als einschränkenden Faktor, wie nachstehend definiert, (-);

$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ das Verhältnis der Kühlenergie, die durch ein Geo-Cooling-Kühlsystem zur Energiezone i geliefert wird, und der grundlegende Nettoenergiebedarf zur Kühlung der Energiezone i auf monatlicher Basis, unter ausschließlicher Berücksichtigung der Einschränkung in Verbindung mit der verfügbaren Oberfläche für die Bodenkühlung wie nachstehend definiert, (-).

Der Faktor $f_{cool,geo,GHX}$ hängt vom grundlegenden Nettoenergiebedarf für die Kühlung, dem Bruttoenergiebedarf pro Jahr der gesamten Energie für Warmwasser und dem jährlichen Bruttoenergiebedarf für die Heizung ab. Er wird wie folgt bestimmt:

- bei geschlossenen Systemen, die mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe gekoppelt sind, sich auf dem Gelände befinden oder über ein externes Kälteversorgungssystem:

Gl. 397 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1; \frac{\max\left(4000;\ 0{,}3.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)\right)}{\sum_j \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}}\right)$$ (-)

- für offene Systeme, die Grundwasser nutzen, sich auf dem Gelände befinden oder über ein externes Kälteversorgungssystem:

Gl. 428 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1; \frac{0,8.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)}{\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}\right) \quad (-)$$

mit:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung von Räumen in einer Energiezone i, bestimmt nach § 9.2.1, in MJ;
$Q_{water,gross,m}$	der gesamte monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser aller Entnahmestellen, die von dem System versorgt werden, in MJ, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}$	der grundlegende Nettoenergiebedarf zur Kühlung der Energiezone j, bestimmt nach § 8.5, in MJ.

Bei standortgebundenen Systemen oder externen Kälteversorgungssystemen, die durch eine Kombination aus geschlossenen Systemen, die mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe gekoppelt sind, und offenen Systemen, die Grundwasser nutzen, gekühlt werden, wird der Faktor $f_{cool,geo,GHX}$ als der Mindestwert unter den Faktoren $f_{cool,geo,GHX}$ der betreffenden Systeme bestimmt.

Es muss folgende Summe gebildet werden:

- aller Energiezonen i der EEW-Einheit, die direkt oder über ein externes Wärmeversorgungssystem von der geothermischen Wärmepumpe versorgt werden, die mit dem Geo-Cooling-Kühlsystem verbunden ist;
- aller Energiezonen j der EEW-Einheit, die direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem vom Geo-Cooling-Kühlsystem versorgt werden.

Der monatliche Bedarf der gesamten Energie für Warmwasser wird wie folgt berechnet:

Gl. 398 $$Q_{water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \quad (MJ)$$

oder:

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne j, der gemäß § 9.3.1, in MJ bestimmt wird;
Qwater,sink k,gross,m	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle k, der gemäß § 9.3.1, in MJ bestimmt wird.

Es muss die Summe über alle Duschen oder Badewannen j und alle Waschbecken k in der EEW-Einheit gebildet werden, die direkt oder über ein externes Wärmeversorgungssystem von der Erdwärmepumpe, die mit dem Geo-Cooling-Kühlsystem verbunden ist, mit Trinkwasser versorgt werden.

Der Term $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ hängt von der benötigten Kühlung in der Energiezone i und von der verfügbaren Bodenoberfläche für die Bodenkühlung ab. Er wird wie folgt berechnet:

Gl. 399 Wenn $\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$ gleich 0 ist, gilt:

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=0 \quad (-)$$

In allen anderen Fällen gilt:

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=\min\left(1;\frac{\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}}{\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}}\right).f_{cool,slab,control} \quad (-)$$

mit:

$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}$	die monatliche, durch die Bodenkühlung in der Energiezone i, in W, abgegebene Leistung, wie nachstehend bestimmt
$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$	die durchschnittliche monatliche auf Ebene der Energiezone i, in W erforderliche Kühlleistung, wie nachstehend bestimmt;
$f_{cool,slab,control}$	ein Faktor, der die Berücksichtigung der Effizienz des Reglersystems ermöglicht, das konventionell auf 0,9 eingestellt ist, (-).

Die monatliche Durchschnittsleistung der Kühlung auf Ebene der Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

Gl. 400 $$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}=\frac{Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}{t_m} \quad (W)$$

mit:

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$	der Nettobedarf an grundlegender Energie für die Kühlung der Energiezone i, der gemäß § 8.5, in MJ bestimmt wird;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

Die monatliche, von der Bodenkühlung abgegebene Durchschnittsleistung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 401 $$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}=A_{cool,slab,sec\ i}.U_{cool,slab}.f_{cool,slab,usable}.(23-\theta_{w,ave,slab,m})^{n_{slab,cool}} \quad (W)$$

mit:

$A_{cool,slab,sec\ i}$	die Oberfläche der Bodenkühlung für die Energiezone i, in m²;
$U_{cool,slab}$	der Warmetransferkoeffizient der Bodenkühlung in W/m²K, konventionell auf 4,66 w/m²K festgelegt;
$f_{cool,slab,usable}$	ein Faktor, der die tatsächlich verfügbare Fläche für die Strahlungsemission der Bodenkühlung berücksichtigt, die konventionell auf 0,8 festgelegt wird, (-);
23	die durch diese Anlage vorgegebene Innentemperatur für die Bestimmung des Kühlbedarfs in °C;
$n_{slab,cool}$	ein Parameter zur Berechnung der durch die Bodenkühlung abgegebenen Leistung, konventionell auf 0,95 festgelegt, (-);
$\theta_{w,ave,slab,m}$	die monatliche Durchschnittstemperatur des Wassers in der Bodenkühlung, in °C, bestimmt gemäß Tabelle [42].

Tabelle [42]: Werte der monatlichen Durchschnittstemperatur des Wassers in der Bodenkühlung

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
23	23	23	21	19,5	18,5	18,5	18,5	19,5	21	23	23

8.6.2 Passive Kühlsysteme außer Geo-Cooling

Für Wohneinheiten sind auch andere passive Kühlsysteme als unterirdische Wärmetauscher oder solche, die Grundwasser nutzen, möglich, z. B. passive Kühlung mithilfe von Oberflächenwasser. Diese passiven Kühlsysteme werden über den Faktor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ betrachtet. Dieser Faktor ist das Verhältnis der Kühlenergie, die der Energiezone i direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem von einem passiven Kühlsystem, bei dem es sich nicht um ein Geo-Cooling-Kühlsystem in Verbindung mit einer vertikalen Sole-Wasser-Wärmepumpe oder mit Grundwasser handelt, geliefert wird, zum grundlegenden Nettoenergiebedarf zur Kühlung der Energiezone i auf Monatsbasis.

Dieser Faktor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ kann zwischen 0 und 1 variieren. Der Standardwert ist 0. Günstigere Werte können nach Regeln bestimmt werden, die vom Minister festgelegt werden. Wenn diese nicht vorhanden sind, gilt dieser Standardwert.

9 Bruttoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung

9.1 Vorbemerkung

Bei der Bewertung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Warmwasserbereitung werden die Systeme für die Wärmespeicherung, die Wärmeverteilung, die Wärmeabgabe und die Regelung der Raumheizung und der Warmwasserbereitung berücksichtigt. Der Bruttoenergiebedarf ist die Energie, die von den Wärmeerzeugungsanlagen an das Wärmeverteilsystem (oder Wärmespeichersystem) übertragen wird und für die Raumheizung und das Warmwasserverteilsystem benötigt wird.

Eine Heizungsanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- einer Anlage zur Wärmeerzeugung. Im Falle einer Zentralheizung handelt es sich um (Heizungs-)Kessel, (Warmluft-)Generatoren, Wärmepumpen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Bei einer Einzelheizung erfolgt die Wärmeerzeugung in den Wärmeabgabevorrichtungen selbst;
- eventuell einem Wärmespeichersystem;
- einem Wärmeverteilungssystem. Bei Hydronik-Zentralheizungen handelt es sich um Rohrleitungen, bei Warmluftheizungen um Kanäle. Eine Raumheizung hat kein Wärmeverteilsystem.
- einem Wärmeverteilungssystem. Heizkörper, Konvektoren, Bodenleitungen, Deckenleitungen, Wandleitungen oder Gitter bei Zentralheizungen; Öfen, Heizkörper oder Konvektoren bei lokalen Heizungen;
- Regelung für jedes dieser Systeme

Der Bruttoenergiebedarf für Heizung umfasst den Nettoenergiebedarf für Heizung und alle Verluste, die bei der Wärmespeicherung, bei der Wärmeverteilung und der Wärmeabgabe sowie bei der Regelung all dieser Systeme auftreten. Diese Verluste werden mit dem Systemwirkungsgrad berechnet.

Wenn in einer Energiezone mehrere Werte eines bestimmten Teilwirkungsgrades gelten sollten (z. B. in Tabelle [43), muss mit dem negativsten Wert für die gesamte Energiezone gerechnet werden. (Gegebenenfalls kann die Energiezone natürlich in mehrere kleinere Energiezonen unterteilt werden).

Eine Warmwasseranlage besteht aus:

- einer Wärmeproduktion. Es gibt zwei Arten: Durchlauferhitzer und Speichergeräte. In beiden Fällen kann die Wärme von dem für die Raumheizung verwendeten Wärmegenerator geliefert werden oder es gibt für Heizung und Warmwasser jeweils einen eigenen Wärmegenerator.
- Wärmeverteilung:

Der Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung umfasst den Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung sowie alle bei der Verteilung entstehenden Verluste. Diese Verluste werden mit dem Systemwirkungsgrad berechnet. Falls mehr als eine Wärmeerzeugungsanlage für die Warmwasserbereitung zuständig ist, wird jede Anlage den von ihr versorgten Warmwasserentnahmestellen zugeordnet.

9.2 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung

9.2.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i errechnet sich durch Division des monatlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung durch den durchschnittlichen monatlichen Systemwirkungsgrad der Heizung. Dieser durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen der jeden Monat vom Wärmeabgabesystem an die Energiezone abgegebenen Nutzwärme und der jeden Monat von der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlage an das Wärmeverteilsystem (und eventuell den Wärmespeicher) gelieferten Wärme. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten hängt unter anderem von folgenden Verlustströmen ab:

- nicht rückgewonnene Speicher- und Verteilungsverluste;
- ein zusätzlicher Verluststrom durch die Außenwände hinter, unter oder über dem Heizkörper;
- ein zusätzlicher Verluststrom infolge der Wärmeschichtung, aufgrund derer die Temperatur in Referenzhöhe niedriger ist als in Deckenhöhe;
- ein zusätzlicher Verluststrom, weil die Berechnung einer etwas niedrigeren, aber mit 18 °C konstanten Raumtemperatur eine nächtliche Temperatursenkung und unterschiedliche Temperaturen für verschiedene Tageszeiten voraussetzt, die Regelung die gewünschte Differenzierung aber nicht so einfach umsetzen kann;
- ein zusätzlicher Verluststrom, weil die Gebäudenutzer den Sollwert minus dem Differential als die gewünschte Temperatur empfinden.

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für Heizung wird folgendermaßen berechnet:

Gl. 83 $$Q_{heat,gross,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{sys,heat,sec\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Raumheizung einer Energiezone i in MJ;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2;
$\eta_{sys,heat,sec\ i,m}$	der durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad der Heizung einer Energiezone i, bestimmt nach 9.2.2(-).

Die Bruttoerfordernisse an Energie für die Heizung der Energiezonen, die durch ein „Combilus“ System gespeist werden, werden gemäß der zusätzlichen Spezifikationen durch den Minister bestimmt.

9.2.2 Durchschnittlicher monatlicher Systemwirkungsgrad

9.2.2.1 Prinzip

Der oben definierte durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad setzt sich zusammen aus dem durchschnittlichen monatlichen Wirkungsgrad von Abgabe, Verteilung und Speicherung:

Gl. 84 $$\eta_{sys,heat,sec\ i,m} = \eta_{em,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{stor,heat,sec\ i,m} \quad \text{(-)}$$

mit:

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad der Wärmeabgabe einer Energiezone i,(-), bestimmt nach § 9.2.2.2;

$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad einer Energiezone i,(-), bestimmt nach § 9.2.2.3;

$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Speicherwirkungsgrad einer Energiezone i,(-), bestimmt nach § 9.2.2.4.

Der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad der Wärmeabgabe ist das Verhältnis der von den Heizkörpern jeden Monat an die Energiezone abgegebenen Nutzwärme zu der monatlich abgegebenen Gesamtwärme. Er umfasst sowohl den Verlust der nicht nutzbaren Wärme dieser Komponenten als auch Verluste aufgrund einer unzureichenden Regelung.

Der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad ist das Verhältnis der jeden Monat von den Heizkörpern an die Energiezone abgegebenen Wärme zu der von der/den Wärmeerzeugungsanlage(n) und/oder dem/den Speicher(n) an das Wärmeverteilsystem abgegebenen Wärme.

Bei Wärmespeicherung in einem Pufferspeicher ist der durchschnittliche monatliche Speicherwirkungsgrad das Verhältnis der jeden Monat an das Verteilsystem gelieferten Wärme zu der jeden Monat von der/den Wärmeerzeugungsanlage(n) an den/die Speicher abgegebenen Wärme.

9.2.2.2 Abgabewirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz werden die Werte aus Tabelle [43 verwendet. Bei der detaillierten Berechnung gilt Anlage D der vorliegenden Anlage.

Falls bei einer Zentralheizung mehr als ein Wärmeabgabesystem in der Energiezone besteht, wird das System mit dem schlechtesten Abgabewirkungsgrad aus Tabelle [43 berücksichtigt. In diesem Fall kann Anlage D der vorliegenden Anlage nicht mehr verwendet werden.

Falls es in einer Energiezone mehrere Arten von Einzelheizung gibt, muss diese in weitere Energiezonen untergliedert werden, sodass am Ende in jeder Energiezone nur eine Art von Einzelheizung übrig bleibt: siehe auch § 5.3.

Tabelle [43]: Berechnungswerte für den Abgabewirkungsgrad

Zentralheizung		
Regelung der Innentemperatur	Regelung der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf oder der Luft	
	Konstanter Sollwert	Variabler Sollwert
Raumweise Temperatursteuerung	0,87 (1)	0,89 (1)
Sonstiges	0,85 (1)	0,87 (1)
Einzelheizung für welche der Erzeugungswirkungsgrad gemäß § 10.2.3.2.4 bestimmt wird		
Holzbefeuerter Ofen		0,82
Ölofen		0,87
Gasofen		0,87
Heizkörper oder elektrischer Konvektor ohne elektronische Regelung (zum Beispiel, mit Bimetall)		0,90
Heizkörper oder elektrischer Konvektor mit elektronischer Regelung		0,96
Elektrische Speicherheizung, ohne externen Sensor (zum Beispiel, manuelle Regelung)		0,85
Elektrische Speicherheizung, mit externem Sensor		0,92
Ferngesteuerte Heizung ("slave heater")		0,85
Elektrische Heizung mit in den Boden, die Wand oder die Decke eingebautem Heizwiderstand		0,87
Einzelheizung für welche der Erzeugungswirkungsgrad gemäß § 10.2.3.2.3 bestimmt wird		
Elektrischer Widerstand in einer Wand (Boden, Wand oder Decke) in Kontakt mit der Außenumgebung		0,87
Alle anderen Arten der Einzelheizung		0,91
Gemeinschaftsheizung		
Wenn mehrere Wohneinheiten über eine gemeinsame Wärmeerzeugungsanlage verfügen, müssen die oben stehenden Werte (für Zentralheizung) folgendermaßen reduziert werden: • wenn für jede Wohneinheit eine Einzelabrechnung der Heizkosten anhand der individuellen Messung des tatsächlichen Verbrauchs erfolgt: dann wird der anwendbare Wert weiter oben mit dem Faktor 0,95 multipliziert; • wenn keine Einzelabrechnung der tatsächlichen Heizkosten erfolgt: dann wird der anwendbare Wert weiter oben mit dem Faktor 0,85 multipliziert. Hinweis: das Vorhandensein oder Fehlen einer individuellen Abrechnung muss für jede Wohneinheit individuell beurteilt werden.		

(1) Wenn sich eine oder mehrere Wärmeabgabevorrichtungen in der Energiezone (teilweise) vor einer Verglasung befinden, wird der Wirkungsgrad um 0,08 reduziert.

Bei Zentralheizungssystemen muss eine Unterscheidung nach der Regelung der Vorlauftemperatur des Verteilsystems getroffen werden:[6]

- entweder ist der Sollwert konstant;
- oder der Sollwert ändert sich automatisch (beispielsweise in Abhängigkeit von der Außentemperatur).

Eine Regelung fällt in die Kategorie „raumweise Temperatursteuerung“, wenn die Wärmeabgabe in allen Räumen der betreffenden Energiezone so geregelt wird, dass automatisch keine Wärme mehr zugeführt wird, sobald der Sollwert der Raumtemperatur erreicht ist. Das kann beispielsweise mit Thermostatventilen an allen Heizkörpern und/oder durch eine Thermostatregelung in jedem Zimmer erfolgen. Einfache, an den Heizkörpern angebrachte Absperrventile fallen nicht in die Kategorie „temperaturgesteuert“.

9.2.2.3 Verteilungswirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz des monatlichen Verteilungswirkungsgrads werden die Werte aus Tabelle [7] verwendet. Bei der detaillierten Berechnung gilt Anlage E der vorliegenden Anlage.

Tabelle [7]: Verteilungswirkungsgrad

Heizungsanlage	$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$
Einzelheizung	1,00
Zentralheizung mit Warmwasser oder Warmluft, Gemeinschaftsheizung	
• Alle Leitungen oder Rohre innerhalb der Dämmschicht des geschützten Volumens	1,00
• Ein Teil der Leitungen oder Rohre außerhalb der Dämmschicht des geschützten Volumens	0,95

[6] Beispiel: Ein variabler Sollwert kann mit einer gleitenden Regelung der Kesseltemperatur oder mit einem 3-Wege-Ventil direkt hinter dem Kessel umgesetzt werden, falls dieser mit einer Automatikregelung mit variablem Sollwert ausgestattet ist.

9.2.2.4 Speicherwirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz des monatlichen Speicherwirkungsgrads werden die Werte aus Tabelle [8] verwendet.

Tabelle [8]: Speicherleistung

Wärmespeicher für die Heizung in einem (oder meheren) Pufferspeicher(n)	$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$
Vorhanden	1,00
Nicht vorhanden • Innerhalb des geschützten Volumens • Außerhalb des geschützten Volumens	 1,00 0,97

9.3 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

9.3.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung errechnet sich durch Division des Nettoenergiebedarfs durch den durchschnittlichen monatlichen Systemwirkungsgrad:

Gl. 85 $$Q_{water,bathi,gross,m} = r_{water,bathi,gross} \cdot \frac{Q_{water,bathi,net,m}}{\eta_{sys,bathi,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 86 $$Q_{water,sink\ i,gross,m} = r_{water,sink\ i,gross} \cdot \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{sys,sink\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$Q_{water,bath,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 7.3;

$Q_{water,sink,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in MJ, bestimmt nach § 7.3;

$\eta_{sys,bath\ i,m}$ der mittlere monatliche Systemwirkungsgrad für Warmwasserbereitung einer Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 9.3.2.2 (-);

$\eta_{sys,sink\ i,m}$ der mittlere monatliche Systemwirkungsgrad für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i, bestimmt nach § 9.3.2.2 (-);

$r_{water,bath\ i,gross}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des dem/den Wärmegenerator(en) für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-). Der Standardwert entspricht;

$r_{water,sink\ i,gross}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des dem/den Wärmegenerator(en) für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-). Der Standardwert entspricht 1.

Die Reduktionsfaktoren $r_{water,gross}$ dürfen nicht verwendet werden, wenn das für Dusche, Badewanne oder Küchenspüle bestimmte Warmwasser aus einer Zirkulationsleitung stammt. In diesem Fall ist das Äquivalenzprinzip anzuwenden.

Die Bruttoerfordernisse an Energie für Warmwasser der Entnahmepunkte, die durch ein „Combilus“-System versorgt werden, werden gemäß der Zusatzbestimmungen durch den Minister bestimmt.

9.3.2 Systemwirkungsgrad der Warmwasserbereitung

9.3.2.1 Prinzip

Der Systemwirkungsgrad der Warmwasserbereitung ist von der Art der Warmwasserverteilung und der Entnahme abhängig. Bei jeder Entnahme verdrängt warmes Wasser das in der Zwischenzeit in den Leitungen abgekühlte Wasser. Zudem kühlt das warme Wasser nach dieser Erstentleerung beim Fließen in den Leitungen ab. Bei Anlagen mit Zirkulationsleitung ist der Wärmeverlust proportional zur Leitungslänge. Die Zirkulationsleitung versorgt eine EEW-Einheit (z. B. ein Einfamilienhaus) oder auch mehrere EEW-Einheiten (z. B. die verschiedenen Wohneinheiten eines Mehrfamilienhauses mit kollektiver zentraler Warmwasserbereitung).

9.3.2.2 Berechnungsregel

Der Systemwirkungsgrad in Badezimmern und Küchen wird folgendermaßen bestimmt:

- ohne Zirkulationsleitung:

Gl. 87

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \qquad (-)$$

- mit Zirkulationsleitung:

Gl. 88

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{water,circk,m}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{water,circk,m} \qquad (-)$$

mit:

$\eta_{tubing,bath\ i}$ der Beitrag des Wasserleitungssystems einer Dusche oder einer Badewanne i zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt, (-);

$\eta_{tubing,sink\ i}$ der Beitrag des Wasserleitungssystems einer Küchenspüle i zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt, (-);

$\eta_{water,circ\ k,m}$ der Beitrag der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung k zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt, (-).

Der Beitrag der Brauchwasserleitungen wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 284 $$\eta_{tubing,bath\ i} = \frac{100}{100 + l_{tubing,bath\ i} / r_{water,bath\ i,net}} \quad (-)$$

Gl. 285 $$\eta_{tubing,sink\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,sink\ i} / r_{water,sink\ i,net}} \quad (-)$$

mit:

$l_{tubing,bath\ i}$ die Länge der Leitungen bis zu einer Dusche oder Badewanne i, in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem Anschlusspunkt des betreffenden Wärmegenerators für Warmwasserbereitung und der Fußbodenmitte des betreffenden Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen.
Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte des betreffenden Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen;

$r_{water,bath\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben, (-);

$l_{tubing,sink,\ i}$ die Länge der Leitungen bis zu einer Küchenspüle i, in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem/den betreffenden Wärmegenerator(en) für Warmwasserbereitung und der Fußbodenmitte der betreffenden Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen. Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte der betreffenden Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen;

$r_{water,sink\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben, (-);

Als Standardwerte werden verwendet:

- $l_{tubing,bath\ i}$ = 10 m
- $l_{tubing,sink\ i}$ = 20 m

Der Beitrag der Zirkulationsleitung k wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 286 $$\eta_{water,circ\ k,m} = \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot f_{insul,circ\ k} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,\ j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

mit:

Gl. 287

$$Q_{waterout,circk,m} = \sum_i \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,other\ i,net,m}}{\eta_{tubing,other\ i}} + \sum_l Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m} + \sum_m Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} + \sum_n Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} \quad \text{(MJ)}$$

und:

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

$f_{insul,circ\ k}$ ein Korrekturfaktor, der die Auswirkungen von Wärmebrücken auf den Wärmewiderstand der Segmente der Zirkulationsleitung k, wie nachstehend in Abhängigkeit der Eigenschaften der Zirkulationsleitungen definiert, berücksichtigt,
(-);

$l_{circ\ k,j}$ die Länge des Segments j der Zirkulationsleitung k in m;

$\theta_{amb,m,j}$ die monatliche durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments j in ºC:

- Wenn sich das Leitungssegment innerhalb des geschützten Volumens befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j} = 18$;
- Wenn sich das Leitungssegment in einem angrenzenden unbeheizten Raum befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4\ \theta_{e,m}$;
- Wenn sich das Leitungssegment im Freien befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

wobei gilt: $\theta_{e,m}$ die durchschnittliche Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1];

$R_{l,j}$ der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand des Leitungssegments j in m.K/W, bestimmt nach § E.3 der vorliegenden Anlage;

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 7.3 für EEW-Einheiten und nach § 5.10 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten;

$Q_{water,sink\ i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser von Küchenspülen i in MJ - bestimmt nach § 7.3 für EEW-Einheiten und nach § 5.10 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten.

$Q_{water,other\ i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser anderer Warmwasserentnahmestellen i in MJ - bestimmt nach § 5.10 der Anlage A.2;

$\eta_{tubing,other\ i}$ der Beitrag zum Systemwirkungsgrad i der zu einer anderen Warmwasserentnahmestelle führenden Wasserleitungen - er wird gemäß § 6.5 der Anlage A.2 ermittelt;

$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser einer für Wohnzwecke bestimmten Einheit l, die keine EEW-Einheit darstellt,

ohne Berücksichtigung der Verluste in der Zirkulations-/Combilus-Leitung, wie nachstehend bestimmt;

$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser einer Dusche oder Badewanne m, welche sich in einem Gebäude befindet, das weder für Wohn- noch für industrielle Zwecke bestimmt und nicht Teil einer EEN-Einheit ist; ohne Berücksichtigung der Verluste in der Zirkulations-/Combilus-Leitung, wie nachstehend bestimmt;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser einer Küchenspüle n, welche sich in einem Gebäude befindet, das weder für Wohn- noch für industrielle Zwecke bestimmt und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, ohne Berücksichtigung der Verluste in der Zirkulations-/Combilus-Leitung, wie nachstehend bestimmt.

Ausnahme: wenn $Q_{water\ out,\ circ\ k,\ m}$ gleich null ist, dann hat $\eta_{water,circ\ k,m}$ den Wert 1.

Für die Ermittlung von $\eta_{water,circ\ k,m}$ sind die Werte aller Segmente j der Zirkulationsleitung k zu addieren.

Für die Ermittlung von $Q_{water\ out,circ\ k,m}$ sind folgende Werte zu addieren:

- die Werte aller an die Zirkulationsleitung k angeschlossenen Duschen, Badewannen und Küchenspülen i, die sich in einer EEW- oder EEN-Einheit befinden;
- die Werte aller an die Zirkulationsleitung k angeschlossenen, anderen Warmwasserentnahmestellen i, die sich in einer EEW- oder EEN-Einheit befinden;
- die Werte aller an die Zirkulationsleitung k angeschlossenen Wohneinheiten, die keine EEW-Einheiten darstellen;
- die Werte aller an die Zirkulationsleitung k angeschlossenen Duschen und Badewannen m und Küchenspülen n, die sich in einem weder für Wohn- noch für industrielle Zwecke bestimmten Gebäude befinden und keiner EEN-Einheit angehören

Der Korrekturfaktor $f_{insul,circ\ k}$ hängt von den Eigenschaften der Zirkulationsleitung und deren Zubehör ab. Es werden drei Fälle unterschieden:

Fall 1

Erfüllen Zirkulationsleitung und Zubehör alle nachstehend aufgeführten Anforderungen, dann gilt: $f_{insul,circ\ k} = 1,1$.

- Die Dämmung jedes Rohrbogens (*) ist im gleichen Material ausgeführt und weist die gleiche Stärke auf wie die Dämmung der angrenzenden Leitungsteilstücke. Die Dämmung ist so angebracht, dass sie durchgehend dämmt.
- Die Dämmung wird durch keinerlei Leitungsbefestigungen unterbrochen.
- Die Dämmung der Hauptleitung ist an den Abzweigungen durchgehend ausgeführt(*). Die Dämmung der Entnahmeleitungen ist, wo vorhanden, durchgehend bis zur Dämmung der Hauptleitung verlegt.
- Alle Elemente der Armatur (**) weisen einen äquivalenten Wärmewiderstand auf, der folgende Anforderung erfüllt:

Gl. 288 $R_{eq,tap} \geq \max(R_{l,j})$ (m.K/W)

mit:

$R_{eq,tap}$ der äquivalente Wärmewiderstand der Dämmung der Armaturen in m.K/W, wie nachstehend definiert;

$R_{l,j}$ der lineare Wärmewiderstand des Leitungssegments j in m.K/W, an den das Elemente der Armatur angeschlossen ist, wie in § E.3 festgelegt.

Zur Anwendung kommt der höchste Wert aller an die Armatur angeschlossenen Leitungsteilstücke.

- Jedes Pumpengehäuse ist mit einem Isoliermantel ausgestattet, für dessen Wärmeleitzahl $\lambda_{insul,pumps}$ und Mindestdämmstärke $d_{insul,pumps}$ Folgendes gilt:

Gl. 289 $\frac{d_{insul,pumps}}{\lambda_{insul,pumps}} \geq 0,5$ (m.K/W)

mit:

$d_{insul,pumps}$ die kürzeste Distanz zwischen den Innen- und Außenflächen des Isoliermantels der Pumpe in m, wobei lose Steuerungsteile, Anzeigeelemente und spezielle Teile, welche die Elektronik der Pumpe vor Überhitzung schützen (Kühlrippen), nicht berücksichtigt werden;

$\lambda_{insul,pumps}$ die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um die Pumpe, die für eine Referenztemperatur von mindestens 40 °C bestimmt wird, in W/(m.K).

ANMERKUNG(*) Hinsichtlich der kompletten Zirkulationsleitung kann für n_{exc} Rohrbögen und Abzweigungen von den vorhergehend genannten Anforderungen abgewichen werden. n_{exc} wird dann wie folgt ermittelt.

ANMERKUNG (**) Als Armaturen werden folgende Elemente dieser Anlage betrachtet (zu dämmen): Kollektoren, Absperrventile, Stellventile, Ablassventile, Rückschlagventile, Ausschlämmvorrichtungen oder Schlammabscheider und hydraulische Weichen.

Fall 2

Wenn Fall 1 nicht gegeben ist, Zirkulationsleitung und Zubehör aber allen nachstehend aufgeführten Anforderungen genügen, gilt: $f_{insul,circ\ k} = 1,3$.

- Die Dämmung jedes Rohrbogens (*) ist im gleichen Material ausgeführt und weist die gleiche Stärke auf wie die Dämmung der angrenzenden Leitungsteilstücke. Die Dämmung ist so angebracht, dass sie durchgehend dämmt.
- Die Dämmung wird durch keinerlei Leitungsbefestigung unterbrochen.
- Die Dämmung der Hauptleitung ist an den Abzweigungen durchgehend ausgeführt(*). Die Dämmung der Entnahmeleitungen ist, wo vorhanden, durchgehend bis zur Dämmung der Hauptleitung verlegt.

ANMERKUNG(*) Hinsichtlich der kompletten Zirkulationsleitung kann für n_{exc} Rohrbögen und Abzweigungen von den vorhergehend genannten Anforderungen abgewichen werden. n_{exc} wird dann wie folgt ermittelt.

Fall 3

In allen anderen Fällen gilt: $f_{insul,circ\ k} = 2$. Dieser Wert ist zugleich der Standardwert.

Der äquivalente Wärmewiderstand des Elements der Armatur, $R_{eq,tap}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 290 $$R_{eq,tap} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{insul,tap}} \ln\left(\frac{D_{e,eq,tap}}{D_{i,eq,tap}}\right) + \frac{1}{h_{se,tap} \cdot \pi \cdot D_{e,eq,tap}}$$ (m.K/W)

mit:

Gl. 291 $$D_{e,eq,tap} = D_{i,eq,tap} + 2 \cdot d_{insul,tap}$$ (m)

Gl. 292 $$D_{i,eq,tap} = \max(D_{i,j})$$ (m)

und:

$\lambda_{insul,tap}$ die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Element der Armatur, die für eine Referenztemperatur von mindestens 40 °C ermittelt wurde, in W/(m.K);

$D_{e,eq,tap}$ der äquivalente Außendurchmesser der Isolierung um das Element der Armatur in m;

$D_{e,eq,tap}$ der äquivalente Außendurchmesser des nicht isolierten Elements der Armatur in m;

$d_{insul,tap}$ die kürzeste Distanz zwischen den Innen- und Außenflächen des Isoliermantels um das Element der Armatur in m, wobei Steuerungsteile nicht berücksichtigt werden;

$D_{i,j}$ der Außendurchmesser des nicht gedämmten Leitungssegments j, an den die Armatur angeschlossen ist, in m;

$h_{se,tap}$ die Summe der externen Wärmedurchgangskoeffizienten (durch Konvektion und Strahlung) des Elements der Armatur in W/(m².K), angenommen gleich:
- innerhalb des geschützten Volumens: $h_{se,tap} = 8$;
- in einem angrenzenden unbeheizten Raum: $h_{se,tap} = 10$;
- im Freien: $h_{se,tap} = 25$.

Zur Anwendung kommt der höchste Wert aller an die Armatur angeschlossenen Leitungsteilstücke.

Die Anzahl der Rohrbögen oder Abzweigungen, bei denen Abweichungen von der geforderten Dämmung akzeptiert werden, n_{exc}, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 293 $$n_{exc} = \frac{\sum_j l_{circ\ k,j}}{100}$$ (-)

mit:

$l_{circ\ k,j}$ die Länge des Segments j der Zirkulationsleitung k in m;

Die Werte aller Teilstücke j der Zirkulationsleitung k sind zu addieren. Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Zahl aufgerundet werden.

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Brauchwarmwasser einer für Wohnzwecke bestimmten Einheit, die keine EEW-Einheit darstellt, ohne Berücksichtigung der Verluste der Zirkulations-/Combilus-Leitung, $Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 294 $$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m} = \frac{\max\left[64;\ 64 + 0{,}220 \cdot \left(V_{unit\ l} - 192\right)\right] \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,res,unit\ l}} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$V_{unit\ l}$ das Gesamtvolumen der Wohneinheit l in m³;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

$\eta_{tubing,ncalc,res,unit\ l}$ der Beitrag zum Systemwirkungsgrad der Brauchwarmwasserleitungen der für Wohnzwecke bestimmten Einheit l (-); ermittelt als $\eta_{tubing,bath\ i}$, wobei folgende Werte vorausgesetzt werden:

- $r_{water,bath\ i,net} = 1$ und
- $l_{tubing,bath\ i} = 5$ m.

Als Standardwert wird verwendet: $V_{unit\ l} = 0$.

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Brauchwarmwasser einer Dusche oder Badewanne m, welche sich in einem Gebäude befindet, das weder für Wohn- noch für industrielle Zwecke bestimmt und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, ohne Berücksichtigung der Verluste der Zirkulations-/Combilus-Leitung, $Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 295 $$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} = \frac{213 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

$\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}$ der Beitrag zum Systemwirkungsgrad der Brauchwarmwasserleitungen, die eine Dusche oder Badewanne versorgen, (-) - ermittelt als $\eta_{tubing,bath\ i}$, wobei folgende Werte vorausgesetzt werden:

- $r_{water,bath\ i,net} = 1$ und
- $l_{tubing,bath\ i} = 5$ m.

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Brauchwarmwasser einer Küchenspüle n, welche sich in einem Gebäude befindet, das weder für Wohn- noch für industrielle Zwecke bestimmt und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, ohne Berücksichtigung der Verluste der Zirkulations-/Combilus-Leitung, $Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 296 $$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} = \frac{A_{f,sink} \cdot 30,53 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}}$$ (MJ)

mit:

$A_{f,sink}$ die Fläche in m², die für die Zubereitung von Mahlzeiten von der Küche aus, in der sich die Spüle n befindet, benötigt wird, bestimmt nach § 5.10.2 der Anlage A.2;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1].

$\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}$ der Beitrag zum Systemwirkungsgrad der Brauchwarmwasserleitungen, die eine Küchenspüle n versorgen, (-), bestimmt wie $\eta_{tubing,bath\ i}$, wobei folgende Werte vorausgesetzt werden:

- $r_{water,sink\ i,net}$ = 1 und
- $l_{tubing,sink\ i}$ = 5 m.

10 Endenergieverbrauch für Heizung, Warmwasserbereitung und Kühlung

10.1 Vorbemerkung

Wärmeerzeugungsgeräte werden bei der Bewertung des Endenergieverbrauchs berücksichtigt. Dies geschieht im Allgemeinen mit dem Erzeugungswirkungsgrad, der auf Basis einer oder mehrerer Eigenschaft(en) des Wärmegenerators berechnet wird. Gegebenenfalls wird gleichzeitig der Nutzbeitrag von thermischen Solarenergiesystemen berücksichtigt. Für die Kühlung wird ein spezielles Verfahren angewendet.

Bei der Erweiterung eines Gebäudes können folgende Fälle auftreten:

- wenn der Anbau unabhängig von den bestehenden Geräten mit einem neuen Wärmegenerator beheizt wird, wird das untenstehende Verfahren uneingeschränkt angewandt;
- werden neue Wärmegeneratoren eingesetzt, die kombiniert mit den existierenden Geräten betrieben werden, muss das untenstehende Verfahren ohne Berücksichtigung der bestehenden Geräte angewandt werden;
- Werden keine zusätzlichen Geräte installiert, sondern nur die bestehenden Geräte genutzt, kann das Verfahren für bestehende Geräte angewandt werden. Wenn nicht alle erforderlichen Informationen vorliegen, können Standardwerte verwendet werden.

10.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Raumheizung

10.2.1 Prinzip

Die zum Beheizen einer Energiezone erforderliche Energie kann von einem einzigen Gerät oder von einer Kombination parallel oder in Serie geschalteter Geräte geliefert werden. Um den letztgenannten Fall behandeln zu können, wird das Prinzip des vorrangig angeschlossenen Geräts einerseits und des/der zusätzlich angeschlossenen Geräts/Geräte andererseits eingeführt. Wird nur ein Produktionsgerät verwendet (Regelfall), so ergibt sich ein Hauptanteil, der 100 % ausmacht. Aus den nachstehenden Formeln ergibt sich demnach für den Verbrauch der zusätzlichen Geräte der Betrag Null.

Dieses Prinzip gilt auch für Hybrid-Wärmepumpen (das heißt die Kombination einer Wärmepumpe und eines Kessels) und für Wärmepumpen mit integriertem elektrischem Widerstand. In beiden Fällen werden die beiden Generatoren als parallel geschaltete Produktionsgeräte betrachtet. Ausnahme: wenn die Produktionsleistung einer elektrischen Wärmepumpe, die mit einem integrierten elektrischen Widerstand versehen ist, gemäß § 10.2.3.3.2 bestimmt wird, ist der elektrische Widerstand bereits bei dieser Produktionsleistung berücksichtigt und das Gerät wird dennoch als einziger Erzeuger betrachtet.

10.2.2 Berechnungsregel

Der Endenergieverbrauch für Heizung pro Monat und Energiezone, ohne die Energie der Hilfsaggregate zu berücksichtigen, ergibt sich wie folgt:

- für den oder die bevorzugten Wärmegeneratoren:

Gl. 93 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- für den oder die nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k:

Gl. 328 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

oder:

$f_{heat,m,pref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den Hauptwärmegenerator(en) gelieferten Wärme an der Gesamtwärmemenge, wie nachstehend bestimmt, (-);
$f_{heat,m,npref\ k}$	der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, der von dem/den nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) k geleistet wird, wie nachstehend bestimmt, (-);
$f_{as,heat,sec\ i,m}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für die Beheizung der Energiezone i, die vom Solarthermiesystem abgedeckt wird, bestimmt nach § 10.4, (-);
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 9.2;
$\eta_{gen,heat,pref}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, bestimmt nach § 10.2.3, (-);
$\eta_{gen,heat,npref\ k}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k, bestimmt nach § 10.2.3, (-);

Für die Zusammenfassung und Aufteilung von bevorzugten und nicht bevorzugten Wärmegeneratoren gelten dieselben Regeln wie in § 7.1 und 7.2.1 der Anlage A.2 zu vorliegendem Erlass angegeben.

Der monatliche Anteil der vom bevorzugten Wärmegenerator gelieferten Wärme an der Gesamtwärmemenge wird wie folgt bestimmt:

- wenn nur eine einzige Art von Wärmegenerator vorhanden ist: $f_{heat,m,pref} = 1$
- Andernfalls gilt:
  - wenn es sich bei dem bevorzugten Wärmegenerator weder um eine gebäudegebundene Anlage noch um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{heat,m,pref}$ der Tabelle [34] zu entnehmen. Bei Anwendung der Tabelle [34] ist eine lineare Interpolation der Zwischenwerte von x_m durchzuführen;
  - Wenn der bevorzugte Wärmegenerator eine vor Ort installierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist, werden die Werte für $f_{heat,m,pref}$ aus Tabelle [10] übernommen;
  - Wenn es sich bei dem bevorzugten Wärmegenerator um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{heat,m,pref}$ der Tabelle [35]zu entnehmen. Bei Anwendung der Tabelle [35] ist eine lineare Interpolation der Zwischenwerte für x_m durchzuführen.

Bei Verwendung dieser Tabellen wird die Regelung von bevorzugten und nicht bevorzugten Geräten als eine „Regelung für zusätzliche Spitzenleistung“ angesehen, wenn der oder die nicht bevorzugten Geräte nur zu dem Zeitpunkt funktionieren, zu dem die Leistungsanforderung höher ist als die

Leistung, die das bevorzugte Gerät liefert und wenn während dieses Zeitraums das bevorzugte Gerät bei voller Leistung funktioniert. Wenn das bevorzugte Gerät währenddessen nicht in Betrieb ist und in allen anderen Fällen wird die „Umschaltungsregelung der Spitzenleistung“ angewendet.

Ein bevorzugter Wärmegenerator kann als „modulierend“ angesehen werden, wenn er mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt:

- Die vom Gerät abgegebene Leistung kann bei 80% der Nennleistung als Antwort auf eine variable Wärmeanforderung moduliert werden;
- Der Wärmegenerator ist angeschlossen an ein Oberflächenheizsystem (Boden-, Wand- oder Deckenheizung);
- Der Wärmegenerator wird an einen Speicherballon mit einem größeren oder gleichen Inhalt als $V_{min,i}$ angeschlossen und wie nachstehend bestimmt.

Wenn das Gerät nicht die oben genannten Bedingungen erfüllt, gilt es als Gerät mit „begrenztem Modulationsbereich“.

Der Minimuminhalt $V_{min,i}$ wird wie folgt bestimmt:

Gl. 402

$$V_{min,i} = \frac{0,44 \times P_{gen,heat,\ pref,i}}{(\theta_{pref,i} - \theta_{return,design,i})} \quad (m^3)$$

oder:

$P_{gen,heat,pref,i}$	die Gesamtnennleistung des bevorzugten Wärmegenerators i in kW;
$\theta_{pref,i}$	die Temperatur, mit der der bevorzugte Wärmegenerator i den Wärmespeicherballon versorgt, in °C;
$\theta_{return,design,i}$	die Rücklauf-Auslegungstemperatur des Wärmeabgabesystems zu dem der bevorzugte Wärmegenerator i Wärme abgibt, wie in § 10.2.3.2 bestimmt, in °C.

Anmerkung: wenn $\theta_{return,design,i}$ größer oder gleich $\theta_{pref,i}$ ist, dann wird der Speicherballon nicht berücksichtigt und es wird automatisch davon ausgegangen, dass die entsprechende Bedingung auf den modulierenden Aspekt nicht zufriedenstellend ist.

Die Werte für $f_{heat,m,pref}$ werden immer in Abhängigkeit der Hilfsvariablen x_m angegeben. Diese Hilfsvariable wird gemäß § 7.3.1 der Anlage A.3 zum vorliegenden Erlass ermittelt.

Der Endenergieverbrauch der Energiezonen, die von einer „Combilus“-Leitung versorgt werden, wird gemäß der Zusatzspezifikationen durch den Minister bestimmt.

Tabelle [34]: Monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Wärmegenerator(en) gelieferten Gesamtwärme $f_{heat,m,pref}$ – Fall, in dem das bevorzugte Erzeugungssystem weder eine vor Ort installierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage noch eine Wärmepumpe ist, die Außenluft als Wärmequelle nutzt

Hilfsvariable x_m	Modulierender bevorzugter Wärmegenerator		Bevorzugter Wärmegenerator mit begrenztem Modulationsbereich	
	Umschaltungs-regelung der Spitzenleistung	Regelung für zusätzliche Spitzenleistung	Umschaltungs-regelung der Spitzenleistung	Regelung für zusätzliche Spitzenleistung
$x_m = 0$	1,00	1,00	0	0
$x_m = 0,05$	0,99	1,00	0	0
$x_m = 0,15$	0,97	0,99	0,04	0,06
$x_m = 0,25$	0,93	0,99	0,08	0,14
$x_m = 0,35$	0,87	0,97	0,15	0,25
$x_m = 0,45$	0,78	0,96	0,20	0,38
$x_m = 0,55$	0,62	0,92	0,19	0,49
$x_m = 0,65$	0,48	0,86	0,16	0,55
$x_m = 0,75$	0,35	0,79	0,13	0,56
$x_m = 0,85$	0,28	0,74	0,11	0,57
$x_m = 0,95$	0,25	0,71	0,10	0,56
$x_m = 1,05$	0,16	0,63	0,06	0,53
$x_m = 1,15$	0,15	0,61	0,06	0,52
$x_m = 1,25$	0,14	0,59	0,06	0,52
$x_m = 1,35$	0,09	0,51	0	0,45
$x_m = 1,45$	0,08	0,47	0	0,41
$x_m = 1,55$	0,07	0,46	0	0,41
$x_m = 1,65$	0,07	0,46	0	0,40
$x_m = 1,75$	0,06	0,44	0	0,40
$x_m = 1,85$	0,05	0,44	0	0,37
$x_m = 1,95$	0	0,39	0	0,33
$x_m = 2,05$	0	0,36	0	0,32
$x_m = 2,15$	0	0,35	0	0,31
$x_m = 2,25$	0	0,34	0	0,29
$x_m = 2,35$	0	0,31	0	0,28
$x_m = 2,45$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,55$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,65$	0	0,30	0	0,27
$x_m = 2,75$	0	0,28	0	0,26

x_m = 2,85	0	0,28	0	0,26
x_m = 2,95	0	0,27	0	0,26
x_m = 3,00	0	0,25	0	0,24
3,00 < x_m	0	0,25	0	0,24

Tabelle [10]: Monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Wärmegenerator(en) gelieferten Gesamtwärme, $f_{heat,m,pref}$ – Fall, in dem das bevorzugte Erzeugungssystem eine vor Ort installierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist

Fall		Monatlicher Anteil
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,3$	0
	$0,3 \leq x_m < 0,9$	$\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$
	$0,9 \leq x_m < 1,3$	$0,43 \cdot x_m + 0,013$
	$1,3 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,35$	$1,66 \cdot x_m - 0,083$
	$0,35 \leq x_m < 0,9$	$0,36 \cdot x_m + 0,376$
	$0,9 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$

Die in der Tabelle verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

$V_{stor,cogen}$ das Wasservolumen des Speichers, das zur Speicherung der von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gelieferten Wärme dient, in m³;

$V_{stor,30\ min}$ das Mindestwasservolumen des Speichers, das erforderlich ist, um die Produktion der vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bei voller Leistung gemäß § A.6 der Anlage A.3 des vorliegenden Erlasses für 30 Minuten zu decken, in m³.

Tabelle [35]: Monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Wärmegenerator(en) gelieferten Gesamtwärme, $f_{heat,m,pref}$ – Fall, in dem das bevorzugte Erzeugungssystem eine Wärmepumpe ist, die Außenluft als Wärmequelle nutzt

Regelung	Umschaltungsregelung der Spitzenleistung						Regelung für zusätzliche Spitzenleistung					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
x_m = 0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_m = 0,05	0,73	0,82	0,91	0,97	0,99	0,99	0,73	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00
x_m = 0,15	0,65	0,79	0,89	0,94	0,97	0,97	0,65	0,80	0,90	0,96	0,99	0,99
x_m = 0,25	0,53	0,68	0,79	0,85	0,93	0,93	0,53	0,70	0,81	0,89	0,98	0,99
x_m = 0,35	0,40	0,54	0,66	0,73	0,83	0,84	0,41	0,56	0,69	0,79	0,92	0,96
x_m = 0,45	0,33	0,45	0,56	0,64	0,73	0,75	0,34	0,48	0,61	0,72	0,88	0,93
x_m = 0,55	0,30	0,41	0,50	0,56	0,62	0,63	0,33	0,46	0,59	0,70	0,84	0,89
x_m = 0,65	0,27	0,35	0,42	0,46	0,51	0,52	0,31	0,44	0,56	0,66	0,80	0,84
x_m = 0,75	0,23	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,31	0,42	0,54	0,63	0,74	0,78
x_m = 0,85	0,20	0,25	0,29	0,31	0,34	0,34	0,31	0,42	0,53	0,61	0,71	0,74
x_m = 0,95	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,30	0,40	0,49	0,57	0,67	0,71
x_m = 1,05	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,21	0,28	0,38	0,46	0,53	0,62	0,64
x_m = 1,15	0,12	0,15	0,17	0,18	0,20	0,20	0,26	0,36	0,45	0,51	0,60	0,62
x_m = 1,25	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,25	0,33	0,41	0,48	0,57	0,60
x_m = 1,35	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,25	0,33	0,40	0,45	0,52	0,53
x_m = 1,45	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09	0,10	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,49
x_m = 1,55	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,65	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,75	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,85	0	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,95	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,05	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,15	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,40
x_m = 2,25	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,36
x_m = 2,35	0	0	0	0	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32
x_m = 2,45	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,55	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,65	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,75	0	0	0	0	0	0	0,10	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30
x_m = 2,80	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25

2,80 < x_m	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25

X_{HP} wird wie folgt ermittelt:

- wenn die Produktionsleistung gemäß §10.2.3.3.2 ermittelt wird:

Gl. 329 $X_{HP} = f_{\theta,em} \cdot SCOP_{on}$ (-)

- wenn die Produktionsleistung gemäß §10.2.3.3.3 ermittelt wird:

Gl. 330 $X_{HP} = f_{\theta,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

mit:

$f_{\theta,em}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Auslegungstemperatur für den Vorlauf des Wärmeabgabesystems (bzw. hier der Speichergeräte) und der Temperatur am Ausgang des Kondensators, dem $SCOP_{on}$ zugeordnet wurde, Bestimmung gemäß § 10.2.3.3.2, (-);

$SCOP_{on}$ der Leistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe im Aktivmodus und für klimatische Durchschnittsbedingungen, bestimmt nach § 10.2.3.3.2, (-);

$f_{\theta,heat}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Auslegungstemperatur für den Vorlauf des Wärmeabgabesystems (ggf. der Speichergeräte) und der Temperatur am Ausgang des Kondensators, bestimmt nach § 10.2.3.3.3. (-);

COP_{test} die Leistungszahl der Wärmepumpe, bestimmt nach § 10.2.3.3.3 (-);

Sollte die betreffende Energiezone von einem nicht bevorzugten Wärmegenerator versorgt werden oder sollten alle nicht bevorzugten Wärmegeneratoren den gleichen Wirkungsgrad gemäß § 10.2.3 aufweisen (und den gleichen Energieträger nutzen), so wird der monatliche Anteil des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren an der Wärmeerzeugung k wie folgt ermittelt:

Gl. 298 $f_{heat,m,npref\,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

Sollte die betreffende Energiezone von mehreren nicht bevorzugten Wärmegeneratoren versorgt werden, die unterschiedliche Wirkungsgrade gemäß § 10.2.3 aufweisen (und/oder verschiedene Energieträger nutzen), so wird der monatliche Anteil des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren an der Wärmeerzeugung k wie folgt ermittelt:

Gl. 299 $f_{heat,m,npref,k}=(1-f_{heat,m,pref}) \cdot \frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\sum_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

oder:

$f_{heat,m,npref\,k}$ der monatliche Anteil der gesamten Wärmeproduktion, die von dem/den nicht bevorzugten Generator(en) k geliefert wird, (-);

$f_{heat,m,pref}$ der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, der von dem/den bevorzugten Generator(en) k geliefert wird (-);

$P_{gen,heat,npref\,k}$ die Gesamtnennleistung des oder der nicht bevorzugten Generatoren k, in kW.

Die Werte aller nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k sind zu addieren.

ANMERKUNG 1 Für Heizkessel für die die Produktionsleistung gemäß § 10.2.3.2.2 bestimmt wird, wird die Nennleistung wie die Nutzwärmeproduktion P gemäß der europäischen Richtlinien (EU) Nr.813/2013 ermittelt.

ANMERKUNG 2 Für Heizkessel für die die Produktionsleistung gemäß § 10.2.3.2.4 bestimmt wird, entspricht die Nennleistung jener der von der europäischen Richtlinie für Heizkessel angepeilten Nennleistung.

ANMERKUNG 3 Die Wärmeleistung von elektrischen Wärmepumpen, deren Produktionseffizienz gemäß § 10.2.3.3.2 bestimmt wird, wird wie folgt ermittelt:

- die Nennwärmeleistung P_{rated} gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist;
- die Nennwärmebelastung $P_{designh}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Luft ist;
- die Nennwärmebelastung $P_{design,h}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW, aber nicht mehr als 1 MW, deren Wärmeträgermedium Luft ist.

ANMERKUNG 4 Die Wärmeleistung von elektrischen Wärmepumpen, deren Produktionseffizienz nach § 10.2.3.3.3 bestimmt wird, wird nach NBN EN 14511 unter den in § 10.2.3.3.3 festgelegten Prüfbedingungen ermittelt.

ANMERKUNG 5 Die Wärmeleistung der Sorptions-Gaswärmepumpe, deren Erzeugungswirkungsgrad gemäß § 10.2.3.4.2 bestimmt wird, wird wie die Nennwärmeleistung P_{rated} gemäß der europäischen Richtlinie (EU) Nr. 813/2013 bestimmt.

ANMERKUNG 6 Die Wärmeleistung einer Wärme-Kraft-Kopplung wird gemäß der Methode für Gasgeräte bestimmt.

10.2.3 Erzeugungswirkungsgrad für Raumheizung und Luftbefeuchtung

10.2.3.1 Prinzip

Der Erzeugungswirkungsgrad für Heizung wird definiert als das Verhältnis der Wärmelieferung durch die Wärmeerzeugungsanlage an das Wärmeverteilsystem zu der für die Erzeugung dieser Wärme erforderlichen Energie.

Wenn möglich wird der Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung mit Hilfe der in der Europäischen Union einheitlichen Daten bestimmt.

Aus diesem Grund bezieht sich der vorliegende Text auf folgende europäische Richtlinien:

- die Richtlinie 2009/125/EG vom 21. Oktober 2009, die so genannte „Ökodesign-Richtlinie“, zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte;
- die Richtlinie 2012/27/EU vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG;

und insbesondere auf die Verordnungen, die diese Richtlinien vervollständigen:

- die Verordnung (EU) Nr.206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die

Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortlüftern;

- die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten;
- die Verordnung (EU) Nr. 2015/1188 der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Einzelraumheizgeräten;
- die Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 der Kommission vom 30. November 2016 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte im Hinblick auf Luftheizungsprodukte, Kühlungsprodukte, Prozesskühler mit hoher Betriebstemperatur und Gebläsekonvektoren;
- die Verordnung (EU) Nr. 2015/1189 der Kommission vom 28. April 2015 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Heizkesseln für feste Brennstoffe;

und gleichermaßen auf die folgenden Mitteilungen, die diese Richtlinien noch zusätzlich vervollständigen:

- die Mitteilung 2012/C 172/01 der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortlüftern sowie der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Klimageräten in Bezug auf den Energieverbrauch;
- die Mitteilung 2014/C 110/01 der Kommission im Rahmen der Umsetzung der Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortlüftern sowie der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 626/2011 der Kommission vom 4. Mai 2011 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Kennzeichnung von Klimageräten in Bezug auf den Energieverbrauch;
- die Mitteilung 2014/C 207/02 der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energiekennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen;
- die Mitteilung 2017/C 076/01 der Kommission im Rahmen der Durchführung der Delegierten Verordnung (EU) 2015/1187 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Festbrennstoffkesseln und kombinierten Produkten, die aus einem Festbrennstoffkessel,

Zusatzheizungen, Temperaturreglern und Solaranlagen bestehen ((NB: dieses Dokument ist auch für das Verständnis der Verordnung (EU) Nr. 2015/1189 hilfreich)).

Die Bestimmung des Erzeugungswirkungsgrads gemäß der Beschreibung im vorliegenden Kapitel gilt auch für die Wärmeerzeugung für die Luftbefeuchtung, siehe § 7.5.1 der Anlage A.3 des vorliegenden Erlasses.

Wenn der Verbrauch der elektrischen Energie durch Hilfseinrichtungen noch nicht beim oben berechneten Erzeugungswirkungsgrad berücksichtigt wurde, wird er gemäß § 11berechnet.

10.2.3.2 Erzeugungswirkungsgrad von Wärmegeneratoren, die keine elektrischen Wärmepumpen sind

10.2.3.2.1 Prinzip

Der Erzeugungswirkungsgrad für die Beheizung folgender Wärmegeneratoren:

- Heizkessel vom Typ B1, die nur als Heizung bestimmt sind, für gasförmige und flüssige Brennstoffe (ausgenommen Biokraftstoffe), ab dem 26.09.2015 im Handel erhältlich und mit einer Nennleistung, die 10 kW nicht übersteigt;
- Kombi-Heizkessel vom Typ B1 als Heizung und für die Warmwasserproduktion, für gasförmige und flüssige Brennstoffe (ausgenommen Biokraftstoffe), ab dem 26.09.2015 im Handel erhältlich und mit einer Nennleistung, die 30 kW nicht übersteigt;
- Heizkessel, die nicht vom Typ B1 sind, für gasförmige und flüssige Brennstoffe (ausgenommen Biokraftstoffe), ab dem 26.09.2015 im Handel erhältlich und mit einer Nennleistung, die 400 kW nicht übersteigt;
- Festbrennstoffkessel, ab dem 01.01.2020 im Handel erhältlich und mit einer Nennleistung, die 500 kW nicht übersteigt

wird gemäß § 10.2.3.2.2 bestimmt.

Der Erzeugungswirkungsgrad der Heizung durch Einzelheizgeräte, die mit Gas, flüssigem Brennstoff oder Strom funktionieren (ausgenommen Heizgeräte, die ferngesteuert werden oder „Slave Heaters“), die nach dem 01.01.2018 in den Handel gelangt sind und deren Nennwert 50 kW nicht übersteigt, wird gemäß § 10.2.3.2.3 bestimmt.

Für alle anderen Wärmegeneratoren, die keine Wärmepumpen sind, wird der Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung gemäß § 10.2.3.2.4 bestimmt.

10.2.3.2.2 10.2.3.2.2 Erzeugungswirkungsgrad der Heizkessel unter Zuhilfenahme der Werte der Europäischen Richtlinie (EU) Nr. 813/2013 oder der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2015/1189

Der Erzeugungswirkungsgrad für die Beheizung eines Heizkessels, der den unter § 10.2.3.2.1 genannten Anforderungen entspricht, wird wie folgt bestimmt.

- Für Brennwertkessel:

Gl. 331 $$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \left\{ \eta_{part,GCV} + \left[\begin{array}{c} f_{NCV/GCV} \cdot 0,003 \\ \cdot \left(\theta_{part,GCV} - \theta_{ave,boiler}\right) \end{array} \right] \right\} - a_{loc} - a_{perm}$$ (-)

- Für Nicht-Brennwertkessel:

Gl. 332 $$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \eta_{part,GCV} - a_{loc} - a_{perm}$$ (-)

mit:

$f_{dim,gen,heat}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung des Heizungserzeugungssystems; gegenwärtig ist dieser Faktor üblicherweise bei 1,00 (-) festgelegt;

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor für das Verhältnis von unterem Heizwert zu oberem Brennwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$\eta_{part,GCV}$ Wirkungsgrad bei Teillast (im Verhältnis zum oberen Heizwert):

- für Gas- und Heizölkessel handelt es sich um den Nutzwirkungsgrad bei einer 30%igen Last des Wärmeleistungsnennwerts η_1, wie in der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 vermerkt, (-);
- für Festbrennstoffkessel handelt es sich um den Nutzwirkungsgrad bei einer 30%- oder 50%igen Last des Wärmeleistungsnennwerts η_p, wie in der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2015/1189 vermerkt, (-);

Ausnahme: für handbeschickte Festbrennstoffkessel, die im Dauerbetrieb nicht mit 50 % oder weniger des Wärmeleistungsnennwerts fahren können, ist der Wert η_p nicht bekannt. Stattdessen kann der Nutzwirkungsgrad beim Wärmeleistungsnennwerts angewendet werden, der in der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2015/1189 als η_n bezeichnet wird, (-);

$\theta_{part,GCV}$ die Eingangstemperatur am Heizkessel, bei dem der Wirkungsgrad bei Teillast $\eta_{part,GCV}$ bestimmt wurde, in °C;

$\theta_{ave,boiler}$ die anwendbare jahreszeitliche Durchschnittstemperatur des Kesselwassers in °C, wie in § 10.2.3.2.4 bestimmt;

a_{loc} ein Korrekturfaktor, der den Aufstellort des Wärmegenerators berücksichtigt, (-). Wenn sich das Gerät außerhalb des geschützten Volumens befindet oder der Standort des Geräts unbekannt ist, hat dieser Faktor den Wert 0,02. Wenn sich das Gerät im geschützten Volumen befindet, hat dieser Faktor den Wert 0,00;

a_{perm} ein Korrekturfaktor, der berücksichtigt, dass der Heizkessel ständig warm gehalten wird oder nicht, (-). Wenn der Heizkessel über eine Regelung verfügt, der ihn ständig auf einer bestimmten Temperatur hält, also auch während der Zeiträume ohne Wärmebedarf[7] (das heißt: zwischen zwei Funktionsperioden des Brenners kann der Heizkessel nicht unbegrenzt abkühlen, um schließlich die Umgebungstemperatur zu erreichen) oder wenn die präzise Regelung nicht bekannt ist, beträgt dieser Faktor 0,05. Andernfalls hat dieser Faktor den Wert 0,00.

[7] Es spielt keine Rolle, ob die Kesseltemperatur konstant bleibt oder dennoch auf begrenzte Weise sinken kann, bis zu einer Temperatur, die weniger hoch ist (aber nicht ganz bis zur Umgebungstemperatur).

Der Normwert des Erzeugungswirkungsgrads für die Beheizung der Heizkessel, die gemäß dieses Absatzes evaluiert werden, beträgt 0,73, abzüglich der Reduktionsfaktoren a_{loc} und a_{perm}.

10.2.3.2.3 10.2.3.2.3 Erzeugungswirkungsgrad der Heizung für Einzelheizgeräte unter Zuhilfenahme von Werten aus der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2015/1188

Der Erzeugungswirkungsgrad der Heizung eines Einzelheizgeräts, das den Bedingungen von § 10.2.3.2.1 entspricht, wird wie folgt bestimmt:

- für Gasgeräte oder solche mit flüssigem Brennstoff:

Gl. 403 $\eta_{gen,heat} = f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$ (-)

- für elektrische Geräte:

Gl. 404 $\eta_{gen,heat} = 2,5 \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$ (-)

oder:

$f_{NCV/GCV}$ ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis von unterem Heizwert zu oberem Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage;

η_s die jahreszeitliche Energieeffizienz bei der Heizung der Räume, die gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2015/1188 bestimmt wird, (-).

Der Normwert für die jahreszeitliche Energieeffizienz bei der Beheizung der Räume η_s durch Einzelheizgeräte, die in diesem Absatz behandelt werden, beträgt:

- für Gasgeräte oder solche mit Flüssigbrennstoff mit offener Feuerstelle: 0,42;
- für Gasgeräte oder solche mit Flüssigbrennstoff mit geschlossenem Brennraum: 0,72;
- für Elektrogeräte: 0,31.

10.2.3.2.4 Erzeugungswirkungsgrad der Wärmegeneratoren, deren Daten aus den Europäischen Verordnungen (EU) Nr. 813/2013 und (EU) 2015/1188 nicht berücksichtigt werden

Der Erzeugungswirkungsgrad der Heizung findet sich in Tabelle [44]. Für die meisten Gerätetypen sind in dieser Tabelle Standardwerte aufgeführt.

Tabelle [44]: Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung $\eta_{gen,heat}$

Zentralheizung	**Detaillierte Berechnung**	**Standardwerte**
Brennwert-Warmwasserkessel (1)(2)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . [\eta_{part,NCV} + 0,003 . (\theta_{part,NCV} - \theta_{ave,boiler})]$	0,73
Nicht-Brennwert-Warmwasserkessel (1)(2)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . \eta_{part,NCV}$	0,73

Warmlufterzeuger (1)	$f_{dim,gen,heat} . f_{NCV/GCV} . \eta_{part,NCV}$	0,73
Vor Ort installierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage	$f_{dim,gen,heat} . \varepsilon_{cogen,th}$	(5)
Externe Wärmelieferung	$\eta_{heat,dh}$	0,97
Elektrische Widerstandsheizung (1)	1,00	1,00

Einzelheizung (3)	**Detaillierte Berechnung**	**Standardwerte**	**Feste Werte**
Kohleofen oder holzbefeuerter Ofen (mit Ausnahme von Pelletöfen) mit offenem Brennraum	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,30	-
Kohleofen und holzbefeuerter Ofen (mit Ausnahme von Pelletöfen) mit geschlossenem Brennraum	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,60	-
Pelletofen mit einer Nennleistung von mehr als 50 kW	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,77
Pelletofen mit einer Nennleistung von höchstens 50 kW	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,65	-
Kohleofen	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,80
Gasofen	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,83
Elektrische Widerstandsheizung	-	-	1,00
Sonderfälle			
Äquivalenz (4)			

(1) Bei Installation des Geräts außerhalb des geschützten Volumens muss die erzielte Leistung um 0,02 reduziert werden.

(2) Ist der Heizkessel mit einer Regelung ausgestattet, die den Heizkessel ständig auf Temperatur hält, also auch in Zeiten ohne Wärmebedarf[8] (d. h. zwischen zwei Brennerlaufzeiten kann der Heizkessel nicht unbegrenzt auskühlen, bis er schließlich die Umgebungstemperatur erreicht), ist der erzielte Wirkungsgrad um 0,05 zu verringern. Ist nicht genau bekannt, wie der Heizkessel geregelt wird, wird davon ausgegangen, dass ein solches Regelsystem vorhanden ist (und der Heizkessel nicht auskühlen kann).

(3) Kann der Hersteller für den Produktionswirkungsgrad eines lokalen Heizkörpers einen Wert vorlegen, der nach vom Minister festgelegten Regeln ermittelt wurde, kann dieser Wert anstelle des oben genannten Standardwerts verwendet werden.

(4) Abweichungen von den oben genannten Kategorien sind auf der Grundlage eines Äquivalenzsantrags oder, sofern vorhanden, nach vom Minister festgelegten Regeln zu behandeln. Andernfalls kann auch ein Standardwert von 0,73 verwendet werden.

(5) Der thermische Wirkungsgrad einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wird gemäß § A.2 der Anlage A.3 des vorliegenden Erlasses bestimmt. Der eventuelle Standardwert ist in diesem Paragrafen angegeben.

Die Symbole in der Tabelle sind wie folgt definiert:

[8] Es spielt keine Rolle, ob die Kesseltemperatur konstant bleibt oder dennoch auf begrenzte Weise sinken kann, bis zu einer Temperatur, die weniger hoch ist (aber nicht ganz bis zur Umgebungstemperatur).

$f_{dim,gen,heat}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung des Wärmeproduktionssystems für die Heizung; gegenwärtig ist dieser Faktor üblicherweise bei 1,00 (-) festgelegt;

$f_{NCV/GCV}$ ist ein Multiplikationsfaktor für das Verhältnis von unterem Heizwert zu oberem Brennwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$\eta_{part,NCV}$ der Wirkungsgrad bei Teillast (im Verhältnis zum unteren Heizwert) bestimmt bei einer 30%igen Last des Wärmeleistungsnennwerts, (-). Ausnahmen:

- - für Nicht-Brennwertkessel mit festem Brennstoff mit einem Nennwert von höchstens 500 kW kann ein Wert von 50%iger Last oder jener mit 100% Last angewendet werden, unter Bedingung, dass dieser Wirkungsgrad gemäß Norm NBN EN 303-5 bestimmt wird.
- für die Warmluftgeneratoren, für Heizkessel mit festen Brennstoffen mit einem Nennwert über 500 kW und für Brennwertkessel mit festen Brennstoffen mit einem Nennwert von höchstens 500 kW, für die der Wirkungsgrad bei 30 % der Last nicht gemessen werden kann, kann man den Wert bei 100 % der Last anwenden;

$\theta_{part,NCV}$ die Eingangstemperatur am Heizkessel in °C, bei dem der Wirkungsgrad bei Teillast $\eta_{part,NCV}$ bestimmt wurde;

$\theta_{ave,boiler}$ die anwendbare jahreszeitliche Durchschnittstemperatur des Kesselwassers in °C, wie nachstehend bestimmt;

$\varepsilon_{cogen,th}$ der thermische Wirkungsgrad der KWK-Anlage, wie in § A.2 der Anlage A.3 zum vorliegenden Erlass bestimmt;

$\eta_{heat,dh}$ der Wirkungsgrad einer externen Wärmelieferung, zu bestimmen gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben;

η_{nom} der Nutzwirkungsgrad bei Nennleistung, bestimmt nach:

- die Norm NBN EN 13240 oder NBN EN 16510-1 für Kohleöfen und holzbefeuerte Öfen (mit Ausnahme von Pelletöfen) mit offenem Brennraum;
- die Norm NBN EN 13229 oder NBN EN 16510-1 für Kohleöfen und holzbefeuerte Öfen (mit Ausnahme von Pelletöfen) mit geschlossenem Brennraum;
- die Norm NBN EN 15250 für Kohleöfen und Holzöfen (mit Ausnahme von Pelletöfen) mit Speicherfunktion;
- die Norm NBN EN 14785 für Pelletöfen.

Bei Brennwertkesseln wird die jahreszeitliche Durchschnittstemperatur des Kesselwassers wie folgt bestimmt:

Gl. 429 $\theta_{ave,boiler} = 6,4 + 0,63 \,.\, \theta_{in,design}$ (°C)

oder:

$\theta_{ave,boiler}$ die jahreszeitliche Durchschnittstemperatur des Kesselwassers in °C;

$\theta_{in,design}$ die Eintrittstemperatur des Heizkessels unter Auslegungsbedingungen, die wie unten angegeben bestimmt wird, in °C.

Die Eintrittstemperatur $\theta_{in,design}$ des Heizkessels unter Auslegungsbedingungen, wird im Folgenden bestimmt:

- für Heizkessel, die in Reihe mit einem oder mehreren Wärmegeneratoren geschaltet sind und wobei der Einlauf des Wärmeträgermediums nicht an das Emissionssystem sondern an den Auslass des Wärmeträgermediums eines anderen Wärmegenerators angeschlossen ist, erhält man:

Gl. 430 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right) \quad (°C)$$

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 431 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} \quad (°C)$$

oder:

$\theta_{return,design}$ die Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems, in °C.

$\theta_{supply,design}$ die Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems in °C bei Auslegungsbedingungen. Hier müssen nicht nur das Wärmeabgabesystem, sondern auch die Abmessungen eines eventuellen Pufferspeichers (maximale Speichertemperatur) berücksichtigt werden.

$f_{heat,m,first}$ der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem/den als erste(n) angeschlossenen Wärmegenerator(en) [9]in einer Reihe von in Reihe geschalteten Geräten geliefert wird, bestimmt als $f_{heat,m,pref}$ in § 10.2.2 unter Berücksichtigung des oder der als erste angeschlossenen Wärmegeneratoren als bevorzugter Generator, (-);

$x_{m,first}$ die Hilfsvariable zur Bestimmung des Anteils am Wärmebedarf, der von dem/den zuerst angeschlossenen Wärmegenerator(en) gedeckt wird, bestimmt wie x_m in § 7.3.1 der Anlage EEN, wobei der/die zuerst angeschlossene(n) Wärmegenerator(en) als der/die bevorzugte(n) Generator(en) betrachtet wird/werden, (-).

Es muss eine Summierung über alle Monate des Jahres durchgeführt werden.

Der Standardwert für die Auslegungsrücklauftemperatur des Abgabesystems beträgt 45 °C für Flächenheizungssysteme (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) und 70 °C für alle anderen Wärmeabgabesysteme. Die Vorlauftemperatur des Abgabesystems kann als Standardwert für Flächenheizungssysteme (Fußboden-, Wand- und Deckenheizung) $\theta_{supply,design}$ = 55 °C und für alle anderen Abgabesysteme, $\theta_{supply,design}$ = 90 °C angenommen werden. Wenn in einer Energiezone beide Arten von Abgabesystemen vorkommen, wird das System mit der höheren Auslegungs-Rücklauf- sowie Vorlauftemperatur berücksichtigt.[10] Bessere Werte können verwendet werden, wenn sie den vom Minister festgelegten Vorgaben entsprechen oder ggf. auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips.

---

[9] Dieser ist der Wärmegenerator, dessen Eingang mit dem Rücklauf/der Rücklaufleitung des Abgabesystems verbunden ist. Der Generator, der als erster angeschlossen ist, ist nicht automatisch der bevorzugte Generator. Wenn dies trotzdem der Fall ist, dann gilt $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. Im anderen Fall ist eine neue Berechnung erforderlich, um den Anteil zu bestimmen, der durch den als zuerst angeschlossenen Generator abgedeckt wird.

[10] Es ist jederzeit möglich, eine Energiezone in mehrere kleinere Energiezonen zu unterteilen und für jede Energiezone das entsprechende Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

10.2.3.3 Erzeugungswirkungsgrad elektrischer Wärmepumpen

10.2.3.3.1 Prinzip

Elektrische Wärmepumpen[11] können ihre Wärme aus verschiedenen Wärmequellen gewinnen:

- Boden über ein Wärmeträgermedium: die Wärmepumpe pumpt ein Wärmeträgermedium (im Allgemeinen eine Frostschutzlösung, z. B. ein Wasser-Glykol-Gemisch) über einen vertikal oder horizontal im Erdreich eingelassenen Wärmetauscher. Die dem Boden mit Hilfe dieses Wärmeträgermediums entzogene Wärme wird an den Verdampfer geleitet;
- Boden über Direktverdampfung: der Verdampfer im Boden zieht durch Wärmeleitung direkt fühlbare Wärme (sowie gegebenenfalls durch Gefrieren latente Wärme) aus dem Boden, ohne zwischengeschaltetes Transportmedium;
- Grundwasser, Regenwasser oder ähnliches: das Wasser wird hochgepumpt, gibt seine Wärme an den Verdampfer ab und wird dann wieder in seine Quelle zurückgeleitet;
- Außenluft: die Außenluft wird mit Hilfe eines Lüfters zum Verdampfer geführt und gibt dort ihre Wärme ab;
- Abluft: die Abluft des Lüftungssystems wird zum Verdampfer geleitet und gibt dort ihre Wärme ab;
- Sonstige.

Elektrische Wärmepumpen können ihre Wärme an Wasser, Luft oder die Struktur des Gebäudes (oder von Kondensatoren, die in die Struktur des Gebäudes (vor allem in den Fußboden und eventuell in andere Wände wie etwa Mauern oder Decken) integriert sind) abgeben. Sie liefern zudem die Wärme direkt in die Struktur des Gebäudes (ohne Eingriff eines zwischengeschalteten Transportmediums wie etwa Luft oder Wasser).

---

[11] **Anmerkung:**

Im vorliegenden Text sind unter Wärmepumpen aktive Maschinen zu verstehen, die Wärme von einer Wärmequelle mit niedriger Temperatur aufnehmen und diese Wärme mit einer höheren Temperatur zur Raumheizung, Luftbefeuchtung oder Warmwasserbereitung abgeben. Für eine solche Temperaturerhöhung muss natürlich (eine geringe Menge) verwertbare Energie zugeführt werden.

Bei bestimmten Lüftungssystemen ist es auch möglich, die Wärme der Abluft mit Hilfe passiver Wärmetauscher auf die (kältere) Frischluft zu übertragen. Die Übertragung der Wärme erfolgt in diesem Fall auf ganz natürliche Weise von der höheren zur niedrigeren Temperatur ohne zusätzliche Energiezufuhr (abgesehen von einer kleinen Menge an zusätzlicher Hilfsenergie, zum Beispiel für den geringen zusätzlichen Verbrauch der Lüfter zur Überwindung des zusätzlichen Druckverlusts des Wärmetauschers). Geräte dieser Art gibt es in verschiedenen Ausführungen (zum Beispiel Plattenwärmetauscher mit Gegenstrom und Kreuzstrom, Rotationswärmetauscher, Rohrbündelwärmeübertrager, Rückgewinnungssysteme etc.). Sie werden hier mit dem Oberbegriff Wärmerückgewinnungsgeräte bezeichnet. Die Bewertung der Energieeffizienz von Wärmerückgewinnungsgeräten erfolgt bei der Behandlung der Lüftungsverluste in § 7.4.

Wenn man Wärmepumpen für die Lüftungsluft einsetzt, werden sie oft mit Geräten zur Wärmerückgewinnung kombiniert. Dies ist normalerweise energetisch interessanter. Um eine doppelte Berücksichtigung zu vermeiden, bezieht sich der Leistungsfaktor der Wärmepumpe im vorliegenden Kapitel nur auf die Wärmepumpe im eigentlichen Sinn ohne Einbeziehung der Wirkung des Wärmerückgewinnungsgeräts, da diese bei der Berechnung im Kapitel Lüftung explizit berücksichtigt wird. Durch die Kombination der Bewertung der Wärmepumpe im engeren Sinn im Rahmen des vorliegenden Kapitels und der Bewertung des Wärmerückgewinnungsgeräts im Kapitel Lüftung ergibt sich bei der Bestimmung des charakteristischen Energieverbrauchs eine korrekte Bewertung des kombinierten Systems insgesamt.

Die Produktionsleistung

- von elektrischen Wärmepumpen, die ab dem 26.09.2015 auf den Markt gebracht wurden und deren Nennleistung nicht über 400 kW liegt und mit:
  - entweder Erdreich über ein Wärmeträgermedium als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium oder
  - Wasser als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium oder
  - Außenluft als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium
- von elektrischen Wärmepumpen, die ab dem 01.01.2013 auf den Markt gebracht wurden und deren Nennleistung nicht über 12 kW liegt und mit Außenluft als Wärmequelle und Luft als Wärmeträgermedium
- von elektrischen Wärmepumpen, die ab dem 01.01.2018 auf den Markt gebracht wurden und deren Nennleistung nicht über 12 kW liegt und mit Außenluft als Wärmequelle und Luft als Wärmeträgermedium

wird gemäß § 10.2.3.3.2 bestimmt.

Der Erzeugungswirkungsgrad anderer Typen elektrischer Wärmepumpen wird bestimmt gemäß § 10.2.3.3.3.

Der Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ für elektrische Wärmepumpen, die Luft als Wärmequelle und als Wärmeträgermedium nutzen, ist wie folgt festgelegt:

- 3,30 wenn die Außen- und Innengeräte nach dem 01.01.2018 in Verkehr gebracht wurden, die Nennleistung zwischen 12 kW und 1 MW liegt und der Hersteller keine technische Dokumentation gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für die tatsächlich verwendete Kombination vorlegt, sondern für eine oder mehrere andere Kombinationen desselben Typs von Außengerät mit demselben Typ von Innengerät;
- wenn die Außen- und Innengeräte eine Nennleistung von nicht mehr als 12 kW haben und der Hersteller keine technische Dokumentation gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für die tatsächlich verwendete Kombination 92/224 vorlegt, dies aber für eine oder mehrere andere Kombinationen desselben Typs von Außengerät mit demselben Typ von Innengerät tut, dann gilt:
  - 3,00 wenn die Außen- und Innengeräte nach dem 01.01.2013 auf den Markt gebracht wurden;
  - 3,40 wenn die Außen- und Innengeräte nach dem 01.01.2014 auf den Markt gebracht wurden;
- 1,25 in allen anderen Fällen.

Bei allen anderen Typen elektrischer Wärmepumpen ist der Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ auf 2,00 festgelegt.

10.2.3.3.2 Erzeugungswirkungsgrad von elektrischen Wärmepumpen unter Verwendung von Werten aus der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012, der Europäischen

Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281

Der Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung von elektrischen Wärmepumpen gemäß den in § 10.2.3.3.1 angeführten Bedingungen wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 333

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{\frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{SCOP_{inst}} + P_{TO} \cdot t_{TO} + P_{CCH} \cdot t_{CCH} + P_{off} \cdot t_{off} + P_{SB} \cdot t_{SB}} \quad (-)$$

oder:

P_{nom} die Nennwärmeleistung der elektrischen Wärmepumpe, bestimmt als P_{rated} gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, als $P_{designh}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von bis zu 12 kW und einem Wärmeträgermedium Luft, oder als $P_{rated,h}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW und einem Wärmeträgermedium Luft in kW;

t_{on} die Zeitspanne, in welcher die Wärmepumpe eingeschaltet ist, erhalten aus Tabelle [38] je nach Typ der Wärmepumpe, in Std.;

$SCOP_{inst}$ der Leistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe im aktiven Modus, unter Berücksichtigung des Einflusses der Anlage, bestimmt wie unten angeführt, (-);

P_{TO} die Leistungsaufnahme der elektrischen Wärmepumpe zu dem Zeitpunkt, zu dem die Heizfunktion eingeschaltet ist, die elektrische Wärmepumpe aber nicht in Betrieb ist, weil kein Wärmebedarf besteht, bestimmt nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von bis zu 12 kW und einem Wärmeträgermedium Luft und gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW und einem Wärmeträgermedium Luft, in kW;

t_{TO} die Zeitspanne, in welcher die „Heizungs"-Funktion eingeschaltet ist, ohne dass die elektrische Wärmepumpe betriebsbereit ist, da kein Wärmebedarf besteht, entnommen aus Tabelle [38] je nach Typ der Wärmepumpe, in Std.;

P_{CCH} die Leistungsaufnahme der elektrischen Wärmepumpe zu dem Zeitpunkt, an dem das Gerät aktiviert wird, um die Migration des Kältemittels zum Kompressor zu verhindern, bestimmt als P_{CK} gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von bis zu 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, und gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, in kW;

t_{CCH} die Zeitspanne, in welcher die elektrische Wärmepumpe aktiviert ist, um den Durchlauf des Kältemittels zum Kompressor zu vermeiden, entnommen aus Tabelle [38] je nach Typ der Wärmepumpe, in Std.;

P_{off} die Leistungsaufnahme der elektrischen Wärmepumpe im Abschaltmodus, bestimmt nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von bis

zu 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, und nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, in kW;

t_{off} die Zeitspanne, in welcher die Wärmepumpe im Abschaltmodus ist, erhalten aus Tabelle [38] je nach Typ der Wärmepumpe, in Std.;

P_{SB} die Leistungsaufnahme der elektrischen Wärmepumpe im Standby-Modus, bestimmt nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von bis zu 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, und nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für Wärmepumpen mit einer Nennleistung von mehr als 12 kW, deren Wärmeträgermedium Luft ist, in kW;

t_{SB} die Zeitspanne, in welcher die Wärmepumpe im Standby-Modus ist, entnommen aus Tabelle [38] je nach Typ der Wärmepumpe, in Std.

Tabelle [38]: Dauer t_{on}, t_{TO}, t_{CCH}, t_{off} et t_{SB}, in Stunden, abhängig vom Wärmepumpentyp

Wärmepumpentyp		t_{on} (h)	t_{TO} (h)	t_{CCH} (h)	t_{off} (h)	t_{SB} (h)
Wärmeträger	**Aktive Kühlung (*)?**					
Wasser	Nein	2066	178	3850	3672	0
	Ja	2066	178	178	0	0
Luft	Nein	1400	179	3851	3672	0
	Ja	1400	179	179	0	0
(*)Nein = Wärmepumpe, die nicht als aktive Kühlung (im reversiblen Modus) verwendet wird / Ja = Wärmepumpe, die als aktive Kühlung (im reversiblen Modus) verwendet wird						

Der Leistungskoeffizient im aktiven Modus unter Berücksichtigung des Einflusses der Installation, $SCOP_{inst}$, wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 334 $$SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

mit:

$f_{\theta,em}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Austrittstemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen und der Austrittstemperatur des Kondensators, bei der der $SCOP_{on}$ ermittelt wurde, der wie unten erwähnt bestimmt wird, (-);

$f_{\theta,source}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der (konventionellen) Temperatur der Wärmequelle und der Eingangstemperatur am Verdampfer, mit welcher der $SCOP_{on}$ ermittelt wurde, bestimmt nach der unten angeführten Methode, (-);

$f_{\Delta\theta}$ einerseits ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Temperaturdifferenz über den Kondensator der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, und andererseits ein Korrekturfaktor der Temperaturdifferenz des Wassers über den Kondensator unter Prüfbedingungen gemäß der Norm NBN EN 14511 oder unter Testbedingungen, für den $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wurde, wie unten angeführt;

f_{pumps} ein Korrekturfaktor für den Energieverbrauch einer Pumpe im Kreis zum Verdampfer, bestimmt wie angeführt in § 10.2.3.3.3, (-);

f_{AHU} ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Auslegungs-Luftvolumenstrom und dem Luftvolumenstrom bei der Prüfung gemäß der Norm NBN EN 14511 oder dem Luftvolumenstrom, mit welchem $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ festgelegt wurden. f_{AHU} ist nur bei an die Lüftung angeschlossenen Wärmepumpen relevant - wie angeführt in § 10.2.3.3.3, (-);

$f_{dim,gen,heat}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung des Wärmeproduktionssystems für die Heizung; gegenwärtig ist dieser Faktor üblicherweise bei 1,00 (-) festgelegt;

$SCOP_{on}$ der Leistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe im aktiven Modus sowie für mittlere klimatische Bedingungen, ermittelt wie unten angeführt, (-).

Für elektrische Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Luft ist, sowie mit Doppelleitung wird $SCOP_{on}$ folgendermaßen bestimmt:

Gl. 335 $SCOP_{on} = 0{,}7 \cdot COP_{nom}$ (-)

oder:

COP_{nom} der Nennleistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe, bestimmt wie COP_{rated} gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2012/C 172/01 und der Mitteilung 2014/C 110/01 (-).

Bei anderen elektrischen Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Luft ist, entspricht der $SCOP_{on}$:

- wenn die Nennleistung nicht mehr als 12 kW beträgt: der $SCOP_{on}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 206/2012 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2012/C 172/01 und der Mitteilung 2014/C 110/01;
- wenn die Nennleistung mehr als 12 kW beträgt: der $SCOP_{on}$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281.

Für alle anderen elektrischen Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Luft ist, gilt:

Gl. 336 $f_{\theta,em} = 1$ (-)

Für Wärmepumpen, deren Wärmeträgermedium Wasser ist, wird der $SCOP_{on}$ auf Grundlage der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02 bestimmt. Im Rahmen der EU-Verordnung wird festgelegt, ob es sich bei der Wärmepumpe um eine Wärmepumpe mit niedriger Temperatur handelt. In diesem Fall wird $SCOP_{on}$ für eine Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C ermittelt. Wenn es sich bei der Wärmepumpe nicht um eine Niedertemperatur-Wärmepumpe handelt, wird $SCOP_{on}$ für eine Ausgangstemperatur am Kondensator von 55 °C (unten als „Betrieb mit mittlerer Temperatur“ bezeichnet) bestimmt. Wenn nicht bekannt ist, bei welcher Temperatur der $SCOP_{on}$ ermittelt wurde, wird angenommen, dass es sich um eine Niedertemperatur-Wärmepumpe handelt und der eingegebene $SCOP_{on}$ für eine Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C ermittelt wurde.

Das Temperaturregime, für das $SCOP_{on}$ gegeben ist, bestimmt, wie $SCOP_{on}$, $f_{\theta,em}$ und $f_{\Delta\theta}$ ermittelt werden müssen. Folgende Fälle können auftreten:

- Wenn die Wärmepumpe eine Niedertemperatur-Wärmepumpe ist, gilt:

Gl. 337 $SCOP_{on} = SCOP_{on,35°C}$ (-)

Gl. 432 $f_{\theta,em} = 1 + 0{,}02 \cdot (35 - \theta_{out,LTHP})$ (-)

Gl. 406 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Falls SGUE h nur für einen Betrieb mit mittlerer Temperatur verfügbar ist:

Gl. 339 $SCOP_{on} = SCOP_{on,55°C}$ (-)

Gl. 433 $f_{\theta,em} = 1 + 0,02 \cdot (55 - \theta_{out,design})$ (-)

Gl. 407 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

oder:

$SCOP_{on,35°C}$ der Leistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe im aktiven Modus, bei durchschnittlichen klimatischen Bedingungen und einer Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C, bestimmt nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02., (-);

$SCOP_{on,55°C}$ der Leistungskoeffizient der elektrischen Wärmepumpe im aktiven Modus, bei durchschnittlichen klimatischen Bedingungen und einer Austrittstemperatur am Kondensator von 55 °C, bestimmt nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02, (-);

$\theta_{out,design}$ die Abgabetemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, wie in § 10.2.3.3.3 beschrieben, in °C;

$\theta_{out,LTHP}$ die Abgabetemperatur der Niedertemperatur-Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, wie unten bestimmt, in °C;

$\Delta\theta_{design}$ die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf des Emissionssystems (oder gegebenenfalls der Wärmespeicherung) unter Auslegungsbedingungen, bestimmt nach dem § 10.2.3.3.3, in °C. Der Standardwert entspricht 0 °C.

Die Abgabetemperatur einer Niedertemperatur-Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, $\theta_{out,LTHP}$, ist wie folgt gegeben:

Gl. 434 $\theta_{out,LTHP} = \min(\theta_{out,design}; 60°C)$ (°C)

mit:

$\theta_{out,design}$ die Abgabetemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, bestimmt nach § 10.2.3.3.3, in °C.

Bei Bestimmung von $SCOP_{on}$ gemäß Verordnung (EU) Nr. 813/2013 muss die Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ bestimmt wird, angegeben werden: Luft, Wasser oder Sole. Die Wärmequelle, für welche $SCOP_{on}$ bestimmt wird, sowie die Wärmequelle der tatsächlichen Anlage bestimmen den Wert von $f_{\theta,source}$. Folgende Fälle können auftreten:

- Für Wärmepumpen, welche mit Erdreich oder Wasser als Wärmequelle in Betrieb genommen werden:

Gl. 343 $f_{\theta,source} = 1 + 0,018 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

oder:

$\theta_{source,design}$ die Temperatur der Wärmequelle in der tatsächlichen Anlage, in °C, festgelegt üblicherweise je nach Wärmequelle:

- 2 °C, wenn es sich bei der Wärmequelle um Oberflächenwasser oder Abwasser aus der Kanalisation oder den Abfluss einer Kläranlage handelt;

- 10 °C, wenn die Wärmequelle Grundwasser oder ein Wasserkreislauf ist;
- 0 °C, wenn die Wärmequelle das Erdreich ist (über einen Wärmetauscher);
- zu bestimmen durch den Minister für sonstige Wärmequellen;

$\theta_{source,test}$ die Temperatur der Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ gemäß Verordnung (EU) Nr. 813/2013 bestimmt wird, in °C. Falls die Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wird, Wasser ist oder falls die Wärmequelle nicht bekannt ist, wird diese Temperatur auf 10 °C festgelegt. Falls die Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wird, Sole ist, ist diese Temperatur auf 0 °C festgelegt.

- Für Wärmepumpen, welche mit Außenluft als Wärmequelle in Betrieb genommen werden:

Gl. 344 $f_{\theta,source} = 1$ (-)

10.2.3.3.3 Erzeugungswirkungsgrad elektrischer Wärmepumpen nicht basierend auf den Daten aus einer EU-Verordnung

Der Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung von Wärmepumpen, die nicht in den Anwendungsbereich von § 10.2.3.3.2 fallen, $\eta_{gen,heat}$, wird angegeben durch:

Gl. 96 $\eta_{gen,heat} = SPF$ (-)

mit:

Gl. 345 $SPF = f_{\theta,heat} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

oder:

$f_{\theta,heat}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Temperatur am Ausgang der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen und der Temperatur am Ausgang des Kondensators in der Prüfung gemäß der Norm NBN EN 14511, im Falle des Wärmetransports durch Wasser, bestimmt wie unten angeführt, (-);

$f_{\Delta\theta}$ einerseits ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Temperaturdifferenz über den Kondensator der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, und andererseits ein Korrekturfaktor der Temperaturdifferenz des Wassers über den Kondensator unter Prüfbedingungen gemäß der Norm NBN EN 14511 oder unter Testbedingungen, für den $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wurde, wie unten angeführt;

f_{pumps} ein Korrekturfaktor für den Energieverbrauch einer Pumpe im Kreis zum Verdampfer, bestimmt wie nachstehend angeführt, (-);

f_{AHU} ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Auslegungs-Luftvolumenstrom und dem Luftvolumenstrom bei der Prüfung gemäß NBN EN 14511 oder der Luftvolumenstrom, mit welchem $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ festgelegt wurden. f_{AHU} ist nur bei an die Lüftung angeschlossenen Wärmepumpen relevant, wie unten angeführt, (-);

$f_{dim,gen,heat}$	ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung des Wärmeproduktionssystems für die Heizung; gegenwärtig ist dieser Faktor üblicherweise bei 1,00 (-) festgelegt;
COP_{test}	die Leistungszahl der Wärmepumpe gemäß der Norm NBN EN 14511 unter den Prüfbedingungen, die in Tabelle [12] unten beschrieben sind:

Tabelle [12]: Prüfbedingungen für die Bestimmung der COP_{test}

Wärmequelle	Wärmeemission	Test-bedingungen
Auf der Grundlage von Tabelle 3 der Norm NBN EN 14511-2		
Außenluft, eventuell in Kombination mit Abluft	Aufbereitete Luft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A2/A20
Außenluft, eventuell in Kombination mit Abluft	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A2/A2
Nur Außenluft	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A2/A20
Nur Abluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Aufbereitete Luft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A20/A20
Nur Abluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A20/A2
Nur Abluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Aufbereitete Luft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A2/A20
Auf der Grundlage von Tabelle 5 der Norm NBN EN 14511-2		
Boden über einen Hydraulikkreislauf	Aufbereitete Luft, eventuell in Kombination mit Außenluft	B0/A20
Boden über einen Hydraulikkreislauf	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	B0/A2
Boden über einen Hydraulikkreislauf	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	B0/A20
Boden über Grundwasser	Aufbereitete Luft, eventuell in Kombination mit Außenluft	W10/A20
Boden über Grundwasser	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	W10/A2
Boden über Grundwasser	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	W10/A20
Auf der Grundlage von Tabelle 7 der Norm NBN EN 14511-2		
Boden über einen Hydraulikkreislauf	Wasser	B0/W35
Boden über Grundwasser	Wasser	W10/W35

Wärmequelle	Wärmeemission	Test-bedingungen
Auf der Grundlage von Tabelle 12 der Norm NBN EN 14511-2		

Wärmequelle	Wärmeemission	Test-bedingungen
Außenluft, eventuell in Kombination mit Abluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Wasser	A2/W35
Nur Abluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Wasser	A20/W35
wobei: A Luft als Trägermedium (Luft). Die nachfolgende Zahl ist die Trockentemperatur in °C. B Zwischenmedium mit einer Gefriertemperatur unter der von Wasser (Sole). Die nachfolgende Zahl ist die Eintrittstemperatur in den Verdampfer in °C. W Wasser als Trägermedium (Wasser). Die nachfolgende Zahl ist die Eintrittstemperatur in den Verdampfer oder die Austrittstemperatur aus dem Kondensator in °C.		

ANMERKUNG: Einige Prüfbedingungen entsprechen den „Standard Rating Conditions“ der Norm NBN EN 14511-2. Andere entsprechen den „Application Rating Conditions“. Die meisten Prüfbedingungen für die direkte Erwärmung der Außenluft wurden ergänzt: Diese speziellen Kombinationen oder Temperaturbedingungen tauchen so in der Norm nicht auf.

Der Minister kann zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen für die Berechnung von COP_{test} und/oder $\eta_{gen,heat}$ festlegen.

Der Korrekturfaktor $f_{\theta,heat}$ wird folgendermaßen bestimmt:

- Falls das Wärmeträgermedium Luft ist: $f\,\theta_{,heat} = 1$;
- Falls das Wärmeträgermedium Wasser ist, ist $f_{\theta,hea}$:

Gl. 435 $$f_{\theta,heat} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(43 - \theta_{out,design}\right)$$ (-)

mit:

$\theta_{out,design}$ die Abgabetemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen in °C, wie nachstehend beschrieben.

Die Abgabetemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen $\theta_{out,design}$ wird wie folgt bestimmt:

- für Wärmepumpen, die mit einem oder mehreren anderen Wärmegeneratoren in Reihe geschaltet sind und deren Einlauf des Wärmeträgermediums mit dem Abgabesystem verbunden ist, deren Austritt des Wärmeträgermediums jedoch nicht mit dem Abgabesystem (oder der Speicherung), sondern mit dem Einlauf des Wärmeträgermediums eines anderen Wärmegenerators verbunden ist, gilt:

Gl. 436 $$\theta_{out,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right)$$ (°C)

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 437 $$\theta_{out,design} = \theta_{return,design}$$ (°C)

oder:

$\theta_{return,design}$ die Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems, in °C.

$\theta_{supply,design}$ die Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems in °C bei Auslegungsbedingungen. Hier müssen nicht nur das Wärmeabgabesystem, sondern auch die Abmessungen eines eventuellen Pufferspeichers (maximale Speichertemperatur) berücksichtigt werden.

$f_{heat,m,first}$ der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem/den zuerst angeschlossenen Wärmegenerator(en)[12] in einer Reihe von in Reihe geschalteten Geräten geliefert wird, bestimmt als $f_{heat,m,pref}$ in § 10.2.2 unter Berücksichtigung des oder der zuerst angeschlossenen Wärmegeneratoren als bevorzugte(n) Generator(en), (-);

$x_{m,first}$ die Hilfsvariable zur Bestimmung des Anteils am Wärmebedarf, der von dem/den zuerst angeschlossenen Wärmegenerator(en) gedeckt wird, bestimmt wie x_m in § 7.3.1 der Anlage PEN, wobei der/die zuerst angeschlossene(n) Wärmegeneratoren als der/die bevorzugte(n) Generator(en) betrachtet wird/werden, (-).

Es muss eine Summierung über alle Monate des Jahres durchgeführt werden.

Der Standardwert für die Auslegungsrücklauftemperatur des Abgabesystems beträgt 45 °C für Flächenheizungssysteme (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) und 70 °C für alle anderen Wärmeabgabesysteme. Für die Vorlauftemperatur des Abgabesystems kann als Standardwert für Flächenheizungssysteme (Fußboden-, Wand- und Deckenheizung) $\theta_{supply,design}$ = 55 °C und für alle anderen Wärmeabgabesysteme $\theta_{supply,design}$ = 90 °C verwendet werden. Wenn in einer Energiezone beide Arten von Abgabesystemen vorkommen, wird das System mit der höheren Auslegungs-Rücklauf- sowie Vorlauftemperatur berücksichtigt.[13] Bessere Werte können verwendet werden, wenn sie den vom Minister festgelegten Vorgaben entsprechen oder ggf. auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips.

Der Korrekturfaktor $f_{\Delta\theta}$ wird folgendermaßen bestimmt:

- wenn das Wärmeträgermedium Luft ist: $f_{\Delta\theta} = 1$;
- wenn das Wärmeträgermedium Wasser ist, $f_{\Delta\theta}$, ist:

Gl. 99 $$f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(\Delta\theta_{design} - \Delta\theta_{test}\right) \quad (-)$$

mit:

$\Delta\theta_{design}$ die Temperaturdifferenz zwischen Einlauf und Abgabe der Wärmepumpe (ggf. unter Berücksichtigung der Wärmespeicherung) unter Auslegungsbedingungen, die wie folgt ermittelt wird, en °C;

---

[12] Dieser ist der Wärmegenerator, dessen Eingang mit dem Rücklauf/der Rücklaufleitung des Abgabesystems verbunden ist. Der Generator, der als erster angeschlossen ist, ist nicht automatisch der bevorzugte Generator. Wenn dies trotzdem der Fall ist, dann gilt $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. Im anderen Fall ist eine neue Berechnung erforderlich, um den Anteil zu bestimmen, der durch den als zuerst angeschlossenen Generator abgedeckt wird.

[13] Es ist jederzeit möglich, eine Energiezone in mehrere kleinere Energiezonen zu unterteilen und für jede Energiezone das entsprechende Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

$\Delta\theta_{test}$ der Temperaturanstieg des Wassers durch den Kondensator bei Tests nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013, wenn die Produktionseffizienz der Wärmepumpe bestimmt wird nach § 10.2.3.3.2, oder bei Tests nach NBN EN 14511, wenn der Produktionswirkungsgrad der Wärmepumpe bestimmt wird nach § 10.2.3.3.3, in °C.

Es kann $f_{\Delta\theta}$ = 0,93 als Standardwert verwendet werden.

Die Temperaturdifferenz zwischen dem Einlauf und der Abgabe der Wärmepumpe $\Delta\theta_{design}$ wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 438 $\Delta\theta_{design}=(\theta_{out,design}-\theta_{in,design})$ (°C)

mit:

$\theta_{out,design}$ die Abgabetemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, wie oben beschrieben bestimmt, in °C;

$\theta_{in,design}$ die Einlauftemperatur der Wärmepumpe unter Auslegungsbedingungen, nach § 10.2.3.2.4, in °C.

Der Korrekturfaktor f_{pumps} wird folgendermaßen bestimmt:

- falls es keine Pumpe für die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer gibt, f_{pumps} = 1 (d. h. Luft als Wärmequelle oder Direktverdampfung im Boden);
- falls die elektrische Leistung der (oder einer der) Wärmepumpe(n) unbekannt ist, f_{pumps} = 5/6;
- falls die elektrische Leistung der (oder aller) Wärmepumpe(n) (P_{pumps}, in kW) bekannt ist und falls der Erzeugungswirkungsgrad bestimmt wird nach § 10.2.3.3.2:

Gl. 346 $$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \cdot SCOP_{on} \Big/ P_{nom}}$$ (-)

- falls die elektrische Leistung der (oder aller) Wärmepumpe(n) (P_{pumps}, in kW) bekannt ist und falls der Erzeugungswirkungsgrad bestimmt wird nach § 10.2.3.3.3:

Gl. 347 $$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \Big/ P_{HP}}$$ (-)

mit:

$P_{pumps,j}$ die elektrische Leistung der Pumpe j für die Wärmezufuhr zum Verdampfer, in kW;

$SCOP_{on}$ die Leistungszahl im aktiven Modus und für mittlere klimatische Bedingungen der elektrischen Wärmepumpe, bestimmt wie in § 10.2.3.3.2 angegeben, (-);

P_{nom} die thermische Nennleistung der elektrischen Wärmepumpe, bestimmt als P_{rated} gemäß Verordnung (EU) Nr. 813/2013 für Wärmepumpen mit Wasser als Wärmeträgermedium oder als $P_{designh}$ gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012 für Wärmepumpen mit Luft als Wärmeträgermedium, in kW;

P_{HP} die elektrische Leistung (in kW) der Wärmepumpe gemäß der Norm NBN EN 14511 unter denselben Prüfbedingungen wie für die Bestimmung von COP_{test}.

Es müssen alle Pumpen j, die die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer der Wärmepumpe sichern, addiert werden.

Der Korrekturfaktor f_{AHU} wird folgendermaßen bestimmt:

- Bei Abluft als einzige Wärmequelle (ohne vorheriges Mischen mit der Außenluft), Zuluft als einziges Wärmeträgermedium (ohne Rückführung der Raumluft):

Gl. 101 $$f_{AHU} = \frac{0{,}51 + 0{,}7 \min\left(\dot{V}_{supply}; \dot{V}_{extr}\right)/\dot{V}_{max}}{0{,}51 + 0{,}7\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Es kann f_{AHU} = 0,51 als Standardwert verwendet werden.

- Wenn die Lüftung als einzige Wärmequelle genutzt wird (ohne vorherige Vermischung mit der Außenluft), wird die Wärme nicht nur an die zugeführte Lüftung abgegeben:

Gl. 102 $$f_{AHU} = \frac{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{extr}/\dot{V}_{max}}{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Es kann f_{AHU} = 0,75 als Standardwert verwendet werden.

- Wenn die Lüftung als einzige Wärmequelle dient (ohne Rückführung der Raumluft), wobei die rückgeführte Lüftung nicht die einzige Wärmequelle ist:

Gl. 103 $$f_{AHU} = \frac{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{supply}/\dot{V}_{max}}{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Es kann f_{AHU} = 0,75 als Standardwert verwendet werden.

- In allen anderen Fällen gilt: $f_{AHU=1}$;

mit:

$\dot{V}_{max}$ der maximale Luftvolumenstrom in der Anlage in m³/h gemäß Herstellerangaben. Wenn der Hersteller eine Spanne angibt, wird der größte Wert verwendet;

$\dot{V}_{test}$ der Luftvolumenstrom in der Anlage in m³/h bei der Prüfung gemäß NBN EN 14511;

$\dot{V}_{extr}$ der Auslegungs-Abluftvolumenstrom in der Anlage in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;

$\dot{V}_{supply}$ der Auslegungs-Zuluftvolumenstrom in der Anlage in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;

10.2.3.4 Erzeugungswirkungsgrad von Gas-Wärmepumpen

10.2.3.4.1 Prinzip

Gas-Wärmepumpen können nach zwei Prinzipien funktionieren:

- Wärmepumpen mit Gasmotor;
- Sorptions-Gaswärmepumpen.

Wie elektrische Wärmepumpen können auch Gas-Wärmepumpen ihre Wärme aus verschiedenen Wärmequellen beziehen:

- Boden über ein Wärmeträgermedium: die Wärmepumpe pumpt ein Wärmeträgermedium (im Allgemeinen eine Frostschutzlösung, z. B. ein Wasser-Glykol-Gemisch) über einen vertikal oder horizontal im Erdreich eingelassenen Wärmetauscher. Die dem Boden mit Hilfe dieses Wärmeträgermediums entzogene Wärme wird an den Verdampfer geleitet;
- Boden über Direktverdampfung: der Verdampfer im Boden zieht durch Wärmeleitung direkt fühlbare Wärme (sowie gegebenenfalls durch Gefrieren latente Wärme) aus dem Boden, ohne zwischengeschaltetes Transportmedium;
- Grundwasser, Regenwasser oder ähnliches: das Wasser wird hochgepumpt, gibt seine Wärme an den Verdampfer ab und wird dann wieder in seine Quelle zurückgeleitet;
- Außenluft: die Außenluft wird mit Hilfe eines Lüfters zum Verdampfer geführt und gibt dort ihre Wärme ab;
- Abluft: die Abluft des Lüftungssystems wird zum Verdampfer geleitet und gibt dort ihre Wärme ab;
- Sonstige.

Gas-Wärmepumpen können ihre Wärme an Wasser, Luft oder die Struktur des Gebäudes ((oder von Kondensatoren, die in die Struktur des Gebäudes (vor allem in den Fußboden und eventuell in andere Wände wie etwa Mauern oder Decken) integriert sind)) abgeben. Sie liefern zudem die Wärme direkt in die Struktur des Gebäudes (ohne Eingriff eines zwischengeschalteten Transportmediums wie etwa Luft oder Wasser).

Der Erzeugungswirkungsgrad von Sorptions-Gaswärmepumpen, die ab dem 26.09.2015 auf den Markt gebracht wurden und deren Nennleistung nicht über 400 kW liegt und mit:

- entweder Erdreich über ein Wärmeträgermedium als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium oder
- Wasser als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium oder
- Außenluft als Wärmequelle und Wasser als Wärmeträgermedium

wird gemäß § 10.2.3.4.2 bestimmt.

Der Erzeugungswirkungsgrad von Gas-Wärmepumpen wird bestimmt gemäß § 10.2.3.4.3.

Der Erzeugungswirkungsgrad anderer Typen von Gas-Wärmepumpen wird gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben oder ggf. auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips bestimmt.

Der Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ für Gas-Wärmepumpen, die Luft als Wärmequelle und als Wärmeträgermedium nutzen, ist bei 0,5 festgelegt. Bei allen anderen Typen von Gas-Wärmepumpen ist der Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ bei 0,8 festgelegt.

10.2.3.4.2 Produktionsleistung von Gas-Sorptionswärmepumpen mithilfe von Werten aus der EU-Verordnung (EU) Nr. 813/2013

Die Produktionsleistung für die Heizung von Sorptions-Gaswärmepumpen gemäß den in § 10.2.3.4.1 angeführten Bedingungen wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 348

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom,gasHP}}{\left(\left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot P_{nom,gasHP} + f_{p,elec} \cdot \left(\sum_j P_{pumps,gasHP,j}\right)\right)} \quad (-)$$

oder:

$P_{nom,gasHP}$ die thermische Nennleistung der Sorptions-Gaswärmepumpe, bestimmt als P_{rated} gemäß Verordnung (EU) Nr. 813/2013 in kW;

$f_{p,nat.gas}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Erdgas, wie festgelegt in Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$SGUE_{inst}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad der Sorptions-Gaswärmepumpe im Heizmodus, unter Berücksichtigung des Einflusses der Anlage, bestimmt wie unten angeführt, (-);

$f_{p,elec}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom, wie festgelegt in Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$SAEF_{heat}$ der jahreszeitliche Energiefaktor der Hilfsaggregate, bestimmt wie unten angeführt, (-);

$P_{pumps,gasHP,j}$ die elektrische Leistung der Pumpe j für die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer, in kW.

Es müssen alle Pumpen j, die die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer der Sorptions-Gaswärmepumpe sichern, addiert werden. Die Summe beträgt Null, falls keine Pumpe für die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer vorhanden ist. Falls die Leistung einer (oder mehrerer) Pumpe(n) nicht bekannt ist, wird die Summe folgendermaßen bestimmt:

Gl. 349

$$\sum_j P_{pumps,gasHP,j} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot \frac{P_{nom,gasHP}}{f_{p,elec}} \quad (kW)$$

mit:

$f_{p,nat.gas}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Erdgas, wie festgelegt in Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$SGUE_{inst}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad der Sorptions-Gaswärmepumpe im Heizmodus, unter Berücksichtigung des Einflusses der Anlage, bestimmt wie unten angeführt, (-);

$f_{p,elec}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom, wie festgelegt in Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$SAEF_{heat}$ der jahreszeitliche Energiefaktor der Hilfsaggregate, bestimmt wie unten angeführt, (-);

$P_{nom,gasHP}$ die thermische Nennleistung der Sorptions-Gaswärmepumpe, bestimmt als P_{rated} gemäß der europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 in kW.

Der jahreszeitliche Wirkungsgrad im Heizmodus der Sorptions-Gaswärmepumpe, unter Berücksichtigung des Einflusses der Anlage, $SGUE_{inst}$, ist gegeben durch:

Gl. 350 $$SGUE_{inst} = f_{\theta,em,gasHP} \cdot f_{\theta,source,gasHP} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SGUE_{heat} \quad (-)$$

oder:

$f_{\theta,em,gasHP}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Auslegungstemperatur für den Vorlauf des Wärmeabgabesystems (oder gegebenenfalls der Wärmespeicherung) und der Temperatur am Ausgang des Kondensators, wo der $SGUE_h$ ermittelt wurde, bestimmt wie nachstehend angeführt, (-);

$f_{\theta,source,gasHP}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der (konventionellen) Temperatur der Wärmequelle und der Eingangstemperatur am Verdampfer, mit welcher der $SGUE_h$ ermittelt wurde, bestimmt wie nachstehend angeführt, (-);

$f_{\Delta\theta}$ einerseits ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen den Temperaturabweichungen des Wärmeabgabesystems unter Auslegungsbedingungen (oder gegebenenfalls des Wärmespeichers) und andererseits des Wassers durch den Kondensator unter Prüfbedingungen gemäß der Norm NBN EN 14511 oder unter Prüfbedingungen, für welche $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wurden, im Falle des Wärmetransports durch Wasser, bestimmt wie nachstehend angeführt, (-);

f_{AHU} ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Auslegungs-Luftvolumenstrom und dem Luftvolumenstrom bei der Prüfung gemäß der Norm NBN EN 14511 oder dem Luftvolumenstrom, mit welchem $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ festgelegt wurden. f_{AHU} ist nur bei an die Lüftung angeschlossenen Wärmepumpen relevant, wie angeführt in § 10.2.3.3.3, (-);

$f_{dim,gen,heat}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung des Wärmeproduktionssystems für die Heizung; gegenwärtig ist dieser Faktor üblicherweise bei 1,00 (-) festgelegt;

$SGUE_{heat}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad im Heizmodus der Sorptions-Gaswärmepumpe, bestimmt wie unten angeführt, (-).

$SGUE_{heat}$wird auf der Grundlage von $SGUE_h$ bestimmt, wie in der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 erwähnt und unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02. Im Rahmen der EU-Verordnung wird festgelegt, ob es sich bei der Wärmepumpe um eine Wärmepumpe mit niedriger Temperatur handelt. In diesem Fall wird $SCOP_h$ für eine Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C ermittelt. Wenn es sich bei der Wärmepumpe nicht um eine Niedertemperatur-Wärmepumpe handelt, wird $SGUE_h$ für eine Austrittstemperatur am Kondensator von 55 °C ermittelt. Wenn nicht bekannt ist, bei welcher Temperatur der $SGUE_{heat}$ ermittelt wurde, wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Niedertemperatur-Wärmepumpe handelt und der eingegebene $SGUE_h$ für eine Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C ermittelt wurde.

Die Temperaturregelung, für die $SGUE_h$ nach der Europäischen Verordnung gegeben ist, bestimmt, wie $SGUE_{heat}$, $f_{\theta,em,gasHP}$ und $f_{\Delta\theta}$ bestimmt werden müssen. Folgende Fälle können auftreten:

- Wenn die Wärmepumpe eine Niedertemperatur-Wärmepumpe ist, gilt:

Gl. 351 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,35°C}$ (-)

Gl. 439 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01 . (35 - \theta_{out,design})$ (-)

Gl. 409 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Falls SGUE h nur für einen Betrieb mit mittlerer Temperatur verfügbar ist:

Gl. 353 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,55°C}$ (-)

Gl. 440 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01 . (55 - \theta_{out,design})$ (-)

Gl. 410 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

oder:

$SGUE_{heat,35°C}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad im Heizmodus der Sorptions-Gaswärmepumpe, für mittlere klimatische Bedingungen und bei einer Austrittstemperatur am Kondensator von 35 °C, bestimmt als $SGUE_h$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02., (-);

$SGUE_{heat,55°C}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad im Heizmodus der Sorptions-Gaswärmepumpe, für mittlere klimatische Bedingungen und bei einer Austrittstemperatur am Kondensator von 55 °C, bestimmt als $SGUE_h$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02, (-);

$\theta_{out,design}$ die Austrittstemperatur der Wärmepumpe unter den Auslegungsbedingungen, bestimmt nach § 10.2.3.3.3, in °C;

$\Delta\theta_{design}$ die Temperaturdifferenz zwischen dem Einlass und dem Auslass der Wärmepumpe (ggf. unter Berücksichtigung der Wärmespeicherung) unter Auslegungsbedingungen, bestimmt nach § 10.2.3.3.3, in °C. Der Standardwert entspricht 0 °C.

Bei Bestimmung von $SGUE_h$ gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 muss die Wärmequelle, mit welcher $SGUE_h$ bestimmt wird, angegeben werden: Luft, Wasser oder Sole. Die Wärmequelle, für welche $SGUE_h$ bestimmt wird, sowie die Wärmequelle der tatsächlichen Anlage bestimmen den Wert von $f_{\theta,source,gasHP}$. Folgende Fälle können auftreten:

- für Sorptions-Gaswärmepumpen, welche mit Erdreich oder Wasser als Wärmequelle in Betrieb genommen werden:

Gl. 357 $f_{\theta,source,gasHP} = 1 + 0,015 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

oder:

$\theta_{source,design}$ die Temperatur der Wärmequelle in der tatsächlichen Anlage, in °C, festgelegt üblicherweise je nach Wärmequelle:

- 2 °C, wenn es sich bei der Wärmequelle um Oberflächenwasser oder Abwasser aus der Kanalisation oder den Abfluss einer Kläranlage handelt;
- 10 °C, wenn die Wärmequelle Grundwasser oder ein Wasserkreislauf ist;
- 0 °C, wenn die Wärmequelle das Erdreich ist (über einen Wärmetauscher);
- zu bestimmen durch den Minister für sonstige Wärmequellen;

$\theta_{source,test}$ die Temperatur der Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ gemäß Verordnung (EU) Nr. 813/2013 bestimmt wird, in °C. Falls die Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wird, Wasser ist oder falls die Wärmequelle nicht bekannt ist, wird diese Temperatur auf 10 °C festgelegt. Falls die Wärmequelle, mit welcher $SCOP_{on}$ oder $SGUE_h$ bestimmt wird, Sole ist, ist diese Temperatur auf 0 °C festgelegt.

- Für Sorptions-Gaswärmepumpen, welche mit Außenluft als Wärmequelle in Betrieb genommen werden:

Gl. 358 $f_{\theta,source,gasHP} = 1$ (-)

Der jahreszeitliche Energiefaktor der Hilfsaggregate im Heizmodus der Sorptions-Gaswärmepumpe, $SAEF_{heat}$, wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 411 $$SAEF_{heat} = \frac{CC.(\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps}).SGUE_{heat}}{SGUE_{heat} - (\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps})}$$ (-)

oder:

CC der Umrechnungskoeffizient (für Strom), wie in der Europäischen Verordnung (UE) n°813/2013 definiert, (-);

η_s die jahreszeitliche Energieeffizienz für die Heizung von Räumen der Sorptions-Gaswärmepumpe, bestimmt gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 unter Berücksichtigung der Mitteilung 2014/C 207/02, (-);

a_{pumps} ein Korrekturfaktor, der bei der Bestimmung des Wirkungsgrads nach der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 813/2013 pauschal die Auswirkungen des Energieverbrauchs externer Pumpen berücksichtigt und bei Sorptions-Gaswärmepumpen mit Luft als Wärmequelle den Wert 0,00 und bei anderen Sorptions-Gaswärmepumpen den Wert 0,05 hat, (-);

$SGUE_{heat}$ der jahreszeitliche Wirkungsgrad der Sorptions-Gaswärmepumpe im Heizmodus, bestimmt wie unten angeführt, (-).

10.2.3.4.3 Erzeugungswirkungsgrad von Gasmotor-Wärmepumpen

Der Erzeugungswirkungsgrad für die Heizung von Wärmepumpen mit Gasmotor wird folgendermaßen bestimmt, unabhängig von der Wärmequelle oder der Anwendung:

Gl. 360 $\eta_{gen,heat} = 1{,}20$ (-)

Der Minister kann zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen für die Berechnung von $\eta_{gen,heat}$ festlegen.

10.3 Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasser

10.3.1 Prinzip

Die für die Warmwasserbereitung erforderliche Energie kann von einem einzigen Gerät oder einer Kombination parallel oder in Reihe geschalteter Geräte geliefert werden. Eventuell kann man für die verschiedenen Entnahmestellen im Bad und in der Küche verschiedene Geräte (oder eine Kombination von Geräten) verwenden. Aufgrund des Falls, dass mehrere Geräte angeschlossen sind, wird der Formalismus eines bevorzugt angeschlossenen Geräts und eines oder mehrerer nicht bevorzugter Geräte eingeführt, ganz analog zum Fall der Heizung. In dem (häufigsten) Fall, dass es nur ein Produktionsgerät gibt, entspricht dies einem Vorzugsanteil von 100 %. Die nachstehenden Formeln ergeben also den Verbrauch null für den Nebenwärmegenerator.

Dieses Prinzip gilt auch für Hybrid-Wärmepumpen (das heißt die Kombination einer Wärmepumpe und eines Kessels) und für Wärmepumpen mit integriertem elektrischem Widerstand. In beiden Fällen werden die beiden Generatoren als parallel geschaltete Produktionsgeräte betrachtet. Ausnahme: Wenn der Erzeugungswirkungsgrad einer Wärmepumpe mit integriertem elektrischem Widerstand gemäß § 10.3.3.4.1 bestimmt wird und der elektrische Widerstand während der Prüfung entsprechend der betreffenden Europäischen Verordnung aktiviert wurde, wird das Gerät als ein einziger Generator betrachtet. Wenn der Erzeugungswirkungsgrad einer Wärmepumpe mit integriertem elektrischem Widerstand gemäß § 10.3.3.4.1bestimmt wird und der elektrische Widerstand während der Prüfung gemäß der betreffenden Europäischen Verordnung nicht aktiviert wurde, so gilt diese Ausnahme nicht, der bevorzugte/nicht bevorzugte Formalismus wird beibehalten und der Erzeugungswirkungsgrad des integrierten elektrischen Widerstands wird nach § 10.3.3.4.2 bestimmt.

10.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Endenergieverbrauch für Warmwasserbereitung ergibt sich wie folgt:

- für den oder die bevorzugten Wärmegeneratoren:

Gl. 104
$$Q_{water,bath\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,bath\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 106
$$Q_{water,sink\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,sink\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- für den oder die nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k:

Gl. 361
$$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 362
$$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$f_{water,m,pref}$ der monatliche Anteil der gesamten Wärmebereitstellung für die Warmwasserbereitung durch den/die bevorzugten Wärmegenerator(en) mit dem Index ‚bath i' bzw. ‚sink i'. (-):

- wenn es nur ein Gerät gibt, gilt: $f_{water,m,pref} = 1$;
- wenn es mehrere Wärmegeneratoren gibt und diese Geräte auch für die Heizung zuständig sind, gilt: $f_{water,m,pref} = f_{heat,m,pref}$;
- wenn es mehrere Wärmegeneratoren gibt und diese Geräte nur für die Warmwasserbereitung zuständig sind, wird der Wert aus der Tabelle [36]entnommen;

$f_{water,m,npref\ k}$ der monatliche Anteil der gesamten Wärmelieferung für die Warmwasserbereitung durch den/die nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) k mit dem Index ‚bath i' bzw. ‚sink i'. (-):

- wenn es nur ein Gerät gibt, so gilt:

Gl. 302 $f_{water,m,npref\ k} = 1 - f_{water,m,pref}$ (-)

- wenn es mehrere Wärmegeneratoren gibt und diese auch für die Heizung zuständig sind, wird der Wert von $f_{water,m,npref\ k}$ nach § 10.2.2 bestimmt;
- Wenn es mehrere Wärmegeneratoren gibt und diese Geräte nur für die Warmwasserbereitung zuständig sind, wird der Wert von $f_{water,m,npref\ k}$ bestimmt, wie nachfolgend erläutert;

$f_{as,m}$ der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch die solarthermische Anlage gedeckt wird, bestimmt nach § 10.4 mit den Indizes ‚water,bath i' und ‚water,sink i' für die Warmwasserbereitung jeweils für die Dusche/Badewanne bzw. für die Küchenspüle;

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k}$ monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.3, (-);

$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$ und $\eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Dusche oder Badewanne i, die nach dem Index ‚pref' oder ‚npref k' an den oder die bevorzugten oder nicht bevorzugten Generatoren angeschlossen ist, bestimmt nach § 10.3.3, (-);

$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$ und $\eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Spüle i, die nach dem Index ‚pref' oder ‚npref k' an den oder bevorzugten oder nicht bevorzugten Generatoren angeschlossen ist, bestimmt nach § 10.3.3, (-).

Wenn der Warmwasserspeicher an den/die bevorzugten Generator(en) und den/die nicht bevorzugten Generator(en) k angeschlossen ist (was häufig der Fall ist), gilt mit dem Index ‚bath i' oder ‚sink i', je nachdem, was zutrifft:

Gl. 255 $\eta_{stor,water,m,pref} = \eta_{stor,water,m,npref\ k}$ (-)

Die in Tabelle [36] angegebenen Werte für fTabelle [36] werden als Funktion der Hilfsvariable x_m ausgedrückt, die nach § 7.3.1 der Anlage A.2 zu diesem Erlass bestimmt wurde.

Tabelle [36]: Monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Wärmegenerator(en) gelieferten Gesamtwärme für die Warmwasserbereitung, $f_{water,m,pref}$

Hilfsvariable x_m	**Monatlicher Anteil**
$x_m = 0$	1,00
$x_m = 0,05$	1,00
$x_m = 0,15$	0,99
$x_m = 0,25$	0,98
$x_m = 0,35$	0,96
$x_m = 0,45$	0,93
$x_m = 0,55$	0,93
$x_m = 0,65$	0,90
$x_m = 0,75$	0,69
$x_m = 0,85$	0,56
$x_m = 0,95$	0,51
$x_m = 1,0$	0,48
$1,0 < x_m$	$0,4765.x_m^{-0.998}$

Gibt es mehrere nicht bevorzugte Wärmegeneratoren mit unterschiedlichen Wirkungsgraden gemäß § 10.2.3 (und/oder die unterschiedliche Energieträger nutzen), die ausschließlich die Warmwasserbereitung übernehmen, werden die Monatsanteile für Warmwasser des oder der nicht bevorzugten Generatoren k wie folgt bestimmt:

Gl. 303 $f_{water,m,npref,k}=(1-f_{water,m,pref}).\frac{P_{gen,water,npref,k}}{\sum_k P_{gen,water,npref,k}}$ (-)

oder:

$f_{water,m,npref\ k}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärme, die von dem/den nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) k für die Warmwasserbereitung bereitgestellt wird, (-);
$f_{water,m,pref}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärme, die von dem/den bevorzugten Wärmegenerator(en) für die Warmwasserbereitung bereitgestellt wird, (-);
$P_{gen,water,npref\ k}$	die Gesamtnennleistung des/der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k für die Warmwasserbereitung in kW.

Die Werte aller nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k sind zu addieren.

ANMERKUNG 1 Die Nennleistung der Heizkessel ist die in der Europäischen Verordnung für Heizkessel ausgewiesene Nennleistung.

ANMERKUNG 2 Die thermische Leistung der Wärmepumpen wird gemäß der Norm NBN EN 14511 unter den Testbedingungen ermittelt, die in § 10.2.3.3 dargelegt sind.

ANMERKUNG 3 Die thermische Leistung einer vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wird entsprechend des Verfahrens für Gasanlagen ermittelt.

Der Energie-Endverbrauch für Brauchwarmwasser an den Entnahmepunkten, die durch ein „Combilus“-System gespeist werden, wird gemäß der zusätzlichen Spezifikationen durch den Minister bestimmt.

10.3.3 Erzeugungs- und Speicherungswirkungsgrad für Brauchwarmwasser

10.3.3.1 Prinzip

Der Erzeugungswirkungsgrad und der Speicherwirkungsgrad der Warmwasserbereitung werden nach Möglichkeit mit Hilfe der Produktdaten bestimmt, die in der Europäischen Union harmonisiert angegeben werden.

Zu diesem Zweck wird im vorliegenden Text auf zwei Europäische Richtlinien verwiesen:

- die Richtlinie 2009/125/EG vom 21. Oktober 2009, die so genannte „Ökodesign-Richtlinie“, zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte;
- die Richtlinie 2010/30/EU vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen;

und insbesondere auf die (delegierten) Verordnungen, die diese Richtlinien ergänzen:

- die Delegierte Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Raumheizgeräten, kombinierten Raumheizgeräten, von Kombinationsprodukten aus Raumheizgerät, Temperaturregler und Solargerät und von Kombinationsprodukten aus kombiniertem Raumheizgerät, Temperaturregler und Solargerät;
- die Delegierte Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und kombinierten Produkten aus Warmwasserbereiter und Solaranlage;

- die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten;
- Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern

Der Stromverbrauch durch Hilfsaggregate für die Warmwasserbereitung wurde ggf. beim Erzeugungswirkungsgrad eingerechnet.

10.3.3.2 Klassifizierung von Warmwasserbereitungssystemen

Warmwasserbereitungssysteme können in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden:

- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 gilt, d. h. Wärmeerzeugungssysteme für Heizung und Warmwasserbereitung mit einer Nennleistung bis max. 70 kW, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen;
- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 gilt, d. h. Wärmeerzeugungssysteme für Heizung und Warmwasserbereitung mit einer Nennleistung bis max. 400 kW, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen;
- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 gilt, d. h. Systeme, die ausschließlich der Warmwasserbereitung dienen, mit einer Nennleistung bis max. 70 kW und eventuell einem Speicher mit max. 500 Litern, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen;
- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 gilt, d. h. Systeme, die ausschließlich der Warmwasserbereitung dienen, mit einer Nennleistung bis max. 400 kW und eventuell einem Speicher mit max. 2000 Litern, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen;
- Systeme, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten. Verordnungen gilt. Dazu gehören insbesondere Wärmegeneratoren speziell für gasförmige oder flüssige Brennstoffe, die aus Biomasse gewonnen wurden, oder feste Brennstoffe (z. B. Pellets oder Kohle) sowie KWK-Anlagen mit einer elektrischen Spitzenleistung von mindestens 50 kW.

10.3.3.3 Für die Berechnung des Erzeugungswirkungsgrads und des Speicherwirkungsgrads von Warmwasser erforderliche Daten

Kursiv und unterstrichen gedruckte Begriffe werden in der anzuwendenden Verordnung definiert (Kursivdruck und Unterstreichung jeweils nur bei der ersten Nennung).

Die klimatischen Bedingungen, die gegebenenfalls zu berücksichtigen sind, sind die *durchschnittlichen klimatischen Bedingungen*, wie sie in den oben genannten Regelungen definiert sind.

10.3.3.3.1 Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 gilt

Für Systeme, die der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 oder der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 unterliegen, sind die für die Berechnung der Produktions- und Speicherwirkungsgrade erforderlichen Inputdaten die folgenden, in der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 definierten Daten:

- die *Energieeffizienz bei der Wassererwärmung* η_{wh} in % oder ersatzweise die *Energieeffizienzklasse bei der Wassererwärmung*;
- *angegebenes Lastprofil*;
- gegebenenfalls: die *statischen Verluste* [eines *Warmwasserspeichers*] S, in W.

Diese Daten können aus folgenden Quellen stammen:

- einem Etikett im Sinne von Anlage III der geltenden Verordnung;
- einem Produktdatenblatt im Sinne von Anlage IV der geltenden Verordnung;
- einer technischen Unterlage im Sinne von Anlage V der geltenden Verordnung;
- den in Anlage VI der geltenden Verordnung genannten Fällen bereitzustellenden Informationen.

Bei *solarbetriebenen Warmwasserspeichern* entspricht die Energieeffizienz (bzw. ggf. die Energieeffizienzklasse) der *Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung des Warmwasserbereiters* $\eta_{wh,nonsol}$ laut Definition in Anlage VIII der geltenden Verordnung, wobei die Leistung des Sonnenkollektors gemäß Punkt 10.4 bewertet wird. Falls $\eta_{wh,nonsol}$ allerdings nicht verfügbar ist, wird der solarbetriebene Warmwasserbereiter gemäß Punkt 10.3.3.3.3 und 10.3.3.4.2bewertet, auch wenn für ihn eine der genannten Verordnungen gilt.

Für *Kombiheizgeräte* mit *Solareinrichtung* entspricht die zu berücksichtigende Energieeffizienz (bzw. ggf. die Energieeffizienzklasse) der Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung alleine ohne Berücksichtigung der Solareinrichtung, deren Leistung gemäß § 10.4 bewertet wird.

Falls die Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung η_{wh} nicht bekannt ist, die Energieeffizienzklasse jedoch bekannt ist, kann die Energieeffizienz η_{wh} als Mindestenergieeffizienz für das entsprechende angegebene Lastprofil berücksichtigt werden, das in der Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und in der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 definiert und in Tabelle [30] angegeben wird.

Tabelle [30]: Mindest-Energieeffizienz η_{wh}, in %, der Energieeffizienzklassen bei der Wassererwärmung, nach den angegebenen Lastprofilen, gemäß den delegierten Verordnungen (EU) Nr. 811/2013 und (EU) Nr. 812/2013

		Angegebenes Lastprofil							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Energieeffizienz-klasse	A^{+++}	62	62	69	90	163	188	200	213
	A^{++}	53	53	61	72	130	150	160	170
	A^{+}	44	44	53	55	100	115	123	131
	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40

	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

ANMERKUNG 1 Aufgrund der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 ist es seit dem 26. September 2015 nicht mehr zulässig, Warmwasserbereiter in Verkehr zu bringen, deren Energieeffizienz unter der Mindestenergieeffizienz der Klasse E liegt (mit Ausnahme der in der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 festgelegten Ausnahmen).

ANMERKUNG 2 Die Delegierte Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und die Delegierte Verordnung (EU) Nr. 812/2013 definieren eine Klasse G für Systeme, deren Energieeffizienz unter der Mindestenergieeffizienz der Klasse F liegt. Angesichts der obigen Anmerkung 1 und des unten genannten Standardwerts wurde diese Klasse nicht in Tabelle [30] aufgenommen.

Wenn weder die Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung noch die Energieeffizienzklasse bekannt sind oder wenn das angegebene Lastprofil nicht bekannt ist, wird der Standardwert η_{wh} = 22 % verwendet.

10.3.3.3.2 Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 gilt

Hier sind Systeme gemeint, die der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 unterliegen, aber nicht der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 oder der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013, d. h. Systeme mit einer Nennleistung von mehr als 70 kW und bis zu 400 kW oder mit einer möglichen Lagerung von mehr als 500 Litern und bis zu 2000 Litern. Für diese Systeme sind die für die Berechnung der Produktions- und Lagerungserträge erforderlichen Inputdaten gemäß der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 wie folgt definiert:

- die Energieeffizienz für die Wassererwärmung η_{wh}, in %;
- das angegebene Lastprofil;
- gegebenenfalls: die statischen Verluste [eines Warmwasserspeichers] S, in W.

Diese Daten können den technischen Unterlagen oder einer anderen Informationsquelle entnommen werden, die den Anforderungen in Artikel 4 und Anlage II der geltenden Verordnung entsprechen.

Für Kombiheizgeräte mit Solareinrichtung entspricht die zu berücksichtigende Energieeffizienz der Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung alleine ohne Berücksichtigung der Solareinrichtung, deren Leistung gemäß Punkt 10.4 bewertet wird.

Wenn die Energieeffizienz für die Wassererwärmung oder das angegebene Lastprofil nicht bekannt ist, gilt der Standardwert η_{wh} = 32 %.

10.3.3.3.3 Systeme, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten

Für Systeme, die nicht unter die Verordnung (EU) Nr. 811/2013, die Verordnung (EU) Nr. 812/2013, die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 fallen, sind keine

spezifischen Daten erforderlich. Der Erzeugungswirkungsgrad und der Speicherwirkungsgrad werden anhand der allgemeinen Systemkenndaten beurteilt.

10.3.3.4 Berechnungsregeln für den Erzeugungswirkungsgrad und den Speicherwirkungsgrad der Warmwasserbereitung

10.3.3.4.1 Systeme, für welche die genannten Verordnungen gelten

Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$

Für Warmwasserbereitungssysteme, die der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013, der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013, der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 unterliegen, wird die Erzeugungseffizienz (bezogen auf den oberen Heizwert) $\eta_{gen,water}$ nach Gl. 256 bestimmt.

Gl. 256 wenn der Energieträger nicht Strom ist:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water}$$

wenn der Energieträger Strom ist:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot CC \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water} \quad (-)$$

mit:

η_{wh}	die Energieeffizienz für die Wasserbereitung, ausgedrückt als oberer Heizwert, in %, bestimmt wie unter § 10.3.3.3.1 oder § 10.3.3.3.2;
CC	der Umrechnungskoeffizient [für Strom], wie in den oben genannten Verordnungen definiert, (-);
$f_{stor>gen,water}$	ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Einflusses der Speicherung auf die Produktionseffizienz, (-), der wie unten erläutert bestimmt wird;
$f_{dim,gen,water}$	ein Korrekturfaktor, um die Dimensionierung des Warmwassersystems zu berücksichtigen, (-); derzeit wird dieser Faktor konventionell auf 1,00 festgelegt.

Korrekturfaktor $f_{stor>gen,water}$ und Speicherwirkungsgrad $\eta_{stor,water}$

Wenn es keine Speicherung gibt (Durchlauferhitzung) oder wenn die Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung unter Einbeziehung der Speicherung bestimmt wird (z. B. in den Warmwasserbereiter integrierter Warmwasserspeicher), gilt:

- $f_{stor>gen,water} = 1,00$;
- $\eta_{stor,water} = 1,00$.

Wenn eine Speicherung erfolgt und wenn die Energieeffizienz zur Bereitung von Brauchwarmwasser ungeachtet des Vorhandenseins der Speicherung bestimmt wird (etwa bei einem getrennten Warmwasserspeicher) oder wenn man nicht weiß, ob die Energieeffizienz zur Bereitung von Warmwasser in die Speicherung integriert bestimmt wird oder nicht, so gilt:

- $f_{stor>gen,water} = 1,02$;
- $\eta_{stor,water,m}$ wird monatlich wie folgt bestimmt:

Gl. 257

$$\eta_{stor,water,m} = \frac{Q_{stor,water,gross,m}}{(Q_{stor,water,gross,m} + Q_{loss,stor,water,m})} \quad (-)$$

oder:

$Q_{stor,water,gross,m}$ der gesamte monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller an den Warmwasserspeicher angeschlossenen Entnahmestellen in MJ, bestimmt nach Gl. 258 ;

$Q_{loss,stor,water,m}$ die monatlichen Speicherverluste des Warmwasserspeichers in MJ, bestimmt nach Gl. 259;

mit:

Gl. 258 $$Q_{stor,water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m}$$ (MJ)

oder:

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;

Für alle Duschen oder Badewannen j und für alle Küchenspülen k, die an den Warmwasserspeicher angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

Der monatliche Speicherverlust des Warmwasserspeichers berechnet sich wie folgt:

- Wenn der Warmwasserspeicher durch eine monovalente thermische Solarenergieanlage erhitzt wird, deren Leistung definiert wird gemäß § 10.4, dann ist $Q_{loss,stor,water,m} = 0$ MJ.:
- Wenn der Warmwasserspeicher teilweise durch eine bivalente thermische Solarenergieanlage erhitzt wird, deren Leistung definiert wird gemäß § 10.4, dann ist:

Gl. 363 $$Q_{loss,stor,water,m} = 0,4 \cdot S.t_m$$ (MJ)

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 259 $$Q_{loss,stor,water,m} = S.t_m$$ (MJ)

mit:

S die statischen Verluste des an den Generator gekoppelten Warmwasserspeichers in W, wie in §10.3.3.3 definiert, oder alternativ gemäß Gl. 260 ;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß Tabelle [1];

Wenn die statischen Verluste S nicht bekannt sind, dann sollte der folgende Standardwert verwendet werden:

Gl. 260 $$S = 31 + 16,66 \ . \ V^{0,4}$$ (W)

mit:

V das Fassungsvermögen des Warmwasserspeichers in Litern.

Wenn das Fassungsvermögen des Warmwasserspeichers nicht bekannt ist, ist folgender Standardwert zu verwenden: V = 2000 Liter.

10.3.3.4.2 Systeme, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten

Bei Systemen, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten, werden der Erzeugungs- und der Speicherwirkungsgrad nicht getrennt, sondern zusammen ermittelt. Die unten genannten Berechnungswerte gelten sowohl für Warmwasserbereiter, die nur Warmwasser erhitzen, als auch für Geräte, die sowohl für die Raumheizung als auch für die Warmwasserbereitung genutzt werden.

Andere Geräte als Brennergeräte und Wärmepumpen

Für andere Geräte als Brennergeräte und Wärmepumpen wird das Produkt von Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$ und Speicherwirkungsgrad $\eta_{stor,water}$ in Tabelle [49] angegeben.

Tabelle [49]: Berechnungswerte für ($\eta_{gen,water}$. $\eta_{stor,water}$) für andere Geräte als Brennergeräte und Wärmepumpen

	Durchlauferhitzer[14]	Mit Wärmespeicher[15]
Elektrische Widerstandsheizung	0,75	0,70
Installation von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen vor Ort (1)	$\varepsilon_{cogen,th}$	$\varepsilon_{cogen,th}$ – 0,05
Externe Wärmelieferung (1)	$\eta_{water,dh}$	$\eta_{water,dh}$ – 0,05
Andere Fälle	Äquivalenz (2)	

(1) Diese Berechnungswerte beinhalten bereits den Wirkungsgrad für den Brennwert.

(2) Ausnahmen von den genannten Kategorien müssen auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips oder ggf. nach den Vorgaben des Ministers behandelt werden.

Die Symbole in der Tabelle sind wie folgt definiert:

$\varepsilon_{cogen,th}$ der Wirkungsgrad der thermischen Umwandlung bei einer standortgebundenen KWK-Anlage gemäß § A.2 der Anlage A.2 zu diesem Erlass;

$\eta_{water,dh}$ der zu berücksichtigende Wirkungsgrad für die Lieferung externer Wärme für die Warmwasserbereitung, im Einzelnen nach den Vorgaben des Ministers zu bestimmen oder mit dem Standardwert 0,97 zu berechnen.

[14] Die Produktionsanlagen, die Wasser sofort erhitzen, erzeugen Wärme nur in den Momenten, in denen Warmwasser entnommen wird, ohne dass Wärme in der Anlage gespeichert wird. Sobald kein Warmwasser mehr entnommen wird, hört auch die Wärmeerzeugung auf und das gesamte System kühlt auf Raumtemperatur ab (sofern nicht erneut Warmwasser entnommen wird).

[15] Warmwasserbereitungsanlagen mit Wärmespeicher halten eine bestimmte Wärmemenge in einem Speicherbehälter vor, auch wenn kein Warmwasser entnommen wird. Die Wärme kann entweder als Warmwasser an sich oder als Kesselwasser gespeichert werden. In letzterem Fall wird das Warmwasser über einen Wärmetauscher erneut aufgeheizt, wenn Warmwasser entnommen wird. Dasselbe Produkt von Erzeugungs- und Speicherwirkungsgrad gilt auch, wenn die Anlage die Wärme nicht permanent vorhält, sondern in bestimmten Zeiten frei abkühlen kann (beispielsweise nachts).

Brennergeräte und Wärmepumpen

Für Brennergeräte und Wärmepumpen ist das Produkt $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water}$ wie folgt bestimmt:

Gl. 441 $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water} = f_p \cdot \eta_{tot,water}$ (-)

mit:

$\eta_{tot,water}$ die konventionelle Energieeffizienz für die Wassererwärmung unter Berücksichtigung der Speicherung, die wie unten angegeben ermittelt wird, (-);

f_p der konventionelle Primärenergieumwandlungsfaktor der Energiequelle des jeweiligen Produktionsgeräts gemäß Anlage F dieser Anlage.

Die konventionelle Energieeffizienz für die Wassererwärmung, unter Berücksichtigung der Speicherung, $\eta_{tot,water}$, wird in Tabelle [50] oder in Tabelle [51] abhängig von der Situation dargestellt.

Tabelle [50] gilt in folgenden Fällen:

1. Geräte, die nur eine einzige EEW-Einheit versorgen (unabhängig von der Nennleistung und dem möglichen Speichervolumen);
2. Geräte, die nur eine einzige EEN-Einheit versorgen, deren Nennleistung 70 kW oder weniger beträgt und deren etwaiges Speichervolumen 500 Liter oder weniger beträgt;
3. Geräte, die mehrere EEG-Einheiten versorgen und eine Nennleistung von höchstens 70 kW aufweisen sowie ein mögliches Speichervolumen von höchstens 500 Litern haben.

Die Tabelle [51] gilt für alle anderen Fälle.

Tabelle [50]: Berechnungswerte für $\eta_{tot,water}$ – Fälle 1, 2 und 3

Typ des Warmwasserspeichers	Ohne Speicher	Speicher, die nicht direkt durch Verbrennung beheizt werden		Speicher, die direkt durch Verbrennung beheizt werden (1)
Dämmdicke x des bzw. der Speicher(s) in mm / Gerätetyp	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm oder Dicke unbekannt	0 mm ≤ x
Nicht-Brennwertkessel	0,60	0,54	0,45	0,45
Brennwertkessel	0,70	0,63	0,52	
Wärmepumpe	0,86	0,77	0,64	-
(1) ohne Verwendung eines Zwischenmediums				

Tabelle [51]: Berechnungswerte für $\eta_{tot,water}$ – Andere Fälle

Typ des Warmwasserspeichers	Ohne Speicher	Speicher, die nicht direkt durch Verbrennung beheizt werden		Speicher, die direkt durch Verbrennung beheizt werden (1)
Dämmdicke x des bzw. der Speicher(s) in mm / Gerätetyp	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm oder Dicke unbekannt	0 mm ≤ x
Nicht-Brennwertkessel	0,75	0,67	0,56	0,50
Brennwertkessel	0,85	0,76	0,63	
Wärmepumpe	1,03	0,92	0,77	-
(1) ohne Verwendung eines Zwischenmediums				

ANMERKUNG Diese Berechnungswerte geben bereits die Wirkungsgrade im Verhältnis zum oberen Heizwert an.

10.4 Monatlicher Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems

Nur qualitativ hochwertige solarthermische Anlagen werden bei der Berechnung des monatlichen nutzbaren Energiebeitrags eines Solarthermiesystems berücksichtigt. Der Minister kann Regeln zur Bestimmung der Qualität von Solarthermiesystemen definieren. Der Minister kann festlegen, welche Bedingungen ein Solarthermiesystem erfüllen muss, um als hochwertige thermische Solaranlage eingestuft zu werden.

Falls das Solarthermiesystem (auch) zur Erwärmung des Wassers für einen Swimmingpool in einer Wohneinheit genutzt wird, wird dies nicht berücksichtigt und $f_{as,heat,sec\ i,m}$, $f_{as,hum,i,m}$, $f_{as,water,bath\ i,m}$, $f_{as,water,sink\ i,m}$ und $f_{as,water,other\ i,m}$ werden als null angenommen.

Der monatliche Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems wird wie folgt bestimmt:

- falls das System für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung genutzt wird, sei auf § 10.4.1 verwiesen.
- falls es nur für die Warmwasserbereitung genutzt wird, sei auf § 10.4.2 verwiesen.
- falls die Energiezone i nicht an ein Solarthermiesystem angeschlossen ist, das zur Heizung beiträgt, beträgt $f_{as,heat,sec\ i,m}$ null;
- wenn es kein Solarthermiesystem gibt, das zur Wärmeversorgung des Befeuchtungsgeräts i beiträgt, ist $f_{as,hum,i,m}$ gleich null;

- falls eine spezielle Entnahmestelle (Badewanne oder Dusche i oder Küchenspüle i oder eine andere Entnahmestelle i) nicht an ein Solarthermiesystem angeschlossen ist, beträgt $f_{as,water,bath\ i,m}$ und/oder $f_{as,water,sink\ i,m}$ und/oder $f_{as,water,other\ i,m}$ jeweils null.

Der Standardwert für f_{as} ist gleich null für jeden der Energieträger.

10.4.1 Monatlicher nutzbarer Energiebeitrag eines Solarthermiesystems zur Raumheizung und Warmwasserbereitung

Der monatliche Nutzenergiebeitrag (als Anteil des Gesamtwärmebedarfs) eines Solarthermiesystems für Heizung und Warmwasserbereitung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 364 Wenn $\sum_j A_{as,j} > 6m^2$: $f_{as,heat,seci,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,heat,m}}{Q_{as,demand,heat,m}}\right); 1\right\}$

Wenn $\sum_j A_{as,j} \leq 6m^2$: $f_{as,heat,seci,m} = 0$ (-)

und:

Gl. 365

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\}$$ (-)

Bei Anwendung o.g. Formeln, gilt ebenso Folgendes:

Gl. 366 Wenn $Q_{as,demand,heat,m} = 0$, gilt $f_{as,heat,sec\ i,m} = 0$. (-)

Gl. 367 Wenn $Q_{as,demand,water,m} = 0$, gilt

$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0$. (-)

oder:

Gl. 368

$$Q_{as,demand,heat,m} = \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_q Q_{hum,net,q,m}$$ (MJ)

Gl. 369

$$Q_{as,demand,water,m} = \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l \frac{Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}} + \sum_n \frac{Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}} + \sum_o \frac{Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}}$$ (MJ)

mit:

$A_{as,j}$ die Solareintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach NBN EN 9806 (in der es mit dem Symbol und dem Index A_a bezeichnet wird), in m²;

$Q_{as,out,heat,m}$ die vom Solarthermiesystem gelieferte, für die Raumheizung nutzbare monatliche Sonnenenergie gemäß § 10.4.4, in MJ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ der monatliche Wärmebedarf für die Raumheizung, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ;

$Q_{as,out,water,m}$ die monatliche Solarenergie, die für die Warmwasserbereitung nützlich ist, die vom Solarthermiesystem geliefert wird, unter Berücksichtigung der Verluste des Warmwasserspeichers, gemäß § 10.4.3, in MJ;

$Q_{as,demand,water,m}$ der monatliche Wärmebedarf für Warmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ;

$Q_{hum,net,q,m}$ der monatliche Nettobefeuchtungsbedarf für einen Luftbefeuchter q, definiert nach § 5.11 der Anlage A.2, in MJ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 9.2.1 dieser Anlage für die EEW-Einheiten und nach § 6.2 der Anlage A.2 für die EEN-Einheiten, in MJ;

$Q_{water,bath\ k,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Bereitung von Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne k in MJ, bestimmt nach § 9.3 dieser Anlage für EEW-Einheiten und nach § 6.5 der Anlage A.2 für die EEN-Einheiten;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Küchenspüle k in MJ, bestimmt nach § 9.3 dieser Anlage für EEW-Einheiten und nach § 6.5 der Anlage A.2 für EEN-Einheiten;

$Q_{water,other\ k,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine andere Entnahmestelle k für Warmwasser in MJ, bestimmt nach § 6.5 der Anlage A.2;

$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser einer Wohneinheit l, bei der es sich nicht um eine EEW-Einheit handelt, ohne Berücksichtigung von Verlusten der Zirkulationsschleife/Combilus-Leitung, in MJ, ermittelt nach § 9.3.2;

$\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}$ der monatliche Beitrag zum Wirkungsgrad der Verluste der Zirkulationsschleife p einer Wohneinheit l, die keine EEW-Einheit ist, wie in § 9.3.2 bestimmt;

$Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Badewanne oder Dusche n in einem Gebäude, das weder Wohnzwecken noch industriellen Zwecken dient und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, ohne Berücksichtigung von Verlusten der Zirkulationsschleife/Combilus-Leitung, in MJ, ermittelt in § 9.3.2;

$\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}$ der monatliche Beitrag zum Ertrag des Systems der Verluste der Zirkulationsschleife p einer Badewanne oder Dusche n, die sich in einem Gebäude befindet, das weder Wohnzwecken noch industriellen Zwecken dient und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, wie bestimmt in § 9.3.2;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Küchenspüle o in einem Gebäude, das weder Wohnzwecken noch industriellen Zwecken dient und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, ohne Berücksichtigung von Verlusten der

Zirkulationsschleife/Combilus-Leitung, in MJ, wie in § 9.3.2 bestimmt;

$\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}$ der monatliche Beitrag zum Ertrag des Systems der Verluste der Zirkulationsschleife p einer Küchenspüle o in einem Gebäude, das weder Wohnzwecken noch industriellen Zwecken dient und nicht Teil einer EEN-Einheit ist, wie in § 9.3.2 bestimmt.

Es muss die Summe gebildet werden von:

- allen Sensoren j, die das Solarthermiesystem bilden;
- allen Energiezonen i, die sich in EEW oder EEN-Einheiten befinden und die vom Solarthermiesystem mit Wärme versorgt werden;
- allen Befeuchtern q, die sich in den EEN-Einheiten befinden und die vom Solarenergiesystem mit Wärme versorgt werden;
- allen Duschen, Badewannen und Küchenspülen k, die sich in EEW oder EEN-Einheiten befinden und die für die Warmwasserbereitung vom Solarenergiesystem mit Wärme versorgt werden;
- allen anderen Warmwasserentnahmepunkten k, die sich in EEN-Einheiten befinden und die für die Warmwasserbereitung vom Solarenergiesystem mit Wärme versorgt werden;
- allen Wohnungen l, die keine EEW-Einheit sind und die vom Solarenergiesystem mit Wärme versorgt werden;
- Sämtliche Duschen und Badewannen n sowie die Küchenspülen, die für die Warmwasserbereitung vom Solarenergiesystem mit Wärme versorgt werden und sich in einem Gebäude befinden, das weder für Wohnzwecke noch industriell genutzt wird und wo das Solarenergiesystem die Wärme für die Warmwasserbereitung liefert.

10.4.2 Monatlicher nutzbarer Energiebeitrag eines Solarthermiesystems zur Warmwasserbereitung

Der monatliche Nutzenergiebeitrag (entspricht dem Gesamtwärmebedarf der Anlage) eines Solarthermiesystems, das ausschließlich zur Warmwasserbereitung beiträgt, berechnet sich wie folgt:

Gl. 370 Wenn $Q_{as,demand,water,m} = 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0 \quad (-)$$

Wenn $Q_{as,demand,water,m} \neq 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\} \quad (-)$$

mit:

$Q_{as,out,water,m}$ die monatliche Solarenergie, die für die Warmwasserbereitung nützlich ist, die vom Solarthermiesystem geliefert wird, unter Berücksichtigung der Verluste des Warmwasserspeichers, gemäß § 10.4.3, in MJ;

$Q_{as,demand,water,m}$ der monatliche Wärmebedarf für Warmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in § 10.4.1 bestimmt.

10.4.3 Monatlicher Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems zur Warmwasserbereitung unter Berücksichtigung der Speicherverluste

Der monatliche Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems für Warmwasser unter Berücksichtigung der Speicherverluste wird wie folgt bestimmt:

Gl. 371 $$Q_{as,out,water,m} = Q_{as,woL,water,m} - Q_{as,loss,stor,water,m}$$ (MJ)

oder:

Gl. 372 $$Q_{as,woL,water,m} = \max\left\{0\ ;\ \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,water,m} - 0,070 \cdot X_{as,water,m} \\ -0,265 \cdot Y^2_{as,water,m} + 0,002 \cdot X^2_{as,waterm} \\ +0,023 \cdot Y^3_{as,water,m} \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,water,m}\right\}$$ (MJ)

mit:

$Q_{as,woL,water,m}$	die monatlich nutzbare Energie, die vom Solarthermiesystem für Warmwasser bereitgestellt werden kann, ohne Berücksichtigung der Verluste im Warmwasserspeicher, in MJ;
$Q_{as,loss,stor,water,m}$	die monatlichen Speicherverluste des Solarthermiesystems in Zusammenhang mit dem Warmwasser, wie bestimmt in §10.4.3.3, in MJ;
$Y_{as,water,m}$	der monatliche Wert der Zusatzvariablen Y für die Unterstützung der Warmwasserbereitung durch das Solarthermiesystem, wie bestimmt in § 10.4.3.2, (-);
$X_{as,water,m}$	der monatliche Wert der Zusatzvariable X für die Unterstützung der Warmwasserbereitung durch das Solarthermiesystem, wie bestimmt in § 10.4.3.1, (-);
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.

10.4.3.1 Zusatzvariable X für die Unterstützung der Brauchwarmwasserproduktion durch ein Solarthermiesystem

Der monatliche Wert der Zusatzvariable X für die Unterstützung der Warmwasserproduktion durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Gl. 373 Wenn das Solarthermiesystem nur Warmwasser liefert, oder wenn $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8 + 3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m}}$$ (-)

In den anderen Fällen:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8+3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

mit:

$A_{as,j}$	die Sensorfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806, in der sie mit dem Symbol und dem Index A_G) gekennzeichnet ist, in m²;
$H_{as,loop}$	der Wärmetransferkoeffizient des Sensorkreislaufs (Sensor+Leitungen), wie nachstehend bestimmt, in W/(m².K);
$\theta_{coldwater,m}$	die monatliche Temperatur des Kaltwassers wird konventionell auf 10 °C festgelegt;
$\theta_{e,m}$	die monatliche durchschnittliche Außentemperatur, in °C, siehe Tabelle [1];
$f_{as,stor}$	der Korrekturfaktor der Kapazität des Wärmespeichers, wie nachstehend bestimmt, (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.
$Q_{as,demand,heat,m}$	der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, wie in § 10.4.1, in MJ bestimmt;

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

Der Wärmetransferkoeffizient des Sensorkreislaufs wird wie folgt bestimmt:

Gl. 374 $$H_{as,loop} = a_1 + a_2 \cdot 40 + \frac{\left(5+0,5 \cdot \sum_j A_{as,j}\right)}{\sum_j A_{as,j}} \quad (W/(m^2.K))$$

mit:

a_1	der Wärmedurchgangskoeffizient des Solarsensors, bestimmt gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, in W/(m².K). Die Standardwerte wurden in der Tabelle [39], abhängig vom Sensortyp, übernommen. Im Fall, dass mehrere Solarsensoren an den gleichen Kreislauf angeschlossen sind, wird der höchste Wärmedurchgangskoeffizient berücksichtigt;
a_2	der Teil des Wärmedurchgangskoeffizienten, der von der Temperatur des Solarsensors abhängt, wird gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, in W/(m².K²) bestimmt. Die Standardwerte sind in Tabelle [39] aufgezeichnet und abhängig vom Sensortyp. Im Fall, dass mehrere Solarsensoren an den Solarkreislauf

angeschlossen sind, wird der Teil des Wärmedurchgangskoeffizienten berücksichtigt, der von der höchsten Temperatur abhängt;

$A_{as,j}$ die Sensorfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (in der sie mit dem Symbol und dem Index A_G gekennzeichnet ist), in m².

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

Man bestimmt den Korrekturfaktor der Kapazität des Warmwasserspeichers für Brauchwarmwasser wie folgt:

Gl. 375 $$f_{as,stor} = \left(\frac{75 \cdot \sum_j A_{as,j}}{f_{stor,sys} \cdot V_{as,stor}} \right)^{0,25} \quad (-)$$

mit:

$A_{as,j}$ die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;

$f_{stor,sys}$ der Korrekturfaktor berücksichtigt die Systemart (-). Für monovalente Systeme beträgt dieser Faktor 1; für bivalente Systeme ist er gleich 0,6;

$V_{as,stor}$ das Gesamtvolumen des Warmwasserspeichers des Solarthermiesystems (inklusive des Bereichs, der eventuell durch eine Raumheizung beheizt wird), in Litern.

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

Tabelle [39]: Standardwerte der Sensoreigenschaften

Parameter	Glassensor	Vakuumröhren (CPC)	Vakuumröhren (Wärmerohr)
$\eta_{0,j}$	0,70	0,60	0,70
a_1	4,00	3,00	1,25
a_2	0,03	0,02	0,01
IAM_j	0,83	0,83	0,89

10.4.3.2 Der monatliche Wert der Zusatzvariablen Y für die Unterstützung bei der Produktion von Sanitärbrauchwasser durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Der monatliche Wert der Zusatzvariable Y für die Unterstützung der Warmwasserproduktion durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Gl. 376 Wenn das Solarthermiesystem nur Warmwasser liefert oder wenn $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

In den anderen Fällen: $$Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

mit:

$A_{as,j}$	die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;
$I_{as,m,shad,j}$	die Sonneneinstrahlung des Sensors j für den betreffenden Monat, abhängig von der Verschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Anlage C der vorliegenden Anlage;
IAM_j	der Einfallswinkelfaktor des Sensors j, bestimmt gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, (-). Die Standardwerte sind in Tabelle [39], abhängig von der Sensorart, zu finden;
$\eta_{0,j}$	der Wirkungsgrad des Sensors j, wenn es keinen Wärmeverlust in die Atmosphäre gibt (optische Leistung oder Spitzenleistung), bestimmt gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, (-). Die Standardwerte sind in Tabelle [39], abhängig von der Sensorart, zu finden;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.
$Q_{as,demand,heat,m}$	der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, wie in § 10.4.1, in MJ bestimmt.

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

10.4.3.3 Monatliche Speicherverluste des Solarthermiesystems verbunden mit dem Brauchwarmwasser

Die monatlichen Speicherverluste des Solarthermiesystems verbunden mit dem Brauchwarmwasser werden wie folgt bestimmt:

Gl. 377 Wenn das Solarthermiesystem nur Warmwasser liefert oder wenn $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\begin{array}{c}\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}\\ -\theta_{as,stor,amb,m}\end{array}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

In den anderen Fällen:

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\begin{array}{c}\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}\\ -\theta_{as,stor,amb,m}\end{array}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\cdot\left(\frac{Q_{as,demand,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}+Q_{as,demand,heat,m}}\right)\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

oder:

Gl. 378 $$f_{as,woL,water,m} = \min\left(1;\frac{Q_{as,woL,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right) \quad \text{(-)}$$

mit:

$H_{as,stor}$	der Gesamtwärmetransferkoeffizient des Warmwasserspeichers, wie nachstehend bestimmt, in W/K;
$f_{stor,sys}$	der Korrekturfaktor berücksichtigt die Systemart (-). Für monovalente Systeme beträgt dieser Faktor 1; für bivalente Systeme ist er gleich 0,6;
$\theta_{coldwater,m}$	die monatliche Temperatur des Kaltwassers wird konventionell auf 10 °C festgelegt;
$f_{as,woL,water,m}$	der nützliche Solaranteil (als Teil des gesamten Wärmebedarfs) des Solarthermiesystems für die Warmwasserbereitung, ohne Berücksichtigung der Verluste des Warmwasserspeichers, (-);
$\theta_{as,stor,amb,m}$	die durchschnittliche monatliche Umgebungstemperatur (des Raums), wo sich der Warmwasserspeicher befindet, in °C: - wenn sich der Warmwasserspeicher in einem geschützten Volumen befindet: $\theta_{as,stor,amb,m} = 18$; - wenn sich der Warmwasserspeicher in einem angrenzenden, nicht beheizten Raum befindet: $\theta_{as,stor,amb,m} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$; - wenn sich der Warmwasserspeicher außen befindet: $\theta_{as,stor,amb,m} = \theta_{e,m}$; wo: $\theta_{e,m}$: die durchschnittliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1];
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.

$Q_{as,demand,heat,m}$ der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, wie in § 10.4.1, in MJ bestimmt;

$Q_{as,woL,water,m}$ die monatliche Nutzenergie für Brauchwarmwasser, das vom Solarthermiesystem geliefert werden kann, ohne Berücksichtigung der Verluste des Warmwasserspeichers, in MJ, wie in § 10.4.3 bestimmt.

Der gesamte Wärmetransferkoeffizient des Warmwasserspeichers, $H_{as,stor}$, wird wie folgt bestimmt:

Wenn $V_{as,stor} \leq 2000$, wird $H_{as,stor}$ gemäß der Norm NBN EN 12977-3 bestimmt oder standardmäßig gemäß der Formel:

Gl. 379 $$H_{as,stor} = \frac{31 + 16,66 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

Wenn: $V_{as,stor} > 2000$

Gl. 380 $$H_{as,stor} = \frac{16,66 + 8,33 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

mit:

$V_{as,stor}$ das Gesamtvolumen des Warmwasserspeichers des Solarthermiesystems (inklusive des Teils der eventuell durch eine Raumheizung beheizt wird) in Litern.

10.4.4 Monatliche Nutzenergie für die Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem

Die monatliche Nutzenergie für die Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Gl. 381 $$Q_{as,out,heat,m} = \max\left\{0; \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,heat,m} - 0,070 \cdot X_{as,heat,m} \\ -0,265 \cdot Y_{as,heat,m}^2 + 0,002 \cdot X_{as,heat,m}^2 \\ +0,023 \cdot Y_{as,heat,m}^3 \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,heat,m}\right\} \quad \text{(MJ)}$$

oder:

$Y_{as,heat,m}$ der monatliche Wert der Zusatzvariable Y für die Unterstützung der Beheizung durch das Solarthermiesystem, wie in § 10.4.4.2 bestimmt, (-);

$X_{as,heat,m}$ der monatliche Wert der Zusatzvariable X für die Unterstützung der Beheizung durch das Solarthermiesystem, wie in § 10.4.4.1 bestimmt, (-);

$Q_{as,demand,heat,m}$ der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in § 10.4.1 bestimmt.

10.4.4.1 Zusatzvariable X für die Unterstützung der Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem

Die Zusatzvariable X für die Unterstützung der Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Gl. 382

$$X_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j}\right] \cdot H_{as,loop} \cdot \left(88,75 - \theta_{e,m}\right) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

mit:

$A_{as,j}$	die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;
$H_{as,loop}$	der Wärmetransferkoeffizient des Sensorkreislaufs (Sensor+Leitungen), in W/(m².K), wie in § 10.4.3.1 bestimmt;
$\theta_{e,m}$	die monatliche durchschnittliche Außentemperatur, in °C, siehe Tabelle [1];
$f_{as,stor}$	der Korrekturfaktor der Kapazität des Wärmespeichers, wie nachstehend bestimmt, (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.
$Q_{as,demand,heat,m}$	der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in § 10.4.1 bestimmt.

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

10.4.4.2 Zusatzvariable Y für die Unterstützung der Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem

Die Zusatzvariable Y für die Unterstützung der Beheizung der Räume durch ein Solarthermiesystem wird wie folgt bestimmt:

Gl. 383

$$Y_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}\right]}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

mit:

$A_{as,j}$	die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;

$I_{as,m,shad,j}$	die Sonneneinstrahlung des Sensors j für den betreffenden Monat, abhängig von der Verschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Anlage C der vorliegenden Anlage;
IAM_j	der Einfallswinkelfaktor des Sensors j, bestimmt gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, (-). Die Standardwerte sind in Tabelle [39], abhängig von der Sensorart, zu finden;
$\eta_{0,j}$	der Wirkungsgrad des Sensors j, wenn es keinen Wärmeverlust in die Atmosphäre gibt (optische Leistung oder Spitzenleistung), bestimmt gemäß der Norm NBN EN ISO 9806, (-). Die Standardwerte sind in Tabelle [39], abhängig von der Sensorart, zu finden;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	der monatliche Wärmebedarf für das Brauchwarmwasser, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in §10.4.1 bestimmt.
$Q_{as,demand,heat,m}$	der monatliche Wärmebedarf für die Beheizung der Räume, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt, in MJ, wie in § 10.4.1 bestimmt.

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

10.5 Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für Kühlung

Wenn der überschüssige Wärmegewinn zu hoch ist, ist das Überhitzungsrisiko sehr groß. Auch wenn beim Bau noch keine aktive Kühlung vorgesehen wurde, kann dies nachträglich noch geschehen. Aus diesem Grund berücksichtigt man in diesem Fall ebenfalls einen fiktiven äquivalenten Verbrauch für Kühlung, siehe Kapitel 8.

Der äquivalente monatliche Stromverbrauch für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 115 $$Q_{cool,final,sec\ i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec\ i,m}}{8,1} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	der Nettomonatsbedarf an Energie für die Kühlung einer Energiezone i, bestimmt gemäß § 8.5;
8,1	das Produkt des pauschalen Systemwirkungsgrads (0,9), eines pauschalen EER des Kühlsystems (2,5) und des Umrechnungsfaktors von MJ in kWh (3,6).

11 Monatlicher Energieverbrauch der Hilfsaggregate

11.1 Monatlicher Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen

11.1.1 Hilfsstromverbrauch für die Versorgung

11.1.1.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Versorgung ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergie siehe § 13.5.

Für die Kühlung ist keine Berechnung der für Versorgung aufgewendeten Hilfsenergie erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass diese bei der Ermittlung des monatlichen Kühlenergieverbrauchs bereits berücksichtigt wurde (siehe § 10.5).

11.1.1.2 Rechenregel zur Ermittlung des Hilfsenergieverbrauchs für die Versorg ung

11.1.1.2.1 Allgemeine Rechenregel

Der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Versorgung wird wie folgt ermittelt:

Gl. 304 $$W_{aux,dis,\,m} = \sum_j P_{pumps,dis,\,instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

oder:

$W_{aux,dis,m}$	der monatliche Hilfsstromverbrauch in kWh für die Versorgung in einer EEW-Einheit;
$P_{pumps,dis,instal,j}$	der Wert in W für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j, welche die betreffende EEW-Einheit versorgt, wie in § 11.1.1.3 ermittelt;
$t_{on,dis,j,m}$	die monatliche Betriebszeit der Umwälzpumpe j für die Versorgung, wie in § 11.1.1.4 definiert, in MS.

Es muss die Summe aller Umwälzpumpen j, die die EEW-Einheit versorgen, ermittelt werden.

11.1.1.2.2 Ausnahmen

Die Umwälzpumpen, die der Sicherung dienen, sind für das System redundant. Ihr Verbrauch an Hilfsenergie ist außer Acht zu lassen.

11.1.1.3 Ermittlung der installierten Leistung $P_{pumps,dis,instal,j}$

Die installierte Leistung der Umwälzpumpe j in W, $P_{pumps,dis,instal,j}$, wird wie folgt ermittelt:

- Für Nassläuferpumpen: die durchschnittliche elektrische Leistung bei 100-prozentigem Durchfluss – sie trägt gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 die Bezeichnung $P_{L,100\%}$;
- für Trockenläuferpumpen, bei denen der elektrische Motor vom Rotor getrennt ist: die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor bei fortlaufendem Betrieb leisten kann - sie wird entsprechend der Norm NBN EN 60034-1 für „Betriebsart S1“ ermittelt.

Sollten keine Produktangaben vorliegen, können je nach Versorgungssystem folgende Standardwerte angewendet werden:

- im Falle einer Versorgung für die Heizung:

Gl. 305 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX(70\ 0{,}084 \cdot \sum_i V_{sec\ i})$ (W)

mit:

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i, in m^3.

Die Werte aller Energiezonen i, welche die Umwälzpumpe j versorgt, sind zu addieren.

- im Falle der Warmwasserversorgung (Zirkulationsleitung):

Gl. 306 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,circ\ k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$$ (W)

- im Falle einer Kombination der Versorgung mit heißem Wasser und die Verteilung für die Heizung (Combilus):

Gl. 307 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70;.\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} f_{insul,circ\ k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$$ (W)

oder:

Δp_{pumps}	die minimale manometrische Förderhöhe in Pa, wie nachstehend beschrieben;
$f_{insul,circ\ k}$	ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Wirkung von Wärmebrücken auf den Wärmewiderstand der Segmente der Zirkulationsleitung k, bestimmt in § 9.3.2;
$l_{circ\ k,j}$	die Länge des Segments j der Zirkulationsleitung k in m;
η_{pumps}	die Effizienz der Umwälzpumpe. Diese wird per Konvention mit 0,2, (-) festgelegt;
$\theta_{amb,January,l}$	die durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments l im Monat Januar in °C, wie in § 9.3.2.2 bestimmt;
$R_{l,l}$	der lineare Wärmewiderstand $R_{l,l}$ des Segments l in m.K/W, wie in § E.3 bestimmt;
ρ_W	die Dichte von Wasser, in kg/m³. Für diese wird allgemein der Wert 998 kg/m³ angesetzt;
c_W	die spezifische Wärmekapazität von Wasser, in J/(kg.K). Für diese wird allgemein der Wert 4182 J/(kg.K) angesetzt;
$\Delta\theta$	die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf in K. Ihr Wert wird allgemein auf 5 K angesetzt.

Die Werte aller Segmente l der Zirkulationsleitung k, welche die Umwälzpumpe j versorgt, sind zu addieren.

Die minimale manometrische Förderhöhe wird durch Folgendes bestimmt:

Gl. 308 $\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300$ (Pa)

mit:

$l_{circ\ k,l}$ die Länge des Segments l der Zirkulationsleitung k in m.

Es sind alle Segmente der Zirkulationsleitung k zu addieren, die durch die Pumpe j versorgt werden.

Versorgt eine Umwälzpumpe mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten, so ist die Leistung der Umwälzpumpe ($_{pumps,dis,instal,j}$) entsprechend des Bruttowärmebedarfs der jeweiligen EEN- und/oder EEW-Einheiten proportional auf diese zu verteilen. Im Falle der Wärmezufuhr für die Heizung, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für die Heizung vorgenommen werden. Im Falle einer Warmwasserversorgung oder eines Combilus muss die Versorgung auf der Grundlage des Bruttobedarfs an Warmwasser erfolgen.

11.1.1.4 Ermittlung der Betriebszeit $t_{on,dis,j,m}$

Die monatliche Betriebszeit $t_{on,dis,j,m}$ in Ms der Umwälzpumpe j wird je nach Versorgungssystem folgendermaßen ermittelt:

- Für Umwälzpumpen für die Warmwasserversorgung (Zirkulationsleitung) und Umwälzpumpen in ganzjährig genutzten Combilus-Leitungen:

Gl. 309 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Für Umwälzpumpen in Combilus-Leitungen, die nur in der Winterperiode verwendet werden:
  - Für Monate, in denen $Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$:

Gl. 447 $t_{on,dis,j,m} = 0$ (Ms)

  - Für alle anderen Monate:

Gl. 448 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Für Umwälzpumpen für die Versorgung für Heizzwecke:

Gl. 310 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\ sec\ i})$ (Ms)

mit:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, Tabelle [1]
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$	die Zeit des monatlichen Betriebs der Umwälzpumpe j für die Versorgung zu Heizzwecken in der Energiezone i, bestimmt, wie unten dargestellt, in Ms.

Die Zeit des monatlichen Betriebs der Pumpe j für die Versorgung zu Heizzwecken in der Energiezone i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$, wird wie folgt bestimmt:

- für eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI bekannt ist:

Gl. 311 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right); t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Trockenläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung):

Gl. 312 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}; t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Umwälzpumpe mit EIN/AUS-Regelung oder eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI unbekannt ist:

Gl. 313 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- in allen anderen Fällen oder wenn die Regelung nicht bekannt ist:

Gl. 314 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

oder:

$t_{heat,sec\ i,m}$	die übliche monatliche Betriebszeit des Wärmeabgabesystems der Energiezone i in Ms, nach § D.1 bestimmt.
EEI	der Energieeffizienzindex gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, Tabelle [1].

11.1.2 Elektrische Hilfsenergie für die Produktion

11.1.2.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche elektrische Hilfsenergieverbrauch der Hilfsgeräte des Wärmeerzeugungssystems ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergieverbrauch siehe § 13.5

Bei der Kühlung muss keine Hilfsenergie für die Produktion berechnet werden. Sie ist beim pauschalen Erzeugungswirkungsgrad bereits mit einberechnet.

11.1.2.2 Rechenregel für die Ermittlung der elektrischen Hilfsenergie des Produktionssystems

11.1.2.2.1 Allgemeine Rechenregel

Der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Produktion in der EEW-Einheit, $W_{aux,gen,m}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 315 $W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m}$ (kWh)

mit:

$W_{throttle/fans,gen,m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh der Gasventile und/oder Lüfter der Generatoren in der betreffenden EEW-Einheit, nach § 11.1.2.3 definiert;

$W_{electr,gen,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Elektronik und der Anzeigevorrichtungen der Generatoren in der betreffenden EEW-Einheit in kWh, wie nachstehend definiert.

$W_{electr,gen,m}$ wird wie folgt definiert:

Gl. 316 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

$P_{electr,gen,j}$ die Leistung der Standby-Verluste der Elektronik für die Produktion in W. Pro Generator j ist die Verlustleistung gleich 10 W definiert;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, Tabelle [1].

Grundsätzlich sind die Werte aller Generatoren j zu addieren, welche die EEW-Einheit versorgen.

Wenn ein Generator mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, muss die Leistung der Standby-Verluste proportional auf der Grundlage des gesamten Bruttobedarfs der betreffenden EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden. Wenn der Generator nur zu Heizzwecken verwendet wird, dann sollte die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttobedarfs für Heizzwecke erfolgen. Wenn der Generator nur für die Warmwasserbereitung verwendet wird, dann muss die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser erfolgen. Wenn der Generator für beides genutzt wird, dann sollte die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser erfolgen.

Wenn der Wärmegenerator bei Anwendung der obigen Aufteilungsregel eine oder mehrere EEN-Einheiten befeuchtet, muss der Bruttobedarf für die Befeuchtung der versorgten EEN-Einheiten zum Bruttobedarf für Heizung und/oder Warmwasser hinzugefügt werden.

Wenn der Wärmegenerator bei der Anwendung der obigen Aufteilungsregel Wärme an eine Absorptionskältemaschine liefert, die eine oder mehrere EEN-Einheiten versorgt, muss die an die Absorptionskältemaschine gelieferte Wärme, die zur Deckung des Kühlbedarfs der versorgten EEN-Einheiten erforderlich ist, zum Bruttobedarf für Heizung und/oder Warmwasser und/oder Befeuchtung hinzugefügt werden. Die an die Absorptionskältemaschine gelieferte Wärme wird für jede versorgte EEN-Einheit als der Beitrag der Absorptionskältemaschine zum Bruttobedarf für die Raumkühlung, $Q_{cool,gross}$, geteilt durch den Kältewirkungsgrad, EER_{nom}, bestimmt.

11.1.2.2.2 Ausnahmen

Bei Brauchwarmwasseranlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung und für die Speicherung gemäß § 10.3.3.4.1 ermittelt wird und für Heizungsanlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung gemäß § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 und § 10.2.3.4.3 ermittelt wird, ist der elektrische Hilfsenergieverbrauch des Generators bereits berücksichtigt worden und ist daher in Gl. 315 außer Acht zu lassen.

Der eventuelle Hilfsenergieverbrauch von Einzelheizungen, ausgenommen Pelletöfen, deren Nennleistung geringer oder gleich 50 kW ist sowie Kohleöfen und Holzöfen, die keine Pelletöfen

sind, deren Erzeugungswirkungsgrad gemäß § 10.2.3.2.4 ermittelt wird, ist beim Erzeugungswirkungsgrad bereits mit einberechnet und daher nicht erneut bei den Berechnungen zu berücksichtigen.

11.1.2.3 Definition des monatlichen Stromverbrauchs von Gasventilen und/oder Lüftern $W_{throttle/fans,gen,m}$

11.1.2.3.1 Allgemeine Rechenregel

$W_{throttle/fans,gen,m}$ wird wie folgt definiert:

Gl. 317 $$W_{throttle/fans,\,gen,\,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

oder:

$P_{throttle/fans,gen,spec}$	die spezifische Leistung der Generatoren, die mit einem Lüfter und/oder einem Gasventil ausgestattet sind, wird als gleich 1 W/kW angesehen;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	die Nennleistung des Generators j, in kW.
$t_{on,gen,j,m}$	die monatliche Betriebszeit des Gasventils und/oder des Lüfters des Generators, in Ms, bestimmt nach § 11.1.2.3.2.

Es muss stets die Summe aller Generatoren j, die die EEW-Einheit versorgen und die ein Gasventil und/oder eine Lüftung verwenden, ermittelt werden.

Wenn ein Generator mehrere EEN-Einheiten und/oder EEW-Einheiten versorgt, muss die Nennleistung des Generators in der Gl. 317 proportional zwischen den betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten auf Basis des Gesamtbruttobedarfs der betroffenen EEN-und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden. Wenn der Generator nur zu Heizzwecken verwendet wird, dann sollte die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttobedarfs für Heizzwecke erfolgen. Wenn der Generator nur für die Warmwasserbereitung verwendet wird, dann muss die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser erfolgen. Wenn der Generator für beides genutzt wird, dann sollte die Aufteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser erfolgen.

11.1.2.3.2 Definition der Betriebszeit $t_{on,gen,j,m}$

$t_{on,gen,j,m}$ wird wie folgt definiert:

Gl. 318 $$t_{on,gen,j,m} = \text{MIN}[;]\left(t_m ; \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,\ gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,\ gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad \text{(Ms)}$$

oder:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, Tabelle [1]

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Räume in der Energiezone i, der gemäß § 9.2.1 dieser Anlage für die EEW-Einheiten und gemäß § 6.2 der Anlage A.3 für die EEN-Einheiten ermittelt wird, solange dieser Bedarf vom Generator j entsprechend § 10.2.2 dieser Anlage für die EEW-Einheiten oder § 7.2.1 der Anlage A.3 für die EEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{water,bath\ l,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für eine Dusche oder ein Bad k, bestimmt nach § 9.3.1 dieser Anlage für EEW-Einheiten und nach § 6.5 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten, sofern dieser Bedarf durch den Generator j in Übereinstimmung mit § 10.3.2 dieser Anlage für EEW-Einheiten oder mit § 7.6 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{water,sink\ l,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für eine Küchenspüle k, bestimmt nach § 9.3.1 dieser Anlage für EEW-Einheiten und nach § 6.5 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten, sofern dieser Bedarf durch den Generator j in Übereinstimmung mit § 10.3.2 dieser Anlage für EEW-Einheiten oder mit § 7.6 der Anlage A.3 für EEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser einer anderen Entnahmestelle k, bestimmt nach § 6.5 der Anlage A.3, sofern dieser Bedarf durch den Generator j gemäß § 7.6 der Anlage A.3 gedeckt wird;
$Q_{hum,net,l,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für die Befeuchtung des Befeuchtungsgeräts l, bestimmt nach § 5.11 der Anlage A.3, sofern dieser Bedarf durch den Generator j in Übereinstimmung mit § 7.2.1 der Anlage A.3 gedeckt wird;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Raumkühlung der Energiezone n, die von der Absorptionskältemaschine bereitgestellt wird, bestimmt nach § 6.2 der Anlage A.3, sofern dieser Bedarf durch die Absorptionskältemaschine o gemäß § 7.2.2 der Anlage A.3 gedeckt wird und sofern die Wärme für die Absorptionskältemaschine o durch den Generator j gemäß § 7.2.1 der Anlage A.3 gedeckt wird;
$EER_{nom,o}$	der Kältewirkungsgrad der Absorptionskältemaschine o, bestimmt nach § 7.5.2 der Anlage A.3, (-);
$P_{throttle/fans,gen,j}$	die Nennleistung des Generators j, in kW.

Folgendes muss immer addiert werden:

- alle Energiezonen i (in der betroffenen EEN-Einheit oder einer anderen EEN- oder EEW-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- alle Bäder oder Duschen (in der betreffenden EEN-Einheit oder einer anderen EEW-Einheit) und/oder Küchenspülen k, die durch den Generator j versorgt werden;
- alle Küchenspülen k (in der betreffenden EEN-Einheit oder in einer anderen EEN- oder EEW-Einheit), die vom Generator j versorgt werden;
- alle sonstigen Entnahmestellen k (in der betroffenen EEN- oder einer anderen EEN-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- alle Befeuchtungsgeräte l (in einer EEN-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- Alle Energiezonen n (in einer EEN-Einheit), die von der Absorptionskältemaschine versorgt werden und alle Kältemaschinen, die durch den Generator j versorgt werden.

11.1.3 Zusatzenergieverbrauch eines Solarthermiesystems

Um den Zusatzenergieverbrauch eines Solarthermiesystems zu bestimmen, wird ausschließlich der Verbrauch der Pumpe(n) des Sensorkreislaufs berücksichtigt. Wenn die Einheit EEW oder EEN nicht von einem Solarthermiesystem versorgt wird oder wenn das Solarthermiesystem nicht berücksichtigt wird, dann ist der monatliche Zusatzenergieverbrauch gleich null. Im gegenteiligen Fall wird der monatliche Zusatzenergieverbrauch eines Solarthermiesystems zur Versorgung einer EEW- oder EEN-Einheit wie folgt bestimmt:

Gl. 384

$$W_{aux,as,m} = \left(\sum_k P_{pumps,as,k}\right) \cdot \frac{\left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)}{\sum_m \left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)} \cdot \frac{t_{on,as,a}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

dabei ist:

$P_{pumps,as,k}$	die installierte Leistung der Primärpumpe des Sensorkreislaufs k, wie nachstehend bestimmt, in W;
$A_{as,j}$	die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;
$I_{as,m,shad,j}$	die Sonneneinstrahlung des Sensors j für den betreffenden Monat, abhängig von der Verschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Anlage C der vorliegenden Anlage;
$t_{on,as,a}$	die jährliche Betriebsdauer der Sensorpumpe(n), konventionell auf 7,2 Ms (2000 Stunden) festgelegt.

Sämtliche Monate des Jahres müssen an allen Umlaufpumpen k und allen Sensoren j des Solarthermiesystems addiert werden.

Wenn das Solarthermiesystem mehrere EEW- und/oder EEN-Einheiten versorgt, muss die Leistung der Pumpe(n) ($P_{pumps,as,k}$) proportional auf alle EEW- und/oder EEN-Einheiten auf Basis des Bruttowärmebedarfs der Einheiten aufgeteilt werden, die vom System jeweils versorgt werden.

Die installierte Leistung der Sensor-Umlaufpumpe k wird wie folgt ermittelt:

- bei Tauchpumpen: die durchschnittliche elektrische Leistung, gemessen bei 100 % der Fördermenge, genannt $P_{L,100\%}$, gemäß der Verordnung (EU) Nr. 641/2009;
- bei Nicht-Tauchpumpen, deren elektrischer Motor vom Rotor getrennt ist: die maximale elektrische Leistung, die der elektrische Motor bei Dauerbetrieb gemäß der Norm EN 60034-1 für „Duty Type S1“ erreichen kann.

Alternativ wird die Leistung der Pumpe(n) wie folgt ermittelt:

Gl. 385

$$\sum_k P_{pumps,as,k} = 25 + 2 \cdot \sum_j A_{as,j} \quad \text{(W)}$$

Mit:

$A_{as,j}$ die Sensoreintrittsfläche j des Solarthermiesystems, bestimmt nach der Norm NBN EN ISO 9806 (dort mit dem Symbol und dem Index A_G bezeichnet), in m²;

Grundsätzlich sind die Werte aller Sensoren j zu addieren, die das Solarthermiesystem bilden.

11.2 Monatlicher Stromverbrauch der Lüfter

11.2.1 Prinzip

Bei der Berechnung des monatlichen Stromverbrauchs von Lüftern werden die in mechanischen Lüftungssystemen zur Hygienelüftung und/oder in Luftheizungssystemen vorhandenen Lüfter berücksichtigt, mit Ausnahme von Abluftlüftern in einem System A oder B, die der Anmerkung „3)“ von § 4.3.1.3 der Norm NBN D50-001 entsprechen.

Folgende Lüfter werden daher nicht berücksichtigt: zusätzliche Lüfter für andere Anwendungen (z. B. eine Dunstabzugshaube) und Lüfter für die Lüftung, die nur Räume versorgen, die keine Hygienelüftung erfordern.

Bei der Berechnung des Stromverbrauchs kann eine vereinfachte Methode (Methode 1, siehe § 11.2.2) oder eine ausführliche Methode (Methode 2 und Methode 3, siehe § 11.2.3) angewandt werden. Die Wahl der Methode 1, 2 oder 3 gilt für die gesamte EEW-Einheit.

Mit „Lüftungsmodus“ ist in den folgenden Abschnitten gemeint, dass der Lüfter nur für die Hygienelüftung, also die Frischluftzufuhr (oder ggf. die Versorgung des Aufenthaltsbereichs mit aufbereiteter Luft) bzw. für den Luftabzug ins Freie betrieben wird. Mit „Heizmodus“ ist gemeint, dass der Lüfter läuft, damit die (teilweise umgewälzte) erwärmte Luft in die angeschlossenen Räume geleitet wird. Eine Hygienelüftung kann damit kombiniert sein, muss aber nicht.

11.2.2 Monatlicher Stromverbrauch der Lüfter - vereinfachte Methode (Methode 1)

Bei einer vereinfachten Berechnung beträgt der gesamte monatliche Stromverbrauch der Lüfter in der EEW-Einheit:

Gl. 261 $$W_{aux,fans,m} = \sum_{z} W_{aux,fans,zonez,m}$$ (kWh)

mit:

$W_{aux,fans,zone\ z,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Lüfter in der Lüftungszone z in kWh, wie nachstehend bestimmt.

Für alle Lüftungszonen der EEW-Einheit muss die Summe gebildet werden.

Der monatliche Stromverbrauch der Lüfter einer Lüftungszone wird wie folgt bestimmt:

Gl. 262 $W_{aux,fans,zonez,m} = t_m \cdot \left(f_{vent,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,vent,zonez} + f_{heat,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,heat,zonez}\right)/3,6$

(kWh)

mit:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$f_{vent,zone\ z,m}$	der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem die Lüfter in der Lüftungszone z im Lüftungsmodus betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.2.3, (-);
$\Phi_{fans,vent,zone\ z}$	der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter, die im Lüftungsmodus in der Lüftungszone z betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.2.1, in W;
$f_{heat,zone\ z,m}$	der konventionelle monatliche Zeitanteil, in der die Lüfter in der Lüftungszone z im Heizmodus betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.2.3, (-);
$\Phi_{fans,heat,zone\ z}$	der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter, die in der Lüftungszone z im Heizmodus betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.2.2, in W.

11.2.2.1 Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Lüftungsmodus

Der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter der Lüftungszone z im Lüftungsmodus wird wie folgt ermittelt:

Gl. 412 $\Phi_{fans,vent,zone\ z} = f_1 \cdot \left[0.3 + 0.75 \cdot e^{\left(\frac{-V_{PER}}{500}\right)}\right] \cdot \sum V_{sec\ i}$ (W)

mit:

f_1	ein spezifischer Leistungsfaktor aus der

Tabelle [47], in W/(m³/h);

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit, siehe § 6, in m³;

$V_{sec\ i}$ das Volumen der Energiezone i, in m^3.

Für das Volumen aller Energiezonen i der jeweiligen Lüftungszone ist die Summe zu bilden.

Tabelle [47]: Standardberechnungswerte für den spezifischen Leistungsfaktor in Lüftungsmodus

Typ des Lüftungssystems	Spezifischer Leistungsfaktor f_1 (W/(m³/h))
Natürliche Zuluft und Abluft	0
Mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Einblasen oder Absaugen	0,37
Mechanische Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung	0,95
Mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Absaugen mit Verwendung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe	0,44
Mechanische Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung mit Verwendung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe	1,12

11.2.2.2 Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Heizmodus

Der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter, die im Heizbetrieb in der Lüftungszone z betrieben werden, ist in Tabelle [48] definiert.

Tabelle [48]: Standardberechnungswerte für die elektrische Leistung in Heizungsmodus ($V_{sec\ i}$: Volumen des Energiesektors i)

Installation	Art der Lüfterregelung	Leistung $\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ (W)
Keine Luftheizung	s.o.	0
Luftheizung	Keine Regelung oder nicht automatische Regelung	$1{,}56 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$
	Automatische Regelung	$1{,}05 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$

Für das Volumen aller Energiezonen i der jeweiligen Lüftungszone ist die Summe zu bilden.

11.2.2.3 Bestimmung des konventionellen monatlichen Zeitanteils, in dem die Lüfter im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden

Der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem die Lüfter der Lüftungszone z im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden, wird wie folgt berechnet:

- Wenn die Lüfter in der Lüftungszone z nur für Heizung eingesetzt werden und nicht für Hygienelüftung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 0$
  - $f_{heat,zone\ z,m}$ wie mit Gl. 264 bestimmt
- wenn die Lüfter in der Lüftungszone z nur für Hygienelüftung eingesetzt werden und nicht für Warmluftheizung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 1$
  - $f_{heat,zone\ z,m} = 0$
- wenn in der Lüftungszone z gleichzeitig Lüfter für Hygienelüftung und Lüfter für Warmluftheizung eingesetzt werden (oder wenn es Lüfter gibt, die für beide Zwecke eingesetzt werden), so gilt für alle Monate m:

Gl. 263 $f_{vent,zone\ z,m} = 1 - f_{heat,zone\ z,m}$ (-)

Gl. 264 $$f_{heat,zone\ z,m} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,zone\ z} \cdot t_m\right)\right]$$ (-)

mit:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 9.2.1;
$P_{nom,zone\ z}$	die Summe der Nennleistung der Warmlufterzeuger, mit denen die Lüftungszone z versorgt wird, in kW;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

11.2.3 Monatlicher Stromverbrauch der Lüfter - detaillierte Berechnung

Bei der detaillierten Berechnung berechnet sich der monatliche Stromverbrauch aller Lüfter einer EEW-Einheit insgesamt wie folgt:

Gl. 265 $$W_{aux,fans,m} = \sum_j W_{aux,fans,m,j}$$ (kWh)

mit:

$W_{aux,fans,m,j}$	der monatliche Stromverbrauch des Lüfters (der Lüftergruppe) j in kWh, wie nachstehend bestimmt.

Für alle Lüfter(-gruppen) j, die zur Hygienelüftung der EEW-Einheit beitragen (Zuluft und/oder Luftabzug und/oder Umwälzung), und alle Lüfter für die Warmluftheizung (eventuell kombiniert mit Hygienelüftung) ist die Summe zu bilden.

Der monatliche Stromverbrauch des Lüfters (der Lüftergruppe) j wird wie folgt bestimmt:

Gl. 266 $$W_{aux,fans,m,j} = t_m \cdot \left(f_{vent,m,j} \cdot \Phi_{fans,vent,j} + f_{heat,m,j} \cdot \Phi_{fans,heat,j}\right) / 3,6$$ (kWh)

mit:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
$f_{vent,zone\ z,m}$	der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem die Lüfter im Lüftungsmodus betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.3.3, (-);
$\Phi_{fans,vent,m,j}$	der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter zusammen im Lüftungsmodus, bestimmt nach § 11.2.3.1, in W;
$f_{heat,m,j}$	der konventionelle monatliche Zeitanteil, in der die Lüfter im Heizmodus betrieben werden, bestimmt nach § 11.2.3.3, (-);
$\Phi_{fans,heat,m,j}$	der Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Lüfter zusammen im Heizmodus, bestimmt nach § 11.2.3.2, in W.

11.2.3.1 Berechnungswert der elektrischen Leistung im Lüftungsmodus - detaillierte Berechnung

Der Berechnungswert der elektrischen Leistung im Lüftungsmodus kann wahlweise mit einer der beiden folgenden Optionen bestimmt werden:

- Option „Methode 2“: Bestimmung des Berechnungswerts bei einem repräsentativen Betriebspunkt auf Grundlage der installierten elektrischen Leistung (§ 11.2.3.1.1);
- Option „Methode 3“: Bestimmung des Berechnungswerts bei einem repräsentativen Punkt auf Grundlage der gemessenen elektrischen Leistung in Nennstellung (§ 11.2.3.1.2).

Wenn ein Lüfter (eine Lüftergruppe) mehrere EEG (EEW oder PEN[16])-Einheiten versorgt (z. B. ein zentrales System für mehrere Wohnungen), wird der Berechnungswert für die elektrische Leistung der betreffenden Zone z durch Multiplikation folgender Werte bestimmt:

- der nachfolgend bestimmte Gesamtberechnungswert,
- das Verhältnis zwischen dem Höchstwert des für die jeweilige EEW-Einheit verlangten Volumenstroms und der Summe des Höchstwerts der für alle Lüftungszonen verlangten Volumenströme, die vom betreffenden Lüfter versorgt werden.

Wenn mit einem Lüfter (einer Lüftergruppe) auch die Luftzufuhr und/oder Luftabsaugung in Räumen gewährleistet wird, für die keine Anforderungen hinsichtlich der Hygienelüftung gelten, kann für diese Räume kein (zusätzlicher) Abzug geltend gemacht werden.

[16] Wenn der Lüfter auch Nicht-Wohneinheiten versorgt, sollte der Auslegungsvolumenstrom anstelle des maximalen geforderten Volumenstroms berücksichtigt werden.

11.2.3.1.1 Option „Methode 2“: Bestimmung des Berechnungswerts anhand der installierten elektrischen Leistung

Der Berechnungswert wird gleichzeitig für alle Lüfter bestimmt, mit denen eine Lüftungszone versorgt wird.

Wenn mit einem Lüfter (einer Lüftergruppe) mehrere Lüftungszonen und/oder EEG-(EEW- oder EEN-)Einheiten versorgt werden, wird der Berechnungswert gleichzeitig für alle Lüfter bestimmt, mit denen all diese Lüftungszonen und/oder EEG-Einheiten versorgt werden.

Die Methode besteht aus zwei Schritten:

Schritt 1: Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ wird wie in Punkt 11.2.3.1.3 beschrieben bestimmt.

Schritt 2: Bestimmung der elektrischen Leistung am repräsentativen Betriebspunkt

Die elektrische Leistung eines jeden Lüfters (einer jeden Lüftergruppe) j im Lüftungsmodus am repräsentativen Betriebspunkt wird wie folgt bestimmt:

Gl. 267 $$\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,max,j} \quad \text{(W)}$$

mit:

$f_{ctrl,j}$ ein Reduktionsfaktor, der die Art der Volumenstromregelung des Systems berücksichtigt, für Lüfter (Lüftergruppe) j, einschließlich der bedarfsgesteuerten Lüftung, bestimmt nach § 11.2.3.1.4, (-);

$P_{fans,max,j}$ die maximale elektrische Leistung des Elektromotors oder der Kombination aus Elektromotor und Lüfter des Lüfters (Gruppe) j, in W.

Eine Definition der maximalen elektrischen Leistung findet sich in § 2.

11.2.3.1.2 Option „Methode 3“: Bestimmung des Berechnungswerts anhand der gemessenen elektrischen Leistung in Nennstellung

Der Berechnungswert wird gleichzeitig für alle Lüfter bestimmt, mit denen eine oder mehrere Lüftungszonen versorgt werden.

Wenn mit einem Lüfter (einer Lüftergruppe) mehrere EEG-(EEW- oder EEN-)Einheiten versorgt werden, wird der Berechnungswert gleichzeitig für alle Lüfter bestimmt, mit denen all diese EEG-Einheiten versorgt werden.

Die Methode besteht aus drei Schritten, für die eventuell ergänzende Bedingungen gelten:

Schritt 1: Positionierung in Nennstellung und Messen der Volumenströme und der aufgenommenen elektrischen Leistung

Alle Lüfter werden auf Nennstellung positioniert. In allen Räumen, die durch die Lüfter versorgt werden, wird anschließend der Volumenstrom der mechanischen Frischluftzufuhr $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$

(bei Aufenthaltsräumen ggf. einschließlich des umgewälzten Volumenstroms) und/oder der Volumenstrom des mechanischen Luftabzugs ins Freie gemessen. $\dot{V}_{mech.extr,rmr}$ Für jeden Lüfter (Gruppe) wird dann die in situ aufgenommene elektrische Leistung, $P_{fans,nom,j}$, gemäß den vom Minister festgelegten Regeln gemessen.

Für jeden Raum r, in dem ein mechanischer Zuluftstrom durch einen oder mehrere Lüfter (oder Lüftergruppen) erzeugt wird, muss folgende Bedingung erfüllt werden:

Gl. 268 $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ (m³/h)

Für jeden Raum r, in dem ein mechanischer Abluftstrom durch einen oder mehrere Lüfter (oder Lüftergruppen) erzeugt wird, muss folgende Bedingung erfüllt werden:

Gl. 269 $\dot{V}_{mech.extr,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,extr,rm\ r}$ (m³/h)

mit:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	der erforderliche Frischluftstrom im Raum r in m³/h;
$\dot{V}_{req,extr,rmr}$	die erforderliche Abluftmenge ins Freie im Raum r in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl;
$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$	die Frischluftzufuhrrate im Raum r, wie in Schritt 1 § 11.2.3.1.2 gemessen, für Aufenthaltsräume einschließlich der Rezirkulationsrate (falls zutreffend), en m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl;
$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$	die Extraktionsrate nach außen aus dem Raum r, wie in Schritt 1 § 11.2.3.1.2 gemessen, in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl.

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt werden, muss Methode 2 oder Methode 1 angewandt werden (vereinfachte Berechnung).

Schritt 2: Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme wird $\beta_{\dot{V}}$ wie in § 11.2.3.1.3 beschrieben bestimmt.

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ muss kleiner oder gleich 1 sein. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, muss die Methode 2 oder Methode 1 (vereinfachte Berechnung) angewandt werden.

Schritt 3: Bestimmung der elektrischen Leistung am repräsentativen Betriebspunkt

Die elektrische Leistung eines jeden Lüfters (einer jeden Lüftergruppe) j im Lüftungsmodus am repräsentativen Betriebspunkt wird wie folgt bestimmt:

Gl. 270 $\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,nom,j}$ (W)

mit:

$f_{ctrl,j}$ ein Reduktionsfaktor, der die Art der Volumenstromregelung des Systems berücksichtigt, für Lüfter (Lüftergruppe) j, einschließlich der bedarfsgesteuerten Lüftung, bestimmt nach § 11.2.3.1.4, (-);

$P_{fans,nom,j}$ die elektrische Leistungsaufnahme des Lüfters (der Lüftergruppe) j gemessen in der Nennstellung, wie in Schritt 1 ermittelt, in W.

11.2.3.1.3 Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme zwischen dem repräsentativen Betriebspunkt und der Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme wird wie folgt bestimmt: $\beta_{\dot{V}}$

- Wenn die Option „Methode 2“ angewandt wird:
  - Bei einem System B:

Gl. 271 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{req,zone,z}}{\sum_r \dot{V}_{req,supply,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Bei einem System C:

Gl. 272 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{req,zone,z}}{\sum_r \dot{V}_{req,extr,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Bei einem System D:

Gl. 442 $$\beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

- Wenn die Option „Methode 3“ angewandt wird:
  - Bei einem System B:

Gl. 274 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{req,zone,z}}{\sum_r \dot{V}_{mech.supply,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Bei einem System C:

Gl. 275 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{req,zone,z}}{\sum_r \dot{V}_{mech.extr,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Bei einem System D:

Gl. 443 $\beta_{V} = 0,65$ (-)

mit:

$\dot{V}_{req,zone,z}$	der Höchstwert der in der Lüftungszone verlangen Volumenströme in m³/h, wie nachstehend bestimmt;
$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	der erforderliche Frischluftstrom im Raum r in m³/h;
$\dot{V}_{req,extr,rm,r}$	die erforderliche Abluftmenge ins Freie im Raum r in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl;
$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$	die Frischluftzufuhrrate im Raum r, wie in Schritt 1 § 11.2.3.1.2 gemessen, für Aufenthaltsräume einschließlich der Rezirkulationsrate (falls zutreffend), en m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl;
$\dot{V}_{mech,extr,rm,r}$	die Extraktionsrate nach außen aus dem Raum r, wie in Schritt 1 § 11.2.3.1.2 gemessen, in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl.

Für alle Räume r und alle Lüftungszonen z und/oder alle EEG-(EEW- oder EEN-)Einheiten, die mit dem Lüfter (der Lüftergruppe) versorgt werden, ist die Summe zu bilden.

Der Höchstwert der in der Lüftungszone z verlangten Volumenströme wird wie folgt bestimmt:

Gl. 277 $\dot{V}_{req,zone,z} = \max\left(\sum_{r} \dot{V}_{req,supply,rm,r}; \sum_{r} \dot{V}_{req,extr,rm,r}\right)$ (m³/h)

mit:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	der erforderliche Frischluftstrom im Raum r in m³/h;
$\dot{V}_{req,extr,rm,r}$	der erforderlichen Abluftmenge ins Freie im Raum r in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl;

Für alle Räume der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

11.2.3.1.4 Reduktionsfaktor für die Art der Volumenstromregelung (und Bedarfslüftung)

Der Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$, der die Art der Regelung des Systemvolumenstroms berücksichtigt, wird für den Lüfter (Gruppe) j, einschließlich der bedarfsgesteuerten Lüftung, auf der Grundlage der Regelstrategie des Lüftungssystems und der Art der Drehzahländerung des Lüfters gemäß Tabelle [33] bestimmt.

Wenn der Reduktionsfaktor, $f_{ctrl,j}$, für eine Lüftungsgruppe j bestimmt wird, die mehrere Lüfter enthält, kann es sein, dass die Regelstrategie der Lüftungsanlage und/oder die Art der Drehzahländerung des Lüfters für diese verschiedenen Lüfter unterschiedlich ist. In diesem Fall ist der Reduktionsfaktor, $f_{ctrl,j}$, der Lüftungsgruppe j der höchste Wert der verschiedenen Reduktionsfaktoren, $f_{ctrl,j}$, die für jeden Lüfter in dieser Lüftungsgruppe separat ermittelt wurden.

Tabelle [33]: Berechnungsformeln für $f_{ctrl,j}$ für verschiedene Konfigurationen

Regelstrategie des Lüftungssystems / Art der Drehzahländerung des Lüfters	Variable Drehzahlsteuerung und variabler Druck	Variable Drehzahlsteuerung und konstanter Druck	Drosselung und alle anderen Arten der Regelung
EC-Motor mit Kommutierungsregelung oder Asynchroner AC-Motor mit Frequenzregelung	$0.2+0.8\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
AC-Motor mit Spannungsregelung (über Transformator oder Halbleiter)	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
Alle anderen Arten der Motor- oder Lüfterregelung	1	1	1

mit:

Gl. 278 $f_{reduc} = f_{reduc,vent,heat,zonez}$ (-)

und dabei ist:

$\beta_{\dot{V}}$ das Verhältnis der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung, bestimmt gemäß 11.2.3.1.3(-);

f_{reduc} ein Reduktionsfaktor für die Lüftung in der Lüftungszone z für den monatlichen Stromverbrauch der Lüfter, (-);

$f_{reduc,vent,heat,zonez}$ ein Reduktionsfaktor für die Lüftung in der Lüftungszone z für die Heizungsberechnungen, bestimmt gemäß § 7.8.6, (-).

Zur Anwendung der Regelstrategie „Variable Drehzahlsteuerung und variabler Druck“ müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Wenn nur variable Drehzahl:
  - der Lüfter j darf nur eine einzige EEW-Einheit versorgen.
  - das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Lüfter j gehört, darf nur durch Veränderung der Drehzahl des Lüfters j geregelt werden, ohne dass es irgendwelche (manuellen oder automatischen) Drosselorgane für die Regelung dieses Netzes (lokal, zonenweise, zentral oder manuell) gibt;
  - Bei einer manuellen Steuerung muss der Lüfter j mit einem Steuerschalter bedient werden können, der in der betreffenden EEW-Einheit zugänglich ist und mindestens drei Einstellpositionen hat.
- Wenn Drehzahlsteuerung in Verbindung mit Drosselung:
  - der Lüfter j kann eine oder mehrere EEW-Einheiten versorgen;

- das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Lüfter j gehört, muss mit selbsttätigen Klappen für die raum- oder zonenweise oder die zentrale Steuerung des Netzes ausgestattet sein:
  - bei raumweiser Steuerung muss jeder Raum, der durch den Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
  - bei zonenweiser Steuerung muss jede Zone, die durch den Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
  - bei zentraler Steuerung (nur wenn der Lüfter j mehrere EEW-Einheiten versorgt) muss jede EEW-Einheit, die durch den Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
- Die Drehzahl des Lüfters j und das Öffnen der diversen selbsttätigen Klappen des Zu- oder Abluftnetzes, zu dem der Lüfter j gehört, müssen zusammen gesteuert werden, so dass permanent mindestens eine Klappe vollständig geöffnet ist.

Zur Anwendung der Regelstrategie „Variable Drehzahlsteuerung und konstanter Druck“ müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- der Lüfter j muss ein selbstregelnder Lüfter sein, der einen konstanten Druck erzeugt;
- das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Lüfter j gehört, muss mit Klappen für die raum- oder zonenweise, zentrale oder manuelle Steuerung des Netzes ausgestattet sein:
  - raum- oder zonenweise Steuerung:
    - der Lüfter j kann eine oder mehrere EEW-Einheiten versorgen;
    - bei raumweiser Steuerung muss jeder Raum, der durch den Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
    - bei zonenweiser Steuerung muss jede Zone, die durch den Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
  - zentrale oder manuelle Steuerung:
    - der Lüfter j muss mehrere EEW-Einheiten versorgen;
    - bei zentraler Regelung muss jede EEW-Einheit, die von Lüfter j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben;
    - Bei manueller Steuerung muss jede EEW-Einheit, die mit dem Lüfter j versorgt wird, eine manuell mit einem Steuerschalter einstellbare Klappe haben, der in der betreffenden EEW-Einheit zugänglich ist und mindestens drei Einstellpositionen hat.

11.2.3.2 Berechnungswert der elektrischen Leistung im Heizmodus - ausführliche Berechnung

Die elektrische Leistung eines jeden Lüfters (jeder Lüftergruppe) j im Heizmodus wird wie folgt bestimmt:

Gl. 279 $$\Phi_{fans,heat,j} = P_{fans,max,j} \quad \text{(W)}$$

mit:

$P_{fans,max,j}$ die maximale elektrische Leistung des Elektromotors oder der Kombination aus Elektromotor und Lüfter des Lüfters (Gruppe) j, in W.

Eine Definition der maximalen elektrischen Leistung findet sich in § 2.

Wenn ein Lüfter (Gruppe) auch die Beheizung mehrerer EEG (EEW oder EEN)-Einheiten übernimmt (z. B. ein zentrales System für mehrere Wohnungen), wird der Berechnungswert für die elektrische Leistung durch Multiplikation folgender Werte ermittelt:

- der oben ermittelte Gesamtberechnungswert;
- das Verhältnis vom maximalen Auslegungswert in der betreffenden EEW-Einheit zum maximalen Gesamtauslegungswert des Lüfters.

11.2.3.3 Bestimmung des konventionellen monatlichen Zeitanteils, in dem die Lüfter im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden

Der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem ein Lüfter j im Heizmodus betrieben wird, wird wie folgt berechnet:

- Wenn der Lüfter j nur für Heizung eingesetzt wird und nicht für technische Lüftung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,m,j} = 0$
  - $f_{heat,m,j}$ wie bestimmt mit Gl. 281
- wenn der Lüfter j nur zur Hygienelüftung und nicht zur Luftheizung dient, dann gilt für alle Monate Folgendes:
  - $f_{vent,m,j} = 1$
  - $f_{heat,m,j} = 0$
- wenn der Lüfter j sowohl für die Hygienelüftung als auch für die Luftheizung verwendet wird, dann gilt für jeden Monat m:

Gl. 280 $f_{vent,m,j} = 1 - f_{heat,m,j}$ (-)

Gl. 281 $$f_{heat,m,j} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,j} \cdot t_m\right)\right]$$ (-)

mit:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 9.2.1;
$P_{nom,j}$	die Nennleistung der Warmlufterzeugungseinheit[17], in kW;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit mit Warmluftheizung durch den Lüfter j ist die Summe zu bilden.

Wenn ein Lüfter j auch Räume außerhalb der betreffenden EEW-Einheit beheizt, wird der Zähler (d. h. der monatliche Bruttoenergiebedarf) mit dem Verhältnis zwischen dem gesamten mit dem Lüfter j

[17] Wenn 1 Lüfter mehrere Warmlufterzeuger versorgen soll, muss als $P_{nom,j}$ die Summe der Nennleistungen aller dieser Geräte genommen werden.

beheizten Volumen und der Summe der Volumen der Energiezonen i innerhalb der betreffenden EEW-Einheit, die mit dem Lüfter j beheizt werden, multipliziert.

11.3 Monatlicher Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft

Der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft ergibt sich wie folgt:

Gl. 124 $$W_{aux,precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m}$$ (kWh)

mit:

$W_{soil/water,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe in kWh gemäß § 11.3.1;

$W_{evap,m}$ der monatliche Stromverbrauch für die Kühlung durch Verdunstung in kWh gemäß § 11.3.2.

Bei anderen Techniken wird $W_{aux,precool,m}$ nach den Vorgaben des Ministers bestimmt.

11.3.1 Monatlicher Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe

Der monatliche Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe wird wie folgt bestimmt:

Gl. 125 $$W_{soil/water,m} = \left[\frac{0,278 . t_m . w_{soil/water,m}}{\left(\frac{\dot{V}_W}{3600} . f . \frac{L_{tube}}{D_{tube}} . 500 . \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2 + 150 . \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600} \right)} \right]$$

(kWh)

mit:

t_m die Länge des betrachteten Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

$w_{soil/water,m}$ ein Monatsfaktor, der die Betriebszeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe berücksichtigt, bestimmt nach § B.3, (-);

$\dot{V}_W$ die Wassermenge, die durch die Sole-Wasser-Wärmepumpe fließt, in m³/h;

f ein Reibungskoeffizient:

Gl. 126 Wenn Re < 2300: $$f = \frac{64}{Re}$$

In allen anderen Fällen gilt: $$f = \left(1,58 . \ln(Re) - 3,28\right)^{-2}$$ (-)

mit:

Re die Reynolds-Zahl, bestimmt nach § B.3, (-);

D_{tube} der Innendurchmesser des Rohrs im Boden, in m;

L_{tube} die Länge des Rohrs im Boden, in m;

n_{tube} die Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen;

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in m³/h, bestimmt gemäß Punkt 7.8.5.

Es muss für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Wärmepumpe angeschlossen sind, die Summe gebildet werden.

11.3.2 Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

Der monatliche Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung berechnet sich wie folgt:

Gl. 127 $$W_{evap,m} = 0{,}278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{evap,m} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

t_m die Länge des betrachteten Monats in Ms, siehe Tabelle [1];

$w_{evap,m}$ ein monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung, bestimmt gemäß § B.3.3, (-).

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ der Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in m³/h, bestimmt gemäß § 7.8.5.

Es muss für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Verdunstungskühlanlage angeschlossen sind, die Summe gebildet werden.

11.4 Monatlicher Stromverbrauch der passiven Kühlsysteme

Der monatliche Stromverbrauch für die passiven Kühlsysteme ergibt sich wie folgt:

Gl. 449 $$W_{aux,cool,geo+ngeo,m} = \sum_i \frac{1}{3{,}6} \cdot \left(\frac{1}{12} + f_{aux,dc,sec\,i}\right) \cdot (f_{cool,geo,sec\,i,m} + f_{cool,ngeo,sec\,i,m}) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

$Q_{cool,net,princ,sec\,i,m}$ der Nettobedarf an Grundenergie zur Kühlung der Energiezone i, in MJ, wie bestimmt nach § 8.5;

$f_{cool,geo,sec\,i,m}$ das Verhältnis der der Energiezone i direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem durch ein Geo-Cooling-Kühlsystem gelieferten Kühlenergie zum grundlegenden Nettobedarf an Kühlenergie der Energiezone i auf Monatsbasis, bestimmt nach § 8.6.1, (-);

$f_{cool,ngeo,sec\,i,m}$ das Verhältnis der Kühlenergie, die der Energiezone i direkt oder über ein externes Kälteversorgungssystem von einem passiven Kühlsystem, bei dem es sich nicht um ein Geo-Cooling-Kühlsystem handelt, bereitgestellt wird, zum monatlichen Nettobedarf an grundlegender Kühlenergie der Energiezone i, bestimmt nach § 8.6.2, (-);

12	der EER des Geo-Cooling-Kühlsystems, konventionell auf 12 festgelegt;
$f_{aux,dc,sec\ i}$	der Faktor für den Hilfsenergieverbrauch eines externen Kälteversorgungssystems, wie unten bestimmt (-).

Es muss für sämtliche Energiezonen der EEW-Einheit, die von einem Geo-Cooling-Kühlsystem versorgt werden, die Summe gebildet werden.

Der Faktor $f_{aux,dc,sec\ i}$ wird wie folgt bestimmt:

- wenn ein passives Kühlsystem über ein externes Kälteversorgungssystem Kühlenergie an die Energiezone i liefert, wird $f_{aux,dc,sec\ i}$ 0,04 gleichgesetzt;
- in allen anderen Fällen wird $f_{aux,dc,sec\ i}$ als 0 angenommen.

12 Monatliche Stromerzeugung mit lokalen PV-Anlagen und lokalen KWK-Anlagen

12.1 Photovoltaische Solarenergiesysteme

12.1.1 Prinzip

Die monatliche Stromerzeugung mit einer lokalen PV-Anlage wird bestimmt durch Multiplikation der monatlichen Sonneneinstrahlung mit dem Umwandlungswirkungsgrad. Abgesehen von der Bestimmung der Produktion ist die Berechnungsmethode mit der für Solarthermiesysteme vergleichbar. Die Auswirkung der Verschattung ist jedoch größer. Sobald verschiedene Bereiche der PV-Anlage verschiedene Ausrichtungen, Einfallwinkel oder eine unterschiedliche Verschattung haben, müssen sie als einzelne Anlage berechnet werden.

Es werden nur die PV-Anlagen berücksichtigt, die auf dem gleichen Grundstück wie das Gebäude installiert sind, in dem sich die jeweilige EEW-Einheit befindet. Die Module müssen also faktisch auf dem Dach oder an der Fassade des Hauptgebäudes oder eines Nebengebäudes oder direkt auf dem Boden aufgestellt sein (z. B. bewegliche Solarmodule).

Wenn die photovoltaische Solarstromanlage mehreren EEG-Einheiten (Wohn- und/oder Nicht-Wohneinheiten) und/oder Gebäudeteilen gemeinsam ist, die keine separate EEG-Einheit (beheizt oder unbeheizt) bilden, wird die Produktion auf die verschiedenen Volumina im Verhältnis ihres V_{EPR}- oder V_{EPNR}-Volumens zum Gesamtvolumen der Gebäudeteile aufgeteilt, die sich die Produktion der gemeinsamen photovoltaischen Solarstromanlage teilen.

12.1.2 Berechnungsregel

Die monatliche Stromerzeugung in kWh für eine photovoltaische Solarstromanlage i berechnet sich wie folgt:

Gl. 128 $$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

$P_{pv,i}$	die Spitzenleistung des Photovoltaiksystems i in W bei einer Sonneneinstrahlung von 1000 W/m², bestimmt nach der Norm NBN EN 60904-1 oder nach Normen wie IEC 61215 oder IEC 61646, die ausdrücklich auf die Normenreihe IEC 60904 verweisen;
$RF_{pv,i}$	der Reduktionsfaktor des photovoltaischen Solarenergiesystems, berechnet nach § 12.1.4, (-);
$c_{pv,i}$	der Korrekturfaktor für die Verschattung, berechnet nach § 12.1.3;
$I_{s,m,i,shad}$	die Sonneneinstrahlung auf die Oberfläche des photovoltaischen Solarenergiesystems i im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ/m², bestimmt nach Anlage C dieser Anlage.

12.1.3 Korrekturfaktor für die Verschattung

Der Korrekturfaktor für die Verschattung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 129 $$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right)$$ (-)

mit:

$I_{s,m,i,shad}$ Sonneneinstrahlung in MJ/m² auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse, bestimmt gemäß Anlage C der vorliegenden Anlage;

$I_{s,m,i,horshad}$ die Sonneneinstrahlung in MJ/m² auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung des Horizonts, bestimmt gemäß Anlage C der vorliegenden Anlage. Andere Hindernisse (Überstände und ähnliche Abschirmungen) werden bei dieser Berechnung also nicht berücksichtigt.

Anders als bei lichtdurchlässigen Wänden und Solarthermieanlagen darf die Berechnung also nicht mit den Standardwerten F_S, die in Anlage C der vorliegenden Anlage angegeben werden, ausgeführt werden. Für PV-Anlagen muss immer eine detaillierte Erfassung der Verschattung vorgenommen werden.

(Falls es außer dem Horizont keine anderen schattenwerfenden Hindernisse gibt, ist $I_{s,m,i,horshad}$ gleich $I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,m,i}$ gleich 1 und es besteht somit keine Verringerung der Produktion.)

12.1.4 Reduktionsfaktor des photovoltaischen Solarenergiesystems

Der Reduktionsfaktor des photovoltaischen Solarenergiesystems wird wie folgt bestimmt:

Gl. 427 $$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i}$$ (-)

mit:

$G_{tech,pv,i}$ der Leistungsgewinn durch die Wahl einer Dünnschicht-Photovoltaiktechnologie, (-), angegeben in Tabelle [40;

$G_{TL,pv,i}$ der Leistungsgewinn durch den Verzicht auf einen Transformator mit galvanischer Trennung im Wechselrichter, (-), angegeben in Tabelle [40;

$G_{inst,pv,I}$ der Leistungsgewinn durch eine Montageart, die nicht in die Gebäudewand integriert ist, (-), angegeben in Tabelle [40.

Tabelle [40]: Bei der Berechnung des Reduktionsfaktors für das Photovoltaiksystem $RF_{pv,i}$ berücksichtigte Parameterwerte

Parameter	Kenndaten	Wert (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Mono- oder polykristalline Technologien	0,00
	Dünnschichttechnologien	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Wechselrichter mit Transformator mit galvanischer Trennung	0,00
	Wechselrichter ohne Transformator mit galvanischer Trennung (**)	0,01

$G_{inst,pv,I}$	In die Gebäudewand integriertes Photovoltaik-Solarpaneel	0,00
	Nicht in die Gebäudewand integriertes Photovoltaik-Solarpaneel	0,01
(*) Die verwendete Technologie ist im technischen Datenblatt der Module angegeben. (**) Transformatorlos (ohne Transformator) „TL" ist in der Regel im technischen Datenblatt des Wechselrichters angegeben (Abschnitt „Topologie").		

12.2 Kraft-Wärme-Kopplung

12.2.1 Prinzip

Mit einer KWK-Anlage werden Wärme und Strom zugleich erzeugt. Der Endenergieverbrauch (also der Brennstoffverbrauch) einer KWK-Anlage wird in § 10.2.2 und § 10.3.2 berechnet. In diesem Abschnitt wird die Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung bestimmt. Der so erzeugte Strom wird in § 13.8 in eingesparte Primärenergie umgerechnet.

12.2.2 Stromerzeugung

Die mit einer betriebseigenen KWK-Anlage i erzeugte Strommenge wird wie folgt bestimmt:

Gl. 130 $$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

mit:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage wie in Anlage A.2 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt;

$Q_{cogen,final,i,m}$ der monatliche Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i gemäß der nachstehenden Bestimmung, in MJ.

Der monatliche Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i wird entsprechend der Menge an Nutzwärme, die diese KWK-Anlage liefern kann, bestimmt:

Gl. 131 $$\begin{aligned} Q_{cogen,final,i,m} = & \sum_i f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} / \eta_{gen,heat,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,bathi,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bathi,m}) \cdot Q_{water,bathi,gross,m} / \eta_{gen,water,bathi,m,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,sinki,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sinki,m}) \cdot Q_{water,sinki,gross,m} / \eta_{gen,water,sinki,m,cogen} \end{aligned} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$f_{heat,m,pref}$ der Anteil der KWK an der Wärmeversorgung einer Energiezone i, bestimmt nach § 10.2.2;

$f_{as,m}$	der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch das Solarthermiesystem gedeckt wird, bestimmt nach § 10.4, mit den Indizes ‚heat, sec i' für den Wärmebedarf der Energiezone i und ‚water,bath i' und ‚water,sink i' für die Warmwasserbereitung, entweder für die Dusche/Badewanne i oder die Küchenspüle i;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 9.2.1;
$\eta_{gen,heat,cogen}$	der monatliche Produktionswirkungsgrad der KWK-Anlage, bestimmt nach § 10.2.3, (-);
$f_{water,bath\ i,m,pref}$	der Anteil der KWK an der Lieferung von Wärme für die Warmwasserbereitung für Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,cogen}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad der KWK-Anlage für die Warmwasserbereitung für Badewanne oder Dusche i, bestimmt nach § 10.3.3, (-);
$f_{water,sink\ i,m,pref}$	der Anteil der KWK an der Lieferung von Wärme für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,cogen}$	der monatliche Produktionswirkungsgrad der KWK-Anlage zur Warmwasserbereitung für die Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.3, (-).

Es muss für alle Energiezonen i der EEW-Einheit, die mit der KWK-Anlage i geheizt werden, und für alle Duschen, Badewannen und Küchenspülen i der EEW-Einheit, für die die KWK-Anlage i Wärme für die Warmwasserbereitung liefert, die Summe gebildet werden.

13 Charakteristischer Primärenergieverbrauch

13.1 Vorbemerkung

Bei der Umrechnung des Endenergieverbrauchs in den Primärenergieverbrauch werden die Umrechnungsfaktoren für Primärenergie in die Energiebilanz aufgenommen. Im Anschluss werden alle Einzelergebnisse zum charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie addiert. Für lokal erzeugten Strom mit PV-Anlagen oder KWK-Anlagen wird bei der Berechnung ein Bonus für die entsprechende Brennstoffeinsparung in den Kraftwerken angerechnet.

13.2 Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie

Der charakteristische Jahresverbrauch an Primärenergie einer EEW-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 132

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} \\ + E_{p,cool,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$E_{p,heat,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für die Beheizung der Räume in MJ, bestimmt nach § 13.3;

$E_{p,water,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt nach § 13.4;

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte in MJ, bestimmt nach § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ der monatliche Verbrauch an äquivalenter Primärenergie für die Kühlung in MJ, bestimmt nach § 13.6;

$E_{p,pv,m}$ die monatliche Einsparung an Primärenergie durch die Stromerzeugung aus photovoltaischen Solarenergiesystemen in MJ, bestimmt nach § 13.7;

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage in MJ, bestimmt nach § 13.8.

13.3 Primärenergieverbrauch für die Beheizung der Räume

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für Heizung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 386

$$E_{p,heat,m} = \sum_{i} \begin{pmatrix} f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$f_{p,pref}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren in Primärenergie, wie in Anlage F dieser Anlage angegeben, (-);

$f_{p,npref\ k}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k in Primärenergie, wie in Anlage F dieser Anlage festgelegt, (-);

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in einer Energiezone i, ausgenommen die Energie für Hilfsgeräte, bestimmt nach § 10.2.2;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren k für die Beheizung von Räumen in einer Energiezone i, ausgenommen die Energie für Hilfsgeräte, bestimmt nach § 10.2.2.

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren k und alle Energiezonen i der EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

13.4 Der Verbrauch von Primärenergie für die Warmwasserbereitung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für Warmwasserbereitung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 387

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} \right) \right) + \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} \right) \right) \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$f_{p,pref}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des betreffenden Wärmegenerators in Primärenergie gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);

$f_{p,npref\ k}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k in Primärenergie, wie in Anlage F dieser Anlage festgelegt, (-);

$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch des bevorzugten Wärmegenerators für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;

$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;

$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;

$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren k für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren k sowie alle Duschen und Badewannen i der EEW-Einheit sowie für alle Küchenspülen i der EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

13.5 Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten

Der Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte, $E_{p,aux,m}$, wird wie folgt berechnet:

Gl. 450 $$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \begin{pmatrix} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} \\ + W_{aux,as,m} + W_{aux,precool,m} + W_{aux,cool,geo+ngeo,m} \end{pmatrix}$$ (MJ)

mit:

f_p	der konventionelle Umrechnungsfaktor der betreffenden Energiequelle in Primärenergie gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage, (-);
$W_{aux,fans,m}$	der monatliche Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie für die Lüfter in der EEW-Einheit in kWh, bestimmt nach § 11.2;
$W_{aux,dis,m}$	der monatliche Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie für die Verteilung in der EEW-Einheit in kWh, bestimmt nach § 11.1.1;
$W_{aux,gen,m}$	der monatliche Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie für die Produktion in der EEW-Einheit in kWh, bestimmt nach § 11.1.2;
$W_{aux,as,m}$	der monatliche Verbrauch von Hilfsstrom eines Solarthermiesystems, das die EEW-Einheit versorgt, bestimmt nach § 11.1.3, in kWh;
$W_{aux,precool,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft, bestimmt nach § 11.3, in kWh;
$W_{aux,cool,geo+ngeo,m}$	der monatliche Stromverbrauch für Kühlsysteme durch passive Kühlsysteme, bestimmt nach § 11.4, in kWh.

13.6 Äquivalenter Primärenergieverbrauch für Kühlung

Der äquivalente monatliche Energieverbrauch für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 136 $$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m} \right)$$ (MJ)

mit:

$Q_{cool,final,sec\ i,m}$	der äquivalente monatliche Energieverbrauch für die Kühlung, bestimmt nach § 10.5, in kWh;
f_p	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für Elektrizität, der in Anlage F dieser Anlage festgelegt ist, (-).

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

13.7 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einem photovoltaischen Solarenergiesystem

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit photovoltaischen Solarenergiesystemen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 137 $$E_{p,pv,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i} \right)$$ (MJ)

mit:

f_p der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für Elektrizität, der in Anlage F dieser Anlage festgelegt ist, (-).

$W_{PV,m,i}$ die monatliche Stromerzeugung des photovoltaischen Solarenergiesystems i, bestimmt nach § 12.1.2, in kWh.

Es muss eine Summe über alle photovoltaischen Solarenergiesysteme i gebildet werden, unter Berücksichtigung der Verteilungsregeln, wie in § 12.1.1 definiert.

13.8 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer oder mehreren betriebseigenen KWK-Anlagen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 138 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}\right) \quad \text{(MJ)}$$

mit:

f_p der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für durch KWK selbst erzeugten Strom, wie in Anlage F dieser Anlage definiert, (-);

$W_{cogen,i,m}$ die monatliche Strommenge, die in der betriebseigenen KWK-Anlage i erzeugt wurde, bestimmt nach § 12.2.2, in kWh.

Es muss für alle betriebseigenen KWK-Anlagen i einer EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

14 CO_2-Emissionen

14.1 Vorbemerkung

Der Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus der Menge der verbrauchten Brennstoffe und der Menge des verbrauchten Stroms. Diese Elemente gehen mit bestimmten CO_2-Emissionen einher. Der Strom, der mit PV-Anlagen und/oder KWK-Anlagen erzeugt wird, ermöglicht die Vermeidung von CO_2-Emissionen bei der herkömmlichen Stromerzeugung und wird abgezogen. Diese CO_2-Emissionen können für einen Teilverbrauch bestimmt und im Anschluss zur charakteristischen jährlichen CO_2-Emission addiert werden.

Die CO_2-Emissionsfaktoren (fCO_2) der verschiedenen Energieträger finden sich in Anlage F der vorliegenden Anlage.

14.2 Charakteristische jährliche CO_2-Emissionen

Die charakteristische jährliche CO_2-Emission durch den Energieverbrauch einer EEW-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 241 $$CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} \\ + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(kg)}$$

$CO_{2,heat,m}$	die monatliche CO_2-Emissionen durch die Beheizung der Räume, bestimmt nach § 14.3 in kg;
$CO_{2,water,m}$	die monatlichen CO_2-Emissionen aus der Warmwasserbereitung, bestimmt nach § 14.4, in kg;
$CO_{2,aux,m}$	die monatlichen CO_2-Emissionen aus Hilfsgeräten, bestimmt nach § 14.5, in kg;
$CO_{2,cool,m}$	die monatlichen äquivalenten CO_2-Emissionen aus der Kühlung, bestimmt nach § 14.6, in kg;
$CO_{2,PV,m}$	die monatlichen vermiedenen CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung der betriebseigenen PV-Solaranlagen, bestimmt nach § 14.7, in kg;
$CO_{2,cogen,m}$	die monatlichen vermiedenen CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung der betriebseigenen KWK-Anlagen, bestimmt nach § 14.8, in kg.

14.3 Monatliche CO_2-Emissionen aus der Raumheizung

Die monatlichen CO_2-Emissionen der EEW-Einheit aus der Raumheizung werden wie folgt bestimmt:

Gl. 389 $$CO_{2,heat,m} = \sum_{i} \begin{pmatrix} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{heat,fin,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{heatf,inal,sec\ i,m,npref\ k} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(kg)}$$

mit:

$f_{CO2,pref}$	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren, bezogen auf den unteren Heizwert, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren entspricht, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, (-);
$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, mit Ausnahme der Energie für Hilfsgeräte, bestimmt nach § 10.2.2 (MJ);
$f_{CO2,npref\ k}$	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren k, bezogen auf den unteren Heizwert, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, in (kg/MJ);Anlage F
$f_{NCV/GCV,npref\ k}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren k entspricht, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, (-);
$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren k für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, ausgenommen Hilfsgeräte, bestimmt nach § 10.2.2 (MJ).

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren k und alle Energiezonen i der EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

14.4 Monatliche CO_2-Emissionen durch Warmwasserbereitung

Die monatlichen CO_2-Emissionen der EEW-Anlage durch Warmwasserbereitung wird wie folgt ermittelt:

Gl. 390

$$CO_{2,water,m} = \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) + \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

mit:

$f_{CO2,pref}$	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren, bezogen auf den unteren Heizwert, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren entspricht, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des bevorzugten Wärmegenerators für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;

$f_{CO2,npref\ k}$	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren k, bezogen auf den unteren Heizwert, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren k entspricht, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren k für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.2, in MJ.

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren k sowie alle Duschen und Badewannen i der EEW-Einheit sowie für alle Küchenspülen i der EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

14.5 Monatliche CO_2-Emissionen aus dem Verbrauch von Hilfsenergie

Die monatlichen CO_2-Emissionen der EEW-Einheit aus dem Verbrauch der Hilfsgeräte werden wie folgt bestimmt:

Gl. 320
$$CO_{2,aux,m} = f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{c} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} \\ + W_{aux,gen,m} + W_{aux,precool,m} \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

mit:

f_{CO2}	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmegenerators im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage;
$f_{NCV/GCV}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F dieser Anlage entspricht, (-);
$W_{aux,fans,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Lüfter in der EEW-Einheit, bestimmt nach § 11.2, in kWh;
$W_{aux,dis,m}$	der monatliche Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie für die Verteilung in der EEW-Einheit in kWh, bestimmt nach § 11.1.1;
$W_{aux,gen,m}$	der monatliche Verbrauch an elektrischer Hilfsenergie für die Produktion in der EEW-Einheit in kWh, bestimmt nach § 11.1.2;
$W_{aux,precool,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft, bestimmt nach § 11.3, in kWh.

14.6 Monatliche CO_2-Emissionen aus der Kühlung

Die monatlichen äquivalenten CO_2-Emissionen der EEW-Einheit aus der Kühlung werden wie folgt bestimmt:

Gl. 245 $$CO_{2,cool,m} = \sum_i (s_{cool,i} \cdot f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final\,sec\,i,m}) \quad \text{(kg)}$$

mit:

$s_{cool,i}$ ein Multiplikationsfaktor, der nach Energiesektor i bestimmt wird und dessen Wert wie folgt ist:

1, wenn eine aktive Kühlung tatsächlich existiert;

0, wenn keine aktive Kühlung existiert;

f_{CO2} der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmegenerators im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage;

$f_{NCV/GCV}$ ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F dieser Anlage entspricht, (-);

$Q_{cool,final,sec\,i,m}$ der äquivalente monatliche Energieverbrauch für die Kühlung, bestimmt nach § 10.5, in kWh.

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

14.7 Monatliche vermiedene CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung eines betriebseigenen photovoltaischen Solarenergiesystems

Die monatlichen vermiedenen CO_2-Emissionen der EEW-Einheit aus der Stromerzeugung der betriebseigenen PV-Solaranlagen werden wie folgt bestimmt:

Gl. 246 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{PV,m,i}\right) \quad \text{(kg)}$$

mit:

f_{CO2} der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmegenerators im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Anlage F der vorliegenden Anlage;

$f_{NCV/GCV}$ ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F dieser Anlage entspricht, (-);

$W_{PV,m,i}$ die monatliche Stromerzeugung des photovoltaischen Solarenergiesystems i, bestimmt nach § 12.1.2, in kWh.

Es muss die Summe aller betriebseigenen photovoltaischen Solarenergiesysteme i in der EEW-Einheit unter Berücksichtigung der Versorgungsregeln gebildet werden, wie in § 12.1.1 definiert.

14.8 Monatliche vermiedene CO_2-Emissionen aus der Stromerzeugung der betriebseigenen KWK-Anlagen

Die monatlichen vermiedenen CO_2-Emissionen der EEW-Einheit aus der Stromerzeugung der betriebseigenen KWK-Anlagen werden wie folgt bestimmt:

Gl. 247 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}\right) \quad \text{(kg)}$$

mit:

f_{CO2}	der CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des betreffenden Generators, bezogen auf den unteren Heizwert, wie in Anlage F dieser Anlage aufgeführt, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV}$	ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis des unteren Heizwerts zum oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Anlage F dieser Anlage entspricht, (-);
$W_{cogen,i,m}$	die monatliche Strommenge, die in der betriebseigenen KWK-Anlage i erzeugt wurde, bestimmt nach § 12.2.2, in kWh.

Es muss für alle betriebseigenen KWK-Anlagen i einer EEW-Einheit die Summe gebildet werden.

15 Jährlicher Prozentsatz an erneuerbarer Energie

15.1 Einführung

Die Methode zur Berechnung des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie in einer EEW-Einheit wird im Folgenden erläutert.

Die folgenden Energietechnologien werden bei der Berechnung dieses jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit berücksichtigt:

- elektrische Wärmepumpen;
- elektrische Energie, die vor Ort entweder durch photovoltaische Solarenergieanlagen oder durch mit fester Biomasse betriebene Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt wird;
- elektrische Energie, die innerhalb einer Gemeinschaft für erneuerbare Energien erzeugt wird;
- Wärmeenergie aus Biomasse (unabhängig davon, ob es sich um einen Biomassekessel, einen Biomasseofen oder eine mit fester Biomasse befeuerte KWK-Anlage handelt);
- thermische Solarenergie;
- effiziente Lieferung externer Wärme

Gasbetriebene Wärmepumpen sind von der Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEW-Einheit ausgeschlossen.

Der vor Ort erzeugte Strom aus einer KWK-Anlage, die nicht mit fester Biomasse betrieben wird, wird bei der Berechnung des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie in einer EEW-Einheit nicht berücksichtigt.

Der Minister kann andere erneuerbare Energietechnologien sowie die Berechnungsmodalitäten für ihre Berücksichtigung bei der Berechnung des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie einer EEW-Einheit festlegen.

Für ein Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr beinhaltet die Berechnung des jährlichen Prozentsatzes erneuerbarer Energie des Gebäudes auch eine Bewertung der nicht verbrauchten Energie in Bezug auf die Grenze des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs des Gebäudes, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung erlaubt ist.

15.2 Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEW-Einheit

Der jährliche Prozentsatz an erneuerbarer Energie einer EEW-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 451 $$\%_{WW} = 100 \cdot \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \cdot \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}}$$ (-)

mit:

$Q_{RE,tech}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Energie der EEW-Einheit, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, in MJ, nachstehend bestimmt nach **Gl.452**;

Q_{tot} die jährliche Energiemenge in MJ, die innerhalb der EEW-Einheit eingesetzt wurde, nachstehend bestimmt nach **Gl. 453**;

$Q_{RE,sav}$ die jährliche Energiemenge, die von der EEW-Einheit nicht verbraucht wird, bezogen auf den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch, der nach dem Wert der zu erfüllenden Anforderung zulässig ist, in MJ, nachstehend bestimmt nach **Gl. 454**. Diese Menge an nicht verbrauchter Energie kann nur für EEW-Einheiten verwertet werden, die Teil eines Gebäudes mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr sind;

Q_{lim} der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung in MJ zugelassen wird, nachstehend bestimmt nach **Gl. 455**.

Das Ergebnis muss auf die nächste Einheit abgerundet werden.

Die jährliche Menge an erneuerbarer Energie der EEW-Einheit, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 452 $$Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$$ (MJ)

mit:

$Q_{RE\ th,HP}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEW-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird, bestimmt nach § 15.4;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ die jährliche Menge an erneuerbarer elektrischer Energie der EEW-Einheit, die am Standort entweder durch photovoltaische Solarenergiesysteme oder durch mit fester Biomasse betriebene KWK-Anlagen erzeugt wird, in MJ, bestimmt nach § 15.5;

$Q_{RE\ el,REC}$ der Anteil an der jährlichen Menge an erneuerbarer elektrischer Energie, die innerhalb einer Gemeinschaft für erneuerbare Energie erzeugt wird, an der die EEW-Einheit beteiligt ist, in MJ, bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln;

$Q_{RE\ th,bio}$ die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die innerhalb der EEW-Einheit durch Biomassegeneratoren genutzt wird, in MJ, bestimmt nach § 15.6;

$Q_{RE\ th,as}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die in der EEW-Einheit durch Solarthermiesysteme genutzt wird, in MJ, bestimmt nach § 15.7;

$Q_{RE\ th,dh}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEW-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird, in MJ, bestimmt nach § 15.8.

Die jährliche Energiemenge, die innerhalb einer EEW-Einheit verwendet wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 453 $$Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right) + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as}\right)$$ (MJ)

mit:

$E_{p,heat,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für die Raumheizung in MJ, bestimmt nach § 13.3;

$E_{p,water,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit die für Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.4;

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte der EEW-Einheit in MJ, ermittelt nach dem § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ der monatliche Verbrauch an äquivalenter Primärenergie der EEW-Einheit für die Kühlung in MJ, bestimmt nach § 13.6;

$Q_{RE\ th,HP}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEW-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird, bestimmt nach § 15.4;

$Q_{RE\ th,as}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die in der EEW-Einheit durch Solarthermiesysteme genutzt wird, in MJ, bestimmt nach § 15.7.

Die jährliche Energiemenge, die von der EEW-Einheit nicht verbraucht wird, ist in Bezug auf den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch, der nach dem Wert der einzuhaltenden Anforderung zulässig ist, wie folgt zu bestimmen:

Gl. 454 $$Q_{RE,sav} = \max\left[0\,;\, Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right)\right] \quad \text{(MJ)}$$

mit:

Q_{lim} der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung in MJ zugelassen wird, nachstehend bestimmt nach **Gl. 455**.

$E_{p,heat,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für die Raumheizung in MJ, bestimmt nach § 13.3;

$E_{p,water,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit die für Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.4;

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte der EEW-Einheit in MJ, ermittelt nach dem § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ der monatliche Verbrauch an äquivalenter Primärenergie der EEW-Einheit für die Kühlung in MJ, bestimmt nach § 13.6.

Diese Menge an nicht verbrauchter Energie kann nur für EEW-Einheiten verwertet werden, die Teil eines Gebäudes mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr sind.

Der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung zugelassen wird, ist wie folgt zu bestimmen:

Gl. 455 $$Q_{lim} = 3{,}6\,.\,A_{ch}\,.\,E_{spec,req} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

A_{ch} die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEW-Einheit in m²;

$E_{spec,req}$ der Wert der Anforderung an den spezifischen jährlichen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in kWh/m² pro Jahr gemäß Artikel 10/2 § 1er 3° des Erlasses.

15.3 Bewertungen auf Gebäudeebene

15.1

15.2

15.3

15.3.1 Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie des Gebäudes

Im Falle von mehreren EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird der jährliche Prozentsatz an erneuerbarer Energie, der für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 456 $$\%_{RE,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}}$$ (-)

mit:

$Q_{RE,tech,i}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Energie der EEG-Einheit i in MJ, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, ist wie folgt zu bestimmen:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß **Gl. 452** weiter unten;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 11.2 der Anlage A.3;

$Q_{tot,i}$ die ermittelte jährliche Energiemenge in MJ, die innerhalb der EEG-Einheit i eingesetzt wird:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß **Gl. 453** weiter unten;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 11.2 der Anlage A.3;

$Q_{RE,sav,i}$ die jährliche Energiemenge in MJ, die von der EEG-Einheit i nicht verbraucht wird, bezogen auf den Grenzwert des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs, der nach dem Wert der einzuhaltenden Anforderung zulässig ist, ist wie folgt zu bestimmen:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß **Gl. 454** weiter unten;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 11.2 der Anlage A.3;

$Q_{lim,i}$ der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung zugelassen wird, ist wie folgt zu bestimmen:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß **Gl. 455** weiter unten;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 11.2 der Anlage A.3.

Es muss die Summe über alle EEW-Einheiten und alle EEN-Einheiten des geschützten Volumens gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächste Einheit abgerundet werden.

15.3.2 Berechnung des Primärenergieverbrauchsniveaus und des jährlichen spezifischen Primärenergieverbrauchs auf Gebäudeebene, falls aus technischen Gründen eine Ausnahme gemacht wird

Im Falle mehrerer EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird das im Falle einer Ausnahme aus technischen Gründen zu berechnende

Niveau des Primärenergieverbrauchs, das für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 457 $$E_{W,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,i}}}{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}}$$ (-)

mit:

$E_{\text{char ann prim en cons,i}}$ der ermittelte jährliche charakteristische Primärenergieverbrauch der EEG-Einheit i in MJ:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 13.2;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 10.2 der Anlage A.3;

$E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}$ der Referenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEG-Einheit i in MJ, bestimmt:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß Gl. 6;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß Anlage C der Anlage A.3.

Es muss die Summe über alle EEW- und EEN-Einheiten des geschützten Volumens, für das die technische Ausnahme gilt, gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Zahl aufgerundet werden.

Im Falle mehrerer EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird das im Falle einer Ausnahme aus technischen Gründen zu berechnende Niveau des Primärenergieverbrauchs, das für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 458 $$E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} . E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (-)

mit:

$E_{W,req,i}$ der Wert der Anforderung, die für das Niveau des Primärenergieverbrauchs der EEG-Einheit i erfüllt werden muss, ist wie folgt:
- im Falle einer EEW-Einheit: der in Art. 14/1 § 2 1° des Erlasses festgelegte Wert;
- im Falle einer EEN-Einheit: der in Art. 14/1 § 3° des Erlasses festgelegte Wert;

$A_{ch,i}$ die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEG-Einheit in m².

Es muss die Summe über alle EEW- und EEN-Einheiten des geschützten Volumens, für das die technische Ausnahme gilt, gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Zahl aufgerundet werden.

Im Falle von mehreren EEW-Einheiten, die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird der jährliche spezifische Primärenergieverbrauch, der im Falle einer Ausnahme aus technischen Gründen zu berechnen ist, für das gesamte geschützte Volumen wie folgt bestimmt:

Gl. 459 $$E_{spec,VP} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,i}}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (kWh/m²)

mit:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$	der jährliche charakteristische Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit i in MJ, bestimmt nach § 13.2;
$A_{ch,i}$	die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEW-Einheit in m^2.

Es muss die Summe über alle EEW-Einheiten des geschützten Volumens, für das die technische Ausnahme gilt, gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Zahl aufgerundet werden.

15.4 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEW-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die durch elektrische Wärmepumpen innerhalb der EEW-Einheit genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 460

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} \sum_{i} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot \left(1-f_{as,heat,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \right) \\ + \sum_{i}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \cdot \left(1-f_{as,heat,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \right) \\ + \sum_{j} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \cdot \left(1-f_{as,water,bath\ j,m}\right) \cdot Q_{water,\ bath\ j,\ gross,m} \right) \\ + \sum_{j}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ bath\ j,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ n}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ l} \cdot \left(1-f_{as,water,bath\ j,m}\right) \cdot Q_{water,\ bath\ j,\ gross,m} \right) \\ + \sum_{k} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \cdot \left(1-f_{as,water,sink\ k,m}\right) \cdot Q_{water,\ sink\ k,\ gross,m} \right) \\ + \sum_{k}\sum_{l} \max\left[0\,;\left(1-\frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ l} \cdot \left(1-f_{as,water,sink\ k,m}\right) \cdot Q_{water,\ sink\ k,\ gross,m} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

mit:

$f_{p,env}$ der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für erneuerbare Energie aus der Umwelt, (-) , wie in Anlage F dieser Anlage festgelegt;

$\eta_{gen,heat,pref}$ der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, (-), ermittelt nach § 10.2.3;

$w_{HP,heat,sec\ i,[...]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine elektrische Wärmepumpe die Räume in der Energiezone i der EEW-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (gemäß dem Index „pref“ oder „npref n“) beheizt:

- wenn ja: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{heat,m,pref}$ der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem oder den bevorzugten Wärmegeneratoren geliefert wird, (-), bestimmt nach § 10.2.2;

$f_{as,[\ldots],m}$ der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch das Solarthermiesystem gedeckt wird, mit dem Index „heat,sec i“ für die Raumheizung in der Energiezone i und den Indizes „water,bath j“ und „water,sink k“ für die Warmwasserbereitung, jeweils für die Dusche/Badewanne j und die Küchenspüle k, (-), bestimmt nach § 10.4;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 9.2.1;

$\eta_{gen,heat,npref}$ der Erzeugungswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren, (-), ermittelt nach § 10.2.3;

$f_{heat,m,npref}$ der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem oder den nicht bevorzugten Wärmegeneratoren geliefert wird, (-), bestimmt nach § 10.2.2;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für die Dusche oder die Badewanne j, (-), bestimmt nach § 10.3.3;

$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Dusche oder Badewanne j, die an den/die bevorzugten oder nicht bevorzugten

Wärmegenerator(en) l angeschlossen ist/sind (nach dem Index „pref“ oder „npref l“), (-), bestimmt nach § 10.3.3;

$w_{HP,water,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine elektrische Wärmepumpe die Warmwasserbereitung mit dem Index „bath j“ oder „sink k“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index „pref“ oder „npref I“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{water,[\ldots],m,pref}$ der monatliche Anteil der gesamten Wärmelieferung für die Warmwasserbereitung durch den/die bevorzugten Wärmegenerator(en) mit dem Index „bath j“ oder „sink k“, je nach Fall, (-), bestimmt nach § 10.3.2;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für die Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 9.3.1;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ l}$ die monatliche Produktionsleistung des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren l für die Warmwasserbereitung für Dusche oder Badewanne j, (-), bestimmt nach § 10.3.3;

$f_{water,[\ldots]m,npref\ l}$ der monatliche Anteil der gesamten Wärmelieferung für die Warmwasserbereitung durch den/die nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) l, mit dem Index „bath j“ oder „sink k“, je nach Fall, (-), bestimmt nach § 10.3.2;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 10.3.3;

$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Küchenspüle k, der an den/die bevorzugten oder nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) l angeschlossen ist/sind (nach dem Index „pref“ oder „npref l“), (-), bestimmt nach § 10.3.3;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung der Küchenspüle k in MJ, bestimmt nach § 9.3.1;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ l}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren l für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, (-), bestimmt nach § 10.3.3.

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren l, alle Energiezonen i, alle Duschen oder Badewannen j und alle Küchenspülen k in der EEW-Einheit und für alle Monate m die Summe gebildet werden.

15.5 Berechnung der jährlichen Menge an vor Ort erzeugter elektrischer erneuerbarer Energie der EEW-Einheit

Die jährliche Menge an erneuerbarer elektrischer Energie der EEW-Einheit, die am Standort entweder durch photovoltaische Solarenergiesysteme oder durch mit fester Biomasse betriebene KWK-Anlagen erzeugt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 461 $$Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$E_{p,pv,m}$ die monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung aus photovoltaischen Solarenergiesystemen in MJ, bestimmt gemäß § 13.7

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer betriebseigenen KWK-Anlage in MJ, bestimmt nach § 13.8.

15.6 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die in der EEW-Einheit durch Biomassegeneratoren genutzt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die in der EEW-Einheit durch Biomassegeneratoren genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 462

$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_l w_{bio,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_l w_{bio,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_l w_{bio,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ l} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

mit:

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob ein Biomassegenerator die Räume der Energiezone i der EEW-Einheit durch bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) heizt:

- wenn ja: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,pref}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren in Primärenergie, wie in Anlage F dieser Anlage angegeben;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 10.2.2;

$f_{p,npref\ l}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren in Primärenergie, (-) , wie in Anlage F dieser Anlage angegeben;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren l, der/die für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i bestimmt ist/sind, in MJ, bestimmt nach § 10.2.2;

$w_{bio,water,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob ein Biomassegenerator die Warmwasserbereitung mit dem Index „bath j“ oder „sink k“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index ‚pref‘ oder „npref l“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 10.3.2.

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren l, alle Energiezonen i, alle Duschen oder Badewannen j und alle Küchenspülen k in der EEW-Einheit und für alle Monate m die Summe gebildet werden.

15.7 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die in der EEW-Einheit durch Solarthermiesysteme genutzt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEW-Einheit durch Solarthermiesysteme genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 463
$$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$f_{p,env}$	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für erneuerbare Energie aus der Umwelt, (-) , wie in Anlage F dieser Anlage festgelegt;
$f_{as,[\ldots],m}$	der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch das Solarthermiesystem gedeckt wird, mit dem Index „heat,sec i“ für die Beheizung der Räume in der Energiezone i und den Indizes „water,bath j“ und „water,sink k“ für die Warmwasserbereitung, jeweils für die Dusche/Badewanne j und die Küchenspüle k, (-), bestimmt nach § 10.4;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 9.2.1;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für die Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 9.3.1;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung der Küchenspüle k in MJ, bestimmt nach § 9.3.1;

Es muss für alle Energiezonen i, alle Duschen oder Badewannen j und alle Küchenspülen k in der EEW-Einheit und für alle Monate m die Summe gebildet werden.

15.8 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEW-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die innerhalb der EEW-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 464 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \left(\begin{array}{l} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_l \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_l \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_l \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ l} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

mit:

$f_{RE\ th,dh,m}$ der monatlich bewertete Anteil an erneuerbarer Wärmeenergie des effizienten externen Wärmeversorgungssystems, (-), bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine effiziente externe Wärmelieferung die Beheizung der Räume in der Energiezone i der EEW-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index „pref“ oder „npref I“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ der monatlich bewertete äquivalente Umwandlungsfaktor in Primärenergie des effizienten externen Wärmeversorgungssystems, je nachdem, ob dieses als bevorzugter oder nicht bevorzugter Generator identifiziert wurde (nach dem Index „pref“ oder „npref l“), (-), bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln, (-);

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 10.2.2;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren l, der/die für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i bestimmt ist/sind, in MJ, bestimmt nach § 10.2.2;

$w_{dh,water,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine effiziente externe Wärmeversorgung die Warmwasserbereitung mit dem Index „bath j“ oder „sink k“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (nach dem Index ‚pref‘ oder „npref l“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 10.3.2.

Es muss für alle nicht bevorzugten Generatoren l, alle Energiezonen i, alle Duschen oder Badewannen j und alle Küchenspülen k in der EEW-Einheit und für alle Monate m die Summe gebildet werden.

Anlage A Behandlung unbeheizter angrenzender Räume

Für die Behandlung unbeheizter angrenzender Räume bei der Bestimmung der Gesamtenergieeffizienz sind standardmäßig die beiden folgenden vereinfachten Möglichkeiten vorgesehen.

A.1 Möglichkeit 1

Es ist immer erlaubt, die Außengeometrie der angrenzenden unbeheizten Räume nicht zu berücksichtigen.

- Bei der Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Heizung wird angenommen, dass die Temperatur der angrenzenden unbeheizten Räume gleich der Außentemperatur ist (d. h. der Reduktionsfaktor b = 1). Es wird davon ausgegangen, dass keine Sonnenstrahlung auf das geschützte Volumen trifft.
- Für die Berechnung des Überhitzungsindikators und die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung wird angenommen, dass der angrenzende unbeheizte Raum die gleiche Temperatur wie das geschützte Volumen hat (d. h. der Reduktionsfaktor b = 0). Mit anderen Worten, es werden keine Wärmeströme durch Transmission vom geschützten Volumen in den angrenzenden unbeheizten Raum berücksichtigt. Für die Sonneneinstrahlung wird angenommen, dass der angrenzende unbeheizte Raum kein Hindernis darstellt.

A.2 Möglichkeit 2

Dies gilt nur, wenn der angrenzende unbeheizte Raum an eine einzelne Energiezone grenzt und es keine Hygienelüftung zwischen dem angrenzenden unbeheizten Raum und dem geschützten Volumen gibt.

In Fällen, in denen ein unbeheizter angrenzender Raum an mehrere Energiesektoren grenzt, kann der Minister zusätzliche Regeln festlegen, die es ermöglichen, den unbeheizten angrenzenden Raum in mehrere kleinere fiktive unbeheizte angrenzende Räume zu unterteilen, die jeweils an eine einzige Energiezone grenzen.

Wenn mehrere angrenzende unbeheizte Räume auch untereinander angrenzend sind, wird konventionell davon ausgegangen, dass zwischen den angrenzenden unbeheizten Räumen keine Wärmeübertragung oder kein Luftaustausch (durch Hygienelüftung oder In-/Exfiltration) stattfindet. Die Wand wird ebenfalls als opak betrachtet.

In den angrenzenden unbeheizten Räumen sind die internen Wärmegewinne annahmegemäß gleich null.

Der Reduktionsfaktor b wird nach den genaueren Spezifikationen in Anlage B1 zu diesem Erlass berechnet. Für die Behandlung von Bauknoten gelten die gleichen Regeln wie in § 7.4 (Unterscheidung zwischen Berechnungen für die Heizung einerseits und Berechnungen für die Kühlung und Überhitzung andererseits).

Die indirekten solaren Gewinne der angrenzenden Energiezone (siehe § 7.10.2) sind gleich dem Anteil (1-b) der solaren Gewinne, die in den angrenzenden unbeheizten Räumen absorbiert werden. Sowohl der Reduktionsfaktor b als auch die solaren Gewinne können sich aufgrund einer unterschiedlichen Lüftungsrate und/oder eines unterschiedlichen Nutzungsfaktors eines möglichen Sonnenschutzes einerseits in den Berechnungen für die Heizung und andererseits in den Berechnungen für den Überhitzungsindikator und die Kühlung unterscheiden.

Die direkte Sonneneinstrahlung über den angrenzenden unbeheizten Raum wird nur dann berücksichtigt, wenn die Außenwand des angrenzenden unbeheizten Raums senkrecht zur Mitte der transparenten Wand zwischen dem angrenzenden unbeheizten Raum und dem geschützten Volumen ebenfalls transparent ist. Bei der Bestimmung der Verschattungswinkel der transparenten Wand zwischen dem angrenzenden unbeheizten Raum und dem geschützten Volumen wird die Geometrie des angrenzenden unbeheizten Raums berücksichtigt (z. B. ein undurchsichtiges Dach). Von der einfallenden Sonneneinstrahlung auf die transparente Wand, die den angrenzenden unbeheizten Raum und das geschützte Volumen trennt, wird das Produkt 0,95 abgezogen. F_F . g_g der gegenüberliegenden transparenten Außenwand. Um die absorbierten solaren Gewinne im angrenzenden unbeheizten Raum zu bestimmen, wird die direkte solare Penetration des angrenzenden unbeheizten Raums von den gesamten eingehenden solaren Gewinnen des angrenzenden unbeheizten Raums abgezogen.

Anlage B Durchsatz der Hygienelüftung

Ein begrenztes Volumen, das keinen Wohnzwecken dient, kann Teil einer EEW-Einheit sein.

In Bezug auf den zu Wohnzwecken genutzten Teil eines Gebäudes müssen die Lüftungseinrichtungen die Anforderungen gemäß Anlage C.2 dieses Erlasses erfüllen. Diese schreiben Mindestdurchflussmengen für die Auslegung vor. Im Folgenden bezeichnet der Begriff „vorgeschriebener Durchfluss" für Wohnbereiche den in Anlage C.2 dieses Erlasses genannten Auslegungsmindestdurchfluss. Immer wenn die Rede vom „verlangten Frischluftstrom“ ist, wird die gesamte Mindestauslegungsleistung der Zuluftleitung eines Raumes hinzugerechnet, es wird also davon ausgegangen, dass keine Rückführung der Raumluft vorgenommen wird.

Die Lüftungsvorrichtungen von nicht für Wohnzwecke bestimmten Gebäudeabschnitten müssen die Anforderungen in Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses erfüllen. Dieser beinhaltet den minimalen Volumenstrom (für eine bestimmte Mindestauslastung und eine bestimmte Mindestqualität der Luft), für den die Lüftungsvorrichtungen ausgelegt sein müssen. Das Bauteam kann für eine höhere Auslastung eine höhere Auslegungsleistung, eine bessere gewünschte Luftqualität usw. wählen. In nicht für Wohnzwecke bestimmten Gebäudeabschnitten wird der vom Bauteam festgelegte Volumenstrom im Folgenden mit dem Begriff „verlangter Volumenstrom“ bezeichnet.

In dieser Anlage B werden verschiedene Terme der mechanischen Systeme in der so genannten „Nennstellung“ beurteilt. Diese Nennstellung (der Lüftungsanlage) wird in § 2 definiert.

Der Multiplikationsfaktor m und der Reduktionsfaktor für Vorwärmung r muss für jede Lüftungszone einzeln bestimmt werden. Räume der EEW-Einheit, für die keine Anforderungen bezüglich Zuluft, Überströmung oder Abluftableitung nach außen gelten, sind einer benachbarten Lüftungszone zuzuordnen. Wenn es mehrere benachbarte Lüftungszonen gibt, sind sie der Zone zuzuordnen, mit der sie ggf. über eine innere Verbindung verbunden sind. Wenn es keine solche Verbindung gibt, kann die Zuordnung nach eigenem Ermessen erfolgen.

Nach den in Punkt 5.3 festgelegten Vorgaben für die Aufteilung einer EEW-Einheit in Energiezonen kann eine Energiezone nicht mehrere Lüftungszonen umfassen, da eine Energiezone immer nur eine Art von Lüftungssystem haben kann. Eine Lüftungszone kann durchaus mehrere Energiezonen umfassen, weil beispielsweise die diversen Gebäudeteile unterschiedliche Wärmeabgabesysteme haben (z. B. eine Wohnstätte mit nur einem Lüftungssystem, jedoch mit Heizkörpern im 1. Stock und Fußbodenheizung im Erdgeschoss).

Der Minister kann festlegen, welche Vorgaben für die einzelnen Räume bei der Messung des Volumenstroms anzuwenden sind, die der detaillierten Berechnung der Faktoren $m_{sec\ i}$ et r_{preh} zugrunde liegt.

B.1 Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{sec\ i}$ für den Volumenstrom

Der Multiplikationsfaktor $m_{sec\ i}$ einer Energiezone i entspricht dem Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 139 $m_{heat,sec\ i} = m_{cool,sec\ i} = m_{overh,sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$ (-)

Der Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone z wird wie folgt bestimmt.

B.1.1 Natürliche Lüftung

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{zone\ z}$ sind bei diesen Systemen folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- in Bezug auf die Zuluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der verstellbaren Zuluftöffnungen
- in Bezug auf die Abluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der Abluftöffnungen
  - Mangelnde Luftdichtheit der natürlichen Abluftkanäle

$m_{zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 140 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,\ zone\ z} + r_{leak,stack,\ zone\ z}}{r_{nat.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,\ zone\ z,def} + r_{leak,stack,\ zone\ z,def}} \right)$$ (-)

mit:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Umstands, dass die verstellbaren Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z selbstregulierend sind, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Umstands, dass die verstellbaren Abluftöffnungen in der Lüftungszone z selbstregulierend sind, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone z, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{nat.supply,zone\ z}$, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{nat.exh,zone\ z}$, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{leak,\ stack,zone\ z}$, wie nachstehend bestimmt, (-);

B.1.1.1 *Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$*

Zuluftöffnungen, die nach NBN EN 13141-1 geprüft sind, können gemäß Tabelle [18]einer bestimmten Klasse zugeordnet werden. Zu diesem Zweck muss beurteilt werden, inwieweit der Volumenstrom bei geänderter Druckdifferenz konstant bleibt.

Der Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$ der Lüftungszone z wird konventionell mit der Klassifizierung nach Tabelle [19] verknüpft. Der Wert für die gesamte Lüftungszone richtet sich nach der einstellbaren Zuluftöffnung (OAR) mit dem höchsten Korrekturfaktor. Der Standardwert ist 0,20.

Tabelle [18]: Regelungsklasse in Bezug auf den Druckunterschied

Druck-unterschied P	**Durchsatz in Bezug auf den Nenndurchsatz bei 2 Pa (q_N)**				
(Pa)	**Klasse P_0**	**Klasse P_1**	**Klasse P_2**	**Klasse P_3**	**Klasse P_4**
$0 \leq P < 2$ Pa		$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8 \square (P/2)$ et $\leq 1{,}20q_N$
2 Pa	q_N	q_N	q_N	q_N	q_N
$2 < P < 5$ Pa	Erfüllt nicht die Klasse P_1	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}8q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}8q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}2q_N$
5 - 10 Pa		$\geq 0{,}70q_N$ et $\leq 2{,}3q_N$	$\geq 0{,}70q_N$ et $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}70q_N$ et $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}2q_N$
10 – 25 Pa		$\geq 0{,}50q_N$ et $\leq 3{,}0q_N$	$\geq 0{,}50q_N$ et $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}50q_N$ et $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ et $\leq 1{,}2q_N$
25 – 50 Pa		$\geq 0{,}30q_N$ et $\leq 3{,}0q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ et $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ et $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ et $\leq 1{,}5q_N$
50 - 100 Pa		$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$
100 - 200 Pa		$\leq 4{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$

Tabelle [19]: Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$

Klasse OAR	**$r_{nat.supply,zone\ z}$**
P0	0,20
P1	0,18
P2	0,14
P3	0,08
P4	0,02

B.1.1.2 *Korrekturfaktor $r_{nat.exh,zone\ z}$*

Natürlichen Abluftöffnungen, die nicht selbstregulierend sind, wird der folgende Wert zugewiesen: $r_{nat.exh,zone\ z} = 0{,}20$

Dies ist auch der Standardwert.

Bessere Werte können nach den vom Minister festgelegten Vorgaben bestimmt werden.

B.1.1.3 *Korrekturfaktor $r_{leak,stack,zone\ z}$*

Der Wert $r_{leak,stack,zone\ z}$ der Lüftungszone z wird konventionell wie folgt bestimmt:

Gl. 141 $$r_{leak,stack,zone\ z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone\ z}} \quad (-)$$

mit:

$\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$ der konventionelle Leckvolumenstrom des Abluftkanals k in der Lüftungszone z in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

$\dot{V}_{req,exh,zone\ z}$ der gesamte erforderliche Abluftvolumenstrom für die Lüftungszone z, der der Summe der erforderlichen Abluftvolumenströme ins Freie für jeden der Räume entspricht, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Für alle Abluftkanäle k der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden. Man bestimmt die Leckrate $\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$ eines natürlichen Abluftkanals k bei Betriebsdruck nach dem vom Minister bestimmten Verfahren oder, falls ein solches nicht existiert, nach den in der Norm NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren. Konventionell wird ein Betriebsdruck von 2 Pa angesetzt.

Wenn kein Messergebnis vorgelegt wird, ist $r_{leak,stack,zone\ z}$ gleich 0,025. Dies ist der Standardwert.

B.1.2 Mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Einblasen

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{zone\ z}$ sind bei diesen Systemen folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- in Bezug auf die Zuluft:
  - möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftöffnungen;
  - mangelnde Luftdichtheit der mechanischen Zuluftkanäle.
- in Bezug auf die Abluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der Abluftöffnungen;
  - Mangelnde Luftdichtheit der natürlichen Abluftkanäle

$m_{zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 142 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{mech.supply,zone\ z} + r_{nat.exh,zone\ z} + r_{leak,stack,zone\ z}}{r_{mech.supply,zone\ z,def} + r_{nat.exh,zone\ z,def} + r_{leak,stack,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

mit:

$r_{mech.supply,zone\ z}$ ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftöffnungen in jedem Raum und die mangelnde Luftdichtheit der Zuluftkanäle in der Lüftungszone z, wie nachstehend bestimmt, (-);

$r_{nat.exh,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die Selbstregulierung der Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z, wie in § B.1.1 bestimmt, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone z, wie in § B.1.1 bestimmt, (-);
$r_{mech.supply,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{mech.supply,zone\ z}$, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{nat.exh,zone\ z}$, wie in § B.1.1 bestimmt, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{leak,stack,zone\ z}$, wie in § B.1.1 bestimmt, (-);

B.1.2.1 *Korrekturfaktor $r_{mech.supply,zone\ z}$*

$r_{mech.supply,zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 143

$$r_{mech.supply,zone\ z} = r_{adj.mech.supply,zone\ z} + \frac{\sum_{l} \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} \quad (-)$$

mit:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z, wie nachstehend bestimmt, (-);
$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$	Leckageverluste der Zuluftkanäle l in der Lüftungszone z bei der Nennstellung der Lüftungsanlage in m^3/h, auf die ganze Zahl gerundet, wie nachstehend bestimmt;
$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$	der gesamte geforderte Zuluftvolumenstrom der Lüftung z, gleich der Summe der geforderten Frischluftvolumenströme für jeden der Räume, in m^3/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Beim zweiten Term ist die Summe aus allen Zuluftleitungsnetzen l in der Lüftungszone z zu bilden.

Der Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftöffnungen einer Lüftungszone z wird wie folgt bestimmt:

- wenn in der Lüftungszone z nicht der Volumenstrom aller Zuluftöffnungen gemessen wurde (bei Lüftungsanlage in Nennstellung), gilt:

  $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0{,}20$

  Dies ist der Standardwert.

- wenn in der Lüftungszone z der Volumenstrom aller mechanischen Zuluftöffnungen gemessen wurde (bei Lüftungsanlage in Nennstellung), gilt:
  - wenn die Messwerte des mechanischen Zuluftstroms (inklusive der Rücklaufströme) für jeden einzelnen Raum zwischen 100 % und 120 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegen, gilt:

    $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0$

- wenn die Messwerte des mechanischen Zuluftstroms (inklusive der Rücklaufströme) für jeden einzelnen Raum mindestens 100 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts betragen, ein oder mehrere Werte jedoch mehr als 120 % der verlangten Werte betragen, gilt:

Gl. 144 $$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0,20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} - 1,20\right\}\right] \quad (-)$$

wobei für alle gemessenen mechanischen Volumenströme pro Raum ($\dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}$, in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl) aller Zulufträume j in der Lüftungszone z die Summe gebildet werden muss, ist $\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ der gesamte geforderte mechanische Zuluftvolumenstrom in der Lüftungszone z, der der Summe der geforderten Außenluftvolumenströme der einzelnen Räume, in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, entspricht.

- Andernfalls gilt:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0,20$

Die Leckageverluste aller Netzwerke der Zuluftkanäle mit Betriebsdruck in der Belüftungszone z werden wie folgt bestimmt:

- durch Messen aller Netze der Zuluftkanäle. Die Messungen werden nach der vom Minister bestimmten Prozedur ausgeführt bzw. in Abwesenheit davon, in Übereinstimmung mit den in der Norm EN 14134 beschriebenen Verfahren;
- der Standardwert ist:

Gl. 145 $$\sum_k \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

Dieser Wert gilt:

- wenn vorher nicht bei allen Zuluftkanalnetzen Messungen durchgeführt wurden.
- oder wenn die gemessenen Leckvolumenströme über diesem Standardwert liegen.

B.1.3 Mechanische Abluftanlagen

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{zone\ z}$ sind bei diesen Systemen folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- in Bezug auf die Zuluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der verstellbaren Zuluftöffnungen;
- in Bezug auf die Abluft:
  - möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftöffnungen;
  - mangelnde Luftdichtheit der Kanäle mechanischer Extraktion.

$m_{zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 146 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \times \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{mech.extr,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{mech.extr,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

mit:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die Selbstregulierung der Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z, wie in § B.1.1, bestimmt (-);
$r_{mech.extr,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftöffnungen in jedem der Räume und die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone z, wie nachstehend bestimmt, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{nat.supply,zone\ z}$, wie nach § B.1.1 bestimmt, (-);
$r_{mech.extr,zone\ z,def}$	der Standardwert für $r_{mech.extr,zone\ z}$, wie nachstehend bestimmt, (-);

B.1.3.1 *Korrekturfaktor $r_{mech.extr,zone\ z}$*

$r_{mech.extr,zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 147 $$r_{mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} \quad (-)$$

mit:

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$	ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftöffnungen in der Lüftungszone z, wie nachstehend bestimmt, (-);
$\dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}$	die Leckageverluste des Abluftkanalnetzes m in der Lüftungszone z bei der Nennstellung der Lüftungsanlage in m^3/h, auf die ganze Zahl gerundet, wie nachstehend bestimmt;
$\dot{V}_{req,\ mech.extr,\ zone\ z}$	der gesamte geforderte Abluftvolumenstrom der Lüftungszone z, die der Summe der geforderten Abluftvolumenströme der einzelnen Räume entspricht, in m^3/h, gerundet auf die ganze Zahl.

Beim zweiten Term ist die Summe für alle Abluftkanalnetze m in der Lüftungszone z zu bilden.

Der Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftöffnungen einer Lüftungszone z wird wie folgt bestimmt:

- wenn in einer Lüftungszone z nicht die Volumenströme (bei Nennstellung der Lüftungsanlage) aller mechanischen Abluftöffnungen gemessen wurden, gilt Folgendes:

  $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0,20$

  Dies ist der Standardwert.

- wenn in einer Lüftungszone z die Volumenströme (bei Nennstellung der Lüftungsanlage) aller mechanischen Abluftöffnungen gemessen wurden, gilt Folgendes:

- wenn jeder der gemessenen Werte der mechanischen Abluftströme für jeden Raum zwischen 100 % und 120 % des für den betreffenden Raum geforderten Wertes liegt, gilt:
  $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0$

- wenn jeder der für jeden Raum gemessenen Werte der mechanischen Absaugleistung mindestens 100 % des für den betreffenden Raum geforderten Wertes beträgt, aber ein oder mehrere Werte 120 % der geforderten Werte überschreiten, gilt Folgendes:

Gl. 148 $$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0{,}20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} - 1{,}20\right\}\right] \quad (-)$$

wobei über alle gemessenen mechanischen Abluftvolumenströme für jeden Raum ($\dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}$, in m³/h, aufgerundet auf die ganze Zahl) die Summe aller Ablufträume j in der Lüftungszone z zu bilden ist, $\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ ist der gesamte geforderte mechanische Abluftvolumenstrom in der Lüftungszone z gleich der Summe der geforderten Abluftvolumenströme nach außen für jeden Raum, in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl.

andernfalls gilt:
$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0{,}20$

Die Leckageverluste aller Netzwerke der Abluftkanäle mit Betriebsdruck innerhalb der Belüftungszone z werden wie folgt bestimmt:

- durch Messung jeder der Abluftkanalsysteme. Die Messungen erfolgen nach dem vom Minister bestimmten Verfahren oder, falls ein solches nicht existiert, nach den in NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren.
- der Standardwert ist:

Gl. 149 $$\sum_l \dot{V}_{leak,\ extr\ duct,\ zone\ z,\ l} = 0{,}18 \cdot \dot{V}_{req,\ mech.extr,\ zone\ z} \quad (m^3/h)$$

Dieser Wert gilt:

- wenn vorher nicht bei allen Abluftkanalnetzen Messungen durchgeführt wurden;
- oder wenn die gemessenen Leckvolumenströme über diesem Standardwert liegen.

B.1.4 Mechanische Zu- und Abluftanlagen

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{zone\ z}$ sind bei diesen Systemen folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- in Bezug auf die Zuluft:
  - möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftöffnungen;
  - mangelnde Luftdichtheit der mechanischen Zuluftkanäle;
- in Bezug auf die Abluft:
  - möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftöffnungen;

- mangelnde Luftdichtheit der Kanäle mechanischer Extraktion.

$m_{zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 150 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{all\ mech,zone\ z}}{r_{all\ mech,zone\ z,def}}$$ (-)

mit:

$r_{all\ mech,zone\ z}$ ein Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Zu- und Abluftkanäle und die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zu- und Abluftöffnungen in jedem Raum der Lüftungszone z wie nachstehend bestimmt, (-);

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ der Standardwert für $r_{all\ mech,zone\ z}$ wie nachstehend bestimmt, (-);

B.1.4.1 *Korrekturfaktor $r_{all\ mech,zone\ z}$*

$r_{all\ mech,zone\ z}$ wird für jede Lüftungszone z wie folgt bestimmt:

Gl. 151 $$r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max\left(\dot{V}_{calc,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z}\right)}{\max\left(\dot{V}_{req,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}\right)}$$ (-)

mit:

Gl. 152 $$\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} = r_{adj,mech.supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} + \sum_{l} \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l}$$ (m^3/h)

Gl. 153 $$\dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} + \sum_{m} \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$$ (m^3/h)

mit:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regelung der Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z, wie in § B.1.2 bestimmt, (-);

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ die Leckageverluste des Zuluftkanalnetzes l in der Lüftungszone z bei der Nennstellung der Lüftungsanlage in m^3/h, auf die ganze Zahl gerundet, bestimmt nach § B.1.2;

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ der gesamte erforderliche Abluftvolumenstrom für die Lüftung z, der der Summe der erforderlichen Frischluftvolumenströme der einzelnen Räume entspricht, in m^3/h, gerundet auf die ganze Zahl;

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$ ein Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regelbarkeit der Abluftöffnungen der Lüftungszone z, wie in § B.B.1.3 definiert, (-);

$\dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$ die Leckageverluste des Abluftkanalnetzes m in der Lüftungszone z bei Nennstellung der Lüftungsanlage in m^3/h, gerundet auf die ganze Zahl, bestimmt nach § B.1.3;

$\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ der gesamte geforderte Abluftvolumenstrom der Lüftung z, der der Summe der geforderten Abluftvolumenströme der einzelnen Räume ins Freie entspricht, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Es ist die Summe aller Zuluftkanalnetze l und aller Abluftleitungsnetze m der Lüftungszone z zu bilden.

B.2 Reduktionsfaktor für Vorwärmung

Der Reduktionsfaktor für die Vorwärmung r einer Energiezone i entspricht dem Reduktionsfaktor für die Vorwärmung der Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 154 $r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$

Gl. 155 $r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Gl. 156 $r_{preh,overh,sec\ i} = r_{preh,overh,zone\ z}$

Das Verfahren zur Bestimmung des Reduktionsfaktors für die Vorwärmung der Lüftungszone z mit Hilfe eines Wärmerückgewinnungsgeräts ist nachstehend beschrieben. Die Vorgaben für die Behandlung einer Vorwärmung durch Durchführung durch einen angrenzenden unbeheizten Raum und/oder durch eine unterirdische Zuleitung werden vom Minister festgelegt oder gegebenenfalls anhand eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips bestimmt.

Wenn keine Vorwärmung stattfindet, beträgt der Wert r in jedem Fall 1.

Wärmepumpen, die die Abluft als Wärmequelle nutzen, werden in vorliegender Anlage nicht behandelt:

- wenn die Wärmepumpe der Heizung dient, erfolgt die Berechnung nach § 10.2.3.3;
- wenn die Wärmepumpe der Warmwasserbereitung dient, erfolgt die Berechnung nach §10.3.3.

Wärmerückgewinnungsgerät bei mechanischen Zu- und Abluftanlagen

In einer Lüftungszone z mit einer mechanischen Zu- und Abluftanlage kann in mehr oder weniger großem Umfang eine Vorwärmung der zugeführten Frischluft mit Hilfe eines Wärmetauschers erfolgen, welcher der Abluft Wärme entzieht. Die Zuluft von außen kann ggf. über verschiedene Lufteinlässe in die Lüftungszone z eingeleitet werden. In diesem Fall kann es sein, dass nicht die gesamte zugeführte Luft vorgewärmt wird. Umgekehrt kann es auch vorkommen, dass die Abluft über verschiedene Luftauslässe nach außen geleitet wird und bei einigen dieser Luftströme keine Wärmerückgewinnung erfolgt. Wenn in der Lüftungszone z der Volumenstrom der mechanischen Zuluft insgesamt am Ende nicht dem Abluftvolumenstrom insgesamt entspricht, kann zwangsläufig ein nicht kontrollierter zusätzlicher Luftstrom durch die Gebäudehülle (nach innen oder außen) entstehen.[18]

Lüfter mit automatischer Durchflussregelung haben einen günstigen Einfluss auf den Reduktionsfaktor der Vorwärmung, da die Ausgewogenheit des Durchflusses auch bei veränderten

[18] Aus Gründen der Vereinfachung wird, wie in § 7.8.2, die mögliche Interaktion zwischen dem Begriff In-/Exfiltration und dem Begriff Hygienelüftung nicht berücksichtigt.

Betriebsbedingungen (z. B. durch verschmutzte Filter, ...) aufrechterhalten werden kann. Die automatische Volumenstromregelung ist ein Produktmerkmal, das für alle Lüfter einer Lüftungseinheit festgelegt wird und bedeutet, dass eine Regelung sicherstellt, dass der gelieferte Volumenstrom nicht mehr als 5 % vom Sollwert abweicht. Dieses Produktmerkmal muss für jeden Lüfter der Gruppe durch Durchflussmessungen für den gesamten Durchfluss-/Druckbereich des Lüfters überprüft werden.

In den meisten Fällen lässt sich der Reduktionsfaktor für Heizen bei Vorwärmung der Frischluft durch Wärmerückgewinnung in einer Lüftungszone z anhand folgender Formel bestimmen:

Gl. 157

$$r_{preh,heat,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

mit:

$e_{heat,hr,p}$ ein dimensionsloser Faktor, der den Umfang der Wärmerückgewinnung an der Stelle p angibt und wie folgt zu bestimmen ist:

- wenn der Frischluftstrom p nicht vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = 0$
- wenn der Frischluftstrom p mit einem Wärmerückgewinnungsgerät vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Der Faktor r_p ist wie nachstehend beschrieben zu bestimmen. Der thermische Wirkungsgrad $\eta_{test,p}$ des Wärmerückgewinnungsgeräts an der Stelle p wird wie in Anlage G dieser Anlage angegeben bestimmt. Ein Wert für den thermischen Wirkungsgrad kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass weder $\dot{V}_{in,p}$ noch $\dot{V}_{out,p}$ größer als der Volumenstrom während des Tests ist, der in Anlage G definiert wird;

$\dot{V}_{in,p}$ der Zuluftstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend bestimmt;

$\dot{V}_{out,p}$ Abluftstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend bestimmt

Für alle Stellen p der Lüftungszone z, an denen Frischluft zugeführt und/oder Abluft nach außen abgeleitet wird, ist die Summe zu bilden.

Der Frischluftstrom an der Stelle p wird wie folgt bestimmt:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:

Gl. 158 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

wobei der Sollwert des Zuflusses an der Stelle p für die Nennstellung des Lüfters in m³/h angenommen wird, gerundet auf die ganze Zahl;

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 159 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ (m³/h)

Für die Bestimmung der Leckageverluste des Zuluftkanalnetzes in m³/h $\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$, gerundet auf die ganze Zahl, gelten die gleichen Regeln wie für die mechanische Zuluftanlage mit einfacher Luftstromregelung (siehe § B.1.2). Steht kein Messwert für die Leckverluste zur Verfügung, wird dieser Wert gleich null gesetzt.

Werden die Zuluftvolumenströme für die Nennstellung der Lüftung tatsächlich in allen Räumen gemessen, die über die Stelle p mit Frischluft versorgt werden, so ist für $\dot{V}_{mechsupply,p}$ die Summe dieser Messwerte in m³/h zu verwenden, gerundet auf die ganze Zahl. Im anderen Fall wird angenommen, dass $\dot{V}_{mechsupply,p}$ gleich der Summe der geforderten Frischluftvolumenströme pro Raum in m³/h ist, gerundet auf die ganze Zahl.

Wenn die Wärmerückgewinnungsanlage an mehrere EEG-Einheiten angeschlossen ist, dürfen die Volumenströme der anderen EEG-Einheiten bei der Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung nicht berücksichtigt werden.

Der nach außen geleitete Abluftstrom an der Stelle p wird wie folgt bestimmt:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:

Gl. 160 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

wobei der Sollwert des Zuflusses an der Stelle p für die Nennstellung des Lüfters in m³/h angenommen wird, gerundet auf die ganze Zahl;

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 161 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extr\ duct,p}$ (m³/h)

Für die Bestimmung der Leckageverluste des Abluftkanalnetzes $\dot{V}_{leak,extrductp}$, in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, gelten die gleichen Regeln wie für die mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung (siehe § B.1.3). Steht kein Messwert für die Leckverluste zur Verfügung, wird dieser Wert gleich null gesetzt.

Werden die Abluftvolumenströme für die Nennstellung der Lüftung tatsächlich in allen Räumen gemessen, aus denen über die Stelle p Luft ins Freie gesaugt wird, so wird für $\dot{V}_{mechextr,p}$ die Summe dieser Messwerte in m³/h verwendet, gerundet auf die ganze Zahl. Im anderen Fall wird angenommen, dass $\dot{V}_{mechextr,p}$ gleich der Summe der geforderten Abluftvolumenströme ins Freie in m³/h ist, gerundet auf die nächste Einheit.
Wenn die Wärmerückgewinnungsanlage an mehrere EEG-Einheiten angeschlossen ist, dürfen die Volumenströme der anderen EEG-Einheiten bei der Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung nicht berücksichtigt werden.

Wenn an der Stelle p eine Wärmerückgewinnung erfolgt, dann ist r_p wie folgt zu bestimmen:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:
  r_p=0,95

- In allen anderen Fällen gilt:
  r_p = 0,85

Der Reduktionsfaktor für die Berechnung der Überhitzungsgefahr und des Nettoenergiebedarfs für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 162

$$r_{preh,overh,zone\ z} = r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

dabei werden die gleichen Terme wie oben verwendet, mit Ausnahme von $e_{cool,hr,p}$, dessen Wert wie folgt zu bestimmen ist:

- wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, durch den der Durchfluss durch den Wärmetauscher komplett unterbrochen wird, oder wenn dieser auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann (z. B. durch Anhalten eines rotierenden Wärmerads), gilt:

Gl. 163 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, aber der Durchfluss durch den Wärmetauscher nicht komplett unterbrochen wird, oder wenn dieser nicht auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann, gilt:

Gl. 164 $e_{cool,hr,p} = 0{,}5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 165 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

B.3 Vorkühlung der Lüftungsluft

B.3.1 Berechnungsregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor $r_{precool,seci,m}$ für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungsluft für Kühlzwecke und für die Bewertung des Überhitzungsrisikos der Energiezone i ist gleich dem Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 166 $r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$ (-)

Wenn in der Lüftungszone z kein System zur Vorkühlung der Lüftungsluft vorgesehen ist, oder wenn nur ein Teil des Hygienelüftungsstroms der Lüftungszone z mit Hilfe eines Systems zur Vorkühlung der Lüftungsluft gekühlt wird, dann ist $r_{precool,zone\ z,m}$ gleich 1.

Wenn mehrere EEG-Einheiten das gleiche Vorkühlsystem für die Lüftung verwenden, ist der Standardwert für $r_{precool,zone\ z,m}$ gleich 1; günstigere Werte können auf der Grundlage eines Antrags auf Gleichwertigkeit verwendet werden.

Wenn ein Vorkühlsystem für die Lüftungsluft vorhanden ist und der gesamte Hygienelüftungsstrom der Lüftungszone z mit Hilfe dieses Vorkühlsystems gekühlt wird, sollte $r_{precool,zone\ z,m}$ wie folgt bestimmt werden:

Gl. 167 $$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)}{23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)}$$ (-)

mit:

$e_{precool,m}$	die monatliche Effizienz des betreffenden Vorkühlsystems, (-);
$\theta_{precool,ref,max,m}$	die Referenztemperatur für die maximale Temperaturabsenkung, in °C;
$\theta_{e,m}$	die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C, gemäß Tabelle [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	eine Erhöhung der monatlichen durchschnittlichen Außentemperatur für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung um 1° C.

Die Ausdrücke $e_{precool,m}$ und $\theta_{precool,ref,max,m}$ werden für zwei Arten von Technologien in den nächsten Absätzen erörtert. Bei anderen Technologien muss $r_{precool,zone\ z,m}$ nach den vom Minister bestimmten Regeln bestimmt werden.

B.3.2 Sole-Wasser-Wärmepumpe

Im Erdreich installierte Wärmepumpen werden zur Kühlung oder Erwärmung der Luft für die Gebäudelüftung verwendet (Vorkühlung oder Vorwärmung). Dabei wird die Wärmekapazität des Erdreichs als Quelle für die abzugebende Wärme genutzt. In ausreichender Tiefe ist die Temperatur des Erdreichs gleichbleibend stabil. Im Sommer bedeutet dies, dass die zugeführte Lüftungsluft gekühlt werden kann; im Winter kann sie erwärmt werden. Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen wird das Wasser durch Rohre geleitet, die über einen Sammler an eine Luftbatterie angeschlossen sind. Das Wasser, das durch die Pumpe fließt, wird durch die Rohre umgewälzt und kühlt oder erwärmt die Luft.

B.3.2.1 Wirkungsgrad $e_{precool,m}$ des Vorkühlsystems

Für Sole-Wasser-Wärmepumpen beträgt der Standardwert:

Gl. 168 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m}$$ (-)

mit:

$w_{soil/water,m}$ der monatliche Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe, (-):

Gl. 169 wenn $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ dann $w_{soil/water,m} = 0$

wenn $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ dann $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

wenn $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ dann $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

oder:

$\theta_{e,m}$ die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1];

$\theta_{soil,m}$ die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs in °C, bestimmt in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen gemäß § B.3.2.2

B.3.2.2 *Referenztemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$*

Die Referenztemperatur zur Bestimmung der Leistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe ergibt sich wie folgt:

Gl. 170
$$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt}\theta_{soil,m}}{e_{wt}-1} - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W}\left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right)}{\left(1 - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt}-1}\right)} \quad (°C)$$

mit:

$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$ Volumenstrom der Hygienelüftung der Energiezone i in m³/h für die Kühlungsberechnungen, wie in § 7.8.4 definiert;

$\dot{V}_w$ die Förderleistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe in m³/h;

e_{wt} der Wirkungsgrad der Sole/Wasser-Wärmepumpe, wie unten bestimmt

$\theta_{soil,m}$ die monatliche durchschnittliche Temperatur des Erdreichs, die in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohre definiert ist und unten bestimmt wird, in °C;

$\theta_{e,m}$ die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1];

$\Delta\theta_{e,m}$ eine Erhöhung der monatlichen durchschnittlichen Außentemperatur für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung, annahmegemäß gleich 1 °C.

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Wärmepumpe angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

Bei der Bestimmung der mittleren monatlichen Temperatur im Erdreich $\theta_{soil,m}$ ist zwischen horizontalen und vertikalen Rohrleitungen zu unterscheiden:

- horizontale Rohrleitungen: die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs der
- Tabelle [20] entnehmen.
- vertikale Rohrleitungen: die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs ist mit folgender Formel zu bestimmen:

Gl. 171
$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot \left(L_{soil/water} - 4\right)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$, $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ und $\theta_{soil,5m,m}$ die monatliche Durchschnittstemperatur des Bodens in 1, 2, 3, 4 bzw. 5 m Tiefe, entnommen aus der Tabelle [20], in °C;

$L_{soil/water}$ die maximale Tiefe der Rohrleitung im Erdreich in m.

Tabelle [20]: Durchschnittstemperatur des Bodens für die Bestimmung des $\theta_{soil,m}$

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Für dazwischen liegende Tiefen werden die Werte der Tabelle interpoliert.

Der Wirkungsgrad der Sole-Wasser-Wärmepumpe ergibt sich aus:

Gl. 172 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_W}}$$ (-)

mit:

α_{wt} der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen in der Sole-Wasser-Wärmepumpe, wie unten bestimmt, in W/m².K;

A_{wt} die Austauschfläche der Rohrleitungen in m², wie nachstehend bestimmt;

$\dot{V}_w$ Förderleistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe in m³/h.

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen α_{wt} wird wie folgt ermittelt:

Gl. 173 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right)/D_{tube}\right)}{2\lambda_{tube}/D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right)/\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right)\right)}{2\lambda_{soil}/D_{tube}} \right)^{-1}$$

(W/(m².K))

mit:

α_i der interne Konvektionskoeffizient der Strömung in der Wärmetauscherleitung zur Vorkühlung, wie nachstehend bestimmt, in W/m².K;

t_{soil} die Dicke des Bodenkörpers um die betreffende Rohrleitung herum in m, ermittelt wie unten angegeben;

D_{tube} der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;

t_{tube} die Wandstärke der Rohrleitung in m;

λ_{tube} die Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung in W/m.K;
λ_{soil} die Wärmeleitfähigkeit des Bodens in W/m.K, wird mit 2 veranschlagt.

Der interne Wärmeübergangskoeffizient ergibt sich wie folgt:

- für Wasser:

Gl. 174 $$\alpha_i = 0{,}58 \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K))

für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

Gl. 175 $$\alpha_i = 0{,}43 \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K))

mit:

Gl. 176 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5\right)^{1/5}$$ (-)

Gl. 177 $$Nu_{lam} = \left[3{,}66^3 + 1{,}61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$ (-)

mit:

Gl. 178 $$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12{,}7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$ (-)

mit:

Gl. 179 $$f_{turb} = \left(1{,}58 \cdot \ln Re - 3{,}28\right)^{-2}$$ (-)

mit:

- für Wasser:

Gl. 180 $$Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}}$$ (-)

Pr = 7

- für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

Gl. 181 $$Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}}$$ (-)

Pr = 12,5

Die Dicke des Bodenkörpers t_{soil} um die jeweilige Rohrleitung herum ergibt sich wie folgt:

Gl. 182 $$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ si } p_{tube} - D_{tube} < 0{,}5$$

$$t_{soil} = 0{,}25 \text{ si } p_{tube} - D_{tube} \geq 0{,}5$$ (m)

mit:

p_{tube} der Abstand zwischen parallel geführten Rohrleitungen in m;

D_{tube} der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;

Die Austauschfläche der Rohrleitungen A_{wt} ergibt sich wie folgt:

Gl. 183 $$A_{wt} = \pi . D_{tube} . L_{tube} . n_{tube}$$ (m^2)

D_{tube} der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;

L_{tube} die Länge der Rohrleitung in m;

n_{tube} die Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen, (-).

B.3.3 Kühlung durch Verdunstung

Das Prinzip Kühlung durch Verdunstung (oder adiabatische Kühlung) besteht darin, die Luft aus der Belüftung eines Gebäudes durch Wassereinspritzung zu kühlen. Von dieser Technologie gibt es zahlreiche Varianten, mit diversen Vorbehandlungen und Rückgewinnungsmethoden. Die Leistung von Kühlsystemen durch Verdunstung schwankt sehr stark und hängt von der Konzeption der Anlage ab.

Wird zur Befeuchtung der Zuluft oder der Abluft normales Wasser verwendet, kann folgende Methode angewandt werden. Bei allen anderen Systemen, die komplexer sind, muss der Faktor $r_{precool,zone\ z,m}$ anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

B.3.3.1 Wirkungsgrad $e_{precool,m}$ des Vorkühlsystems

Bei Kühlung durch Verdunstung beträgt der Standardwert für den Wirkungsgrad:

Gl. 184 $$e_{precool,m} = 0{,}8 . w_{evap,m}$$ (-)

mit:

$w_{evap,m}$ ein monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung (-):

Gl. 185 wenn $Q_{cool,net,m} \leq 0$ dann $w_{evap,m} = 0$

wenn $Q_{cool,net,m} > 0$ dann $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

mit:

$Q_{cool,net,seci,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung einer Energiezone i in MJ, ermittelt ohne Berücksichtigung des Kühlsystems durch Verdunstung.

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an das Verdunstungskühlsystem angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

B.3.3.2 *Referenztemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$*

Wird die Zuluft oder die Abluft mit normalem Wasser angereichert, so ist die Bezugstemperatur die Feuchttemperatur des betreffenden Luftstroms. Der Standardwert von $\theta_{precool,ref,max,m}$ entspricht der durchschnittlichen monatlichen Feuchttemperatur nach Tabelle [21].

Tabelle [21]: Durchschnittliche monatliche Feuchttemperatur (°C)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Anlage C Monatliche Sonneneinstrahlung

C.1 Einführung

Die vorliegende Anlage beschreibt die Algorithmen für die Berechnung der monatlichen Sonneneinstrahlung einer beliebigen Ebene j. Die Sonneneinstrahlung wird für lichtdurchlässige Wände, passive Solarenergiesysteme, Solarthermiesensoren und Photovoltaikanlagen berechnet. Für den Benutzer ist nur § C.2 mit der Definition der Verschattung interessant.

Die Neigung θ_j der Ebene j ist der Winkel zwischen der Vertikalen und der Normalen der Ebene j in Grad. Bei einer waagrechten Ebene beträgt die Neigung 0º, bei einer senkrechten Ebene ist sie 90º.

Die Orientierung $\square_j$ der Ebene j ist der in Grad ausgedrückte Winkel zwischen Süden und der horizontalen Projektion der Normalen auf die Ebene j. In Richtung Westen ist die Ausrichtung positiv, während sie in Richtung Osten negativ ist.

C.2 Schematisierung der Verschattung

C.2.1 Allgemeines

Eine sonnenbestrahlte Ebene j kann durch umgebende gebäudefremde Elemente, sogenannte Hindernisse, und durch mit dem Gebäude verbundene Elemente, sogenannte horizontale Überhänge und seitliche Überstände, verschattet werden. Hindernisse schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn die Sonne unter eine bestimmte Höhe sinkt. Horizontale Überhänge schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn die Sonne über einer bestimmten Höhe steht, und seitliche Überstände schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn der Stundenwinkel der Sonne einen bestimmten Wert über- oder unterschreitet. Hindernisse sind z. B. Nachbargebäude, Bäume oder Anhöhen in der Umgebung. Zu den Vorsprüngen gehören Dachüberstände, Balkone, horizontale Vordächer und Verlängerungen von Seitenwänden.

C.2.2 Geometrische Darstellung von Hindernissen

Hindernisse werden durch eine einzige Ebene schematisch dargestellt, die sogenannte senkrechte Hindernisfläche. Der Verbauungswinkel α_h ist der Winkel zwischen der horizontalen Ebene und der Linie, die den Mittelpunkt der sonnenbestrahlten Ebene mit dem oberen Rand des Hindernisses in vertikaler Ebene verbindet.

C.2.3 Geometrische Darstellung von Überhängen

Überhänge werden durch einen horizontalen Überhang und zwei seitliche Überstände schematisiert, die anhand eines senkrechten Überhangwinkels α_v (0° wenn es keinen horizontalen Überhang gibt, maximal 180°), anhand eines linken Überhangwinkels α_{sL} (0° wenn es keinen linken Überstand gibt, Höchstwert 180°) und anhand eines rechten Überhangwinkels α_{sR} (0° wenn es keinen rechten Überhang gibt, Höchstwert 180°) wie in der Abbildung [1] dargestellt zu bestimmen sind.

Erklärung: Die Begrenzungslinien horizontaler Überhänge und vertikaler Überhänge bilden auf einer in der Mitte der betreffenden Ebene senkrecht aufgenommenen Weitwinkelaufnahme (Fisheye) ein

Rechteck. Dieses Rechteck, das Himmelsebene genannt wird, entspricht dem Teil des Himmels, der von der Ebene aus sichtbar ist.

Abbildung [1]: Geometrie von Überhängen

C.2.4 Standardwerte

Werden die Standardwerte verwendet, müssen diese auf alle Winkel der sonnenbestrahlten Ebene angewandt werden. Für die Winkel von Hindernissen sind folgende Standardwerte zu verwenden:

- für die Heizungsberechnung und für die Berechnung der Sonnenkollektoren:
  - Verbauungswinkel α_h: 25°
  - Überhangwinkel links α_{sL}, rechts α_{sR} und vertikal α_v: 0°
- für den Kühlbedarf und den Indikator für Überheizungsgefahr:
  - Verbauungswinkel α_h: 15°
  - Überhangwinkel links α_{sL}, rechts α_{sR} und vertikal α_v: 0°

Zur Erinnerung: Für Photovoltaikanlagen gilt die Standardberechnung nicht und es ist Pflicht, die Abschattung immer detailliert anzugeben (siehe § 12.1).

C.3 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene

C.3.1 Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen unverschatteten Ebene j entspricht der Summe aus direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung.

Gl. 186 $I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad}$ (MJ/m²)

mit:

$I_{s,dir,m,j,unshad}$ direkte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,unshad}$ diffuse Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,unshad}$ reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme finden sich in den folgenden Abschnitten.

C.3.2 Direkte Sonneneinstrahlung

Die Berechnung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung erfolgt anhand des für den Monat charakteristischen Tages. Dabei handelt es sich um den 15. eines Monats. Die Nummer des typischen Tages entspricht der Anzahl an Tagen ab dem 1. Januar (365 Tage), siehe Tabelle [1].

Die direkte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 187 $$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor}\right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (MJ/m^2)$$

mit:

$I_{s,tot,m,hor}$ die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene im Referenzjahr in Uccle in MJ/m², siehe Tabelle [1];

$I_{s,dif,m,hor}$ die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene im Referenzjahr in Uccle in MJ/m², siehe Tabelle [1];

$Q_{s,dir,char,j}$ die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene j am charakteristischen Tag des betreffenden Monats in J/(m².jour);

$Q_{s,dir,char,hor}$ die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene j am charakteristischen Tag des betreffenden Monats in J/(m².jour);

Die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene und die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene am charakteristischen Tag des betreffenden Monats werden wie folgt bestimmt:

Gl. 188 $$Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\left\{0 \; ; \left[q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,j} \times \Delta\omega\right]\right\} \quad (J/(m^2.jour))$$

Gl. 189 $$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\left\{0 \; ; \left[q_{s,dir,n} \cdot \cos \chi_{s,hor} \cdot \Delta\omega\right]\right\} \quad (J/(m^2.jour))$$

mit:

$q_{s,dir,n}$ die direkte Sonneneinstrahlung auf einer senkrecht zur Sonne stehenden Ebene an dem für den Monat charakteristischen Tag in W/m², wie nachstehend bestimmt;

ω der Stundenwinkel (180° um Mitternacht, 90° um 6 Uhr, 0° um 12 Uhr mittags, -90° um 18 Uhr);

$\Delta\omega$ der Stundenwinkel-Schritt in Grad (1 Stunde = 15°);

ω_1 der kleinste Stundenwinkel (morgens), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ und $\cos\chi_{s,j}$ größer als null sind;

ω_2	der größte Stundenwinkel (abends), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ und $\cos\chi_{s,j}$ noch größer als null sind;
ω_3	der kleinste Stundenwinkel (morgens), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ größer als null ist;
ω_4	der größte Stundenwinkel (abends), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ noch größer als null ist;
$\chi_{s.j}$	der Einfallswinkel pro Schritt $\Delta\omega$ der Sonne auf die Ebene j in °, wie unten berechnet;
$\chi_{s.hor}$	der Einfallswinkel pro Schritt $\Delta\omega$ der Sonne auf die horizontale Ebene in °, wie unten berechnet;
240	Faktor für die Umrechnung des Stundenwinkels in Sekunden.

Bei der Berechnung wird als Zeitschritt ein Stundenwinkel von 15° angenommen.

Die direkte Sonneneinstrahlung pro Stunde auf einer senkrecht zur Sonne stehenden Ebene an dem für jeden Monat charakteristischen Tag wird wie folgt bestimmt:

Gl. 190 $$q_{s,dir,n} = \max\left[0;1353.\left(1+0,033.\cos\left(\frac{360.d}{365}\right)\right).\exp\left(-m_{path}.d_R.T_L\right)\right] \quad (W/m^2)$$

mit:

d	die Nummer des charakteristischen Tags gemäß Tabelle [1];
m_{path}	der Wegfaktor in m^{-1};
d_R	der optische Weg in m;
T_L	der Lufttrübungsfaktor, (-);

Der Wegfaktor, der optische Weg und der Lufttrübungsfaktor werden wie folgt berechnet:

Gl. 416 $$m_{path} = \frac{0,992}{\sin(\beta) + 0,15.(\beta + 3,885)^{-1,253}} \quad (m^{-1})$$

Gl. 192 $$d_R = 1,4899 - 2,1099\cos(\beta) + 0,6322\cos(2.\beta) + 0,0253\cos(3.\beta) - 1,0022\sin(\beta) + 1,0077\sin(2.\beta) - 0,2606\sin(3.\beta) \quad (m)$$

Gl. 417 $$T_L = 3,372 + 0,053.\beta - 0,296.\cos(30.m) \quad (-)$$

mit:

β	Höhenwinkel der Sonne in Grad;
m	der Rang des Monats (1 für Januar, 2 für Februar usw.), das Argument von Cosinus wird in Grad angegeben.

Dieser Höhenwinkel der Sonne ist gleich:

Gl. 194 $$\beta = \max\left[0;90 - \arccos\left[\cos\varphi.\cos\delta.\cos\omega + \sin\varphi.\sin\delta\right]\right] \quad (°)$$

mit:

φ der Breitengrad für Uccle: +50,8°;

δ die Neigung für jeden charakteristischen Tag in Grad gleich

Gl. 195 $$\delta = \arcsin\left[-\sin(23,45).\cos\left(\frac{360}{365}.(d+10)\right)\right] \quad (°)$$

mit:

d die Nummer des charakteristischen Tags gemäß Tabelle [1].

Der Sonneneinfallwinkel der Ebene j und der horizontalen Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 418 $$\cos(\chi_{s,j}) = \begin{pmatrix} 0,775.\left[\sin(\delta).\cos(\theta_j)+\cos(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j).\cos(\varpi)\right] \\ -0,632.\left[\sin(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j)-\cos(\delta).\cos(\theta_j).\cos(\varpi)\right] \\ +\left[\cos(\delta).\sin(\theta_j).\sin(-\phi_j).\sin(\varpi)\right] \end{pmatrix} \quad (-)$$

Gl. 197 $$\chi_{s.hor} = 90 - \beta \quad (-)$$

C.3.3 Diffuse Sonneneinstrahlung

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 198 $$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor}.\ c_m.\left(\frac{1+\cos\theta_j}{2}\right) \quad (MJ/m^2)$$

mit:

$I_{s,dif,m,hor}$ die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene im Referenzjahr in Uccle in MJ/m², siehe Tabelle [1];

c_m ein Korrekturfaktor für den anisotropen Charakter der diffusen Strahlung gemäß der untenstehenden Tabelle [22];

θ_j die Neigung der Ebene j in Grad, also Winkel zwischen der Vertikalen und der Normalen der Ebene j.

Tabelle [22]: Korrekturfaktor c_m für den anisotropen Charakter der diffusen Strahlung

		Ausrichtung (°)								
		0 (S)	±22,5	±45	±67,5	±90 (E/O)	±112,5	±135	±157,5	±180 (N)
Neigung (°)	0 (H)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	22,5	1,03	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
	45	1,05	1,04	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,92	0,92
	67,5	1,06	1,05	1,03	0,99	0,94	0,90	0,86	0,84	0,83
	90 (V)	1,06	1,04	1,00	0,94	0,87	0,81	0,76	0,73	0,71
	112,5	0,98	0,97	0,92	0,85	0,76	0,68	0,63	0,60	0,60
	135	0,80	0,78	0,74	0,67	0,59	0,53	0,49	0,47	0,47
	157,5	0,58	0,56	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40	0,34
	180	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bei Neigungen und Ausrichtungen, die zwischen diesen Werten liegen, wird in der Tabelle zunächst eine Interpolation nach der Ausrichtung mit konstanter Neigung vorgenommen. Anschließend wird eine zweite Interpolation nach der Neigung mit konstanter Ausrichtung vorgenommen.

C.3.4 Reflektierte Sonneneinstrahlung

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 199 $$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos\theta_j}{2} \right)$$ (MJ/m²)

mit:

$I_{s,tot,m,hor}$ die monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene im Referenzjahr in Uccle in MJ/m² nach Tabelle [1].

C.4 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Ebene

C.4.1 Für einen Verbauungswinkel $\alpha_h \leq 60°$

C.4.1.1 Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen verschatteten Ebene j entspricht der Summe von direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung:

Gl. 200 $$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$ (MJ/m²)

mit:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ die direkte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ die diffuse Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ die reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m².

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme finden sich in den folgenden Abschnitten.

C.4.1.2 *Direkte Sonneneinstrahlung*

Für die Bestimmung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Ebene ($I_{s,dir,m,j,shad}$) gilt das gleiche Verfahren wie für unverschattete Ebenen. Für die Bestimmung der direkten täglichen Sonneneinstrahlung auf der betreffenden Ebene am charakteristischen Tag des betreffenden Monats für jeden Stundenwinkel, in dem die Sonne über dem Horizont steht, gelten die folgenden Regeln:

- Für Stundenwinkel zwischen ω_1 und ω_2, bei denen der Höhenwinkel der Sonne β kleiner ist als der Verbauungswinkel α_h, wird von einer direkten Sonneneinstrahlung gleich null ausgegangen;
- Für die restlichen Stundenwinkel werden die Kugelkoordinaten für den Azimutwinkel der Sonne γ_s und den Höhenwinkel der Sonne β in ein Achsensystem umgerechnet, für das die Hindernisse definiert wurden. Als Ergebnis erhält man die umgerechneten Winkel γ_s' und β';
- Wenn der Punkt (γ_s', β') außerhalb der Himmelsebene liegt, wird von einer direkten Sonneneinstrahlung gleich null ausgegangen. Andernfalls wird davon ausgegangen, dass die direkte Sonneneinstrahlung dem unverschatteten Wert entspricht.

Der Azimutwinkel der Sonne γ_s wird ausgedrückt durch:

Gl. 201 $$\gamma_s = -\mathrm{sign}(\omega) \cdot \arccos\left(\frac{\cos(\chi_{s,hor}) \cdot \sin(\varphi) - \sin(\delta)}{\sin(\chi_{s,hor}) \cdot \cos(\varphi)}\right) \quad (-)$$

C.4.1.3 *Diffuse Sonneneinstrahlung*

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 202 $$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \cdot \left(\frac{1+\cos(\theta_j)}{2}\right) \cdot c_m \cdot c_n \quad (MJ/m^2)$$

Gl. 203 $$c_n = \frac{\left(\left(\frac{180-\theta_j}{90}\right) \cdot (1-\sin(\alpha_h)) - (1-\cos(\alpha_v))\right) \cdot (180-\alpha_{sL}-\alpha_{sR})}{2 \cdot (180-\theta_j)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$I_{s,dif,m,hor}$ die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1])

Wenn die Formel für die Bestimmung von c_n einen negativen Wert ergibt, gilt $c_n = 0$.

C.4.1.4 *Reflektierte Sonneneinstrahlung*

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen Ebene wird wie folgt bestimmt:

Gl. 204 $$I_{s,refl,m,j,shad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right)$$ (MJ/m²)

mit:

$I_{s,tot,m,hor}$ die monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Ebene in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1]).

C.4.2 Für einen Verbauungswinkel $\alpha_h > 60°$

Bei einem Verbauungswinkel $\alpha_h > 60°$ wird zwischen Hindernissen, die mit dem Gebäude verbunden sind, und Hindernissen in der Umgebung unterschieden.

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beschatteten Ebene j wird wie folgt berechnet:

Gl. 205 $$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$$ (MJ/m²)

mit:

$F_{s,m,j,env\ obst}$ der Verschattungsfaktor durch Hindernisse in der Umgebung, (-);

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ die Sonneneinstrahlung im jeweiligen Monat auf der Ebene j unter Berücksichtigung der Verschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude verbunden sind, in MJ/m².

C.4.2.1 *Sonneneinstrahlung $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$*

Die Sonneneinstrahlung im jeweiligen Monat auf der Ebene j unter Berücksichtigung der Verschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$, verbunden sind, berechnet sich wie folgt.

Es wird angenommen, dass die Sonneneinstrahlung $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ der Summe von direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung entspricht, wobei jedoch nur mit dem Gebäude verbundene Hindernisse berücksichtigt werden (Verbauungswinkel $\alpha_h = 0°$):

Gl. 206 $$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$ (MJ/m²)

mit:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ die direkte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ die diffuse Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ die reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Ebene j im jeweiligen Monat in MJ/m².

C.4.2.2 *Verschattungsfaktor*

Der Verschattungsfaktor $F_{s,m,j,env\ obst}$ berechnet sich durch lineare Interpolation anhand folgender Gleichung:

Gl. 207 $$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60°} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

oder:

$F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ der Verschattungsfaktor durch benachbarte Hindernisse mit einem Verbauungswinkel von 60°.

Die Werte von $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ finden sich in Tabelle C0 und hängen von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel der Glasfläche ab.

C.4.2.3 *Verschattungsfaktor durch benachbarte Hindernisse mit einem Verbauungswinkel von 60°*

Dieser Abschnitt beinhaltet die Tabelle C0 mit den monatlichen Werten des Verschattungsfaktors $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ für unterschiedliche Ausrichtungen und Neigungswinkel von Glasflächen.

Die Werte werden für einen Verbauungswinkel von 60° angegeben. Bei einem größeren Verbauungswinkel wird die Verschattung auf eine andere Weise detailliert berücksichtigt.

Bei Ausrichtungen und Neigungswinkeln, die nicht in den Tabellen aufgeführt werden, ist eine lineare Interpolation vorzunehmen, zunächst nach der Ausrichtung und dann nach dem Neigungswinkel.

Bei einem Neigungswinkel über 90° gelten die Werte für den Neigungswinkel 90°.

Tabellen C0: Verschattungsfaktoren – Verbauungswinkel von 60°

Tableau C0/ Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Février	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juin	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juillet	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Octobre	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tableau C0 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Février	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juillet	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Octobre	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tableau C0/ Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Février	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mars	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juin	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juillet	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tableau C0 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Mars	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Avril	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mai	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juin	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Septembre	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Octobre	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Novembre	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = 180° (NORD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Février	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Mars	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Avril	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mai	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juin	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juillet	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Août	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Septembre	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Octobre	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Mars	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Avril	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juin	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Septembre	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Octobre	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -90° (EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Février	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Mars	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Avril	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mai	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juin	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juillet	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Août	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Septembre	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Octobre	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Décembre	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tableau C0 / Orientation ϕ = -45° (SUD - EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Février	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juillet	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Novembre	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Nutzungsfaktor $a_{c,m,j}$: Tabellen

Die Tabellen C1 bis C3 enthalten die monatlichen Werte der Nutzungsfaktoren $a_{c,m,j}$ von Sonnenschutzvorrichtungen für eine Reihe von Ausrichtungen und Neigungen sonnenexponierter Flächen.

Für Ausrichtungen und Neigungen, die nicht in den Tabellen C1 bis C3 aufgeführt sind, muss eine lineare Interpolation vorgenommen werden, zunächst nach der Ausrichtung, dann nach der Neigung.

Für Neigungen über 90° gelten die Werte für einen Neigungswinkel von 90°.

Tabelle C1: Nutzungsfaktoren – Manuelle Bedienung (Wohnzwecke und Nicht-Wohnzwecke) – Automatikbedienung (Nicht-Wohnzwecke, für Heizungsberechnungen)

Tableau C1 /Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Février	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Mars	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
Avril	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mai	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juin	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Août	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
Septembre	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Octobre	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
Novembre	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
Décembre	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tableau C1 / Orientation ϕ = 30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Février	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Mars	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
Avril	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mai	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Août	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
Septembre	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
Novembre	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
Décembre	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Février	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Mars	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
Avril	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mai	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juin	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juillet	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Août	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
Novembre	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
Décembre	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Orientation ϕ = 60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Février	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Mars	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
Avril	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mai	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juillet	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Octobre	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
Novembre	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
Décembre	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tableau C1 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Février	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Mars	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
Avril	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mai	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juin	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juillet	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Août	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
Septembre	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Octobre	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
Novembre	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
Décembre	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tableau C1 / Orientation ϕ = 120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
Avril	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mai	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juin	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juillet	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Août	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
Septembre	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Octobre	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
Avril	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mai	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juin	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juillet	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Août	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
Septembre	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Octobre	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mai	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juin	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juillet	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Août	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
Septembre	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mai	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juin	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juillet	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Août	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
Septembre	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mai	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juin	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juillet	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Août	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
Septembre	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mai	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juin	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juillet	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Août	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
Septembre	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
Avril	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mai	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juin	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juillet	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Août	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
Septembre	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Octobre	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ =-90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Février	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Mars	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
Avril	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mai	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juin	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juillet	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Août	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
Septembre	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Octobre	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
Novembre	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Février	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Mars	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
Avril	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mai	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Août	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
Septembre	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Octobre	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
Novembre	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Février	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Mars	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
Avril	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mai	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juin	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Août	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
Septembre	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Octobre	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
Novembre	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
Décembre	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Orientation ϕ = -30°					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Février	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Mars	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
Avril	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mai	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juillet	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
Septembre	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Octobre	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
Novembre	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
Décembre	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

Tabelle C2: Nutzungsfaktor – Automatikbedienung (Wohnzwecke)

Tableau C2 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68
Février	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74
Mars	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75
Avril	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65
Mai	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59
Juin	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55
Août	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62
Septembre	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72
Octobre	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81
Novembre	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64
Décembre	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56

Tableau C2 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63
Février	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71
Mars	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74
Avril	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68
Mai	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53
Août	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73
Octobre	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82
Novembre	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64
Décembre	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58

Tableau C2 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60
Février	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68
Mars	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70
Avril	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67
Mai	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65
Juin	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51
Août	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72
Octobre	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82
Novembre	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62
Décembre	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42

Tableau C2 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54
Février	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64
Mars	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67
Avril	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66
Mai	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68
Juillet	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52
Août	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62
Septembre	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69
Octobre	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80
Novembre	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62
Décembre	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33

Tableau C2 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27
Février	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49
Mars	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55
Avril	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60
Mai	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62
Juin	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64
Juillet	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50
Août	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59
Septembre	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62
Octobre	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70
Novembre	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09

Tableau C2 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00
Mars	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30
Avril	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41
Mai	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51
Juin	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55
Juillet	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38
Août	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45
Septembre	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40
Octobre	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46
Novembre	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07
Avril	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31
Mai	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41
Juin	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47
Juillet	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31
Août	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34
Septembre	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22
Octobre	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01
Avril	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12
Mai	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29
Juin	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34
Juillet	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21
Août	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18
Septembre	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06
Octobre	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mai	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juin	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juillet	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Août	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
Septembre	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mai	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juin	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juillet	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Août	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
Septembre	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
Avril	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mai	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juin	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juillet	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Août	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
Septembre	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Mars	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
Avril	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mai	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juin	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juillet	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Août	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
Septembre	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Octobre	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Février	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Mars	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
Avril	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mai	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juin	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juillet	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Août	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
Septembre	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Octobre	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
Novembre	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Février	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Mars	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
Avril	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mai	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juin	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Août	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
Septembre	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Octobre	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
Novembre	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
Décembre	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tableau C2 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Février	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Mars	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
Avril	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mai	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Août	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
Septembre	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Octobre	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
Novembre	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
Décembre	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tableau C2 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Février	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Mars	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
Avril	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mai	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juin	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juillet	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Août	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
Septembre	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Octobre	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
Novembre	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
Décembre	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tabelle C3: Nutzungsfaktor – Automatikbedienung (Nicht-Wohnzwecke)

Tableau C3 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69
Février	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75
Mars	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76
Avril	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68
Mai	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65
Juin	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68
Septembre	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74
Octobre	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83
Novembre	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69
Décembre	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65

Tableau C3 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70
Février	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73
Mars	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77
Avril	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72
Mai	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66
Juin	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62
Août	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70
Septembre	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76
Octobre	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83
Novembre	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67
Décembre	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62

Tableau C3 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63
Février	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72
Mars	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74
Avril	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68
Juin	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68
Juillet	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62
Août	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68
Septembre	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75
Octobre	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84
Novembre	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65
Décembre	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55

Tableau C3 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60
Février	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67
Mars	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69
Avril	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67
Mai	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66
Juin	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68
Juillet	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58
Août	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66
Septembre	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73
Octobre	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83
Novembre	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64
Décembre	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40

Tableau C3 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37
Février	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54
Mars	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60
Avril	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62
Mai	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63
Juin	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65
Juillet	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53
Août	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60
Septembre	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64
Octobre	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71
Novembre	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50
Décembre	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18

Tableau C3 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03
Mars	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35
Avril	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46
Mai	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53
Juin	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58
Juillet	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41
Août	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49
Septembre	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43
Octobre	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49
Novembre	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15
Avril	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32
Mai	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44
Juin	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48
Juillet	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32
Août	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38
Septembre	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27
Octobre	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01
Avril	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15
Mai	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31
Juin	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37
Juillet	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23
Août	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22
Septembre	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00
Mai	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01
Juin	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02
Juillet	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01
Août	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00
Septembre	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03
Mai	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22
Juin	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32
Juillet	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22
Août	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14
Septembre	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02
Avril	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19
Mai	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35
Juin	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42
Juillet	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35
Août	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26
Septembre	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08
Mars	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19
Avril	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31
Mai	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47
Juin	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52
Juillet	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45
Août	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36
Septembre	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25
Octobre	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21
Février	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40
Mars	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46
Avril	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50
Mai	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59
Juin	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62
Juillet	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57
Août	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53
Septembre	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48
Octobre	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38
Novembre	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45
Février	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56
Mars	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64
Avril	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59
Mai	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65
Juin	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62
Août	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61
Septembre	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63
Octobre	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61
Novembre	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43
Décembre	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42

Tableau C3 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49
Février	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63
Mars	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68
Avril	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62
Mai	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65
Juin	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64
Septembre	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68
Octobre	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68
Novembre	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56
Décembre	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47

Tableau C3 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62
Février	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72
Mars	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71
Avril	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65
Juin	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62
Août	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65
Septembre	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71
Octobre	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74
Novembre	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63
Décembre	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58

Anlage D Abgabewirkungsgrad

Das nachstehende detaillierte Berechnungsverfahren gilt nur für Energiezonen mit nur einem einzigen Wärmeabgabesystem bestehend aus Heizkörpern, einer Fußbodenheizung oder einer Wandheizung.

Detaillierter berechnet werden zusätzliche Wärmeverluste durch die Außenwand hinter oder unter den Wärmeabgabesystemen.

In vorliegender Anlage wird wiederholt zwischen einem variablen Sollwert und einem konstanten Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf unterschieden: eine genauere Beschreibung dieser Differenzierung findet sich in § 9.2.2.2.

D.1 Standardbetriebsdauer eines Wärmeabgabesystems

Die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems einer Energiezone i wird wie folgt berechnet:

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf variabel ist, gilt:

Gl. 208 $$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\left[29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}\right].\left(18 - \theta_{e,m}\right)/29} \quad \text{(Ms)}$$

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf konstant ist, gilt:

Gl. 209 $$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}} \quad \text{(Ms)}$$

In beiden Formeln gilt:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	der Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2;
$H_{T,heat,seci}$	der Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Energiezone i bei Basisaußentemperatur in W/K;
$V_{sec\ i}$	das Volumen der Energiezone i in m³;
$\theta_{e,m}$	die mittlere Außentemperatur eines Monats entsprechend Tabelle [1].

D.2 Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis

Für jeden Monat der Heizperiode wird die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Betriebsdauer wie folgt bestimmt:

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf variabel ist, gilt:

Gl. 210 $$\theta_{c,sec\ i,m} = 21 + \left(\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} - 21\right)\left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29}\right]^{0,75} \quad \text{(°C)}$$

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf konstant ist, gilt:

Gl. 211 $$\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta eb} \quad \text{(°C)}$$

Bei einem Standardheizkessel ohne Nachmischen mit einem Dreiwegeventil muss jedoch immer mit $\theta_{c,seci,m}$ = 80 °C gerechnet werden, ungeachtet der Auslegungstemperatur des Wärmeabgabekreises.

mit:

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei der Basisaußentemperatur in C° wie nachstehend bestimmt;

$\theta_{e,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats entsprechend Tabelle [1].

Die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei einer Basisaußentemperatur (d. h. unter Auslegungsbedingungen) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 212 $\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0{,}5.(\theta_{supply,design,sec\ i} + \theta_{return,design,sec\ i})$ (°C)

mit:

$\theta_{design,supply,sec\ i}$ die Auslegungsvorlauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i (bei der Basisaußentemperatur) in ºC;

$\theta_{design,return,sec\ i}$ die Auslegungsrücklauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i (bei der Basisaußentemperatur) in ºC.

Folgende Standardwerte können verwendet werden:

- für Fußboden- und Wandheizung:
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 55°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 45°C
- für Heizkörper:
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 90°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 70°C

Bessere Werte können nach Maßgabe der vom Minister bestimmten Vorgaben angewandt werden.

D.3 Heizkörper

Zusätzliche monatliche Wärmeverluste ($\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$) von Heizkörpern in der Energiezone i durch die Wand hinter dem Heizkörper werden wie folgt bestimmt:

Gl. 213
$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \left\{ U_j \cdot A_{rad,j} \cdot \max\left(0\ ;\ w \cdot \theta_{c,sec\ i,m} + (1-w) \cdot \theta_{e,m} - 18\right) \right\} \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in ºC, bestimmt nach D.2;

$\theta_{e,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats, siehe Tabelle [1];

$t_{heat,sec\ i,m}$	die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach § D.1;
w	ein Gewichtungsfaktor. Er beträgt 0,4, wenn sich hinter dem Heizkörper j ein reflektierender Schirm mit einem Emissionsgrad unter 0,2 befindet; in allen anderen Fällen beträgt er 0,8, (-);
U_j	der U-Wert der Außenwand hinter dem Heizkörper j in W/(m².K);
$A_{rad,j}$	die Projektionsfläche des Heizkörpers j in m².

Es ist die Summe für alle Heizkörper j der Energiezone i zu bilden, die an einer Außenwand stehen.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i $\eta_{em,heat,seci,m}$ ist:

Gl. 214 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{rad,sec\ i,m}}$$ (-)

mit:

η	der Multiplikationsfaktor aus Tabelle [23]. Dieser Multiplikator berücksichtigt zusätzliche Regelverluste und Verluste, die durch Temperaturschichtung entstehen;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	der Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2;
$\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$	der zusätzliche monatliche Wärmeverlust hinter den Heizkörpern in der Energiezone i in MJ.

Tabelle [23]: Multiplikator η

Zentralheizung mit Warmwasser		
Regelung der Innentemperatur	Regelung der Vorlauftemperatur des Wassers im Kreislauf	
	Konstanter Sollwert	Variabler Sollwert
Raumweise Temperatursteuerung	0,92	0,94
Sonstiges	0,90	0,92

D.4 Fußbodenheizung

Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Böden der Energiezone i ($\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 215 $$\Delta Q_{fl.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_j \left(U^*_{f,j} \times A_{f,j}\right)$$ (MJ)

mit:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in ºC, bestimmt nach § D.2;

$t_{heat,sec\ i,m}$ die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach § D.1;

$A_{f,j}$ die von der Fußbodenheizung belegte Bodenfläche, anteilsmäßig bezogen auf die Bodenfläche, durch welche die Transmissionswärmeverluste erfolgen, in m²;

$U^*_{f,j}$ äquivalenter U-Wert des Bodens unter der Fußbodenheizung j laut untenstehender Berechnung

- Im Fall von Böden auf Erdaufschüttung, $U^*_{f,j}$ gilt:

Gl. 216 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75$$ (m².K/W)

mit:

$U_{f,j}$ der U-Wert des Bodens in W/m²K, bestimmt von der Innenumgebung bis zur Trennfläche zum Erdreich.

- Im Falle von Böden über einem Keller oder Hohlraum, $U^*_{f,j}$ gilt:

Gl. 217 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}}$$ (m².K/W)

Dabei sind $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ und $U_{x,j}$ in W/(m².K) nach den Spezifikationen der Anlage DRT des vorliegenden Erlasses zu berechnen.

- Bei Fußböden, die mit der Außenluft in Berührung kommen, $U^*_{f,j}$ gilt:

Gl. 218 $$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25$$ (m².K/W)

mit:

$U_{f,j}$ der Wärmedurchgangskoeffizient des Bodens von der Innenumgebung zur Außenumgebung in W/(m²K), bestimmt nach den Spezifikationen in Anlage DRT des vorliegenden Erlasses.

Es ist die Summe aus allen Fußbodenheizungen j der Energiezone i in den Trennwänden des geschützten Volumens zu bilden.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) wird wie folgt angenommen:

Gl. 219 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}}$$ (-)

mit:

η der Multiplikationsfaktor in Tabelle [23];

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2;

$\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$ der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Böden in der Energiezone i in MJ.

D.5 Wandheizung

Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Wände der Energiezone i ($\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 220 $$\Delta Q_{wall.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) \cdot t_{heat,seci,m} \cdot \sum_j \left(U^*_{wall,j} \cdot A_{wall,j}\right)$$ (MJ)

mit:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in ºC, bestimmt nach D.2;

$t_{heat,sec\ i,m}$ die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach § D.1;

$A_{wall,j}$ die Fläche der senkrechten Außenwand j hinter der Ebene mit der Wandheizung in m²;

$U^*_{wall,j}$ der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient der senkrechten Außenwand j hinter der Ebene mit der Wandheizung, ausgedrückt wie folgt:

Gl. 221 $$U^*_{wall,j} = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175}$$ (W/(m².K))

mit:

$U_{wall,j}$ der Wärmedurchgangskoeffizient der senkrechten Außenwand j hinter dem Element.

Es ist die Summe für alle senkrechten Außenwände j der Energiezone i mit Wandheizung zu bilden.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) wird wie folgt angenommen:

Gl. 222 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}}$$ (-)

mit:

η der Multiplikationsfaktor in Tabelle [23],(-);

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2;

$\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$ die zusätzlichen monatlichen Wärmeverluste durch die Wände in der Energiezone i in MJ.

Anlage E Verteilungsverluste

§ E.1 gilt nur für Energiezonen, die über ein einziges Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. Wenn dieses Netz auch die Wärme für andere Energiezonen liefert, darf außerdem keine dieser anderen Energiezonen über ein unabhängiges zweites Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. (Wenn das gesamte geschützte Volumen eine einzige Energiezone bildet, sind diese Bedingungen automatisch erfüllt.)

Es ist zunächst der Wirkungsgrad des gesamten Netzes zu bestimmen. Der Wirkungsgrad gilt dann für alle Energiezonen, die über dieses Netz mit Wärme versorgt werden, auch wenn eine Energiezone nur einen Teil dieses Netzes nutzt.

E.1 Verteilungswirkungsgrad

Der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad $\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ einer Energiezone i entspricht dem durchschnittlichen monatlichen Verteilungswirkungsgrad des Wärmeverteilungsnetzes n, mit dem die Energiezone mit Wärme versorgt wird:

Gl. 223 $\eta_{distr,heat,sec\ i,m} = \eta_{distr,heat,netw\ n,m}$ (-)

mit:

Gl. 224(-) $$\eta_{distr,heat,netw\ n,m} = \frac{Q_{out,heat,netw\ n,m}}{Q_{in,heat,netw\ n,m}}$$ (-)

mit:

Gl. 225 $Q_{in,heat,netw\ n,m} = Q_{out,heat,netw\ n,m} + Q_{distr,heat,netw\ n,m}$ (MJ)

und

Gl. 226 $$Q_{out,heat,netw\ n,m} = \sum_i \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{em,heat,sec\ i,m}}$$ (MJ)

mit:

$Q_{out,heat,netw\ n,m}$	die monatliche Wärmemenge, die das Wärmeverteilungsnetz n an die vom ihm versorgten Energiezonen liefert, in MJ;
$Q_{in,heat,netw\ n,m}$	die monatliche Wärmemenge, die die Wärmeerzeugungsanlage oder der Warmwasserspeicher an das Wärmeverteilungsnetz liefert, in MJ;
$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	die monatliche Verlustwärmemenge durch das Wärmeverteilungsnetz n außerhalb des geschützten Volumens, in MJ;
$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$	der monatliche Abgabewirkungsgrad einer Energiezone i, bestimmt nach § 9.2.2.2 oder nach Anlage D der vorliegenden Anlage, (-);
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	der Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 7.2.

Es ist die Summe für alle Energiezonen i zu bilden, die mit dem Netz versorgt werden. Wenn das Wärmeverteilungsnetz auch die Energie für Gebäudeteile liefert, für die keine EE-Berechnung durchgeführt wird, muss der Effekt dieser anderen Gebäudeteile nicht berücksichtigt werden:

- die Verluste durch die Versorgungsleitungen, mit denen nur diese anderen Gebäudeteile versorgt werden, werden nicht berücksichtigt;
- die Energie, die das Netz diesen anderen Gebäudeteilen liefert, wird bei der Berechnung des Netz-Outputs ebenfalls nicht berücksichtigt.

E.2 Wärmeverluste durch das Wärmeverteilungsnetz

Die Verteilungsverluste des Netzes werden sowohl bei Wasser- als auch bei Luftleitungen wie folgt bestimmt:

Gl. 321 $$Q_{distr,heat,netw\ n,m} = t_{heat,netw\ n,m} \cdot f_{insul,netw\ n} \cdot \sum_j \left(\theta_{c,netw\ n,m} - \theta_{amb,m,j}\right) \cdot \left(\frac{l_j}{R_{l,j}}\right) \quad \text{(MJ)}$$

mit:

$t_{heat,netw\ n,m}$ die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeverteilungsnetzes n in Ms. Es wird angenommen, dass sein Wert dem Maximum der Standardbetriebsdauer $t_{heat,sec\ i,m}$ (bestimmt nach § D.1, sowohl für Wasser- als auch für Luftheizungssysteme) der Energiezonen i entspricht, die vom Netz versorgt werden;

$f_{insul,netw\ n}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Wirkung von Wärmebrücken auf den Wärmewiderstand der Segmente des Wärmeverteilungsnetzes n, bestimmt als $f_{insul,circ\ k}$ in § 9.3.2.2 durch Umsetzen des Index „circ k“ in „netw n“ und der Wörter „die Zirkulationsleitung“ und „die Zirkulationsleitung k“ in „das Wärmeverteilungsnetz“ und „das Wärmeverteilungsnetz n“, (-);

$\theta_{c,netw\ n,m}$ die monatliche Durchschnittstemperatur des Wärmeträgermediums im Wärmeverteilungsnetz n in ºC. Als Wert wird der Höchstwert der monatlichen Durchschnittstemperaturen des Wärmeträgers in den Wärmeabgabekreisen aller mit dem Netz versorgten Energiezonen angenommen. Diese Temperaturen werden für jede Energiezone einzeln wie folgt bestimmt:

- im Fall von Wasser als Wärmeträgermedium: es handelt sich um die Temperatur $\theta_{c,sec\ i,m}$, bestimmt nach § D.2, (selbst wenn es sich um ein anderes Heizsystem als Heizkörper oder eine Fußboden- oder Wandheizung handelt, z. B. Konvektoren)
- im Fall von Luft als Wärmeträgermedium: für jeden Monat wird der Durchschnittswert der Heizsaison verwendet, der sich wie folgt ergibt:

Gl. 228 $$\theta_{c,sec\ i} = 8 + 0{,}6\ \theta_{supply,design,sec\ i} \quad \text{(°C)}$$

Dabei ist $\theta_{design,supply,sec\ i}$ die Auslegungsvorlauftemperatur der Luft für die Basisaußentemperatur. Als Standardwert kann 50 ºC verwendet werden. Bei Verwendung einer anderen Auslegungstemperatur sind der EEW-Erklärung detaillierte Auslegungsberechnungen für das Wärmeabgabesystem (für jeden beheizten Raum in der Energiezone i) beizufügen.

$\theta_{amb,m,j}$ die monatlich durchschnittliche Umgebungstemperatur des Segments j des Wärmeverteilungsnetzes in °C:
- wenn sich das Segment in einem angrenzenden unbeheizten Raum befindet, gilt:

Gl. 229 $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$;

- wenn sich das Segment im Freien befindet, gilt:

Gl. 230 $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

mit:

$\theta_{e,m}$ die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1];

l_j die Länge des Segments j in m;

$R_{l,j}$ der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand des Segments j in mK/W, bestimmt nach § E.3.

Es ist die Summe für alle Segmente j des Wärmeverteilungsnetzes n außerhalb des geschützten Volumens zu bilden.

E.3 Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchlasswiderstands

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand gibt den Wärmestrom eines Segments des Wärmeverteilungsnetzes je Längeneinheit und je Grad Temperaturdifferenz an.

Die nachstehenden Gleichungen basieren auf der Norm NBN EN ISO 12241. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand der Leitung oder des Rohrs werden bei dieser Formel vernachlässigt.

Bei mehrschaligen Isoliermänteln wird direkt auf diese Norm verwiesen.

Wenn für ein Segment die Isolationsdicke nicht bekannt ist, wird angenommen, dass dieses Segment nicht isoliert wird.

E.3.1 Leitungen und Rohre

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand $R_{l,j}$ des Segments j wird wie folgt berechnet:

Gl. 322 $$R_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}.\pi.D_{e,j}} \quad \text{(m.K/W)}$$

mit:

$\lambda_{insul,j}$ die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Segment j, die für eine Referenztemperatur von mindestens 40 °C ermittelt wurde, in W/(m.K);

$D_{e,j}$ der Außendurchmesser der Dämmung in m;

$D_{i,j}$ der Außendurchmesser der ungedämmten Leitung in m;

$h_{se,j}$ die Summe der externen Wärmeübergangskoeffizienten (durch Konvektion + Strahlung) des Segments j, en W/(m².K), angenommen gleich:
- innerhalb des geschützten Volumens: $h_{se,j} = 8$;
- in einem angrenzenden unbeheizten Raum: $h_{se,j} = 10$;
- außen: $h_{se,j} = 25$.

E.3.2 Rechteckige Rohre

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand $R_{l,j}$ des Segments j wird wie folgt berechnet:

Gl. 323 $$R_{l,j} = \frac{d_{insul,j}}{2 \cdot \lambda_{insul,j} \cdot \left(H_j + B_j - 2 \cdot d_{insul,j}\right)} + \frac{1}{2 \cdot h_{se,j} \cdot \left(H_j + B_j\right)}$$ (m.K/W)

mit:

$\lambda_{insul,j}$ die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Segment j, die für eine Referenztemperatur von mindestens 40 °C ermittelt wurde, in W/(m.K);

$d_{insul,j}$ die Dicke der Wärmedämmung um das Rohr herum, in m;

H_j die Höhe des gedämmten Rohrs (Außenmaß) in m;

B_j die Breite des gedämmten Kanals (Außenmaß) in m;

$h_{se,j}$ der externe Wärmedurchgangskoeffizient des Segments j (durch Konvektion und Strahlung) in W/m².K, bestimmt nach § E.3.1.

E.3.3 Erdverlegte Leitungen

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand $R_{l,j}$ des Segments j wird wie folgt berechnet:

Gl. 233 $R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E$ (m.K/W)

mit:

Gl. 324 $$R'_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right)$$ (m.K/W)

und:

Gl. 235 $$R_E = \frac{1}{2.\pi.\lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2.H_{E,j}}{D_{e,j}}\right)$$ (m.K/W)

mit:

$\lambda_{insul,j}$ die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Segment j, die für eine Referenztemperatur von mindestens 40 °C ermittelt wurde, in W/(m.K);

$D_{e,j}$ der Außendurchmesser der Dämmung in m;

$D_{i,j}$ der Außendurchmesser der ungedämmten Leitung in m;

λ_E	die Wärmeleitfähigkeit des angrenzenden Bodens. Als Standardwert gilt: λ_E = 2 W/(m.K);
$H_{E,j}$	der Abstand zwischen der Leitungsmitte und der Bodenoberfläche in m.

Anlage F Festgelegte Faktoren für verschiedene Energieträger

Für die Bestimmung des konventionellen Umrechnungsfaktors in Primärenergie gibt es zwei Fallkonstellationen:

- im Falle einer Verbindung mit einer externen Wärmeversorgung: $f_p = f_{p,dh}$, der äquivalente Primärenergiefaktor dieses Systems, der nach den vom Minister bestimmten Regeln im Einzelnen zu bestimmen ist und standardmäßig 2,0 beträgt (-);
- in allen anderen Fällen: der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des jeweiligen Erzeugungsgeräts in Primärenergie ist Tabelle [29] zu entnehmen, (-).

Tabelle [29]: Primärenergieumrechnungsfaktor, Verhältnis des Heizwerts zum Brennwert und CO_2-Emissionsfaktor nach Energieträger

Energieträger	f_p	$f_{NCV/GCV}$	f_{CO2}
Erdgas	1,00	0,90	0,056
Heizöl	1,00	0,94	0,073
Propan/Butan/LPG	1,00	0,92	0,062
Kohle	1,00	0,96	0,093
Holz	1,00	0,93	0
Pellet	1,00	0,91	0
Strom	2,50	1,00	0,179
Strom aus einer Photovoltaikanlage	2,50	1,00	0,179
Strom aus einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage	2,50	1,00	0,179
Erneuerbare Energie aus der Umwelt	1,00	1,00	0,000
Sonstige Brennstoffe (1)	Äquivalenz		

(1) Für Energieträger, die noch nicht ausdrücklich in der Tabelle aufgeführt werden, kann der Minister die Werte bestimmen, die zugrunde zu legen sind.

Anlage G Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads eines Wärmetauschers

Der thermische Wirkungsgrad eines Wärmespeichers, η_{test}, wird berechnet nach § G.2, auf der Grundlage der Ergebnisse eines Tests nach § G.1. Der Standardwert für den thermischen Wirkungsgrad, der unabhängig von der Durchflussrate gilt, ist $\eta_{test} = 0$.

Der Testvolumenstrom, $q_{v,test}$, wird als der kleinere Volumenstrom von beiden folgenden definiert: entweder der der Abluft (q_{v11}) oder der Zuluft (q_{v22}) während des Tests nach § G.1.

Der Minister kann zusätzliche und/oder abweichende Vorgaben für die Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads eines Wärmetauschers festlegen.

G.1 Messung

Der Test kann, wahlweise, gemäß der Norm NBN EN 308, der Norm NBN EN 13141-7 oder der Norm NBN EN 13141-8, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Vorgaben in § G.1.1 bzw. G.1.2 durchgeführt werden.

Das Testprotokoll muss mindestens folgende Messdaten enthalten:

- die an allen Ein- und Ausgängen des Luftaufbereitungsaggregats gemessenen Temperaturen: die Temperatur der Frischluft (t_{21}), der zugeführten Luft (t_{22}), der Abluft (t_{11}) und der ausgestoßenen Luft (t_{12}), in °C;[19]
- die gemessenen Volumenströme der zugeführten Luft ($q_{v22,test}$) und der Abluft ($q_{v11,test}$), in m³/h;
- die gemessene elektrische Gesamtleistung in W, die das Luftaufbereitungsaggregat während des Tests ($P_{elec,ahu,test}$) aufnimmt. Dies ist die gesamte elektrische Leistung des kompletten Geräts einschließlich aller Lüfter und ggf. aller Hilfselemente;
- die Position der Lüfter im Verhältnis zum Wärmetauscher im geprüften Gerät.

G.1.1 Vorgaben zur Prüfung gemäß Norm NBN EN 308

Der Test sollte gemäß den Messanforderungen durchgeführt werden, die in den Absätzen § 5.5 und § 6.4 der Norm NBN EN 308 beschrieben sind, mit Ausnahme der folgenden Punkte:

- Der Test ist am unveränderten, vollständigen Wärmerückgewinnungsgerät (einschließlich Rahmen, Lüfter usw.) durchzuführen. Ein Wärmerückgewinnungsgerät beinhaltet grundsätzlich einen Kasten und einen Wärmeaustauscher. Das getestete Wärmerückgewinnungsgerät muss außerdem alle normalerweise im Kasten eines Wärmerückgewinnungsgeräts vorhandenen Komponenten wie z. B. Lüfter, Filter, einen Bypass, Heiz- oder Kühlbatterien usw. enthalten. Das Wärmerückgewinnungsgerät darf für den Test nicht verändert werden. So darf z. B. keine zusätzliche Wärmedämmung hinzugefügt werden.
- Es existieren keine Auflagen in Bezug auf das thermische Gleichgewicht (siehe § 6.6 der Norm NBN EN 308);
- Es existieren keine Auflagen in Bezug auf interne und externe Lecks.

[19]Anm.: Für die Temperatur wird der Buchstabe t in der Norm NBN EN 308 sowie das Zeichen θ in den Normen NBN EN 13141-7 und NBN EN 13141-8 verwendet.

- Es wird nicht verlangt, dass der Test für verschiedene Kombinationen aus Zuluft- und Abluftströmen durchgeführt wird wie in der Norm beschrieben. Jedoch wird verlangt, dass der Test folgende Bedingungen erfüllt:
  - bezieht sich auf eine oder mehrere Volumenströme zur Wahl. Der Anwendungsbereich des Endergebnisses ist von dem/den getesteten Volumenstrom/-strömen abhängig (siehe Haupttext der vorliegenden Anlage).
  - es sollte möglichst ein Gleichgewicht zwischen den Volumenströmen der Zu- und Abfuhr angestrebt werden;
- Es müssen ausschließlich die Luftansaugbedingungen des Tests berücksichtigt werden, die in der untenstehenden Tabelle angegeben sind und der Norm NBN EN 308 entnommen wurden. Messungen bei einer anderen Temperatur können zur Bestimmung des nachstehend beschriebenen thermischen Wirkungsgrads nicht verwendet werden.

Tabelle [26]: Kategorie des Wärmetauschers

Kategorie des Wärmetauschers (Siehe Definitionen der NBN EN 308)	**I II IIIa**	**IIIb**
Temperatur der Abluft	25°C	25°C
Feuchttemperatur der Abluft	< 14°C	18°C
Temperatur der Frischluft	5°C	5°C
Feuchttemperatur der Frischluft		3°C

G.1.2 Vorgaben für eine Prüfung gemäß Norm NBN EN 13141-7 oder gemäß Norm NBN EN 13141-8

Der Test muss entsprechend den Bedingungen der Norm NBN EN 13141-7 oder der Norm NBN EN 13141-8 erfolgen, was die Temperaturbedingungen des Tests 1 betrifft.

G.2 Berechnung

Der thermische Wirkungsgrad eines Wärmetauschers wird wie folgt berechnet:

Gl. 236 $$\eta_{test} = \frac{(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha})}{2} \quad (-)$$

Die Temperaturverhältnisse auf der Zuluftseite ($\eta_{t,sup}$) und auf der Abluftseite ($\eta_{t,eha}$) werden anhand der während des Tests gemessenen Temperaturen ermittelt und konventionell zur Berücksichtigung der durch den Stromverbrauch entstehenden Wärme korrigiert:

Gl. 237 $$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Gl. 238 $$\eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}}$$ (-)

Wenn das Wärmerückgewinnungsgerät nicht mit Lüftern ausgestattet ist, gilt für die Temperaturunterschiede: Δt_{11}, Δt_{12}, Δt_{21}und Δt_{22} sind gleich null.

Ansonsten werden die Temperaturunterschiede je nach Position der Lüfter gemäß einer der 4 Konfigurationen berechnet, die in der folgenden Tabelle beschrieben sind:

Tabelle [27]: Formeln für die Temperaturunterschiede entsprechend der Position der Lüfter

		Abluftlüfter	
		In der Position Abluft (11)	In der Position Ausgestoßene Luft (12)
Zuluftlüfter	In der Position Frischluft (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	In der Position Zugeführte Luft (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Für einen bestimmten Wärmetauscher ist es möglich, Tests zu mehreren Volumenströmen durchzuführen. Jedem thermischen Wirkungsgrad wird ein Testvolumenstrom zugeordnet, der die Reichweite des Anwendungsbereiches des Textes bestimmt (siehe Haupttext der vorliegenden Anlage).

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 2 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

"Anlage A3 des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

METHODE ZUR BESTIMMUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON NICHT-WOHNEINHEITEN (EEN-Methode)

1 Inleiding

Deze bijlage verduidelijkt de methode voor het bepalen van het peil van primair energieverbruik van niet-residentiële eenheden die een of meer specifieke functies hebben, hierna "EPN-eenheden" genoemd.

De algemene opbouw van de methode is vergelijkbaar met die voor residentiële eenheden (wooneenheden), hierna "EPW-eenheden" genoemd; zie hoofdstuk 4 van bijlage A.1 bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van residentiële eenheden).

Voor een opsomming van de normatieve verwijzingen, definities, symbolen, afkortingen en indices wordt verwezen naar de hoofdstukken 1, 2 en 3 van bijlage A.1 bij dit besluit.

De minister kan nadere specificaties vastleggen om de impact van atria of geventileerde dubbele gevels op de energieprestatie van een EPN-eenheid te berekenen.

2 Definitie van de gebruiksoppervlakte

De gebruiksoppervlakte van een ruimte of van een groep ruimten is de oppervlakte gemeten op vloerniveau tussen de binnenvlakken van de opgaande scheidingsconstructies die de ruimte of groep ruimten omhullen. Voor trappen en hellende vloeren wordt de verticale projectie op het horizontale vlak in beschouwing genomen.

Bij de bepaling van de gebruiksoppervlakte wordt geen rekening gehouden met de volgende elementen:

- een trapgat, liftschacht of vide;
- een dragende binnenmuur.

Bij de bepaling van de grenslijn mag een incidentele nis of uitsparing en een incidenteel uitspringend bouwdeel genegeerd worden indien het grondvlak daarvan kleiner is dan 0,5 m².

3 Schematisierung des Gebäudes

3.1 Prinzip

Die Energieeffizienz bezieht sich oft auf ein Teilvolumen des Gebäudes, je nachdem, ob die Räume z. B. beheizt (und/oder gekühlt) sind oder nicht, oder auch je nach Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile etc. Deshalb unterteilt man das Gebäude üblicherweise in verschiedene Teile, um die Energieeffizienz zu ermitteln. Jedes Teilvolumen, das an sich der für Nicht-Wohngebäude geforderten Energieeffizienz entsprechen muss, wird „EEN-Einheit“ genannt. Falls erforderlich, wird eine weitere Unterteilung in Lüftungszonen und Energiezonen vorgenommen, um die verschiedenen Arten von Anlagen in den Berechnungen angemessen berücksichtigen zu können, sowie eine weitere Unterteilung in Funktionsbereiche, um die Besonderheiten der Nutzung der verschiedenen Funktionen berücksichtigen zu können.

3.2 Unterteilung des Gebäudes

Alle Definitionen, Grundsätze und einzuhaltenden Regeln in Bezug auf die Unterteilung eines Gebäudes werden vom Minister festgelegt.

4 Primärenergieverbrauchswert

Der Primärenergieverbrauchswert der EEN-Einheit ermittelt sich aus dem Verhältnis zwischen dem charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit und einem Bezugswert, multipliziert mit 100:

Gl. 1

$$E_{EPNR} = 100 \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}} \qquad (-)$$

wobei gilt:

E_{EPNR}	der Primärenergieverbrauchswert der EEN-Einheit (-);
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ, berechnet gemäß § 10.2;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$	der Bezugswert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswert in MJ, wie gemäß Annexe C dieser Anlage.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Einheit aufgerundet werden.

5 Nettoenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung und Befeuchtung

5.1 Prinzip

Der Nettoenergiebedarf für Heizung oder Kühlung muss pro Energiebereich für alle Monate des Jahres ermittelt werden, um dann für die Berechnung des Bruttoenergiebedarfs verwendet zu werden (siehe § 6).

Da für die Heizung die Innentemperaturen und viele andere Parameter für jede Funktion festgelegt werden, muss zunächst der monatliche Nettoenergiebedarf pro Funktionsbereich berechnet und dann über alle Funktionsbereiche summiert werden, aus denen sich die betrachtete Energiezone zusammensetzt. Die Berechnung dieses monatlichen Nettoenergiebedarfs pro Funktionsbereich berücksichtigt die Intermittenz und das Belegungsprofil dieses Funktionsbereichs, wie in Tabelle [2] aufgeführt, sowie die thermische Masse des Funktionsbereichs.

Da für die Kühlung viele Parameter für jede Funktion festgelegt werden, muss zunächst der monatliche Nettoenergiebedarf pro Funktionsbereich berechnet und dann über alle Funktionsbereiche eine Summe gebildet werden, aus denen sich die betrachtete Energiezone zusammensetzt.

Für Warmwasser wird der Nettoenergiebedarf nach Funktionen definiert und pro Warmwasserentnahmestelle berechnet (siehe § 5.10). Auch eine Wärmerückgewinnung kann berücksichtigt werden. Man unterscheidet die Entnahmestellen für Warmwasser wie folgt:

- Duschen und/oder Badewannen;
- Küchenspülen;
- sonstige Entnahmestellen für Warmwasser, wie z. B. Waschbecken.

Alle Warmwasserentnahmestellen der EEN-Einheit werden berücksichtigt.

Wenn die Gebäudeinstallationen Vorrichtungen zur Befeuchtung der Frischluft enthalten, die in (einen Teil) der EEN-Einheit eingeleitet wird, wird die erforderliche monatliche Verdampfungsenergiemenge pro Befeuchter unter Berücksichtigung einer möglichen Feuchtigkeitsrückgewinnung aus der Abluft bestimmt.

Tabelle [1]: Monatliche Werte für die Länge des Monats (t_m) der durchschnittlichen Außentemperatur für Heizungsberechnungen ($\theta_{e,heat,m}$) und für Kühlungsberechnungen ($\theta_{e,cool,m}$)

Monat	t_m (Ms) [1]	$\theta_{e,heat,m}$ (°C)	$\theta_{e,cool,m}$ (°C)
Januar	2,6784	3,2	3,9
Februar	2,4192	3,9	4,8
März	2,6784	5,9	6,1
April	2,5920	9,2	9,8
Mai	2,6784	13,3	13,8
Juni	2,5920	16,2	17,1
Juli	2,6784	17,6	17,8
August	2,6784	17,6	18,1
September	2,5920	15,2	16,3
Oktober	2,6784	11,2	11,9
November	2,5920	6,3	6,7
Dezember	2,6784	3,5	3,5

[1] 1 Ms, 1 Megasekunde, entspricht 1 Million Sekunden.

Tabelle [2]: Konventionelles Belegungsprofil für jede Funktion

Funktionen		**Beginn der Belegung**	**Ende der Belegung**	**Tage pro Woche**	**Anteil der Belegung pro Woche $f_{pres,fct\ f}$**
Unterkunft		0h	24h	7	1,00
Büros		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Unterricht		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	0h	24h	7	1,00
	ohne nächtliche Beschäftigung	8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
	Operationssaal	0h	24h	7	1,00
Versammlung	Hohe Belegung	9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54
	Geringe Belegung	9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54
	Cafeteria / Mensa	8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Küche		10h	20h	6 (Mo → Sa)	0,36
Handel / Dienstleistungen		8h	20h	6 (Mo → Sa)	0,43
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50
	Fitness / Tanz	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50

	Sauna / Schwimmbad	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50
Technische Räume		0h	24h	7	1,00
Gemeinschaftsräume		Belegungsprofil wie unten bestimmt			
Sonstiges		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Unbekannt		9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54

Für die Funktion „Allgemeine“:

- Wenn ein mit dieser Funktion belegter Funktionsbereich einen oder mehrere Funktionsbereiche bedient, die alle dieselbe Funktion haben, ist der Wert des Belegungsanteils pro Woche des Funktionsbereichs mit der Funktion „Allgemeine“ gleich dem Wert der bedienten Funktionsbereiche.
- Wenn ein von dieser Funktion belegter Funktionsbereich mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Funktionen bedient, wird sein Belegungsprofil wie folgt bestimmt:
  - Uhrzeit des Beginns der Belegung: den Wert des bedienten Funktionsbereichs mit der frühesten Belegungszeit nehmen;
  - Uhrzeit des Endes der Belegung: den Wert des bedienten Funktionsbereichs mit der spätesten Belegungszeit nehmen;
  - Besonderheit der Funktion „Technische Räume“: Die Bestimmung der obigen Belegungszeiten muss immer ohne Berücksichtigung des Vorhandenseins eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Technische Räume“ erfolgen.
- Der Bruchteil der Belegung pro Woche wird dann bestimmt durch:

Gl. 2 $$f_{pres,fct\ f} = \frac{\sum_{d=1}^{7}\left(h_{occ,end,d} - h_{occ,start,d}\right)}{168} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{pres,fct\ f}$ der Bruchteil der Belegung pro Woche des Funktionsbereichs „Allgemeine“, (-);

$h_{occ,end,d}$ die Uhrzeit des Endes der Belegung des Funktionsbereichs „Allgemeine“ am Tag d, in Std.;

$h_{occ,start,d}$ die Uhrzeit des Beginns der Belegung des Funktionsbereichs „Allgemeine“ am Tag d, in Std.;

5.2 Innentemperatur für Heiz- und Kühlberechnungen und Intermittenz

5.2.1 Prinzipien

Bei der Bestimmung der Innentemperatur der Berechnung in Abhängigkeit von der Intermittenz können folgende Fälle auftreten:

- für die Heizung:
  - kontinuierliches Heizen (siehe § 5.2.2.1);
  - quasi kontinuierliches Heizen:
    - intermittierendes Heizen, aber geringe Trägheit (siehe § 5.2.2.2.1),
    - intermittierendes Heizen, aber hohe Trägheit (siehe § 5.2.2.2.2);
  - intermittierendes Heizen (siehe § 5.2.2.3);
- für die Kühlung:
  - kontinuierliches Kühlen (siehe § 5.2.3.1);
  - quasi kontinuierliches Kühlen:
    - intermittierendes Kühlen, aber geringe Trägheit (siehe § 5.2.3.2.1),
    - intermittierendes Kühlen, aber hohe Trägheit (siehe § 5.2.3.2.2),
  - intermittierendes Kühlen (siehe § 5.2.3.3).

Die Hypothesen für kontinuierliches Heizen/Kühlen gelten für Funktionsbereiche, die durchgehend belegt sind (24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche - siehe Tabelle [2]) oder deren Innentemperatur konstant ist (siehe Tabelle [4] für Heizen und Tabelle [44] für Kühlen).

Die Hypothesen für quasi kontinuierliches Heizen/Kühlen gelten für Funktionsbereiche, die intermittierendes Heizen/Kühlen erfahren, jedoch mit folgenden Eigenschaften:

- einer zu geringen Trägheit: in diesem Fall wird die Berechnungsinnentemperatur für die Heiz-/Kühlberechnungen des Funktionsbereichs als gleich ihrer durchschnittlichen Innentemperatur für die Heiz-/Kühlberechnungen angesehen;
- einer zu hohen Trägheit: in diesem Fall wird die Berechnungsinnentemperatur des Funktionsbereichs als gleich ihrer durchschnittlichen Sollinnentemperatur für die Heiz-/Kühlberechnungen angesehen.

Schließlich gelten die Hypothesen für intermittierendes Heizen/Kühlen für Funktionsbereiche, die intermittierendes Heizen/Kühlen erfahren und eine mittlere Trägheit aufweisen.

5.2.2 Heizung

5.2.2.1 Kontinuierliches Heizen

Die Funktionen:

- Unterkunft;
- Gesundheitspflege - mit nächtlicher Beschäftigung;
- Gesundheitsversorgung - Operationssaal;
- Sportanlagen - Sporthalle / Turnhalle;

die keine Heizintervalle kennen (entweder rund um die Uhr besetzt oder konstante Innentemperatur).

Für Funktionsbereiche, die eine dieser Funktionen haben, gilt also:

Gl. 3 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	die Berechnungsinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.3 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C.

5.2.2.2 Quasi kontinuierliches Heizen

5.2.2.2.1 Geringe Trägheit

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2.1 fallen, wird intermittierendes Heizen als kontinuierliches Heizen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht gering ist, d. h. wenn:

Gl. 5 $\tau_{heat,fct\ f} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

dann haben wir:

Gl. 6 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

Dabei ist:

$\tau_{heat,fctf}$	die Zeitkonstante für das Heizen des Funktionsbereichs f, bestimmt gemäß § 5.3, in Std.;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.3 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;

5.2.2.2.2 Hohe Trägheit

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2.1fallen, wird intermittierendes Heizen als kontinuierliches Heizen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht gering ist, d. h. wenn:

Gl. 8 $\tau_{heat,fct\ f} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

dann haben wir:

Gl. 9 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Dabei ist:

$\tau_{heat,fctf}$	die Zeitkonstante für das Heizen des Funktionsbereichs f, bestimmt gemäß § 5.3, in Std.;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.3 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C.

5.2.2.3 Intermittierendes Heizen

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2.1 fallen und eine mittlere Trägheit aufweisen, d. h. wenn keine der Bedingungen in § 5.2.2.2.1 (Gl. 5) oder § 5.2.2.2.2 (Gl. 8) erfüllt ist, gilt:

Gl. 377

$$\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left(\frac{(\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot}{\log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fctf} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}}\right]} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	der Berechnungswert für die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § 5.3 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\tau_{heat,fct\ f}$	die Zeitkonstante für das Heizen des Funktionsbereichs f, bestimmt gemäß § 5.3, in Std.

Tabelle [3]: Numerische Parameter zur Bestimmung des Nutzungsgrades, für sämtliche Funktionen

Heizung		Kühlung	
$a_{0,heat}$ (-)	$\tau_{0,heat}$ (h)	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$ (h)
1	15	1	15

Tabelle [4]: Sollinnentemperatur für die Heizung und durchschnittliche Innentemperatur für Heizungsberechnungen, nach Funktion

Funktionen		$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)
Unterkunft		19,0	
Büros		21,0	16,8
Unterricht		21,0	16,8
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	23,0	
	ohne nächtliche Beschäftigung	23,0	19,5
	Operationssaal	19,0	
Versammlung	Hohe Belegung	21,0	18,2
	Geringe Belegung	21,0	18,2
	Cafeteria / Mensa	21,0	16,8
Küche		19,0	16,4
Handel / Dienstleistungen		21,0	17,6
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	13,0	
	Fitness / Tanz	21,0	18,0
	Sauna / Schwimmbad	27,0	22,5
Technische Räume		21,0	
Gemeinschaftsräume		21,0	Wie unten bestimmt
Sonstiges		21,0	16,8
Unbekannt		21,0	18,2

<u>Für die Funktion „Allgemeine“:</u>

Die mittlere Innentemperatur für die Heizberechnungen eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Allgemeine“, $\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ hängt von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab und wird wie folgt bestimmt:

Gl. 13 $\theta_{i,heat,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f} \cdot 21 + (1 - f_{pres,fct\ f}) \cdot 15$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f mit der Funktion „Allgemeine“, in °C;

$f_{pres,fct\ f}$ der Bruchteil der Belegung pro Woche des Funktionsbereichs „Allgemeine“, wie in § 5.1 bestimmt, (-).

Tabelle [5]: Kürzester und längster Zeitraum, in dem die Funktion unbelegt ist, nach Funktion

Funktionen		$t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)	$t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)
Unterkunft		0	0
Büros		14	62
Unterricht		14	62
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	0	0
	ohne nächtliche Beschäftigung	14	62
	Operationssaal	0	0
Versammlung	Hohe Belegung	9	33
	Geringe Belegung	9	33
	Cafeteria / Mensa	14	62
Küche		14	38
Handel / Dienstleistungen		12	36
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	10	34
	Fitness / Tanz	10	34
	Sauna / Schwimmbad	10	34
Technische Räume		0	0
Gemeinschaftsräume		Wie unten bestimmt	
Sonstiges		14	62
Unbekannt		9	33

Für die Funktion „Allgemeine“:

- Das Belegungsprofil eines Funktionsbereichs „Allgemeine“ hängt von den Funktionen der bedienten Funktionsbereiche ab (siehe Tabelle [2]).

- Die kürzeste und längste Zeitspanne, in der der Funktionsbereich „Allgemeine“ nicht besetzt ist, $t_{unocc,min,fct\ f}$ und $t_{unocc,max,fct\ f}$, hängen ebenfalls von den Funktionen der bedienten Funktionsbereiche ab. Um diese Parameter zu bestimmen, müssen die kürzeste und die längste Zeitspanne in Std. berechnet werden, in der keiner der bedienten Funktionsbereiche besetzt ist. Die Bestimmung dieser Zeiträume muss ohne Berücksichtigung des Vorhandenseins eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Technische Räume" erfolgen, es sei denn, der Funktionsbereich „Allgemeine“ bedient nur Funktionsbereiche mit der Funktion „Technische Räume“.

5.2.3 Kühlung

5.2.3.1 Kontinuierliches Kühlen

Die Funktionen:

- Unterkunft;
- Gesundheitspflege - mit nächtlicher Beschäftigung;
- Gesundheitsversorgung - Operationssaal;

die keine Kühlintervalle kennen (entweder rund um die Uhr besetzt oder konstante Innentemperatur).

Für Funktionsbereiche, die eine dieser Funktionen haben und aktive Kühlung nutzen, gilt also:

Gl. 263 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Gl. 264 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

Dabei ist:

$\theta_{i,cool,fct\ f}$	die Berechnungsinnentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.4 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	der Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

5.2.3.2 Quasi kontinuierliches Kühlen

5.2.3.2.1 Geringe Trägheit

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.3.1fallen, wird intermittierendes Kühlen als kontinuierliches Kühlen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht gering ist, d. h. wenn:

Gl. 265 $\tau_{cool,int,fct\ f,m} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

dann haben wir:

Gl. 266 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)

Gl. 267 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

Dabei ist:

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$	die monatliche Zeitkonstante zur Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f, die wie unten angegeben bestimmt wird, in Std.;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,cool,fct\ f}$	die Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.4 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	der Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

Die monatliche Zeitkonstante zur Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f wird wie folgt berechnet:

Gl. 381 (h)

$$\tau_{cool,int,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + \left[\begin{array}{c} H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ m,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m} \end{array} \right] \right)}$$

wobei gilt:

$C_{fct\ f}$	die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § 5.9, in kJ/K;
$H_{T,cool,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.5, in W/K;
$H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeübergangskoeffizient durch Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt gemäß § 5.6.3.2 in W/K, wobei jedoch für Zwischenberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den in Tabelle [46] genannten Wert für Funktionsbereiche mit einer der Funktionen Unterkunft, Büro oder Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, und $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den Wert $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ für alle anderen Fälle hat;
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.1, in W/K;
$H_{V,add\ m,day,cool,int,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt gemäß § 5.6.3.3 in W/K, wobei jedoch für Zwischenberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den in Tabelle [46] genannten Wert für Funktionsbereiche mit einer der Funktionen Unterkunft, Büro oder Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, und $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den Wert $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ für alle anderen Fälle hat;
$H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche mechanische Lüftung über Nacht des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt gemäß § 5.6.3.4 in W/K, wobei jedoch für Zwischenberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den in Tabelle [46] genannten Wert für

Funktionsbereiche mit einer der Funktionen Unterkunft, Büro oder Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, und $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den Wert $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ für alle anderen Fälle hat;

$H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt gemäß § 5.6.3.5 in W/K, wobei jedoch für Zwischenberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den in Tabelle [46] genannten Wert für Funktionsbereiche mit einer der Funktionen Unterkunft, Büro oder Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, und $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den Wert $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ für alle anderen Fälle hat;

$H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche mechanische Lüftung durch Öffnen von Fenstern über Nacht des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt gemäß § 5.6.3.6 in W/K, wobei jedoch für Zwischenberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den in Tabelle [46] genannten Wert für Funktionsbereiche mit einer der Funktionen Unterkunft, Büro oder Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, und $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ den Wert $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ für alle anderen Fälle hat;

5.2.3.2.2 Hohe Trägheit

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.3.1 fallen, wird intermittierendes Kühlen als kontinuierliches Kühlen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht hoch ist, d. h. wenn:

Gl. 269 $$\tau_{cool,int,fct\ f,m} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} \quad \text{(h)}$$

dann haben wir:

Gl. 270 $$\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad \text{(°C)}$$

Gl. 271 $$a_{cool,int,fct\ f,m} = 1 \quad \text{(-)}$$

Dabei ist:

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$ die monatliche Zeitkonstante zur Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f, die gemäß § 5.2.3.2.1bestimmt wird, in Std.;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ die Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.4 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ der Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

5.2.3.3 Intermittierendes Kühlen

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.3.1 fallen und eine mittlere Trägheit aufweisen, d. h. keine der Bedingungen in § 5.2.3.2.1 (Gl. 265) oder § 5.2.3.2.2 (Gl. 269) erfüllt ist, gilt:

Gl. 272 $$\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

und:

Gl. 273 $$a_{cool,int,fct\ f,m} = \max\left[f_{cool,fct\ f}\,;1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,m}}\right) \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m} \cdot \left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{i,cool,fct\ f}$	die Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, die in § 5.4 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	der Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-);
$f_{cool,fctf}$	der Bruchteil der Anzahl der Belegungstage pro Woche, an denen der Funktionsbereich f auf die Solltemperatur (ohne Reduktion) gekühlt wird. Dieser Bruchteil ist gleich der Anzahl der Tage pro Woche, an denen die Person nach ihrer Zuordnung beschäftigt ist, wie in Tabelle [2] angegeben, geteilt durch 7, (-);
$\tau_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], in Std.;
$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$	die monatliche Zeitkonstante für die Kühlung des Funktionsbereichs f, die gemäß § 5.4 bestimmt wird, in Std.;
$\lambda_{cool,fct\ f,m}$	das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis für die Kühlung des Funktionsbereichs f, bestimmt gemäß § 5.4, (-).

Tabelle [44]: Sollinnentemperatur für die Kühlung von Räumen mit aktiver Kühlung und durchschnittliche Innentemperatur für Kühlungsberechnungen von Räumen mit aktiver Kühlung, nach Funktion

Funktionen		$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)
Unterkunft		25,0	
Büros		25,0	27,1
Unterricht		25,0	27,1
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	23,0	
	ohne nächtliche Beschäftigung	23,0	25,1
	Operationssaal	23,0	
Versammlung	Hohe Belegung	25,0	26,4
	Geringe Belegung	25,0	26,4
	Cafeteria / Mensa	25,0	27,1
Küche		25,0	26,9
Handel / Dienstleistungen		24,0	25,7
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	25,0	26,5
	Fitness / Tanz	25,0	26,5
	Sauna / Schwimmbad	Keine Kühlungsberechnung	
Technische Räume		Keine Kühlungsberechnung	
Gemeinschaftsräume		25,0	Wie unten bestimmt
Sonstiges		25,0	27,1
Unbekannt		25,0	26,4

<u>Für die Funktion „Allgemeine“:</u>

- Die mittlere Innentemperatur für die Kühlberechnungen eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Allgemeine“, $\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ hängt von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab und wird wie folgt bestimmt:

Gl. 274 $$\theta_{i,cool,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f} \cdot 25 + (1 - f_{pres,fct\ f}) \cdot 28$$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f mit der Funktion „Allgemeine“, in °C;

$f_{pres,fct\ f}$ der Bruchteil der Belegung pro Woche des Funktionsbereichs „Allgemeine“, wie in § 5.1 bestimmt, (-).

- Das Belegungsprofil eines Funktionsbereichs „Allgemeine“ hängt von den Funktionen der bedienten Funktionsbereiche ab (siehe Tabelle [2]).
- Die kürzeste und längste Zeitspanne, in der der Funktionsbereich „Allgemeine“ nicht besetzt ist, $t_{unocc,min,fct\ f}$ und $t_{unocc,max,fct\ f}$, hängen ebenfalls von den Funktionen der bedienten Funktionsbereiche ab. Um diese Parameter zu bestimmen, müssen die kürzeste und die längste Zeitspanne in Std. berechnet werden, in der keiner der bedienten Funktionsbereiche besetzt ist. Die Bestimmung dieser Zeiträume muss immer ohne Berücksichtigung des Vorhandenseins eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Technische Räume“ erfolgen.

5.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Heizung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 378 $$Q_{heat,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der Nettoenergiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Energiezone i im Monat m in MJ;

$Q_{heat,net,fct\ f,m}$ der Nettoenergiebedarf für Heizung, unter Berücksichtigung der Intermittenz, des Funktionsbereichs f für den Monat m, der wie unten angegeben ermittelt wird, in MJ.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der Energiezone i gebildet werden.

Besonderheit der Funktion „Technische Räume“: der Nettoenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, wird das ganze Jahr über als Null angenommen.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der Nettoenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, wird in den Monaten Juli und August als Null angenommen.

Zur Berechnung des monatlichen Nettoenergiebedarfs für die Heizung werden jeweils pro Funktionsbereich die gesamten monatlichen Verluste für Transmission und Lüftung bei einer Berechnungstemperatur $\theta_{i,heat,fct\ f}$ (definiert in § 5.2) sowie die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung ermittelt. Dann erstellt man erneut pro Funktionsbereich die monatliche Energiebilanz anhand des Nutzungsanteils der Wärmegewinne.

Man bestimmt den monatlichen Netto-Energiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz pro Funktionsbereich wie folgt:

Gl. 404 Wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ größer als oder gleich 2,5 oder kleiner als 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ kleiner als 2,5 und größer oder gleich 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = Q_{L,heat,fct\ f,m} - \eta_{util,heat,fct\ f,m} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Ausnahme: Wenn $Q_{L,heat,fct\ f,m}$ null ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

Gl. 17 $$Q_{L,heat,fct\ f,m} = Q_{T,heat,fct\ f,m} + Q_{V,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 18 $$Q_{g,heat,fct\ f,m} = Q_{i,heat,fct\ f,m} + Q_{s,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$\gamma_{heat,fct\ f,m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f, wie unten bestimmt, (-);
$Q_{heat,net,fct\ f,m}$	der Nettoenergiebedarf für Heizung, unter Berücksichtigung der Intermittenz, des Funktionsbereichs f für den Monat m in MJ.
$Q_{L,heat,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust für Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, in MJ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m}$	die monatliche Nutzungsrate der Wärmegewinne des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, (-);
$Q_{g,heat,fct\ f,m}$	die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, in MJ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust für Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;
$Q_{i,heat,fct\ f,m}$	die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, bestimmt gemäß § 5.7, in MJ;
$Q_{s,heat,fct\ f,m}$	der monatliche Solarwärmegewinn des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, bestimmt nach § 5.8, in MJ;

und:

Gl. 19 $$Q_{T,heat,fct\ f,m} = H_{T,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 20 $$Q_{V,heat,fct\ f,m} = H_{V,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$H_{T,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, bestimmt nach § 5.5, in W/K;
$H_{V,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, bestimmt nach § 5.6.2, in W/K;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	die Berechnungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f zur Bestimmung des Energiebedarfs für die Heizung, bestimmt nach § 5.2, in °C;
$\theta_{e,heat,m}$	die mittlere Außentemperatur eines Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in °C;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Der Nutzungsgrad für Wärmegewinne wird pro Monat und Funktionsbereich mithilfe der für Wärme zugänglichen Masse und des Verhältnisses von Wärmegewinn zu Wärmeverlust bestimmt. Man berechnet den Nutzungsgrad für die Heizung pro Funktionsbereich und Monat, $\eta_{util,heat,fct\ f,m}$, wie folgt:

Gl. 21 falls $\gamma_{heat,fct\ f,m} \neq 1$: $\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \dfrac{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a}}{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a+1}}$ (-)

falls $\gamma_{heat,fct\ f,m} = 1$: $\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \dfrac{a}{a+1}$ (-)

wobei das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich und Monat, $\gamma_{heat,fct\ f,m}$, definiert ist als:

Gl. 22 $\gamma_{heat,fct\ f,m} = \dfrac{Q_{g,heat,fct\ f,m}}{Q_{L,heat,fct\ f,m}}$ (-)

und wobei der numerische Parameter a in Bezug auf den Funktionsbereich f gegeben ist durch:

Gl. 23 $a = a_{0,heat} + \dfrac{\tau_{heat,fct\ f}}{\tau_{0,heat}}$ (-)

mit, als Zeitkonstante für die Erwärmung des Funktionsbereichs f, $\tau_{heat,fct\ f}$, in Std.:

Gl. 24 $\tau_{heat,fct\ f} = \dfrac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,heat,fct\ f} + H_{V,heat,fct\ f}\right)}$ (h)

wobei gilt:

$a_{0,heat}$	eine Konstante, die in Tabelle [3] aufgeführt ist, (-);
$\tau_{0,heat}$	eine Konstante, die in Tabelle [3] aufgeführt ist, in Std.;
$C_{fct\ f}$	die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § 5.9, in kJ/K;
$H_{T,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, bestimmt nach § 5.5, in kJ/K;

$H_{V,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, bestimmt nach § 5.6.2, in kJ/K.

5.4 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung

Für die Kühlung muss der monatliche Nettoenergiebedarf ebenfalls pro Funktionsbereich ermittelt werden. Anschließend wird eine Summe über alle Funktionsbereiche gebildet, aus denen sich die betrachtete Energiezone i zusammensetzt. Dieser monatliche Nettoenergiebedarf wird immer berechnet, auch wenn keine aktive Kühlung installiert wird.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 25 $$Q_{cool,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung einer Energiezone i, in MJ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	der Nettoenergiebedarf für die Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, wie unten bestimmt, in MJ.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der Energiezone i gebildet werden.

Besonderheit der Funktionen „Sauna/Schwimmbad“ und „Technische Räume“: der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung der Funktionsbereiche mit einer dieser Funktionen, $Q_{cool,net,fctf,m}$, wird ganzjährig als Null angenommen.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der Nettoenergiebedarf für die Kühlung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{cool,net,fct\ f,m}$, wird in den Monaten Juli und August als Null angenommen.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 382 Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, dann gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ kleiner als 2,5 ist, dann gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = a_{cool,int,fct\ f,m} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m} - \eta_{util,cool,fct\ f,m} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Ausnahme: wenn $Q_{L,cool,fct\ f,m}$ Null ist, gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = Q_{g,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

Gl. 27 $$Q_{g,cool,fct\ f,m} = Q_{i,cool,fct\ f,m} + Q_{s,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 28 $$Q_{L,cool,fct\ f,m} = Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f, wie unten bestimmt, (-);
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	der monatliche Energiebedarf für die Kühlung des Funktionsbereichs f, in MJ;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	der Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, nach § 5.2, (-);
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmegewinn des Funktionsbereichs f durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung für die Kühlberechnungen, in MJ;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Nutzungsgrad für die Wärmeverluste des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie nachstehend bestimmt, (-);
$Q_{L,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust für Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, in MJ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust für Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;
$Q_{V,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m}$	die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, bestimmt gemäß § 5.7, in MJ;
$Q_{s,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Solarwärmegewinn des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, bestimmt nach § 5.8, in MJ;

und:

Gl. 276

$$Q_{T,cool,fct\ f,m} = H_{T,cool,fct\ f} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 277

$$Q_{V,cool,fct\ f,m} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 278

$$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 279

$$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 280

$$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m}\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 281

$$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 282

$$Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 283

$$Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$H_{T,cool,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient für Transmission des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.5, in W/K;
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.2, in W/K;
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$	die monatliche Berechnungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie unten bestimmt, (-);
$\theta_{e,cool,m}$	die mittlere Außentemperatur eines Monats für die Kühlberechnungen, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in °C;
$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$	der konventionelle Rechenwert für die Frischlufttemperatur für die Hygienelüftung für Kühlberechnungen, der jeweils $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ oder $\theta_{e,V,cool,night,m}$ beträgt, je nachdem, ob der Funktionsbereich f eine permanente, tageszeitliche oder nächtliche Belegung aufweist (siehe Tabelle [2]). Diese Werte sind in Tabelle [45] je nach Typ des Lüftungssystems definiert;
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.1, in W/K;
$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.3, in W/K;
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	der konventionelle Berechnungswert für die Frischlufttemperatur für die zusätzliche (mechanische) Lüftung tagsüber für die Kühlberechnungen, übernommen aus Tabelle [45], in °C;
$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.4, in W/K;
$\theta_{e,add,cool,night,m}$	der konventionelle Berechnungswert für die Frischlufttemperatur für die zusätzliche (mechanische) Lüftung über Nacht für die Kühlberechnungen, wie in Tabelle [45] aufgeführt, in °C;
$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche Lüftung des Funktionsbereichs f durch Öffnen von Fenstern tagsüber für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.5, in W/K;

$\theta_{e,add,cool,day,m}$ der konventionelle Berechnungswert für die Frischlufttemperatur für die zusätzliche Lüftung (durch Öffnen von Fenstern) tagsüber für die Kühlberechnungen, wie in Tabelle [45] (Spalte (3) aufgeführt, in °C;

$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch zusätzliche Lüftung des Funktionsbereichs f durch Öffnen von Fenstern über Nacht für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.6, in W/K;

$\theta_{e,add,cool,night,m}$ der konventionelle Berechnungswert für die Frischlufttemperatur für die zusätzliche Lüftung (durch Öffnen von Fenstern) über Nacht für die Kühlberechnungen, wie in Tabelle [45] (Spalte (5) aufgeführt, in °C;

t_m die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Tabelle [45]: Berechnungswerte für die Frischlufttemperatur für die Hygienelüftung und für die zusätzliche Lüftung für die Kühlungsberechnungen

	$\theta_{e,V,cool,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,day,m}$ und $\theta_{e,add,cool,day,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,night,m}$ und $\theta_{e,add,cool,night,m}$ (°C)	
Monat	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Januar	3,9	16,0	4,2	16,0	3,4	16,0
Februar	4,8	16,0	5,3	16,0	4,0	16,0
März	6,1	16,0	7,0	16,0	4,7	16,0
April	9,8	16,0	11,2	16,0	7,8	16,0
Mai	13,8	16,0	15,4	16,0	11,2	16,0
Juni	17,1	17,1	18,8	18,8	14,4	16,0
Juli	17,8	17,8	19,3	19,3	15,4	16,0
August	18,1	18,1	19,7	19,7	15,6	16,0
September	16,3	16,3	17,5	17,4	14,6	16,0
Oktober	11,9	16,0	12,8	16,0	10,6	16,0
November	6,7	16,0	7,2	16,0	6,0	16,0
Dezember	3,5	16,0	3,8	16,0	3,1	16,0

- Die Spalten (1), (3) und (5) gelten bei Vorhandensein eines natürlichen Lüftungssystems oder eines mechanischen Lüftungssystems mit einfacher Luftstromregelung durch Absaugen.
- Die Spalten (2), (4) und (6) gelten bei Vorhandensein eines Lüftungssystems mit einfacher Luftstromregelung durch Einblasen oder eines mechanischen Lüftungssystems mit zweifacher Luftstromregelung.
- Die Spalten (3) und (5) gelten bei zusätzlicher Lüftung durch Öffnen der Fenster.

Die monatliche Innentemperatur für die Berechnung der Kühlung für die Funktionen Unterkunft, Büro und Unterricht, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, ist in Tabelle [46] aufgeführt. In den anderen Fällen wird diese Temperatur bestimmt durch:

Gl. 284 $$\theta_{i,cool,fct\ f,m} = \theta_{i,cool,fct\ f}$$ (°C)

wobei gilt:

$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ die Berechnungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f für die Berechnungen aktiver Kühlung, bestimmt nach § 5.2, in °C.

Tabelle [46]: Berechnungswerte für die monatliche Innentemperatur für Kühlungsberechnungen für die Funktionen Unterkunft, Büros und Unterricht, die nicht mit einer aktiven Kühlung ausgestattet sind

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ (°C)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	26,1	26,6	26,6	25,8	25,0	25,0	25,0

Der Nutzungsgrad für Wärmeverluste wird pro Monat und Funktionsbereich mithilfe der für Wärme zugänglichen Masse und des Verhältnisses von Wärmegewinn zu Wärmeverlust bestimmt.

Man berechnet den Nutzungsgrad für die Kühlung pro Funktionsbereich und Monat, $\eta_{util,cool,fct\ f,m}$, wie folgt:

Gl. 285 Falls $\lambda_{cool,fct\ f,m} \geq 0$ und $\lambda_{cool,fct\ f,m} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m}}{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m+1}} \quad (-)$$

Si $\lambda_{cool,fct\ f,m} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{b_m}{b_m + 1}$ (-)

Falls $\lambda_{cool,fct\ f,m} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = 1$ (-)

wobei das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ definiert ist als:

Gl. 32 $$\lambda_{cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m}}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

und wobei der numerische Parameter b_m in Bezug auf den Funktionsbereich f gegeben ist durch: durch:

Gl. 33 $$b_m = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

mit $\tau_{cool,fct\ f,m}$als monatliche Zeitkonstante für die Kühlung des Funktionsbereichs f:

Gl. 286 $$\tau_{cool,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + H_{V,cool,fct\ f,m}\right)} \quad (h)$$

wobei gilt:

$b_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3] (-);
$\tau_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], in Std.;
$C_{fct\ f}$	die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § 5.9, in kJ/K;

$H_{T,cool,fct\ f}$ der Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.5, in W/K;

$H_{V,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient durch Hygienelüftung, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische Lüftung oder Öffnen von Fenstern des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, der unten bestimmt wird, in W/K.

und:

Gl. 287

$$H_{V,cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{V,cool,fctf,m}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{V,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;

$\theta_{e,cool,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats für die Kühlberechnungen, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in °C;

t_m die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

5.5 Wärmetransferkoeffizient für Transmission pro Funktionsbereich

Die Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f, $H_{T,heat,fct\ f\ und\ HT,cool\ ,fct\ f}$ werden jeweils nach § 7 und § 8 der Anlage A.1 zu diesem Erlass bestimmt, wobei die Tatsache umgesetzt wird, dass die Energieberechnung auf der Ebene des Funktionsbereichs f und nicht auf der Ebene der Energiezone i durchgeführt wird.

Wände, die mit benachbarten beheizten Räumen in Kontakt stehen (andere Funktionsbereiche, andere Energiezonen, Teile des geschützten Volumens außerhalb der EEN-Einheit, beheizte Nachbargebäude usw.), werden nicht berücksichtigt.

5.6 Wärmetransferkoeffizient für Lüftung pro Funktionsbereich

5.6.1 Prinzip

Die Vorschriften (siehe Anlage C.3 zu diesem Erlass) schreiben minimale konzeptbedingte Lüftungsraten pro Raum vor. Höhere konzeptbedingte Lüftungsraten sind immer erlaubt. Das Bauteam muss sie für jeden Raum klar festlegen. Man unterscheidet vier Arten von Lüftungssystemen:

- Natürliche Lüftung;
- mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Einblasen;
- mechanische Lüftung mit einfacher Luftstromregelung durch Absaugen;
- mechanische Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung.

Im weiteren Verlauf des Textes werden die letzten 3 Kategorien kollektiv als mechanische Belüftung definiert.

Aufgrund der Regeln, die für die Abgrenzung von Energiezonen und Funktionsbereichen gelten (siehe §3.2), kann es in einem Funktionsbereich nur eine Art von Lüftungssystem geben.

5.6.2 Wärmetransferkoeffizient für Lüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich

Der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 35 $$H_{V,heat,fct\ f} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} + H_{V,hyg,heat,fct\ f}$$ (W/K)

wobei gilt:

$H_{V,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, in W/K;
$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § 5.6.2.1, in W/K;
$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung des Funktionsbereichs, bestimmt nach § 5.6.2.2, in W/K;

5.6.2.1 Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich

Der Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 36 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$$ (W/K)

Gl. 37 $$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,fct\ f}$$ (m³/h)

wobei gilt:

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, in W/K;
$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$	die mittlere In-/Exfiltrationsrate durch die undichte Gebäudehülle im Funktionsbereich f für Heizberechnungen, in m³/h;
$\dot{v}_{50,heat}$	die Leckrate bei 50 Pa pro Flächeneinheit für Heizberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in m³/(h.m²);
$A_{T,E,fct\ f}$	die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[2] (siehe auch § 5.5).

[2] Daher werden nur Konstruktionen, die eine Trennung zwischen dem Funktionsbereich f und angrenzenden beheizten Räumen darstellen, nicht zur Bestimmung von $A_{T,E,fct\ f}$ berücksichtigt.

Wenn eine Luftstrommessung der gesamten EEN-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorgelegt wird, beträgt die Leckrate bei 50 Pa pro Flächeneinheit für Heizberechnungen $\dot{v}_{50,heat}$:

Gl. 38 $$\dot{v}_{50,heat} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$$ (m³/(h.m²))

Dabei ist:

A_{Test} die Gesamtfläche (berechnet auf der Grundlage der Außenmaße) der Wände in m², die das Volumen umgeben, das bei der Luftdichtheitsmessung betrachtet wird, mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen;

$\dot{V}_{50}$ die Leckrate bei 50 Pa der Außenhülle in m³/h, abgeleitet aus der Messung der Luftdichtheit, die den vom Minister festgelegten Spezifikationen entspricht.

Ansonsten gilt der folgende Standardwert für $\dot{v}_{50,heat}$: 12 m³/(h.m²).

5.6.2.2 Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich

Der Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 39 $$H_{V,hyg,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,heat,fct\ f} \cdot r_{preh,heat,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$

(W/K)

wobei gilt:

$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$ der Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, in W/K;

$f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor für die Lüftung im Funktionsbereich f für die Heizberechnungen. Der Standardwert für $f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$ ist 1; günstigere Werte sind nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister festgelegt werden, (-);

$r_{preh,heat,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens auf den Netto-Heizenergiebedarf im Funktionsbereich f für die Heizberechnungen und bestimmt gemäß § 5.6.4, (-);

$f_{vent,heat,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7]aufgeführt, (-);

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Wenn der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung in einem Raum unter dem Mindestwert gemäß Anlage C.3 dieses Erlasses liegt, wird H_V mit dem geforderten

Mindestdurchsatz berechnet. Diese Regel gilt jedoch nicht für die in § 6.3 der Anlage C.3 zu diesem Erlass genannten Sonderräume.

5.6.3 Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung für die Kühlberechnungen pro Funktionsbereich

Bei der Bestimmung des Kühlbedarfs wird zwischen In-/Exfiltration, hygienischer Lüftung und möglichen Strategien für zusätzliche mechanische Lüftung am Tag oder in der Nacht sowie für zusätzliche Lüftung durch Öffnen der Fenster am Tag oder in der Nacht unterschieden.

5.6.3.1 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Kühlberechnungen pro Funktionsbereich

Der Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f wird wie folgt berechnet:

Gl. 41 $$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

Gl. 42 $$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,fct\ f} \quad \text{(m}^3\text{/h)}$$

wobei gilt:

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient durch Infiltration/Exfiltration für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, in W/K;
$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f}$	die mittlere In-/Exfiltrationsrate durch die undichte Gebäudehülle für die Kühlberechnungen im Funktionsbereich f, in m³/h;
$\dot{v}_{50,cool}$	die Leckrate bei 50 Pa pro Flächeneinheit für die Kühlberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in m³/(h.m²);
$A_{T,E,fct\ f}$	die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[3] (siehe auch § 5.5).

Wenn eine Luftstrommessung der gesamten EEN-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorgelegt wird, beträgt die Leckrate bei 50 Pa pro Flächeneinheit für die Kühlberechnungen $\dot{v}_{50,cool}$:

Gl. 43 $$\dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,heat} \quad \text{(m}^3\text{/(h.m}^2\text{))}$$

wobei gilt:

$\dot{v}_{50,heat}$	die Leckrate bei 50 Pa pro Flächeneinheit für Heizberechnungen, wie in § 5.6.2.1bestimmt, in m³/(h.m²);

[3] Daher werden nur Konstruktionen, die eine Trennung zwischen der Funktion f und angrenzenden beheizten Räumen darstellen, nicht zur Bestimmung von $A_{T,E,fct\ f}$ berücksichtigt.

Ansonsten gilt der folgende Standardwert für $\dot{v}_{50,cool}$: 0 m³/(h.m²).

5.6.3.2 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient für Lüftung für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs

Der monatliche Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f werden wie folgt berechnet:

Gl. 44

$$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f} \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot f_{vent,cool,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

wobei gilt:

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient für Hygienelüftung für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, in W/K;

$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor für die Lüftung im Funktionsbereich f für die Kühlberechnungen. Der Standardwert für $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ ist 1; günstigere Werte sind nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister festgelegt werden, (-);

$r_{preh,cool,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens auf den Nettoenergiebedarf für die Kühlung im Funktionsbereich, bestimmt gemäß § 5.6.4, (-);

$r_{precool,fct\ f,m}$ ein monatlicher Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungsluft im Funktionsbereich f für die Kühlberechnungen, der nach Annexe B dieser Anlage bestimmt wird, (-);

$f_{vent,cool,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt.

5.6.3.3 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung am Tag

Falls zutreffend, wird der Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung tagsüber für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 288

$$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot b_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot (\dot{V}_{add,fct\ f} - \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f}) \quad \text{(W/K)}$$

wobei gilt:

$r_{preh,cool,fct\ f}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens auf den Nettoenergiebedarf für die Kühlung im Funktionsbereich, berücksichtigt und bestimmt gemäß § 5.6.4, (-);
$r_{precool,fct\ f,m}$	ein monatlicher Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungsluft für die Kühlberechnungen im Funktionsbereich f, der nach Anlage B dieser Anlage berücksichtigt und bestimmt wird, (-);
$b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	ein Temperaturkorrekturfaktor, der gemäß § 5.6.3.3.1 bestimmt wird;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.3.2, (-);
$\dot{V}_{add,fct\ f}$	der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr der zusätzlichen mechanischen Belüftung im Funktionsbereich f in m³/h, die auf der Grundlage von Messberichten ermittelt wird, die den vom Minister festgelegten Spezifikationen entsprechen;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.
$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$	ein Reduktionsfaktor für die Lüftung zur Kühlberechnung im betroffenen Funktionsbereich f. Der Standardwert für $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ ist 1; günstigere Werte sind nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister bestimmt werden, (-);

Die Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche mechanische Lüftung während des Tages ist nur in den Funktionsbereichen zu berücksichtigen, die mit mechanischen Lüftungssystemen mit einfacher Zuluft, einfacher Abluft oder mit einer mechanischen Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung ausgestattet sind.

Wenn der Parameter $\dot{V}_{add,fct\ f}$ nicht bestimmt wird, gilt der folgende Standardwert für den Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber:

Gl. 421 $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0$ (W/K)

5.6.3.3.1 Temperaturkorrekturfaktor

In Funktionsbereichen des Typs „Büro“ und „Unterricht“ wird der Temperaturkorrekturfaktor für die Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche mechanische Lüftung tagsüber für Kühlberechnungen, $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 383 $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = -0,3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fctf,m} + 1$ (-)

Dabei ist:

Gl. 384 $\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m} = \dfrac{Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}}{Q'_{g,cool,fct\ f,m}}$ (-)

wobei gilt:

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$	das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis pro Funktionsbereich für die Berechnung der zusätzlichen mechanischen Lüftung, (-);
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Transmission des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, wie in § 5.4bestimmt, in MJ;
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, nach § 5.4 bestimmt, in MJ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch In-/Exfiltration des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, nach § 5.4 bestimmt, in MJ;
$Q'_{g,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmegewinn des Funktionsbereichs f durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung für Kühlberechnungen, bestimmt auf die gleiche Weise wie $Q_{g,cool,fct\ f,m}$ gemäß § 5.4, jedoch ohne Berücksichtigung der zusätzlichen mechanischen Lüftung oder der zusätzlichen Lüftung durch Öffnen von Fenstern, in MJ.

In den anderen Funktionsbereichen ist der Temperaturkorrekturfaktor $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

5.6.3.3.2 Konventioneller Zeitanteil

In Funktionsbereichen vom Typ „Büro“ und „Unterricht“ wird der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Lüftung am Tag für Kühlberechnungen in Betrieb ist, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 385 $$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fct\ f};\ 0,5 \cdot e^{-1,25 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

wobei gilt:

$f_{vent,cool,fct\ f}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;
$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$	das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis pro Funktionsbereich für die Berechnung der zusätzlichen mechanischen Lüftung, bestimmt nach § 5.6.3.3.1, (-);

Wenn es tagsüber kein zusätzliches mechanisches Lüftungssystem gibt, ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

In den anderen Funktionsbereichen ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

5.6.3.4 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung über Nacht

Falls zutreffend, wird der Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung über Nacht für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, $H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 292

$$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot c_{V,add\ m,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

wobei gilt:

$r_{preh,cool,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens auf den Nettoenergiebedarf für die Kühlung im Funktionsbereich, berücksichtigt und bestimmt gemäß § 5.6.4, (-);

$c_{V,add\ m,night,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung dynamischer Effekte:

- wenn die effektive Wärmekapazität $C_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f auf der Grundlage der Masse des Fußbodens bestimmt wird und die Bereiche j, die zusammen mindestens 15 % der Nutzfläche des Funktionsbereichs f ausmachen, eine spezifische effektive Wärmekapazität $D_{fct\ f,j} \leq 180$ kJ/(m².K) aufweisen: $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- wenn die effektive Wärmekapazität $C_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung bestimmt wird und die spezifische effektive Wärmekapazität $D_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f kleiner oder gleich als 180 kJ/(m².K) ist: $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- ansonsten: $C_{V,add\ m,night,cool,fct}f = 1$, (-);

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.4.1, (-);

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die zusätzliche Lüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet. Der Standardwert ist gleich dem Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können auf der Grundlage von Messberichten, die den vom Minister festgelegten Spezifikationen entsprechen, in Betracht gezogen werden.

Die Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche mechanische Lüftung während der Nacht ist nur in den Funktionsbereichen zu berücksichtigen, die mit mechanischen Lüftungssystemen mit einfacher Zuluft, einfacher Abluft oder mit einer mechanischen Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung ausgestattet sind.

5.6.3.4.1 Konventioneller Zeitanteil

In Funktionsbereichen vom Typ „Büro“ und „Unterricht“ wird der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Lüftung in der Nacht für Kühlberechnungen in Betrieb ist, $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 386

$$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf}; 0,4 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad \text{(-)}$$

Dabei ist:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$ das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis pro Funktionsbereich für die Berechnung der zusätzlichen mechanischen Lüftung, bestimmt nach § 5.6.3.3.1, (-);

Wenn es nachts kein zusätzliches mechanisches Lüftungssystem gibt, ist der konventionelle Zeitanteil gleich 0.

In den anderen Funktionsbereichen ist der konventionelle Zeitanteil gleich 0.

5.6.3.5 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung am Tag durch Öffnen von Fenstern

Falls zutreffend, wird der Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche mechanische Lüftung tagsüber durch Öffnen von Fenstern für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, $H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 295

$$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0;\left(0,34 \cdot b_{V,add\ w,day,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}\right)\right\} \quad \text{(W/K)}$$

wobei gilt:

$b_{V,add\ w,day,cool,fct\ f}$ ein Temperaturkorrekturfaktor, der 0,5 beträgt, (-);

$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Lüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.5.1, (-);

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,day,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Luftstrom, der tagsüber durch das Öffnen der Fenster induziert wird, bestimmt gemäß § 5.6.3.5.2, (in m³/h);

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.1, in W/K.

Die Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche Lüftung durch das Öffnen von Fenstern am Tag sollte nur in Funktionsbereichen berücksichtigt werden, die drei Bedingungen kombinieren: Es handelt sich um eine Funktion vom Typ „Büro“ oder „Unterricht“; es ist keine aktive Kühlung vorgesehen; die Hygienelüftung wird durch ein Lüftungssystem mit mechanischer Zu- und Abluft in jedem büroähnlichen Raum, Besprechungsraum oder Klassenzimmer des Funktionsbereichs sichergestellt.

5.6.3.5.1 Konventioneller Zeitanteil

In Funktionsbereichen vom Typ „Büro“ und „Unterricht“ wird der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Lüftung am Tag durch das Öffnen von Fenstern für Kühlberechnungen in Betrieb ist, $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 387 $$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fctf};0,5\cdot e^{-3\cdot\lambda_{add\ w,cool,fctf,m}}\right\}$$ (-)

Dabei ist:

Gl. 388 $$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \end{array}\right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}}$$ (-)

wobei gilt:

$f_{vent,cool,fct\ f}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;
$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$	das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis pro Funktionsbereich für die Berechnung der zusätzlichen Lüftung durch das Öffnen von Fenstern, (-);
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Transmission des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, wie in § 5.4bestimmt, in MJ;
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, nach § 5.4 bestimmt, in MJ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch In-/Exfiltration des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, nach § 5.4 bestimmt, in MJ;
$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch zusätzliche mechanische Lüftung tagsüber des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.4, in MJ;
$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch zusätzliche mechanische Lüftung während der Nacht des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.4, in MJ;
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Wärmegewinn des Funktionsbereichs f durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung für Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.4, in MJ.

Wenn es tagsüber kein zusätzliches mechanisches Lüftungssystem durch das Öffnen von Fenstern gibt, ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

Bei Vorhandensein eines automatisierten Steuerungssystems ist der betrachtete konventionelle Zeitanteil identisch mit demjenigen, der für den Fall einer manuellen Steuerung festgelegt wurde.

In den anderen Funktionsbereichen ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

5.6.3.5.2 Luftstrom

Der durchschnittliche Luftstrom, der mit dem Öffnen der Fenster am Tag zusammenhängt, $V_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, wird konventionell wie folgt bestimmt:

Gl. 298 $$\dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6\cdot 500\cdot 0,163\cdot c_{ow,day,j}\cdot A_{w,day,fctf,j}\right)$$ (m³/h)

wobei gilt:

$C_{ow,day,j}$ ein Koeffizient, der den Öffnungswinkel des Fensters berücksichtigt und 0,174 für Dreh-/Kippfenster und 0,9 für Dreh-, Kipp-, Schiebe- oder Fallfenster beträgt, (-);

$A_{w,day,fct\ f,j}$ die Fensterfläche j, die zu den Fenstern des Funktionsbereichs f gehört, die für die zusätzliche Lüftung durch Öffnen der Fenster am Tag zu berücksichtigen sind, bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln, in m².

5.6.3.6 Monatlicher Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern während der Nacht

Falls zutreffend, wird der Wärmetransferkoeffizient für zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern während der Nacht für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 299

$$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0;\left(0,34 \cdot c_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot b_{V,add\ w,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}\right)\right\} \quad \text{(W/K)}$$

wobei gilt:

$c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung dynamischer Effekte:

- wenn die effektive Wärmekapazität $C_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f auf der Grundlage der Masse des Fußbodens bestimmt wird und die Bereiche j, die zusammen mindestens 15 % der Nutzfläche des Funktionsbereichs f ausmachen, eine spezifische effektive Wärmekapazität aufweisen $D_{fct\ f,j} \leq 180$ kJ/(m².K): $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;
- wenn die effektive Wärmekapazität $C_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung bestimmt wird und die spezifische effektive Wärmekapazität $D_{fct\ f}$ des Funktionsbereichs f kleiner oder gleich 180 kJ/(m².K) ist: $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;
- ansonsten: $c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f} = 1$;

$b_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ ein Temperaturkorrekturfaktor, der 0,5 beträgt (-);

$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern während der Nacht im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.6.1, (-);

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,night,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Luftstrom, der durch das Öffnen der Fenster während der Nacht induziert wird, bestimmt nach § 5.6.3.6.2, (en m³/h);

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § 5.6.3.1, in W/K.

Die Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten durch zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern während der Nacht sollte nur in Funktionsbereichen berücksichtigt werden, in denen keine gleichzeitige zusätzliche mechanische Belüftung vorgesehen ist.

5.6.3.6.1 Konventioneller Zeitanteil

In Funktionsbereichen vom Typ „Büro“ und „Unterricht“ wird der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche Lüftung durch Öffnen von Fenstern in der Nacht für Kühlberechnungen in Betrieb ist, $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, wie folgt bestimmt:

Gl. 389 $$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf}; 0,38 \cdot e^{-1,7 \cdot \lambda_{addw,cool,fctf,m}}\right\}$$ (-)

wobei gilt:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;

$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$ das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis pro Funktionsbereich für die Berechnung der zusätzlichen Lüftung durch das Öffnen von Fenstern, bestimmt nach § 5.6.3.5.1, (-).

Wenn es tagsüber kein zusätzliches mechanisches Lüftungssystem durch das Öffnen von Fenstern gibt, ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

In anderen Funktionsbereichen als „Büro“ und „Unterricht“ ist der konventionelle Zeitanteil $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

5.6.3.6.2 Luftstrom

Der durchschnittliche Luftstrom, der mit dem Öffnen von Fenstern in der Nacht verbunden ist, $V_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 302 $$\dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,night,j} \cdot A_{w,night,fctf,j}\right)$$

(m³/h)

$c_{ow,night,j}$ ein Koeffizient, der die Verringerung der Durchgangsfläche durch den Öffnungswinkel der Fenster und das Vorhandensein von Vorrichtungen wie Insektenschutzfilter berücksichtigt und 0,174 für Dreh-/Kippfenster und 0,9 für Dreh-, Kipp-, Schiebe- oder Fallfenster beträgt., (-);

$A_{w,night,fct\ f,j}$ die Fensterfläche des Funktionsbereichs, die für die zusätzliche Lüftung durch das Öffnen von Fenstern während der Nacht zu berücksichtigen ist, bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln, in m².

5.6.4 Reduktionsfaktor im Zusammenhang mit der Vorwärmung

Der Reduktionsfaktor im Zusammenhang mit der Vorwärmung des Funktionsbereichs f, r_{preh}, ist gleich dem Reduktionsfaktor für die Vorwärmung der Energiezone i, zu dem er gehört, der wiederum

gleich dem Reduktionsfaktor für die Vorwärmung der Ventilationszone z ist, zu der die Energiezone gehört:

- $r_{preh,heat,fct\ f} = r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$
- $r_{preh,cool,fct\ f} = r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Die Bestimmung des Reduktionsfaktors für die Vorwärmung der Lüftungszone z mithilfe eines Wärmerückgewinnungsgeräts erfolgt wie nachfolgend beschrieben. Die Vorwärmung durch das Durchqueren eines angrenzenden unbeheizten Raumes und/oder eines unterirdischen Versorgungsschachtes muss nach den vom Minister festgelegten Regeln oder, in Ermangelung dessen, auf der Grundlage des Prinzips der Gleichwertigkeit behandelt werden.

Wenn keine Vorwärmung stattfindet, beträgt der Wert r_{preh} in jedem Fall 1.

Wärmepumpen für Heizzwecke, die Abluft als Wärmequelle nutzen, werden nicht in dieser Anlage, sondern in § 10.2.3.3 der Anlage A.1 dieses Erlasses behandelt.

Wärmerückgewinnungsgerät bei mechanischen Zu- und Abluftanlagen

In einer Lüftungszone z, die mit einer mechanischen Zu- und Abluftanlage ausgestattet ist, kann die zugeführte Frischluft in mehr oder weniger großem Umfang mithilfe eines Wärmetauschers vorgewärmt werden, der der nach außen geleiteten Luft Wärme entzieht. Es ist möglich, dass die Frischluftzufuhr in der Lüftungszone z an mehreren Stellen erfolgt. In diesem Fall kann es sein, dass nicht die gesamte zugeführte Luft vorgewärmt wird. Umgekehrt kann es sein, dass die mechanische Extraktion nach außen über mehr als einen Luftauslass erfolgt, und es kann vorkommen, dass einige dieser Luftströme keine Wärmerückgewinnung haben. Wenn der gesamte mechanische Zuluftstrom vom gesamten mechanischen Abluftstrom in der Lüftungszone z abweicht, kommt es zwangsläufig zu einem zusätzlichen unkontrollierten Luftstrom (Zu- oder Abluft) durch die Hülle[4].

Lüfter mit automatischer Volumenstromregelung wirken sich positiv auf den Reduktionsfaktor für die Vorwärmung aus, da das Volumenstromgleichgewicht auch bei veränderten Betriebsbedingungen (Filterverschmutzung, ...) aufrechterhalten werden kann. Die automatische Volumenstromregelung ist eine Produkteigenschaft, die für alle Lüfter der Lüftungsgruppe festgelegt wird und sicherstellt, dass der gelieferte Volumenstrom nicht mehr als 5 % vom Sollwert abweicht. Diese Produkteigenschaft muss für jeden Lüfter der Lüftungsgruppe auf der Grundlage von Messungen des Volumenstroms für den gesamten Volumenstrom- und Druckbereich des Lüfters überprüft werden.

Der Reduktionsfaktor für die Heizung, der sich aus der Vorwärmung der Frischluft ergibt, die in einer Lüftungszone z durch Wärmerückgewinnung zugeführt wird, ist nach folgender Formel zu bestimmen:

[4] Der Einfachheit halber wird die mögliche Interaktion zwischen dem Begriff In-/Exfiltration und dem Begriff gewollte Lüftung nicht berücksichtigt, wie in § 5.6.

Gl. 45

$$r_{preh,heat,zonez} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p} ; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0 ; \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p} ; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

(-)

wobei gilt:

$e_{heat,hr,p}$ ein dimensionsloser Faktor, der den Umfang der Wärmerückgewinnung an der Stelle p angibt und wie folgt zu bestimmen ist:

- Wenn der Frischluftstrom p nicht vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = 0$;
- Wenn der Frischluftstrom p mit einem Wärmerückgewinnungsgerät vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Der Faktor r_p ist wie nachstehend beschrieben zu bestimmen. Der thermische Wirkungsgrad $\eta_{test,p}$ des Wärmerückgewinnungsgeräts an der Stelle p wird wie in Anlage G der Anlage A.1 zum vorliegenden Erlass angegeben bestimmt. Ein Wert für den thermischen Wirkungsgrad kann unter der Bedingung verwendet werden, dass weder $\dot{V}_{in,p}$ noch $\dot{V}_{out,p}$ den während der Prüfung gemessenen Volumenstrom gemäß Anlage G der Anlage A.1 zum vorliegenden Erlass überschreitet;

$\dot{V}_{in,p}$ der Zuluftstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend bestimmt;

$\dot{V}_{out,p}$ der Abluftstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend bestimmt

Es muss eine Summe über alle Stellen p in der Lüftungszone z gebildet werden, an denen eine mechanische Frischluftzufuhr und/oder eine mechanische Abluft ins Freie stattfindet.

Man bestimmt den Außenluftstrom, der am Ort p eintritt, wie folgt:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:

Gl. 46 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$

wobei der Sollwert des an der Stelle p bei der Nennstellung des Lüfters für die Hygienelüftung eintretenden Volumenstroms in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, berücksichtigt wird;

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 47 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,design,p}$

wobei der Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung, die an der Stelle p eintritt, in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, berücksichtigt wird.

Der nach außen geleitete Luftstrom an der Stelle p wird wie folgt bestimmt:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:

Gl. 48 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$

wobei der Sollwert des austretenden Volumenstroms an der Stelle p bei der Nennstellung des Lüfters für die Hygienelüftung in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, berücksichtigt wird;

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 49 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,design,p}$

wobei der Auslegungsvolumenstrom der Abluft an der Stelle p für die Hygienelüftung in m³/h, gerundet auf die ganze Zahl, berücksichtigt wird.

Wenn an der Stelle p eine Wärmerückgewinnung erfolgt, dann ist r_p wie folgt zu bestimmen:

- wenn die Lüftungseinheit, die den eingehenden und den abgehenden Volumenstrom an der Stelle p liefert, mit einer automatischen Regelung wie oben definiert ausgestattet ist, dann gilt:
  $r_p = 0{,}95$

- In allen anderen Fällen gilt:
  $r_p = 0{,}85$

Man bestimmt den Reduktionsfaktor, der für die Kühlberechnungen verwendet werden soll, wie folgt:

Gl. 50
$$r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p}\,;\,\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0\,;\,\sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}\,;\,\sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

dabei werden die gleichen Terme wie oben verwendet, mit Ausnahme von $e_{cool,hr,p}$, dessen Wert wie folgt zu bestimmen ist:

- wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgestattet ist und dadurch das Durchlaufen des Wärmetauschers vollständig ausgeschlossen ist oder auf andere Weise vollständig inaktiviert werden kann (z. B. Abschalten eines Rotationswärmetauschers), gilt:

Gl. 51 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- Wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, aber der Durchfluss durch den Wärmetauscher nicht komplett ausgeschlossen ist, oder wenn dieser nicht auf eine andere Weise komplett deaktiviert ist, gilt:

Gl. 52 $e_{cool,hr,p} = 0{,}5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 52 $e_{cool,hr,p} = 0{,}5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

5.6.5 Zeitanteil, in der die Lüftung in Betrieb ist

Die Werte für die konventionellen Zeitanteile, in denen die Lüftung für die Heiz- und Kühlberechnungen in Betrieb ist, bzw. $f_{vent,heat,fct\ f}$ und $f_{vent,cool,fct\ f}$, sind nach Funktionen geordnet in Tabelle [7]aufgeführt.

Tabelle [7]: Konventionelle Zeitanteile $f_{vent,heat,fct\ f}$ et $f_{vent,cool,fct}$, nach Funktion

Funktionen		**$f_{vent,heat,fct\ f}$**	**$f_{vent,cool,fct\ f}$**	
			Natürliches Lüftungs-system	**Mechanisches Lüftungs-system**
Unterkunft		1,00	1,00	Entspricht $f_{vent,heat,fct\ f}$
Büros		0,30		
Unterricht		0,30		
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	1,00		
	ohne nächtliche Beschäftigung	0,30		
	Operationssaal	1,00		
Versammlung	Hohe Belegung	0,54		
	Geringe Belegung	0,54		
	Cafeteria / Mensa	0,10		
Küche		0,36		
Handel / Dienstleistungen		0,43		
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	0,50		
	Fitness / Tanz	0,50		
	Sauna / Schwimmbad	0,50		
Technische Räume		1,00		
Gemeinschaftsräume		Wie unten bestimmt		
Sonstiges		0,30		
Unbekannt		0,54		

Für die Funktion „Allgemeine“: Wenn ein von dieser Funktion belegter Funktionsbereich mehrere Funktionsbereiche versorgt, sind die Werte der Parameter $f_{vent,heat,fct\ f}$ und $f_{vent,cool,fct\ f}$ gleich den höchsten Werten in den versorgten Funktionsbereichen.

Wenn mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Funktionen in derselben Lüftungszone vorhanden sind, sind die Werte der Parameter $f_{vent,heat,fct\ f}$ und $f_{vent,cool,fct\ f}$ aller Funktionsbereiche f, die zu der betreffenden Lüftungszone gehören, identisch und haben als Werte die Werte des Funktionsbereichs f, für den die Werte $f_{vent,heat,fct\ f}$ und $f_{vent,cool,fct\ f}$ am höchsten sind.

5.7 Interne Wärmerzeugung

Die berücksichtigten internen Wärmequellen sind: Personen, Beleuchtung, Lüfter und sonstige Geräte. Die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heiz- und Kühlberechnungen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 54 $$Q_{i,heat,fct\ f,m} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 55 $$Q_{i,cool,fct\ f,m} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

Gl. 56 $$\Phi_{i,heat,fct\ f,m} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,heat,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

Gl. 57 $$\Phi_{i,cool,fct\ f,m} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,cool,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

wobei gilt:

$Q_{i,heat,fct\ f,m}$ die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnung, in MJ;

$Q_{i,cool,fct\ f,m}$ die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnung, in MJ;

$\Phi_{i,heat,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Wärmefluss, bedingt durch die interne Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen, in W;

$\Phi_{i,cool,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Wärmefluss, bedingt durch die interne Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen, in W;

$q_{i,pers,fct\ f}$ die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f, die sich aus den Personen ergibt, wie in Tabelle [8] aufgeführt, in W/Person;

$f_{real,fctf}$ das konventionelle Verhältnis zwischen der durchschnittlichen tatsächlichen Belegung während der Nutzungsstunden und der maximalen Auslegungsbelegung des Funktionsbereichs f aus Tabelle [8], (-);

$f_{pres,fctf}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem sich Personen im Gebäude aufhalten, bestimmt aus dem Funktionsbereich f und aufgeführt in Tabelle [2], (-);

$n_{design,fct\ f}$ die Anzahl der Personen, die sich im betreffenden Funktionsbereich f gemäß der maximalen Belegung aufhalten, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);

$q_{i,app,fct\ f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung im betrachteten Funktionsbereich f, die sich aus den Geräten ergibt, wie in Tabelle [8] aufgeführt, in W/m²;
$A_{f,fct\ f}$	die Nutzungsfläche des betreffenden Funktionsbereichs f in m²;
$r_{light,fct\ f}$	ein Reduktionsfaktor für den Funktionsbereich f, dessen Wert wie folgt ist: - 0,3, wenn der Energieverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f gemäß § 9.2 (Pauschalmethode) ermittelt wird, - 0,5, wenn es eine Extraktion an Beleuchtungsarmaturen gibt, die in dem betreffenden Funktionsbereich f vorhanden sind und mindestens 70 % der gesamten Leistungsaufnahme ausmachen, - 1,0 in den anderen Fällen;
$W_{light,fct\ f,m}$	die monatliche interne Wärmeproduktion im betrachteten Funktionsbereich f, die von der Beleuchtung in kWh geliefert wird, bestimmt gemäß § 9.2.2 oder § 9.3.2, in kWh;
$r_{fans,heat,fct\ f}$ $r_{fans,cool,fct\ f}$	einen Reduktionsfaktor für Heizen bzw. Kühlen, dessen Wert wie folgt ist: - 0, wenn nur eine mechanische Extraktion besteht, - 0,6, wenn eine mechanische Lüftung mit zweifacher Luftstromregelung besteht, - 0,8 bei Recycling oder Wärmerückgewinnung, - 0,3 wenn mechanische Einblasluft vorhanden ist und die Leistung der Lüfter gemäß § 8.1.3 (Pauschalmethode) bestimmt wird, - 0,5 in den anderen Fällen;
$W_{fans,fct\ f,m}$	die interne Wärmeerzeugung im betrachteten Funktionsbereich f, die von den Lüftern in kWh geliefert wird, bestimmt nach § 8.1, in kWh;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Tabelle [8]: Interne Wärmeerzeugung durch Personen und Geräte und tatsächlicher Anteil der Belegung, nach Funktion

Funktionen		**Interne Wärmeerzeugung durch Personen** $q_{i,pers,fct\ f}$ (W/pers)	**Interne Wärmeerzeugung durch Geräte** $q_{i,app,fct\ f}$ (W/m²)	**Tatsächlicher Anteil der Belegung** $f_{real,fct\ f,}$ (-)
Unterkunft		100	2	0,21
Büros		100	3	0,30
Unterricht		100	1	0,50
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	100	4	0,80
	ohne nächtliche Beschäftigung	100	3	0,50
	Operationssaal	100	4	0,20
Versammlung	Hohe Belegung	100	2	0,30
	Geringe Belegung	100	1	0,30
	Cafeteria / Mensa	100	2	0,15
Küche		100	5	0,80
Handel / Dienstleistungen		100	3	0,30
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	300	1	0,30
	Fitness / Tanz	300	1	0,30
	Sauna / Schwimmbad	300	1	0,30
Technische Räume		100	5	0,05
Gemeinschaftsräume		100	1	0,15
Sonstiges		100	3	0,30
Unbekannt		100	2	0,30

5.8 Gewinne durch Solarwärme

Es werden die monatlichen Gewinne durch Solarwärme pro Funktionsbereich für die Heizberechnungen $Q_{s,heat,fct\ f,m}$ und für die Kühlberechnungen $Q_{s,cool,fct\ f,m}$ gemäß § 7.10 in Anlage A.1 zu diesem Erlass bestimmt, wobei die Tatsache umgesetzt wird, dass die energetische Berechnung auf der Ebene des Funktionsbereichs f und nicht auf der Ebene der Energiezone i erfolgt. Zu diesem Zweck wird eine Summe über alle transparenten Wände, passiven unbelüfteten Solarenergiesysteme und angrenzenden unbeheizten Räume des Funktionsbereichs f gebildet.

Im Gegensatz zu Anlage A.1 zu diesem Erlass erfolgt die Bestimmung des monatlichen Nutzungsfaktors von beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen $a_{C,m,j}$ gemäß Tabelle [9]. Diese Tabelle bezieht sich auf die Tabellen C1 und C3 in Anlage C der Anlage A.1 zu diesem Erlass:

Tabelle [9]: Monatlicher Nutzungsfaktor $a_{c,m,j}$, nach Art der Berechnung

Bedienung	Heizung	Kühlung
Manuell	Tabellen C1	MAX(0 ; Tabellen C1 – 0,1)
Automatisch	Tabellen C1	MAX(0 ; Tabellen C3 – 0,1)
Automatisch + Wochenende(1)	Tabellen C1	Tabellen C3
(1) Für Fälle, in denen die Sonnenschutzvorrichtungen am Wochenende den ganzen Tag über in Betrieb bleiben.		

Wenn eine transparente Wand mit mehreren beweglichen Sonnenschutzsystemen ausgestattet ist (z. B. innen- und außenliegender Sonnenschutz), muss für die Heizberechnungen das System mit dem höchsten F_C-Wert und für die Kühlberechnungen das System mit dem niedrigsten F_C-Wert berücksichtigt werden.

5.9 Effektive Wärmekapazität

5.9.1 Prinzip

Zur Bestimmung der effektiven Wärmekapazität kann man zwischen zwei Methoden wählen:

- entweder auf der Grundlage der spezifischen Wärmekapazität pro m² Nutzfläche des Funktionsbereichs gemäß § 5.9.2;
- oder auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung gemäß § 5.9.3.

5.9.2 Effektive Wärmekapazität auf Basis der Masse des Fußbodens

Die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, $C_{fct\ f}$, in kJ/K wird auf der Grundlage der Masse des Fußbodens wie folgt bestimmt:

Gl. 58 $$C_{fct\ f} = \sum_j D_{fct\ f,j} \cdot A_{f,fct\ f,j} \quad \text{(kJ/K)}$$

wobei gilt:

$C_{fct\ f}$	die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, in kJ/K;
$D_{fct\ f,j}$	die effektive spezifische Wärmekapazität des Bereichs j des Funktionsbereichs f aus Tabelle [10] in kJ/(m².K), wobei der Standardwert 55 kJ/(m².K) beträgt;
$A_{f,fct\ f,j}$	die Nutzungsfläche von Bereich j des Funktionsbereichs f, in m².

Es muss eine Summe über alle Bereiche j gebildet werden, deren Gesamtheit die Nutzungsfläche des Funktionsbereichs f bildet.

Tabelle [10]: Spezifische effektive Wärmekapazität $D_{fct\ f,j}$ pro Nutzungsflächeneinheit, in kJ/(m².K)

Mindestmasse der Deckenkonstruktion und des Fußbodens pro Nutzungsflächen-einheit (kg/m²)	Abgehängte Decke und Doppelboden	Abgehängte Decke oder Doppelboden	Keine abgehängte Decke und kein Doppelboden
Weniger als 100	55	55	55
100 bis 400	55	110	180
Mehr als 400	55	180	360

Eine abgehängte Decke gilt als geschlossen, sobald weniger als 15 % der Deckenfläche netto offen sind.

5.9.3 Effektive Wärmekapazität auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung

Die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, $C_{fct\ f}$, in kJ/K wird als Summe der aktiven Masse aller Strukturelemente, die sich im Funktionsbereich f befinden oder den Funktionsbereich f umhüllen, wobei nicht-tragende Innenwände unberücksichtigt bleiben, wie folgt berechnet:

Gl. 59 $$C_{fct\ f} = \sum_k \rho_k \cdot c_k \cdot d_k \cdot A_k \quad \text{(kJ/K)}$$

wobei gilt:

$C_{fct\ f}$ die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, in kJ/K;

ρ_k die Dichte des Bauteils k, in kg/m³;

c_k die spezifische Wärme des Bauteils k, in kJ/kg.K;

d_k die aktive Dicke des Bauteils k in m, bestimmt als die Dicke des Bauteils, sofern der Wärmewiderstand des Bauteils, senkrecht von der Innenfläche aus gerechnet, weniger als 0,25 m² K/W beträgt, wobei d_k nicht größer als 100 mm sein darf und nicht mehr als die Hälfte der Gesamtdicke der Konstruktion betragen darf, und wobei bei abgehängten Deckenkonstruktionen, bei denen ein Teil von mindestens 15 % der Deckenfläche offen ist, der Widerstand der offenen abgehängten Decke bei der Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes des Bauteils von der Innenfläche aus unberücksichtigt bleiben kann;

A_k die Fläche des Bauelements k, in m².

Es muss eine Summe über alle Bauteile k gebildet werden, die sich im Funktionsbereich f befinden oder den Funktionsbereich f umschließen, mit Ausnahme von nicht-tragenden Wänden.

Die spezifische effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, $D_{fct\ f}$ wird berechnet, indem die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f zur Gesamtnutzfläche des Funktionsbereichs f ins Verhältnis gesetzt wird:

Gl. 390 $$D_{fct\ f} = \frac{C_{fct\ f}}{\sum_j A_{f,fct\ f,j}}$$ (kJ/(m²K))

wobei gilt:

$D_{fct\ f}$ die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, in kJ/K(m².K);

$C_{fct\ f}$ die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, in kJ/K;

$A_{f,fct\ f,j}$ die Nutzungsfläche von Bereich j des Funktionsbereichs f, in m².

Es muss eine Summe über alle Bereiche j gebildet werden, deren Gesamtheit die Nutzungsfläche des Funktionsbereichs f bildet.

5.10 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

Die Berechnungsmethode verwendet direkt den jährlichen Gesamtnettobedarf jeder Warmwasserentnahmestelle in jedem Funktionsbereich (ausgedrückt in MJ). Der monatliche Nettoenergiebedarf pro Warmwasserentnahmestelle wird aus dem Jahresbedarf berechnet, der mit dem Bruchteil t_m/t_a gewichtet wird. Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser ist unten angegeben, wobei zwischen dem Bedarf für Duschen und/oder Badewannen i, Küchenspülen j und jeder anderen Warmwasserentnahmestelle k unterschieden wird:

- Für eine Dusche oder Badewanne i:

Gl. 60 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} \cdot f_{bath\ i,fct\ f} \cdot Q_{water,bath,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

- Für eine Küchenspüle j (wenn sie Teil eines Küchenbereichs ist, in dem Mahlzeiten zubereitet werden):

Gl. 61 $$Q_{water,sink\ j,net,m} = r_{water,sink\ j,net} \cdot f_{sink\ j,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

- Für eine weitere Warmwasserentnahmestelle k:

Gl. 62 $$Q_{water,other\ k,net,m} = r_{water,other\ k,net} \cdot f_{other\ k,fct\ f} \cdot Q_{water,other,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$ (MJ)

wobei gilt:

$Q_{water,bath,\ i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i, in MJ;

$Q_{water,sink\ j,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung einer Küchenspüle j, in MJ;
$Q_{water,other\ k,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung an einer Warmwasserentnahmestelle k, in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, zu berechnen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-);
$96r_{water,sink\ j,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens des der Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, berechnet nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-);
$r_{water,other\ k,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt der Vorwärmung des der Warmwasserentnahmestelle k zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, der nach den vom Minister festgelegten Regeln zu bestimmen ist, (-);
$f_{bath\ i,fct\ f}$	der Anteil der Dusche oder Badewanne i am gesamten Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Dusche oder Badewanne gehört, wie unten bestimmt, (-);
$f_{sink\ j,fct\ f}$	der Anteil der Küchenspüle j am gesamten Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Küchenspülen im Funktionsbereich f, zu dem die betreffende Spüle gehört, wie unten bestimmt, (-);
$f_{other\ k,fct\ f}$	der Anteil der Warmwasserentnahmestelle k am gesamten Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Warmwasserentnahmestellen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Warmwasserentnahmestelle gehört, wie nachstehend bestimmt, (-);
$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für alle Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Dusche oder Badewanne gehört, bestimmt nach § 5.10.1, in MJ;
$Q_{water,sink,net,fct\ f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für alle Küchenspülen j des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Spüle gehört, bestimmt nach § 5.10.2, in MJ;
$Q_{water,other,net,fct\ f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Warmwasserentnahmestellen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Warmwasserentnahmestelle gehört, bestimmt nach § 5.10.3, in MJ;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe **Error! Reference source not found.**;
t_a	die Länge des Jahres in Ms, die der Summe der 12 t_m-Werte aus **Error! Reference source not found.** entspricht, d. h. 31,536 Ms.

Besonderheit des Funktionsbereichs „Unterricht “: Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung dieses Funktionsbereichs ($Q_{water,bath\ i,net,m}$, $Q_{water,sink\ j,net,m}$, $Q_{water,other\ k,net,m}$) wird in den Monaten Juli und August als null angenommen.

Die Anteile der verschiedenen Warmwasserentnahmestellen werden pro Funktionsbereich wie folgt bestimmt:

Gl. 63 $$f_{bath\ i,fct\ f} = \frac{1}{n_{bath,fct\ f}}\ ,\ f_{sink\ j,fct\ f} = \frac{1}{n_{sink,fct\ f}}\ \text{et}$$

$$f_{other\ k,fct\ f} = \frac{1}{n_{other,fct\ f}} \qquad (-)$$

wobei gilt:

$n_{bath,fct\ f}$ die Gesamtzahl der Duschen und/oder Badewannen im Funktionsbereich f, (-);

$n_{sink,fct\ f}$ die Gesamtanzahl der Küchenspülen im Funktionsbereich f, (-);

$n_{other,fct\ f}$ die Gesamtzahl der Warmwasserentnahmestellen, die weder Duschen und/oder Badewannen noch Küchenspülen sind, im Funktionsbereich f, (-).

5.10.1 Jährlicher Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung von Duschen und/oder Badewannen

Wenn ein Funktionsbereich Duschen und/oder Badewannen i enthält, wird der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser für alle diese Duschen und/oder Badewannen i nach Funktion in Tabelle [11] definiert:

Tabelle [11]: Jährlicher Nettobedarf für die Warmwasserbereitung und Anzahl der Belegungstage, nach Funktion

Funktionen		**$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$ (MJ)**	**$n_{day,fct\ f}$ (-)**
Unterkunft		1604,59 . $n_{design,rooms}$	365
Büros		5606,00 . n_{bath}	260
Unterricht		5606,00 . n_{bath}	220
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	962,75 . $n_{design,rooms}$	365
	ohne nächtliche Beschäftigung	5606,00 . n_{bath}	260
	Operationssaal	7870,00 . n_{bath}	365
Versammlung	Hohe Belegung	6727,00 . n_{bath}	312
	Geringe Belegung	6727,00 . n_{bath}	312
	Cafeteria / Mensa	5606,00 . n_{bath}	260
Küche		6727,00 . n_{bath}	312
Handel / Dienstleistungen		6727,00 . n_{bath}	312
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	6727,00 . n_{bath}	312
	Fitness / Tanz	6727,00 . n_{bath}	312
	Sauna / Schwimmbad	6727,00 . n_{bath}	312

Technische Räume	7870,00 . n_{bath}	365
Gemeinschaftsräume	21,56 . max($n_{day,fct\ f}$) . n_{bath}	-
Sonstiges	5606,00 . n_{bath}	260
Unbekannt	6727,00 . n_{bath}	312

wobei gilt:

$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$ der jährliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für alle Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f, in MJ;

$n_{design,rooms}$ die Gesamtzahl der Personen, die sich in den Räumen vom Typ „Schlafzimmer“ des Funktionsbereichs f befinden, entsprechend der maximalen Belegung, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);

n_{bath} die Gesamtzahl der Duschen und/oder Badewannen im Funktionsbereich f, (-);

$n_{day,fct\ f}$ die Anzahl der Tage pro Jahr, an denen der Funktionsbereich f besetzt ist, (-).

Für die Funktion „Allgemeine“: Der jährliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Duschen und Badewannen in einem Funktionsbereich mit der Funktion „Allgemeine“ hängt von der größten der Belegungsdauern der Funktionsbereiche ab, die von diesem Funktionsbereich mit der Funktion „Allgemeine“ versorgt werden. Diese maximale Belegungsdauer erhält man, indem man den maximalen Wert von $n_{day,fct\ f}$ aller bedienten Funktionsbereiche nimmt.

5.10.2 Jährlicher Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung von Küchenspülen

Ist ein Raum vom Typ „Küche“ vorhanden, in dem Mahlzeiten zubereitet werden und der ein oder mehrere Spülbecken (mit Warmwasser) enthält, so ist für den Funktionsbereich, zu dem dieser Küchenbereich gehört, ein zusätzlicher jährlicher Netto-Gesamtenergiebedarf für Warmwasser zu berücksichtigen, der für die Zubereitung von Mahlzeiten in diesem Küchenbereich erforderlich ist.

Wenn dieser Küchenbereich einen einzigen Funktionsbereich f versorgt, wird der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser zur Zubereitung von Mahlzeiten für diese Küche wie folgt berechnet $_{fct\ ffct\ f}$:

Gl. 64 $$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = n_{meal} \cdot n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$$ (MJ)

wobei gilt:

n_{meal} die Anzahl der zubereiteten Mahlzeiten pro Dienst, wie unten definiert, (-);

$n_{serv,fct\ f}$ die Anzahl der Dienste, die pro Tag geleistet werden. Diese Zahl hängt von der Funktion ab, die versorgt wird, und ist in Tabelle [12] aufgeführt, (-);

$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$ der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser, das für die Zubereitung von Mahlzeiten benötigt wird, pro Mahlzeit und für alle Küchenspülen des Funktionsbereichs f in MJ. Diese Zahl hängt von der Funktion ab, die versorgt wird, und ist in Tabelle [12] aufgeführt;

Wenn dieser Küchenbereich mehrere Funktionsbereiche versorgt, wird der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser zur Zubereitung von Speisen für diese Küche im Verhältnis zu den Gesamtnutzungsflächen der versorgten Funktionsbereiche berechnet:

Gl. 65

$$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = \frac{n_{meal} \cdot \sum_f \left[A_{f,fct\ f} \cdot (n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal})\right]}{\sum_f A_{f,fct\ f}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$A_{f,fct\ f}$	die Gesamtnutzungsfläche des versorgten Funktionsbereichs f in m²;
n_{meal}	die Anzahl der zubereiteten Mahlzeiten pro Dienst, wie unten definiert, (-);
$n_{serv,fct\ f}$	die Anzahl der Dienste pro Tag für jeden versorgten Funktionsbereich, wie in Tabelle [12] dargestellt, (-);
$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser, das für die Zubereitung von Mahlzeiten benötigt wird, pro Mahlzeit und für jeden versorgten Funktionsbereichs, wie in Tabelle [12] aufgeführt, in MJ.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f gebildet werden, die von der Küche versorgt werden.

<u>Anzahl der zubereiteten Mahlzeiten pro Dienst</u>

Der Parameter n_{meal} hängt davon ab, wie viel Platz für die Zubereitung von Mahlzeiten benötigt wird:

Gl. 66

Wenn $A_{f,sink} \leq 200\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,85} \quad \text{(-)}$$

Wenn $200\ m^2 < A_{f,sink} \leq 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,75} \quad \text{(-)}$$

Wenn $A_{f,sink} > 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,55} \quad \text{(-)}$$

wobei gilt:

$A_{f,sink}$	die Nutzfläche der Räume, die der Zubereitung von Mahlzeiten dienen, in m²;
n_{meal}	die Anzahl der zubereiteten Mahlzeiten pro Dienst, (-).

Berücksichtigt werden müssen bei der Berechnung dieser Fläche alle Räume, die für die Zubereitung der Mahlzeiten erforderlich sind (sofern im Gebäude vorhanden), mindestens jedoch folgende Räume: Küche, Ausgabe der Speisen/Service, Lagerung gekühlter Produkte, Lagerung nicht gekühlter Produkte und Anlieferung/Abfallentsorgung.

Tabelle [12]: Anzahl der täglich erbrachten Dienstleistungen und jährlicher Nettobedarf für Warmwasserbereitung für Küchenspülen pro Mahlzeit, pro bedienter Funktion

Funktionen		$n_{serv,fct\ f}$	$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$ **(MJ)**
Unterkunft		1	761,85
Büros		1	544,18
Unterricht		1	544,18
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	2	761,85
	ohne nächtliche Beschäftigung	1	544,18
	Operationssaal	-	0,00
Versammlung	Hohe Belegung	2	653,02
	Geringe Belegung	2	653,02
	Cafeteria / Mensa	1	544,18
Küche		Keine Anwendung	
Handel / Dienstleistungen		1	653,02
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	2	653,02
	Fitness / Tanz	2	653,02
	Sauna / Schwimmbad	2	653,02
Technische Räume		-	0,00
Gemeinschaftsräume		-	0,00
Sonstiges		1	544,18
Unbekannt		1	544,18

5.10.3 Jährlicher Nettoenergiebedarf für Warmwasser der anderen Warmwasserentnahmestellen (außer Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen)

Wenn im Funktionsbereich f außer Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen noch andere Warmwasserentnahmestellen vorhanden sind, ist ein jährlicher Netto-Gesamtenergiebedarf für Warmwasser zu berücksichtigen, der für diese anderen Warmwasserentnahmestellen erforderlich ist.

Wenn es im Funktionsbereich f keine anderen Warmwasserentnahmestellen als Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen gibt, ist $Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ gleich 0.

Der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser für alle Warmwasserentnahmestellen k, mit Ausnahme von Duschen und/oder Badewannen i und Küchenspülen j, wird je nach Funktion in Tabelle [13] definiert.

Tabelle [13]: Jährlicher Nettobedarf für die Warmwasserbereitung aller anderen Warmwasserentnahmestellen, nach Funktion

Funktionen		$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ **(MJ)**
Unterkunft		1069,73 . $n_{design,rooms}$
Büros		5 . $A_{f,fct\ f}$
Unterricht		5 . $A_{f,fct\ f}$
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	1444,13 . $n_{design,rooms}$
	ohne nächtliche Beschäftigung	54,58 . $A_{f,fct\ f}$
	Operationssaal	5 . $A_{f,fct\ f}$
Versammlung	Hohe Belegung	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Geringe Belegung	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Cafeteria / Mensa	5 . $A_{f,fct\ f}$
Küche		5 . $A_{f,fct\ f}$
Handel / Dienstleistungen		5 . $A_{f,fct\ f}$
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Fitness / Tanz	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Sauna / Schwimmbad	5 . $A_{f,fct\ f}$
Technische Räume		5 . $A_{f,fct\ f}$
Gemeinschaftsräume		5 . $A_{f,fct\ f}$
Sonstiges		5 . $A_{f,fct\ f}$
Unbekannt		5 . $A_{f,fct\ f}$

wobei gilt:

$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ der jährliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser aller anderen Warmwasserentnahmestellen im Funktionsbereich f, in MJ;

$n_{design,rooms}$ die Gesamtzahl der Personen, die sich in den Räumen vom Typ „Schlafzimmer“ des Funktionsbereichs f befinden, entsprechend der maximalen Belegung, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);

$A_{f,fct\ f}$ die Gesamtnutzungsfläche des Funktionsbereichs f, in m².

5.11 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Befeuchtung

Wenn die Gebäudeinstallationen Vorrichtungen zur Befeuchtung der für die EEN-Einheit (oder einen Teil davon) bestimmten Außenluft umfassen, ist der monatliche Nettoenergiebedarf eines Geräts j zur Befeuchtung gegeben durch:

Gl. 67 $$Q_{hum,net,j,m} = 2,5 \cdot r_{hum} \cdot \sum_{f} \left(X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply,j,fct\ f,design} \right)$$ (MJ)

wobei gilt:

$Q_{hum,net,j,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Geräts j, in MJ;

r_{hum} ein Reduktionsfaktor mit folgendem Wert:

- wenn die Luftbefeuchtungsanlage für den Transport von Feuchtigkeit aus der Abluft in die zugeführte Luft ausgelegt ist: $r_{hum} = 0,4$;
- ansonsten gilt: $r_{hum} = 1,0$;

$X_{h,fct\ f,m}$ die monatliche Feuchtigkeitsmenge, die pro Einheit der zugeführten Luftmenge für den Funktionsbereich f zu liefern ist, in kg.h/m³, aufgeführt in

Tabelle [14]**;**

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$	der Auslegungsvolumenstrom der Frischluft, die durch den Befeuchter j eintritt, für den Funktionsbereich f, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f gebildet werden, die vom Befeuchter versorgt werden.

Bemerkungen:

- ein Rotationswärmetauscher, auf den eine hygroskopische Schicht aufgebracht wurde, kann als eine Vorrichtung zur Feuchtigkeitsrückgewinnung betrachtet werden;
- die Rückführung wird im Rahmen dieses Absatzes nicht als Feuchtigkeitsrückgewinnung betrachtet. Der Effekt der Rückführung wurde bereits bei der anzuwendenden Luftmenge berücksichtigt.

Tabelle [14]: Monatliche Werte der Feuchtigkeitsmenge, die pro Einheit der zugeführten Luftmenge zu liefern ist, $X_{h,fct\ f,m}$, nach Funktion, in kg.h/m³

Funktionen		**Januar**	**Februar**	**März**	**April**	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**	**November**	**Dezember**
Unterkunft		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Büros		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Unterricht		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	ohne nächtliche Beschäftigung	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Operationssaal	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Versammlung	Hohe Belegung	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Geringe Belegung	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafeteria / Mensa	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Küche		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Handel / Dienstleistungen		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness / Tanz	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna / Schwimmbad	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Technische Räume		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemeinschafts-räume		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Sonstiges		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36

Unbekannt	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14

6 Bruttoenergiebedarf für Heizung, Kühlung und Warmwasserbereitung

6.1 Prinzip

Heiz- und Kühlanlagen können sehr schnell komplex werden. Aus diesem Grund werden die Anlagen in diesem Kapitel schematisch energetisch bewertet. Der Systemwirkungsgrad ist ein Maß für die Energieverschwendung durch das gleichzeitige Heizen und Kühlen einer Energiezone und für die Energieverluste durch den Transport von Wärme und Kälte innerhalb einer Energiezone. Man führt die Berechnungen mit konstanten Jahresdurchschnittswerten durch.

Warmwasseranlagen bestehen aus:

- einer Anlage zur Wärmeerzeugung. Es gibt zwei Arten: Durchlauferhitzer und Speichergeräte. In beiden Fällen kann das Wärmeerzeugungsgerät für die Raumheizung auch das Warmwasser erzeugen, oder die Raumheizung und das Warmwasser verfügen jeweils über ein eigenes Wärmeerzeugungsgerät.
- einem Verteilersystem. Wenn dieses System große Entfernungen überbrücken muss, wird oft eine Zirkulationsleitung vorgesehen.

Der Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung umfasst den Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung sowie alle bei der Versorgung entstehenden Verluste. Diese Verluste werden mit dem Systemwirkungsgrad berechnet. Falls mehr als eine Wärmeerzeugungsanlage für die Warmwasserbereitung zuständig ist, wird jede Anlage den von ihr versorgten Warmwasserentnahmestellen zugeordnet.

Die Bruttoerfordernisse an Energie der Energiezonen, die durch eine „Combilus“-Leitung gespeist werden, werden gemäß der zusätzlichen Spezifikationen durch den Minister bestimmt.

6.2 Bestimmung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

Der Bruttoenergiebedarf für Heizung und Kühlung pro Monat und Energiezone ist gegeben durch:

Gl. 68

$$Q_{heat,gross,seci,m} = \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{\eta_{sys,heat}} \quad \text{(MJ)}$$

und:

Gl. 303

$$Q_{cool,gross,seci,m} = \frac{a_{lat,cool} \cdot Q_{cool,net,seci,m}}{\eta_{sys,cool}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{heat,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, in MJ;
$Q_{heat,net,seci,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung (unter Berücksichtigung der Intermittenz) der Energiezone i, bestimmt nach § 5.4, in MJ;
$\eta_{sys,heat}$	der Wirkungsgrad des Heizsystems, bestimmt nach § 6.3, (-);
$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 5.1, in MJ;

$a_{lat,cool}$	ein pauschaler Zuschlagskoeffizient, der die latente Energie berücksichtigt, die durch die Oberflächenkondensation an den Kühlgeräten und die Entfeuchtung der Zuluft freigesetzt wird, und der 1,1 beträgt, wenn die mittlere Temperatur des Kühlmittels im Gerät bei Nennbetrieb unter 15 °C liegt oder eine aktive Kühlung der Zuluft vorhanden ist, und 1,0 in den anderen Fällen, (-);
$Q_{cool,net,seci,m}$	der monatliche Nettobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 5.4, in MJ;
$\eta_{sys,cool}$	die Effizienz des Kühlsystems, bestimmt nach § 6.3, (-).

6.3 Wirkungsgrade des Heiz- und Kühlsystems

Der Wirkungsgrad des Heiz- und Kühlsystems, $\eta_{sys,heat}$ und $\eta_{sys,cool}$, wird für jedes System mithilfe eines Annihilationsfaktors und des Verhältnisses zwischen dem jährlichen Nettoenergiebedarf für Heizung bzw. Kühlung einerseits und der Summe des Nettoenergiebedarfs für Kühlung und Heizung andererseits wie folgt bestimmt:

Gl. 70 $$\eta_{sys,heat} = \frac{1.0}{1.0 + a_{heat} + f_{annih}/f_{heat,net}} \quad (-)$$

und:

Gl. 71 $$\eta_{sys,cool} = \frac{1.0}{1.0 + a_{cool} + f_{annih}/f_{cool,net}} \quad (-)$$

wobei gilt:

a_{heat}	der Begriff für Rohrverluste, Kanalverluste und die Regulierung des Verteilungssystems für die Heizung, wie unten festgelegt, (-);
f_{annih}	der Annihilationsfaktor der Energie, der durch gleichzeitiges Heizen und Kühlen entsteht, wie unten festgelegt, (-);
$f_{heat,net}$	der Anteil des Nettoenergiebedarfs für die Heizung am gesamten Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung, bestimmt nach § 6.4;
a_{cool}	der Begriff für Rohrverluste, Kanalverluste und die Regulierung des Verteilungssystems für die Kühlung, wie unten festgelegt, (-);
$f_{cool,net}$	der Anteil des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung am gesamten Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung, bestimmt nach § 6.4;

Für Systeme, bei denen die geforderte Temperatur für das Einblasen von Luft durch Mischen eines erwärmten und eines gekühlten Luftstroms erreicht wird, gilt:

- $f_{annih} = 0{,}4$;
- $a_{heat} = 0$;
- $a_{cool} = 0$.

Für alle anderen Systeme werden die Faktoren f_{annih}, a_{heat} und a_{cool} aus Tabelle [15] und Tabelle [16] entnommen.

Tabelle [15]: Annihilationsfaktoren, f_{annih}, und Verteilungsverluste, a_{heat} et a_{cool}, für die Heizung und für die Kühlung

		Heizung	
		Lokale Produktion	**Zentrale Produktion**
Kühlung	**Lokale Produktion**	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tabelle [16] Zeile 1 oder 5
	Zentrale Produktion	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tabelle [16] Zeile 2,3,4,6,7,8
	Nicht vorhanden	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tabelle [16] Zeile 1 oder 5

Tabelle [16]: Annihilationsfaktoren, f_{annih}, und Verteilungsverluste, a_{heat} et a_{cool}, bei zentraler Erzeugung, jeweils für Heizung und Kühlung

System-nummer	Wärme-transport durch	Kälte-transport durch	Regelung der Heizung und Kühlung nach Raum	Annihilations-faktor f_{annih}	Gewichtungsfaktor für Verluste in Rohren und Kanälen	
					Heizung a_{heat}	Kühlung a_{cool}
1	Wasser oder Wasser und Luft	N.A.°	ja	0,00	0,08	0,00
			nein	0,00	0,25	0,00
2		Wasser	ja	0,04	0,13	0,06
3		Luft	ja	0,00	0,13	0,06
			nein	0,00	0,25	0,06
4		Wasser und Luft	ja	0,04	0,13	0,07
5	Luft	N.A.°	ja	0,00	0,04	0,00
			nein	0,00	0,34	0,00
6		Wasser	ja	0,10	0,09	0,06
7		Luft	ja	0,00	0,04	0,01
			nein	0,00	0,39	0,01
8		Wasser und Luft	ja	0,10	0,09	0,07

° N.A.: Nicht anwendbar

Wenn für die Systeme in Tabelle [16] ein flüssiges Kühlmittel anstelle von Wasser als Kühlmittel verwendet wird, dann müssen die Werte in Tabelle [16] wie folgt korrigiert werden:

- der Wert von a_{heat} wird um 0,08 verringert;

- der Wert von a_{cool} wird um 0,01 verringert.

„Raumbezogene Heiz- und Kühlregelung“ bedeutet, dass auf der Ebene des Raumes der Durchfluss und/oder die Temperatur des transportierten Heizmediums (oder Kühlmediums) in Abhängigkeit von der tatsächlichen Temperatur einerseits und der gewünschten Temperatur im Raum andererseits geregelt wird.

Bei Systemen, die im Sommer anders konfiguriert sind als im Winter, müssen Sie die Annihilationsfaktoren anwenden, die der Nummer des Systems im Winter entsprechen.

Bei Systemen, die nicht in eine der in diesem Kapitel beschriebenen Kategorien fallen, muss der Wirkungsgrad des Systems für Heizung und Kühlung nach den vom Minister festgelegten Regeln bewertet werden oder, falls dies nicht möglich ist, auf der Grundlage eines Antrags auf Gleichwertigkeit.

Bemerkungen:

1. „Wärmetransport durch Wasser“ bedeutet: Auf Raumebene erfolgt eine (Nach-)Heizung durch Heizkörper im Raum, Heizelemente in der zirkulierenden Luft (Gebläsekonvektoren, Induktionsgeräte), ein Nachheizregister im Zuluftkanal oder Ähnliches.

2. „Wärmetransport durch Luft“ bedeutet, dass die zentrale Luftaufbereitungsanlage eine Vorrichtung (Heizregister und/oder Wärmerückgewinnung) enthält, um die zugeführte Luft zu erwärmen (dies ist bei mechanischer Belüftung praktisch immer der Fall).

3. „Kältetransport durch Wasser“ bedeutet, dass eine (Nach-)Kühlung auf Raumebene durch Kühlregister im Zuleitungskanal, Kühlregister in der umgewälzten Luft (Gebläsekonvektoren oder Induktionsgeräte mit Kühlregister), wassergeführte Kühldecken oder andere durchgeführt wird. Kühldecken mit Luftzirkulation sind in dieser Kategorie nicht enthalten.

4. „Kältetransport durch Luft“ ist eine zentrale Luftaufbereitungsanlage, die eine Vorrichtung (Kühlregister) zum Kühlen und/oder Entfeuchten der zugeführten Luft enthält.

6.4 Anteile des Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

6.4.1 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung

Für die Energiezone wird das Verhältnis zwischen dem *jährlichen* Nettobedarf an Energie für Kühlung und der Summe des *jährlichen* Nettobedarfs an Energie für Heizung und Kühlung wie folgt bestimmt:

Gl. 72 $$f_{cool,net} = 1 - f_{heat,net}$$ (-)

wobei gilt:

$f_{cool,net}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung am gesamten Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung;

$f_{heat,net}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs für die Heizung am gesamten Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung, bestimmt nach § 6.4.2;

6.4.2 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung

Für die Energiezone wird das Verhältnis zwischen dem *jährlichen* Nettoenergiebedarf für Heizung und der Summe des *jährlichen* Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung wie folgt bestimmt:

Gl. 73 $$f_{heat,net} = \max\left(0,1 \; ; \; \min\left(\frac{Q_{heat,net,seci,a}}{Q_{heat,net,seci,a} + Q_{cool,net,seci,a}} \; ; \; 0,9\right)\right) \quad (-)$$

wobei gilt:

Gl. 74 $$Q_{heat,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,net,seci,m} \quad (MJ)$$

und:

Gl. 75 $$Q_{cool,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,seci,m} \quad (MJ)$$

wobei gilt:

$f_{heat,net}$	der Anteil des jährlichen Nettoenergiebedarfs für die Heizung am gesamten jährlichen Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung;
$Q_{heat,net,seci,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, in MJ;
$Q_{cool,net,seci,a}$	der jährliche Nettobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, in MJ;
$Q_{heat,net,seci,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung (unter Berücksichtigung der Intermittenz) der Energiezone i, bestimmt nach § 5.1, in MJ;
$Q_{cool,net,seci,m}$	der monatliche Nettobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 5.4, in MJ;

6.5 Bestimmung des monatlichen Bruttoenergiebedarfs für Warmwasserbereitung

Für Duschen und/oder Badewannen i (Index „bath“) und Küchenspülen j (Index „sink“) erfolgt die Umrechnung des Nettobedarfs für Warmwasser in den Bruttoenergiebedarf für Warmwasser analog zur Methode für die EEW-Einheiten. Daher ist § 9.3 der Anlage A.1 zu diesem Erlass anzuwenden.

Für andere Warmwasserentnahmestellen i (Index „other“) gilt ebenfalls § 9.3 der Anlage A.1 zu diesem Erlass, jedoch unter Übertragung der Formeln, die für Küchenspülen (Index „sink“ in Anlage A.1 zu diesem Erlass) gelten, und unter Bestimmung des Beitrags der Brauchwasserleitungen zum Systemwirkungsgrad wie folgt:

Gl. 304 $$\eta_{tubing,other\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,other\ i} / r_{water,other\ i,net}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$l_{tubing,other\ i}$	die Länge der Leitungen zu einer anderen Warmwasserentnahmestelle i, in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten horizontalen und vertikalen

Abstände zwischen dem betreffenden wärmeerzeugenden Gerät für die Warmwasserbereitung und der Mitte des Fußbodens des Raumes, in dem sich die Warmwasserentnahmestelle i befindet. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen. Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten horizontalen und vertikalen Abstände zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte des Raumes, in dem sich die Warmwasserentnahmestelle i befindet. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen;

$r_{water,other\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt der Vorwärmung des Kaltwasserzulaufs zur anderen Warmwasserentnahmestelle i durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, der nach den vom Minister festgelegten Regeln zu bestimmen ist, (-).

Als Standardwerte werden verwendet: $l_{tubing,other\ i}$ = 20 m.

7 Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung, Befeuchtung und Warmwasserbereitung

7.1 Prinzip

Um die Produktionseffizienz in einer Energiezone zu berechnen, betrachtet man die Produktionseffizienz der Geräte, die die Energiezone mit Wärme oder Kälte versorgen. Man rechnet immer mit monatlichen Durchschnittswerten.

Wenn die Anlage verschiedene Arten von Wärme- oder Kältegeneratoren kombiniert, wird der Bruttobedarf konventionell zwischen dem bevorzugten und dem/den nicht bevorzugten Generator(en) aufgeteilt. Wenn es mehr als einen nicht bevorzugten Typ von Kältegenerator gibt, wird für die Behandlung des nicht bevorzugten Teils nur der Kältegenerator mit dem niedrigsten Wert des Verhältnisses zwischen dem Umwandlungsfaktor in Primärenergie (f_p) und der Produktionseffizienz in Betracht gezogen. Gibt es mehr als einen Typ von nicht bevorzugten Wärmegeneratoren, wird für jeden nicht bevorzugten Wärmegenerator ein nicht bevorzugter Anteil nach § 7.3.1ermittelt.

Gegebenenfalls wird auf analoge Weise auch der Endenergieverbrauch für die Befeuchtung bestimmt.

Bei der Erweiterung eines Gebäudes können folgende Fälle auftreten:

- Wenn neue Wärme- und/oder Kältegeneratoren installiert werden, die unabhängig von den vorhandenen Geräten funktionieren, wird das gesamte folgende Verfahren angewendet;
- wenn neue Wärme- und/oder Kältegeneratoren aufgestellt werden, die in Kombination mit bestehenden Geräten funktionieren, muss das folgende Verfahren angewendet werden, ohne die bestehenden Geräte zu berücksichtigen;
- werden keine zusätzlichen Geräte installiert, sondern nur die bestehenden Geräte genutzt, kann man wahlweise:
  - folgendes Verfahren auf vorhandene Geräte anwenden, wenn alle notwendigen Informationen eindeutig verfügbar sind,
  - oder mit den folgenden Standardwerten rechnen:
    - $\eta_{gen,heat}$ = 0,77 (bezogen auf den oberen Heizwert), mit Heizöl als Energieträger,
    - $\eta_{gen,cool}$ = 2,2, mit Strom als Energieträger.

7.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Befeuchtung

7.2.1 Heizen und Befeuchten

Wenn mehrere Wärmegeneratoren eine Energiezone mit Wärme versorgen und diese Geräte nicht alle denselben Produktionswirkungsgrad nach § 7.5 haben und/oder nicht alle denselben Energieträger verwenden, wird der Bruttoenergiebedarf für die Heizung konventionell zwischen den bevorzugten und den nicht bevorzugten Wärmegeneratoren wie unten beschrieben aufgeteilt.

Dieses Prinzip gilt auch für Hybrid-Wärmepumpen (die Kombination aus Wärmepumpe und Heizkessel) und Wärmepumpen mit eingebautem elektrischem Widerstand, bei denen die Wärmepumpe und der elektrische Widerstand als parallel geschaltete Produktionsgeräte betrachtet werden. Ausnahme: wenn die Produktionsleistung einer elektrischen Wärmepumpe, die mit einem integrierten elektrischen Widerstand versehen ist, gemäß § 10.2.3.3.2 der Anlage A.1 bestimmt wird,

ist der elektrische Widerstand bereits bei dieser Produktionsleistung berücksichtigt und das Gerät wird dennoch als einziger Erzeuger betrachtet.

Dieser Formalismus wird auch dann beibehalten, wenn es nur einen Wärmegenerator gibt, oder wenn alle Wärmegeneratoren nach § 7.5 denselben Wirkungsgrad haben (und denselben Energieträger verwenden). Dieser (diese Gruppe von) Wärmegenerator(en) ist dann der bevorzugte Wärmegenerator und sichert 100 % des Bedarfs. Dem nicht bevorzugten (nicht definierten) Wärmegenerator werden 0 % des Bedarfs zugewiesen.

Hinweis: Mehrere elektrische Widerstandsheizgeräte werden daher gemeinsam als ein einzelner isolierter Wärmegenerator betrachtet. Ebenso wird eine Gruppe identischer Heizkessel als ein einziger Wärmegenerator behandelt.

Eine ähnliche Methode gilt für Luftbefeuchtungsanlagen.

Der Endenergieverbrauch für Heizung pro Monat und Energiezone ergibt sich wie folgt:

- für den oder die bevorzugten Wärmegeneratoren:

Gl. 407 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,\ m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- für den oder die nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k:

Gl. 408 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref,k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,\ m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

Der Endenergieverbrauch für die Luftbefeuchtung, pro Monat und pro Luftbefeuchter, ist gegeben durch:

- für den oder die bevorzugten Wärmegeneratoren:

Gl. 409 $$Q_{hum,final,j,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- für den oder die nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k:

Gl. 410 $$Q_{hum,final,j,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref,k} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$f_{heat,m,pref}$ der durchschnittliche monatliche Anteil an der Gesamtwärmemenge, die von dem/den bevorzugten angeschlossenen Wärmegenerator(en) geliefert wird, wie in § 7.3.1 bestimmt, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ der Anteil des Gesamtwärmebedarfs an der gelieferten Wärmemenge entspricht der Energiezone i, der durch eine solarthermische Anlage abgedeckt wird, bestimmt gemäß § 10.4 der Anlage A.1, (-);

$f_{as,hum,j,m}$ der Anteil des Gesamtwärmebedarfs der dem Luftbefeuchter j zugeführten Wärmemenge, der durch eine solarthermische Anlage gedeckt wird, bestimmt nach § 10.4 der Anlage A.1, (-);

$Q_{heat,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, bestimmt nach § 7.5.1, (-);
$\eta_{gen,heat,m,npref\ k}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren, bestimmt nach § 7.5.1, (-);
$f_{heat,m,npref\ k}$	der monatliche Anteil der gesamten Wärmeproduktion, die von dem/den nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) k erzeugt wird, bestimmt nach § 7.3.1, (-);
$Q_{hum,net,j,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Luftbefeuchters j, ermittelt nach § 5.11, in MJ.

Der Endenergieverbrauch für Heizung und Befeuchtung in den Energiezonen, die von einer „Combilus“-Leitung versorgt werden, wird nach zusätzlichen, vom Minister festgelegten Spezifikationen ermittelt.

7.2.2 Kühlung

Ein Kältegenerator kann im Free-Chilling-Modus arbeiten.

Free-Chilling ist eine Kühltechnik, bei der das Kühlwasser ohne den Einsatz einer Kältemaschine gekühlt wird. Man unterscheidet 3 Formen des Free-Chilling:

- Free-Chilling durch Luft: Bei dieser Technik wird Luft als Kältequelle genutzt. Der Kaltwasserkreislauf wird durch einen Kühlturm oder einen Luftkühler (dry-cooler) gekühlt;
- Geo-Cooling, geschlossene Systeme: Bei dieser Technik wird der Boden als Kältequelle genutzt. Der Kaltwasserkreislauf wird durch einen oder mehrere unterirdische Wärmetauscher gekühlt;
- Geo-Cooling, offene Systeme: Bei dieser Technik wird Grundwasser als Kältequelle genutzt. Der Kaltwasserkreislauf wird durch die Nutzung von Grundwasser gekühlt, das abgepumpt und dann wieder eingespeist wird.

Die ersten beiden oben beschriebenen Formen werden nur in Kombination mit einer Kältemaschine berücksichtigt.

Wenn mehrere Kältegeneratoren eine Energiezone mit Kälte versorgen und diese Generatoren nicht alle denselben Produktionswirkungsgrad gemäß § 7.5.2 aufweisen und/oder nicht alle denselben Energieträger verwenden und/oder mit einer unterschiedlichen Form des Free-Chilling kombiniert sind, wird der Bruttoenergiebedarf für die Kühlung wie unten beschrieben konventionell auf die bevorzugten und nicht bevorzugten Kältegeneratoren aufgeteilt.

Dieser Formalismus wird auch dann beibehalten, wenn es nur einen einzigen Kältegenerator gibt oder wenn alle Kältegeneratoren gemäß § 7.5 denselben Wirkungsgrad haben (und denselben Energieträger verwenden und nicht mit verschiedenen Formen des Free-Chlilling kombiniert sind). Dieser (diese Gruppe von) Kältegenerator(en) ist dann der bevorzugte Kältegenerator und stellt 100 % des Bedarfs sicher. Dem nicht bevorzugten (nicht definierten) Wärmegenerator werden 0 % des Bedarfs zugewiesen.

Der Endenergieverbrauch für Kühlzwecke wird pro Monat und Energiebereich wie folgt bestimmt:

Gl. 81 $$Q_{cool,final,sec\,i,m,pref} = f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\,i,m}}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 82 $$Q_{cool,final,sec\,i,m,npref} = \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\,i,m}}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Kältegenerator(en) für die Kühlung der Energiezone i, in MJ;
$f_{cool,pref}$	der durchschnittliche jährliche Anteil der Gesamtkältemenge, die von dem/den bevorzugt angeschlossenen Kältegenerator(en) geliefert wird, wie bestimmt nach § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der Gesamtenergiemenge, die von dem/den bevorzugt angeschlossenen Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus geliefert wird, wie bestimmt nach § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der Gesamtenergiemenge, die von dem/den nicht bevorzugt angeschlossenen Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus geliefert wird, wie bestimmt nach § 7.4, (-);
$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	die monatliche Produktionsleistung des/der bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(en) für die Kühlung der Energiezone i, in MJ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	die monatliche Produktionsleistung des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);

7.3 Aufteilung des Bruttoenergiebedarfs zwischen bevorzugten und nicht bevorzugten Generatoren

7.3.1 Heizung

Der monatliche Anteil der vom bevorzugten Generator gelieferten Wärme an der Gesamtwärmemenge wird wie folgt bestimmt:

- Wenn es nur einen einzigen Wärmegenerator für die betreffende Energiezone gibt oder enn alle Wärmegeneratoren denselben Produktionswirkungsgrad gemäß § 7.5 haben (und denselben Energieträger verwenden), gilt für den monatlich durchschnittlichen bevorzugten Anteil für Heizung, $f_{heat,m,pref} = 1$;
- Andernfalls gilt:
  - Wenn es sich bei dem Hauptwärmegenerator weder um eine vor Ort installierte Anlage noch um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{heat,m,pref}$ der Tabelle [47] zu entnehmen. Bei Anwendung der Tabelle [47] ist eine lineare Interpolation der Zwischenwerte für x_m durchzuführen,

- wenn der Hauptwärmegenerator eine vor Ort installierte Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist, werden die Werte für $f_{heat,m,pref}$ aus Tabelle [18] übernommen.
- wenn es sich bei dem Hauptwärmegenerator um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{heat,m,pref}$ der Tabelle [48] zu entnehmen. Bei Anwendung der Tabelle [48] ist eine lineare Interpolation der Zwischenwerte für x_m durchzuführen.

Bei der Anwendung einer KWK-Anlage vor Ort in Kombination mit einem oder mehreren anderen Wärmegeneratoren fungiert die KWK als bevorzugter Wärmegenerator. Wenn der bevorzugte Wärmegenerator Wärme an mehr als einen Funktionsbereich liefert, werden die Werte von $f_{heat,m,pref}$ für eine Funktion mit schwankendem Bedarfsprofil verwendet, es sei denn, die Summe der Grundflächen der Funktionen mit konstantem Bedarfsprofil, für die das bevorzugte Gerät Wärme liefert, ist größer als die Hälfte der Summe der Grundflächen aller Funktionsbereiche, für die das bevorzugte Gerät Wärme liefert. Im letzteren Fall werden die Werte von $f_{heat,m,pref}$ für eine Funktion mit konstantem Bedarfsprofil verwendet. Für die Unterteilung nach Funktionen entsprechend einem schwankenden oder konstanten Bedarfsprofil wird auf das Ende dieses Absatzes verwiesen. Diese Methode ist nur in einer EEN-Einheit gültig. Wenn das bevorzugte Gerät EEN- und EEW-Einheiten versorgt, wird $f_{heat,m,pref}$ für EEN-Einheiten wie in diesem Kapitel beschrieben und für EEW-Einheiten gemäß § 10.2.2 in Anlage A.1 bestimmt.

Die Regelung zwischen bevorzugten und nicht bevorzugten Geräten ist eine „zusätzliche Spitzenleistungsregelung“, wenn das (die) nicht bevorzugte(n) Gerät(e) nur in der Zeit läuft/laufen, in der der Leistungsbedarf größer ist als die Leistung, die das bevorzugte Gerät liefern kann, und wenn in dieser Zeit das bevorzugte Gerät mit voller Leistung läuft. In allen anderen Fällen und auch standardmäßig gilt eine „Spitzenleistungsschaltregelung“.

Die Werte für $f_{heat,m,pref}$ sind immer eine Funktion der Hilfsvariablen x_m, die wie folgt bestimmt wird:

Gl. 307

$$x_m = \frac{\left[\begin{array}{c} \sum_i \left(1-f_{as,heat,\,sec\,i,m}\right)\cdot Q_{heat,gross,\,sec\,i,m} \\ +\sum_j \left(1-f_{as,water,bath\,j,m}\right)\cdot Q_{water,bath\,j,gross,m} \\ +\sum_k \left(1-f_{as,water,sink\,k,m}\right)\cdot Q_{water,sink\,k,gross,m} \\ +\sum_l \left(1-f_{as,water,other\,l,m}\right)\cdot Q_{water,other\,l,gross,m} \\ +\sum_n \left(1-f_{as,hum,n,m}\right)\cdot Q_{hum,net,n,m} \\ +\sum_o \frac{f_{cool,pref}\cdot Q_{cool,fett,\,sec\,o,m}}{EER_{nom}} \end{array}\right]}{\left(1000\cdot P_{gen,heat,pref}\cdot t_m\right)} \quad (-)$$

wobei gilt:

x_m die Hilfsvariable zur Bestimmung des Anteils am Wärmebedarf, der durch das bevorzugte Gerät gedeckt wird: der Wärmebedarf dividiert durch die „virtuelle“ Produktion des Generators bei maximaler Leistung ohne Unterbrechung während des betreffenden Monats, (-);

$f_{as,[...],m}$ der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch eine solarthermische Anlage gedeckt wird, bestimmt gemäß § 10.4 der Anlage A.1 zu diesem Erlass. Mit einem der folgenden Indizes anstelle von [...]: „heat,sec i“ für den Wärmebedarf der Energiezone i, die Indizes „water,bath j“, „water,sink k“ und „water,other l“ für den Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung für Dusche oder Bad j, Küchenspüle k bzw. eine sonstige Wasserentnahmestelle l und den Index „hum,n“ für den Wärmebedarf zur Befeuchtung eines Geräts n, (-);

$Q_{heat,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 9.2.1 der Anlage A.1 zu diesem Erlass für die EEW-Einheiten und nach § 6.2 dieser Anlage für die EEN-Einheiten, in MJ;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser für Duschen oder Badewannen j, ermittelt nach § 9.3.1 der Anlage A.1 zu diesem Erlass für EEW-Einheiten und nach § 6.5 dieser Anlage für EEN-Einheiten, in MJ;
$Q_{water,sin\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung der Küchenspülen k, ermittelt nach § 9.3.1 der Anlage A.1 zu diesem Erlass für EEW-Einheiten und nach § 6.5 dieser Anlage für EEN-Einheiten, in MJ;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	der monatliche Brutto-Warmwasserenergiebedarf der übrigen Warmwasserentnahmestellen l, bestimmt nach § 6.5, in MJ;
$Q_{hum,net,n,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Geräts n, ermittelt nach § 5.11, in MJ;
$f_{cool,pref}$	der durchschnittliche jährliche Anteil der Gesamtkältemenge, die von dem/den bevorzugt angeschlossenen Kältegenerator(en) geliefert wird, wie bestimmt nach § 7.3.2, (-);
EER_{nom}	der Kühleffizienzkoeffizient, bestimmt gemäß § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,gross,sec\ o,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Kühlung von Räumen der Energiezone o, der von der Absorptionskältemaschine bereitgestellt wird, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$P_{gen,heat,pref}$	die Gesamtnennleistung des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren in kW;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Es muss eine Summe gebildet werden über alle Energiebereiche i, die von einem oder mehreren bevorzugten Generatoren beheizt werden, über alle Duschen und/oder Badewannen j, Küchenspülen k und andere Entnahmestellen l, die mit Warmwasser versorgt werden, das von dem/den bevorzugten Generator(en) erzeugt wird, über alle Luftbefeuchter n, die von dem/den bevorzugten Generator(en) beheizt werden, und über alle Energiebereiche o, die Teil einer EEN-Einheit sind und von der bevorzugten Absorptionskältemaschine gekühlt werden.

ANMERKUNG 1 Die Nennleistung der Heizkessel ist die in der Europäischen Richtlinie für Heizkessel ausgewiesene Nennleistung;

ANMERKUNG 2 Die Wärmeleistung von Wärmepumpen wird gemäß den ANMERKUNGEN 3, 4 oder 5 in § 10.2.2 der Anlage EEW zu diesem Erlass bestimmt.

ANMERKUNG 3 Die thermische Leistung einer vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wird entsprechend des Verfahrens für Gasanlagen ermittelt.

Tabelle [47]: Monatlicher Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, die von dem/den bevorzugten Wärmegenerator(en), nach Funktion, geliefert wird, $f_{heat,m,pref}$, mit Ausnahme von vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen.

Art des Bedarfsprofils der Funktion	Konstantes Bedarfsprofil		Schwankendes Bedarfsprofil	
Art der Spitzenleistungs-regelung	Spitzenleistungs-schaltregelung	Zusätzliche Spitzenleistungs-regelung	Spitzenleistungs-schaltregelung	Zusätzliche Spitzenleistungs-regelung
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,95	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,66	0,90	0,86	0,98
$x_m = 0,25$	0,47	0,79	0,33	0,82
$x_m = 0,35$	0,31	0,67	0,09	0,64
$x_m = 0,45$	0,20	0,57	0,02	0,51
$x_m = 0,55$	0,13	0,51	0	0,41
$x_m = 0,65$	0,10	0,44	0	0,35
$x_m = 0,75$	0,07	0,39	0	0,31
$x_m = 0,85$	0,05	0,36	0	0,27
$x_m = 0,95$	0,05	0,33	0	0,24
$x_m = 1,05$	0,05	0,31	0	0,22
$x_m = 1,10$	0,05	0,30	0	0,20
$1,10 < x_m$	0,05	0,30	0	0,20

Funktionen mit einem eindeutigen Bedarfsprofil: Büro, Unterkunft, Gesundheitsversorgung mit nächtlicher Belegung, Gesundheitsversorgung ohne nächtliche Belegung, Handel/Dienstleistungen, Sport Sauna/Schwimmbad (hohe Temperatur), technische Räume.

Funktionen mit schwankendem Bedarfsprofil: Unterricht, Gesundheitswesen Operationssaal, Unterkünfte mit hoher Belegung, Unterkünfte mit geringer Belegung, Unterkünfte mit Cafeteria/Mensa, Küche, Sport Sporthalle (niedrige Temperatur), Sport Fitness/Tanz (mittlere Temperatur), Gemeinschaftsräume, Sonstiges, unbekannt.

Tabelle [18]: Monatlicher Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, die von einer vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geliefert wird

Fälle		Monatlicher Anteil
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,2$	0
	$0,2 \leq x_m < 0,6$	$1,25 \cdot x_m - 0,25$
	$0,6 \leq x_m < 0,92$	0,5
	$0,92 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,25$	$2,9 \cdot x_m - 0,145$
	$0,25 \leq x_m < 0,42$	$0,94 \cdot x_m + 0,345$
	$0,42 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$

Die in der Tabelle verwendeten Symbole sind wie folgt definiert:

$V_{stor,cogen}$ das Fassungsvermögen des Speicherbehälters für die Speicherung der von der KWK-Anlage bereitgestellten Wärme in m³;

$V_{stor,30\ min}$ das Mindestwasservolumen des Speicherbehälters, um 30 Minuten lang die Produktion der KWK-Anlage am Standort bei voller Leistung zu decken, in m³, bestimmt nach § A.6.

Tabelle [48]: Monatlicher Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, die von dem/den bevorzugten Wärmegenerator(en), nach Funktion, geliefert wird, $f_{heat,m,pref}$ – wobei der bevorzugte Generator eine Wärmepumpe ist, die Außenluft als Wärmequelle nutzt.

Art des Bedarfsprofils der Funktion	Konstantes Bedarfsprofil											
Spitzenleistungs-regelung	Spitzenleistungsschaltregelung						Zusätzliche Spitzenleistungsregelung					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,82	0,87	0,90	0,94	0,94	0,94	0,83	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99
$x_m = 0,15$	0,38	0,47	0,53	0,58	0,63	0,65	0,43	0,54	0,65	0,76	0,85	0,89
$x_m = 0,25$	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,47	0,33	0,42	0,50	0,61	0,73	0,78
$x_m = 0,35$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,30	0,38	0,45	0,54	0,63	0,66
$x_m = 0,45$	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,26	0,33	0,39	0,47	0,54	0,57
$x_m = 0,55$	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,25	0,31	0,36	0,43	0,49	0,51
$x_m = 0,65$	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,29	0,34	0,38	0,43	0,45
$x_m = 0,75$	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,1	0,18	0,25	0,29	0,34	0,38	0,40
$x_m = 0,85$	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,95$	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,21	0,24	0,28	0,33	0,35
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,32
$x_m = 1,15$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,30
$x_m = 1,20$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
$1,20 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
Art des Bedarfsprofils der Funktion	Schwankendes Bedarfsprofil											
Spitzenleistungs-regelung	Spitzenleistungsschaltregelung						Zusätzliche Spitzenleistungsregelung					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,76	0,87	0,95	0,97	0,99	0,99	0,76	0,87	0,95	0,98	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,45	0,56	0,64	0,73	0,80	0,81	0,46	0,59	0,69	0,78	0,90	0,94
$x_m = 0,25$	0,31	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,40	0,51	0,59	0,68	0,77	0,80
$x_m = 0,35$	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,43	0,49	0,56	0,62	0,65
$x_m = 0,45$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	0,37	0,42	0,48	0,53	0,54
$x_m = 0,55$	0	0	0	0	0	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44
$x_m = 0,65$	0	0	0	0	0	0	0,18	0,23	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,75$	0	0	0	0	0	0	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,31
$x_m = 0,85$	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,27
$x_m = 0,95$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,19	0,23	0,24
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22

x_m = 1,10	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20
1,10 < x_m	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20

Das in der Tabelle dargestellte Symbol ist wie folgt definiert:

X_{HP} eine variable Hilfsgröße für Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen, bestimmt gemäß § 10.2.2 in Anlage A.1, (-).

Sollte die betreffende Energiezone von einem nicht bevorzugten Wärmegenerator versorgt werden oder sollten alle nicht bevorzugten Wärmegeneratoren den gleichen Wirkungsgrad gemäß § 7.5 aufweisen (und den gleichen Energieträger nutzen), so wird der monatliche Anteil für die Heizung des/der nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) wie folgt ermittelt:

Gl. 308 $f_{heat,m,npref,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

Sollte die betreffende Energiezone von mehreren nicht bevorzugten Wärmegeneratoren versorgt werden, die unterschiedliche Wirkungsgrade gemäß § 7.5 aufweisen (und/oder verschiedene Energieträger nutzen), so wird der monatliche Anteil für die Heizung jedes nicht bevorzugten Wärmegenerators k wie folgt ermittelt:

Gl. 309 $f_{heat,m,npref,k}=(1-f_{heat,m,pref}).\frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\sum_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

wobei gilt:

$f_{heat,m,npref\,k}$ der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, der von dem nicht bevorzugten Wärmegenerator geliefert wird (-);

$f_{heat,m,pref}$ der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, der von dem/den bevorzugten Wärmegenerator(en) geliefert wird (-);

$P_{gen,heat,npref\,k}$ die Gesamtnennleistung des/der nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) k in kW.

Die Werte aller nicht bevorzugten Wärmegeneratoren k sind zu addieren.

ANMERKUNG 1 Die Nennleistung der Heizkessel ist die in der Europäischen Richtlinie für Heizkessel ausgewiesene Nennleistung;

ANMERKUNG 2 Die Wärmeleistung von Wärmepumpen wird gemäß den ANMERKUNGEN 3, 4 oder 5 in § 10.2.2 der Anlage A.1 zu diesem Erlass bestimmt.

ANMERKUNG 3 Die thermische Leistung einer vor Ort installierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wird entsprechend des Verfahrens für Gasanlagen ermittelt.

7.3.2 Kühlung

Wenn es für die betreffende Energiezone nur einen Kältegenerator gibt oder wenn alle Kältegeneratoren denselben Wirkungsgrad gemäß § 7.5 haben, denselben Energieträger verwenden und mit derselben Form des Free-Chilling kombiniert sind, gilt für den präferentiellen jahresdurchschnittlichen Anteil für die Kühlung Folgendes: $f_{cool,pref} = 1,0$

In allen anderen Fällen wird der präferentielle jahresdurchschnittliche Anteil der Tabelle [19] entnommen.

Wenn es mehrere kombinierte Kältegeneratoren gibt, muss die folgende Reihenfolge eingehalten werden, um den bevorzugten Kältegenerator zu bestimmen:

- externes Kälteversorgungssystem;
- offenes Geo-Cooling-System;
- Absorptionskältemaschine;
- Generator mit dem höchsten Wirkungsgrad, der nach § 7.5.2ermittelt wurde.

Tabelle [19]: Durchschnittlicher jährlicher Anteil der Kälte, die von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) $f_{cool,pref}$ geliefert wird, in Abhängigkeit vom Verhältnis der Leistungen $\beta_{gen,cool}$.

$\beta_{gen,cool}$	$f_{cool,pref}$
< 0,1	0,1
< 0,2	0,2
< 0,3	0,5
< 0,5	0,8
≥ 0,5	1,0

Das Verhältnis zwischen der Nennleistung des oder der bevorzugten Kältegeneratoren und der Nennleistung aller $\beta_{gen,cool}$-Kältegeneratoren wird wie folgt bestimmt:

Gl. 84 $$\beta_{gen,cool} = \frac{P_{gen,cool,pref}}{P_{gen,cool,pref} + P_{gen,cool,npref}} \quad (-)$$

wobei gilt:

$\beta_{gen,cool}$	das Verhältnis zwischen der nominalen Kühlleistung des oder der bevorzugten Kältegeneratoren und der nominalen Kühlleistung aller Kältegeneratoren für die Energiezone, (-);
$P_{gen,cool,pref}$	die Gesamtnennkühlleistung des oder der bevorzugten Kältegeneratoren, in kW;
$P_{gen,cool,npref}$	die Gesamtnennkühlleistung des oder der nicht bevorzugten Kältegeneratoren, in kW.

Die Kühlleistung, die für die Bestimmung von $\beta_{gen,cool}$ der verschiedenen Arten von Kältegeneratoren anzuwenden ist, wird wie folgt ausgedrückt:

- Kompressionskältemaschinen: die nach NBN EN 14511 unter Nennbedingungen (Standard Rating Conditions) gemessene Kühlleistung;
- Absorptionskältemaschinen: die Kühlleistung, gemessen entweder nach NBN EN 12309-2 oder nach „ARI Standard 560: 2000“;

- Externes Kälteversorgungssystem: Die Nennleistung des Wärmetauschers, der die Grenze des externen Kältesystems bildet. Die Systemgrenze ist nach Regeln zu bestimmen, die vom Minister festgelegt werden. Die Nennleistung des Wärmetauschers ist die vom Hersteller im Datenblatt angegebene Wärmeleistung. Wenn die Grenze des externen Kältesystems kein Wärmetauscher ist, ist die zu berücksichtigende Leistung die in den Auslegungsbedingungen festgelegte;
- Geo-Cooling / offenes System:

Gl. 85 $P_{gen,cool,free} = 4187 \cdot \Delta T_{max} \cdot \varphi_{well}$ (kW)

wobei gilt:

ϕ_{well} die Durchflussmenge des Bohrschachts, die in die Umweltgenehmigung aufgenommen wird (die entnommene Durchflussmenge). Wenn es mehrere Quellen gibt, ist dies der Gesamtdurchfluss aller Quellen in m³/s;

ΔT_{max} die Temperaturdifferenz zwischen dem entnommenen und dem wiedereingeleiteten Wasser, die auf 6 °C festgelegt wurde.

7.4 Durchschnittlicher monatlicher Anteil der durch Free-Chilling eingebrachten Energie

Mit dem Parameter $f_{cool,m,free}$ kann aufgewertet werden, dass ein Teil des Bruttoenergiebedarfs für die Kühlung durch einen Generator gedeckt wird, der im Free-Chilling-Modus arbeitet.

Der Endenergieverbrauch von Generatoren, die im Free-Chilling-Modus arbeiten, wird in der Regel auf null geschätzt. Der tatsächliche Verbrauch dieser Generatoren wird dann im Teil Energiehilfsmittel (§ 8) berücksichtigt.

Für den Fall, dass der/die Generator(en) nicht im Free-Chilling-Modus arbeitet/arbeiten, beträgt der durchschnittliche monatliche Free-Chilling-Anteil: $f_{cool,m,free} = 0$

Bei einem offenen Geo-Cooling-System wird immer davon ausgegangen, dass es im Free-Chilling-Modus arbeitet. In diesem Fall: $f_{cool,m,free} = 1$

Eine (wassergekühlte) Kältemaschine kann im Free-Chilling-Modus betrieben werden. In diesem Fall wird die Kühlleistung von Kühltürmen (Free-Chilling durch Luft) oder durch einen Erdwärmetauscher (Geo-Cooling / geschlossenes System) direkt entnommen, ohne die Kältemaschine zu durchlaufen (Bypass).

Der durchschnittliche monatliche Free-Chilling-Anteil ist gegeben durch:

Gl. 86 $f_{cool,m,free} = f_{cool,free,sizing} \cdot f_{cool,m,free,operation}$ (-)

wobei gilt:

$f_{cool,free,sizing}$ der durchschnittliche jährliche Anteil der Gesamtkältemenge, die von dem/den im Free-Chilling-Modus arbeitenden Generator(en) geliefert wird, wenn es keine Begrenzung durch die Betriebsbedingungen gäbe, wie unten

bestimmt,
(-);

$f_{cool,m,free,operation}$ der durchschnittliche monatliche Anteil der von den Generatoren gelieferten Gesamtkältemenge, die wie durch die Betriebsbedingungen bestimmt im Free-Chilling-Modus arbeiten, d. h. wenn es keine Begrenzung durch die Größe des Generators gäbe, wie unten angegeben, (-).

Gl. 87

$$f_{cool,free,sizing} = \frac{P_{gen,cool,free}}{P_{gen,cool,nfree} + P_{gen,cool,free}} \quad (-)$$

wobei gilt:

$P_{gen,cool,free}$ die Gesamtnennkühlleistung des oder der Kältegeneratoren, die so ausgelegt sind, dass sie im Free-Chilling-Modus arbeiten können, in kW;

$P_{gen,cool,free}$ die Gesamtnennkühlleistung des oder der Kältegeneratoren, die nicht so ausgelegt sind, dass sie im Free-Chilling-Modus arbeiten können, in kW.

Die Kälteleistung, die für die Bestimmung von $f_{cool,free,sizing}$ der verschiedenen Arten von Kältegeneratoren angewendet werden muss, ist unten angegeben:

- Kältekompressionsmaschinen: die Kühlleistung, wie sie unter den in der Norm NBN EN 14511 festgelegten Standardbedingungen gemessen wurde;
- Absorptionskältemaschinen: die Kühlleistung, gemessen entweder nach NBN EN 12309-2 oder nach „ARI Standard 560: 2000“;

Der Wert für $f_{cool,m,free,operation}$ wird der Tabelle [20] entnommen.

Tabelle [20]: Durchschnittlicher monatlicher Anteil $f_{cool,m,free,operation}$ des gesamten Kältebedarfs, der von einem oder mehreren Generatoren im Free-Chilling-Modus entsprechend den Einschränkungen der Betriebsbedingungen geliefert wird

Monat	$f_{cool,m,free,operation}$		
	Free-Chilling durch Luft		Geo-Cooling / geschlossenes System
	$\theta_{ev} < 16°C$	$\theta_{ev} \geq 16°C$	
Januar	0,966	1,000	0
Februar	0,909	0,969	0
März	0,763	0,876	0
April	0,404	0,834	0,25
Mai	0,134	0,482	0,50
Juni	0,027	0,339	0,75
Juli	0,014	0,229	0,85

August	0,010	0,176	0,85
September	0,030	0,507	0,75
Oktober	0,218	0,772	0,40
November	0,730	0,886	0
Dezember	0,878	0,970	0
Mit: θ_{ev} die Betriebstemperatur des Verdampfers im Betrieb, wie in § 7.5.2.3.3 bestimmt, in °C.			

7.5 Produktionseffizienz für Heizung und Kühlung

7.5.1 Produktionseffizienz für Heizung

Bei Multisplit-Systemen mit variablem Kältemittelfluss (VRF[5]) wird die Produktionsleistung für die Heizung wie unten beschrieben bestimmt. Für alle anderen Generatoren wird der Produktionswirkungsgrad eines Wärmegenerators $\eta_{gen,heat,m}$ auf die gleiche Weise bestimmt wie $\eta_{gen,heat}$ im Fall von Wohneinheiten: siehe § 10.2.3 in Anlage A.1 zu diesem Erlass.

Der Standardwert für die Auslegungsrücklauftemperatur von Befeuchtungsgeräten und Luftbehandlungskammern beträgt 70 °C.

Für Wärmepumpen mit Wasserkreislauf kann der Minister die Berechnungsregeln festlegen.

Der monatliche Produktionsertrag eines Multi-Split-Systems mit variablem Kältemittelfluss (VRF) wird wie folgt bestimmt:

- wenn die Außen- und Inneneinheiten ab dem 01.01.2018 in Verkehr gebracht werden, eine Nennleistung von mehr als 12 kW, aber höchstens 1 MW haben und der Hersteller keine technische Dokumentation gemäß der Europäischen Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 für die angewandte Kombination, sondern für eine oder mehrere andere Kombinationen desselben Typs von Außeneinheit mit demselben Typ von Inneneinheit vorlegt, gilt:

Gl. 411 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{3{,}30.f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}}$$ (-)

- In allen anderen Fällen gilt:

[5] Ein Multisplit-System mit variablem Kältemittelfluss (VRF: Variable Refrigerant Flow) besteht aus mehreren Inneneinheiten, die mit Kältemittel versorgt werden und im Verdampfermodus (Klimatisierung) oder Kondensatormodus (Heizung) arbeiten können, und einer einzigen Außeneinheit. Die Inneneinheiten sind über einen Kältemittelkreislauf mit der Außeneinheit verbunden. Bei VRF-Systemen, die ein gleichzeitiges Heizen und Kühlen ermöglichen, ist es möglich, Wärmeenergie zwischen den zu kühlenden und den zu beheizenden Gebäudebereichen zur gleichen Zeit zu übertragen.

Gl. 412 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{\eta_{gen,heat} \cdot f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}}$$ (-)

wobei gilt:

$\eta_{gen,heat}$ die Produktionseffizienz der elektrischen Wärmepumpe, bestimmt nach § 10.2.3.3 der Anlage A.1 zu diesem Erlass, (-);

$f_{rec,m,vrf}$ der monatliche Wärmerückgewinnungsfaktor, bestimmt nach § 7.5.1.1 (-);

$f_{length,vrf,heat}$ der Leitungslängenfaktor des VRF-Systems im Heizbetrieb, der die Auswirkung der größten Leitungslänge zwischen der Außeneinheit und der am weitesten entfernten Inneneinheit auf den gemäß § 7.5.1.2bestimmten Produktionswirkungsgrad des VRF-Systems berücksichtigt, (-).

7.5.1.1 Monatlicher Wärmerückgewinnungsfaktor $f_{rec,m,vrf}$

Der monatliche Wärmerückgewinnungsfaktor wird wie folgt bestimmt.

- Wenn das VRF-System den gleichzeitigen Betrieb im Heiz- und Kühlmodus zur Wärmerückgewinnung nicht zulässt oder wenn die Inneneinheiten der Energiezone(n) der EEN-Einheit, für die $f_{rec,m,vrf}$ bestimmt ist, nicht alle an dieselbe Außeneinheit angeschlossen sind, dann: $f_{rec,m,vrf} = 1$ (-)

- Wenn das VRF-System den gleichzeitigen Betrieb im Heiz- und Kühlmodus zur Wärmerückgewinnung nicht zulässt oder wenn die Inneneinheiten der Energiezone(n) der EEN-Einheit, für die $f_{rec,m,vrf}$ bestimmt ist, nicht alle an dieselbe Außeneinheit angeschlossen sind, dann gilt:

Gl. 414 $$f_{rec,m,vrf} = \left(\left(\frac{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{REC.}} + \left(\frac{\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{REC.}} \right)$$ (-)

wobei gilt:

$Q_{cool,gross,seci,m}$ der monatliche Bruttobedarf für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;

$Q_{heat,gross,seci,m}$ der monatliche Bruttobedarf für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;

C_{rec} eine Konstante, die die Gleichzeitigkeit des Heiz- und Kühlbedarfs in der/den betreffenden Energiezone(n) für jeden Funktionsbereich berücksichtigt, wie unten bestimmt, (-).

Es muss eine Summe über alle Energiezonen i errechnet werden, die Teil der EEN-Einheit sind, die vom VRF-System versorgt wird.

Ausnahme: In dem Fall, dass sowohl $\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m}$ als auch $\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}$ gleich 0 sind, wird $f_{rec,m,VRF}$ gleich 1 genommen.

Der Wert der C_{rec}-Konstante wird in Tabelle [49] auf der Grundlage des Funktionsteils definiert, der die größte Bodenfläche in der Energiezone oder in den Energiezonen, die mit demselben VRF-System verbunden sind, bedeckt.

Tabelle [49]: Konstante, die den gleichzeitigen Heiz- und Kühlbedarf berücksichtigt C_{rec}

Funktionen		C_{rec}
Unterkunft		1,08
Büros		1,08
Unterricht		1,03
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	1,08
	ohne nächtliche Beschäftigung	1,08
	Operationssaal	1,08
Versammlung	Hohe Belegung	1,03
	Geringe Belegung	1,03
	Cafeteria / Mensa	1,03
Küche		1,03
Handel / Dienstleistungen		1,08
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	1,03
	Fitness / Tanz	1,03
	Sauna / Schwimmbad	1,03
Technische Räume		1,03
Gemeinschaftsräume		1,03
Sonstiges		1,03
Unbekannt		1,03

Wenn in der Energiezone oder in den Energiezonen, die mit demselben VRF-System verbunden sind, der Funktionsbereich, der die größte Grundfläche bedeckt, einen C_{rec}-Wert von 1,08 gemäß Tabelle [49] aufweist und die Summe der Grundflächen der anderen Funktionsbereiche, die ebenfalls einen C_{rec}-Wert von 1,08 gemäß Tabelle [49] besitzen, eine Fläche von mehr als 25 % der gesamten Grundfläche der betreffenden Energiezone(n) bedeckt, dann wird der C_{rec}-Wert auf 1,25 erhöht.

7.5.1.2 Faktor der Leitungslänge für Heizung $f_{length,vrf,heat}$

Standardwert

Der Standardwert für $f_{length,vrf,heat}$ ist 0,9.

Detaillierte Methode

Der Faktor der Leitungslänge für die Heizung $f_{length,vrf,heat}$ ist gegeben durch:

Gl. 415 $$f_{length,vrf,heat} = MAX\left(0\ ;MIN\left(\left(1-\left(MAX\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}00035\right)1-\right)\right) \quad (-)$$

wobei gilt:

$l_{vrf,i}$ die Leitungslänge zwischen der Außeneinheit und der Inneneinheit i, in m.

Das Maximum von $l_{vrf,i}$ muss für alle Inneneinheiten ermittelt werden, die mit der Außeneinheit des VRF-Systems verbunden sind.

7.5.2 Produktionseffizienzen für Kühlung

Wenn die NEC-Einheit nicht durch eine vor Ort befindliche aktive Kältemaschine oder durch ein externes Kälteversorgungssystem gekühlt wird, wird angenommen, dass der Produktionswirkungsgrad 5 beträgt, wobei Strom als Energieträger verwendet wird.

Wenn eine aktive Kühlanlage tatsächlich platziert wird, und zwar im Fall einer Kompressionskältemaschine und/oder einer Absorptionskältemaschine, dann muss die monatliche Produktionsleistung für die Kühlung $\eta_{gen,cool,m}$ gemäß Tabelle [50] bestimmt werden.

Wenn ein System zur externen Kälteversorgung angewendet wird, wird der monatliche Produktionsertrag für die Kühlung $\eta_{gen,cool,m}$ als $\eta_{gen,cool,dc,m}$ gemäß den vom Minister festgelegten Regeln bestimmt.

Für Wärmepumpen mit Wasserkreislauf kann der Minister die Berechnungsregeln festlegen.

Für sonstige Kältegeneratoren wird die Produktionseffizienz $\eta_{gen,cool,m}$ auf der Grundlage einer Äquivalenzanfrage bestimmt.

Tabelle [50]: Formeln und Parameterwerte zur Bestimmung der monatlichen Produktionsleistung für die aktive Kühlung

Nr.	Flüssigkeit im Kondensator	Flüssigkeit im Verdampfer	Bezeichnung des Kältegenerators	$\eta_{gen,cool,m}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühlte Klimaanlage oder luftgekühltes Multi-Split-System	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
1b			Luftgekühltes Multi-Split-System mit variablem Kältemitteldurchfluss (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
2a	Wasser / Glykolwasser	Luft	Wassergekühlte Klimaanlage oder wassergekühltes Multi-Split-System	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
2b			Wassergekühltes Multi-Split-System mit variablem Kältemitteldurchfluss (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
3	Luft	Wasser	Luft/Wasser-Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
4	Wasser / Glykolwasser	Wasser	(Glykol-)Wasser/Wasser-Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
5	Luft / Wasser	Wasser	Absorptionsmaschine	$\frac{EER_{nom}}{\left(\frac{f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,pref}} + \frac{1 - f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,npref}}\right)}$

wobei gilt:

EER_{nom} der Kühleffizienzkoeffizient, bestimmt gemäß § 7.5.2.1, (-);

f_{PL} der Teillastfaktor, der das Teillastverhalten des Kältegenerators gemäß § 7.5.2.2 berücksichtigt, (-);

$f_{\theta,m}$	der monatliche Temperaturfaktor, der die Leistungsänderung der Maschine zwischen den Verhältnissen der Temperaturen der Sekundärflüssigkeiten am Kondensator und am Verdampfer im Betriebspunkt und unter den Nennbedingungen berücksichtigt, die durch die Standardbedingungen der NBN EN 14511 nach § 7.5.2.3, (-) definiert sind;
$f_{rec,m,vrf}$	der monatliche Rückgewinnungsfaktor für die Kühlung, bestimmt nach § 7.5.1, (-);
$f_{length,vrf,cool}$	der Leitungslängenfaktor des VRF-Systems im Kühlbetrieb, der die Auswirkung der größten Leitungslänge zwischen der Außeneinheit und der am weitesten entfernten Inneneinheit auf den nach § 7.5.2.4bestimmten Produktionswirkungsgrad des VRF-Systems berücksichtigt, (-);
$f_{heat,m,pref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil an der Gesamtwärmemenge, die von dem/den bevorzugten angeschlossenen Wärmegenerator(en) geliefert wird: - ist 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-); - bestimmt nach § 7.5.1 für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-);
$\eta_{gen,heat,pref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren: - ist 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-); - bestimmt nach § 7.5.1 für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-);
$\eta_{gen,heat,npref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren: - ist 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-); - bestimmt nach § 7.5.1 für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-).

7.5.2.1 Der Kühleffizienzkoeffizient EER_{nom}

Standardwert

Es wird der Standardwert aus Tabelle [51] entnommen.

Tabelle [51]: Standardwerte für die Bestimmung der Produktionsleistung für die aktive Kühlung

Nr.	Flüssigkeit im Kondensator	Flüssigkeit im Verdampfer	Bezeichnung des Kältegenerators	EER_{nom}	f_{PL}	$\theta_{co,nom}$	$\theta_{ev,nom}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühlte Klimaanlage oder luftgekühltes Multi-Split-System	2,1	1,25	35	27
1b			Luftgekühltes Multi-Split-System mit variablem Kältemitteldurchfluss (VRF)				
2a	Wasser / Glykolwasser	Luft	Wassergekühlte Klimaanlage oder wassergekühltes Multi-Split-System	3,05	1,25	30	27
2b			Wassergekühltes Multi-Split-System mit variablem Kältemitteldurchfluss (VRF)				
3	Luft	Wasser	Luft/Wasser-Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	2,1	1,25	35	7
4	Wasser / Glykolwasser	Wasser	(Glykol-)Wasser/Wasser-Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	3,05	1,25	30	7
5	Luft / Wasser	Wasser	Absorptionsmaschine	0,7	-	-	-

Detaillierte Methode

Bei Kompressionsmaschinen entspricht EER_{nom} dem EER_{test}, wie er in den Standardbedingungen der Norm NBN EN 14511, Teil 2 der Norm definiert ist.

Bei wärmegespeisten Kältemaschinen entspricht EER_{nom} dem EER_{test}, wie er in den Standardbedingungen des ARI-Standards 560-2000 definiert ist.

7.5.2.2 Teillastfaktor f_{PL}

Standardwert

Es wird der Standardwert aus Tabelle [51] entnommen.

Detaillierte Methode

Die Gleichung für den Teilladungsfaktor ist gegeben durch:

Gl. 420 $$f_{PL} = \min\left[1{,}25\ ;\max\left[0{,}5;\ 2{,}64 - 1{,}19\cdot\left(\frac{SEER}{EER_{nom}}\right)\right]\right] \quad (-)$$

Dabei ist:

SEER	der jahreszeitliche Leistungskoeffizient für Kompressionskältemaschinen, ermittelt nach NBN EN 14825, (-);
EER_{nom}	der Kühleffizienzkoeffizient, bestimmt gemäß § 7.5.2.1, (-);

7.5.2.3 Monatlicher Temperaturfaktor $f_{\theta,m}$

Der monatliche Temperaturfaktor wird bestimmt durch:

Gl. 91 $$f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1}.\Delta\theta_m + C_{\theta,2}.\Delta\theta_m^{\ 2} \quad (-)$$

wobei gilt:

$C_{\theta,1}$	eine Konstante für die Berechnung des monatlichen Temperaturfaktors, wie in § 7.5.2.3.1 bestimmt;
$C_{\theta,2}$	eine Konstante für die Berechnung des monatlichen Temperaturfaktors, wie in § 7.5.2.3.1 bestimmt;
$\Delta\theta_m$	die Differenz zwischen den Temperaturverhältnissen zwischen Kondensator und Verdampfer im Betriebspunkt und dem Nennbetriebspunkt, wie unten definiert, (-).

Dabei ist:

Gl. 92 $$\Delta\theta_m = \frac{(\theta_{co,m} + 273{,}15)}{(\theta_{ev} + 273{,}15)} - \frac{(\theta_{co,nom} + 273{,}15)}{(\theta_{ev,nom} + 273{,}15)} \quad (-)$$

wobei gilt:

$\theta_{co,m}$	die monatliche durchschnittliche Betriebstemperatur des Kondensators im Betriebspunkt, bestimmt in § 7.5.2.3.2, in °C;
θ_{ev}	die Betriebstemperatur des Verdampfers im Betrieb, wie in § 7.5.2.3.3 bestimmt, in °C.
$\theta_{co,nom}$	die Betriebstemperatur des Kondensators unter Nennbedingungen, wie in § 7.5.2.3.4 bestimmt, in °C;
$\theta_{ev,nom}$	die Betriebstemperatur des Verdampfers unter Nennbedingungen, bestimmt in § 7.5.2.3.4, in °C.

7.5.2.3.1 Konstanten für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Standardwert

Es wird der Standardwert aus Tabelle [23] entnommen.

Tabelle [23]: Standardwerte für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Referenz der Kältemaschine gemäß Tabelle [50]	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	5,24	7,78
2a, 2b, 4	8,81	30,9

Detaillierte Methode

Es wird der Standardwert aus Tabelle [24] entnommen.

Tabelle [24]: Konstanten für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Referenz der Kältemaschine gemäß Tabelle [50]	Kompressortyp	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	Kolbenkompressor	5,24	7,78
	Scrollkompressor	7,33	18,6
	Schraubenkompressor	6,41	17,0
2a, 2b, 4	Scrollkompressor	8,81	30,9
	Schraubenkompressor	9,14	42,8
	Zentrifugalkompressor	9,98	40,1

7.5.2.3.2 Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$

Standardwert

Es wird der Standardwert aus Tabelle [25] entnommen.

Detaillierte Methode

- Für direkt luftgekühlte Kältemaschinen den Wert für $\theta_{co,m}$ aus Tabelle [25] übernehmen.
- Bei wassergekühlten Kältemaschinen, die einen Kühlturm verwenden, ist $\theta_{co,m}$ gleich der Eiswassertemperatur am Eintritt des Kondensators, wie sie in der Dimensionierung vorgesehen ist.
- Bei anderen wassergekühlten Kältemaschinen ist $\theta_{co,m}$ gleich der Eiswassertemperatur am Eintritt des Kondensators, wie sie in der Dimensionierung vorgesehen ist, die gemäß den vom Minister

festgelegten Regeln bestimmt wird, oder, falls dies nicht möglich ist, auf der Grundlage eines Antrags auf Gleichwertigkeit.

Tabelle [25]: Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$

Referenz der Kältemaschine gemäß Tabelle [50]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1a, 1b, 3	4,1	5,1	8,3	11,3	15,5	18,2	19,7	20,5	16,4	12,5	7,3	4,4
2a, 2b, 4 mit Kühlturm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2a, 2b, 4 mit Geo-Cooling	9,2	9,9	10,3	10,9	11,7	12,3	12,5	12,7	12,0	11,2	10,4	9.9

7.5.2.3.3 Temperatur am Verdampfer im Betriebspunkt θ_{ev}

Standardwert

Es wird der Standardwert aus Tabelle [26] entnommen.

Tabelle [26]: Temperatur am Verdampfer im Betriebspunkt θ_{ev}

Referenz der Kältemaschine gemäß Tabelle [50]	Emissionssystem	θ_{ev}
1a, 1b, 2a, 2b	-	26
3, 4, 5	Kühldecken und/oder Kühlbalken	16
	Kühlbatterien in Lüftungsgeräten oder Gebläsekonvektoren oder andere	6

Wenn die Kältemaschine zusätzlich zu den Kühldecken und/oder Kühlbalken ein anderes Emissionssystem verwendet, muss die Temperatur am Verdampfer im Betriebspunkt mit 6 °C angenommen werden.

Detaillierte Methode

Die Verdampfertemperatur im Betriebspunkt θ_{ev} wird durch die Dimensionierung des Emissionssystems bestimmt und muss durch die vom Minister festgelegten Regeln oder, falls nicht vorhanden, auf der Grundlage des Äquivalenzprinzips bestimmt werden.

7.5.2.3.4 Temperaturen am Kondensator und Verdampfer im Betriebspunkt und unter den Nennbedingungen $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$

Standardwert

Für den Fall, dass man einen Standardwert für den Kältewirkungsgrad EER_{nom} der Kompressionsmaschine annimmt, sind die Standardwerte $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$ in Tabelle [51] aufgeführt.

Detaillierte Methode

Falls der Standardwert für den Kältewirkungsgradkoeffizienten EER_{nom} der Kompressionsmaschine nicht angenommen wird, werden die Temperaturen am Kondensator und am Verdampfer im Betriebspunkt und unter den Nennbedingungen $\theta_{co,nom}$ in $\theta_{ev,nom}$, mittels derer der EER_{test} bestimmt wird, durch die Standard Rating Conditions in Teil 2 der Norm NBN EN 14511 festgelegt.

Hinweise:

- Bei luftgekühlten Maschinen (Kältegenerator Nummer 1a, 1b und 3) ist $\theta_{co,nom}$ die Trockenkugeltemperatur am Eingang des Kondensators.
- Bei wassergekühlten Maschinen (Kältegenerator Nummer 2a, 2b und 4) ist $\theta_{co,nom}$ die Temperatur am Eingang des Kondensators.
- Bei Maschinen, die Wärme an Luft abgeben (Kältegenerator Nummer 1a, 1b, 2a und 2b), ist $\theta_{ev,nom}$ die Trockenkugeltemperatur am Eingang des Verdampfers.
- Bei Maschinen, die Wärme an Wasser abgeben (Kältegenerator Nummer 3 und 4), ist $\theta_{ev,nom}$ die Temperatur am Ausgang des Verdampfers.

7.5.2.4 Faktor der Leitungslänge für Kühlung $f_{length,vrf,cool}$

Standardwert

Der Standardwert für $f_{length,vrf,cool}$ ist 0,7.

Detaillierte Methode

Der Faktor der Leitungslänge für die Kühlung $f_{length,vrf,cool}$ ist gegeben durch:

Gl. 416 $$f_{length,vrf,cool} = MAX\left(0\ ;MIN\left(\left(1-\left(MAX\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}001\right)1-\right)\right) \quad (-)$$

wobei gilt:

$l_{vrf,i}$ die Leitungslänge zwischen der Außeneinheit und der Inneneinheit i, in m.

Das Maximum von $l_{vrf,i}$ muss für alle Inneneinheiten ermittelt werden, die mit der Außeneinheit des VRF-Systems verbunden sind.

7.6 Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasser

Für Duschen und/oder Badewannen i (Index „bath“) und Küchenspülen j (Index „sink“) erfolgt die Berechnung des monatlichen Endenergieverbrauchs für Warmwasser analog zu der für Wohneinheiten angewandten Methode. Daher ist § 10.3 der Anlage A.1 zu diesem Erlass anzuwenden.

Für andere Warmwasserentnahmestellen i (Index „other“) gilt ebenfalls § 10.3 der Anlage A.1 zu diesem Erlass, jedoch unter Übertragung der Formeln, die für Küchenspülen (Index „sink“ in Anlage A.1 zu diesem Erlass) gelten.

Der Energie-Endverbrauch an den Entnahmepunkten, die durch eine „Combilus“-Leitung gespeist werden, wird gemäß der zusätzlichen Spezifikationen durch den Minister bestimmt.

8 Monatlicher Hilfsstromverbrauch

In diesem Kapitel wird der monatliche Hilfsstromverbrauch ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergieverbrauch siehe § 10.5

8.1 Stromverbrauch von Lüftern, die der Lüftung und der Zirkulation zugeordnet sind

8.1.1 Prinzip

Der Stromverbrauch der Lüfter, die der Lüftung und Luftzirkulation in der EEN-Einheit zugeordnet sind, wird als Summe von drei Termen bestimmt:

- der Verbrauch der Lüfter im Zusammenhang mit der Hygienelüftung;
- der Verbrauch der Lüfter im Zusammenhang mit der zusätzlichen mechanischen Lüftung tagsüber;
- der Verbrauch der Lüfter im Zusammenhang mit der zusätzlichen mechanischen Lüftung tagsüber;

Jeder dieser Terme ist das Produkt aus der unten festgelegten Anzahl von Betriebsstunden und der effektiven Leistung, in die eine Gewichtung für die Regulierung einbezogen werden kann.

Für die Hygienelüftung wird die effektive Leistung $\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ mit Hilfe des in § 5.6.2.2 verwendeten Luftstroms bestimmt, es sei denn, es wird auf der Grundlage der tatsächlichen installierten Leistung der Lüfter nachgewiesen, dass ein niedrigerer Wert für die effektive Leistung gilt. Für zusätzliche Lüftung wird verlangt, dass die tatsächlichen, vor Ort gemessenen Volumenströme und Leistungen zugrunde gelegt werden.

Der jährliche Stromverbrauch der Lüfter wird gemäß § 8.1.2 berechnet. Wenn die Lüftung vollständig natürlich ist und es keine Lüfter gibt, ist der Verbrauch natürlich gleich null.

8.1.2 Monatlicher Stromverbrauch der Lüfter

Man bestimmt den monatlichen Stromverbrauch der Lüfter der EEN-Einheit, W_{fans},m, wie folgt:

Gl. 93 $$W_{fans,m} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{fans,fct\ f,m}$ der monatliche Stromverbrauch aller Lüfter im Dienst des Funktionsbereichs f in kWh. Die Bestimmung erfolgt entweder mithilfe von Pauschalwerten gemäß § 8.1.3oder mithilfe der tatsächlichen installierten Leistung der Elektromotoren gemäß § 8.1.4. Falls eine zusätzliche mechanische Belüftung berücksichtigt werden muss, wird nur die Berechnung mithilfe der tatsächlichen installierten Leistung der Elektromotoren wie in § 8.1.4beschrieben akzeptiert.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f gebildet werden, die der EEN-Einheit angehören, durchgeführt werden.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Es wird davon ausgegangen, dass der monatliche Stromverbrauch aller Lüfter, $W_{fans,fct\ f,m}$, in den Monaten Juli und August null beträgt.

8.1.3 Stromverbrauch für Lüfter Funktionsbereich mithilfe von Standardwerten

<pW<Wenn eine zusätzliche mechanische Belüftung verwendet wird, darf die unten beschriebene Methode mit Standardwerten nur angewendet werden, wenn in dem betreffenden Funktionsbereich $\dot{V}_{add,fct\ f}$ und $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ nicht auf der Grundlage eines Messberichts bestimmt werden. Wenn $\dot{V}_{add,fct\ f}$ oder $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ auf der Grundlage eines Messberichts bestimmt werden, dann muss immer die Methode nach § 8.1.4 angewendet werden.

Der Standardwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Lüfter im Funktionsbereich f, $W_{fans,fct\ f,m}$ wird wie folgt ermittelt:

Gl. 422 $$W_{fans,fct\ f,m} = P_{def,fct\ f} \cdot (f_{fans,hyg,fct\ f,m} + f_{V,add\ m,nightcool,fct\ f,m}) \cdot \frac{t_m}{3,6}$$

(kWh)

Dabei ist:

$P_{def,fct\ f}$ die pauschale effektive Leistung der Zu- und/oder Abluftlüfter des betreffenden Funktionsbereichs, wie nachfolgend bestimmt, in W;

$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$ der Zeitanteil, während dessen die Lüfter für die Hygienelüftung im betrachteten Funktionsbereich und im betrachteten Monat in Betrieb sind, bestimmt nach § 8.1.5, (-);

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung nachts im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.4.1, (-);

t_m die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Der Standardwert für die effektive Leistung der Lüfter, $P_{def,fct\ f}$, ist gegeben durch:>pW>

Gl. 95 $$P_{def,fct\ f} = c_{sys} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$ (W)

wobei gilt:

c_{sys} eine Konstante, die von dem im Funktionsbereich f vorhandenen Lüftungssystem abhängt, wie nachfolgend bestimmt, in Wh/m³;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich der Energiezone, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

- Bei einem System, bei dem nur die Extraktion mechanisch erfolgt: C_{sys} = 0,33 Wh/m³.
- Bei einem System, bei dem die Versorgung mechanisch erfolgt, eventuell in Kombination mit einer mechanischen Extraktion, ohne Vorkühlung der Lüftungsluft: C_{sys} = 0,55 Wh/m³.
- In allen anderen Fällen: C_{sys} = 0,85 Wh/m³.

8.1.4 Stromverbrauch für Lüfter pro Funktionsbereich auf der Grundlage der tatsächlichen installierten Leistung

In diesem Fall wird der Standardwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Lüfter im Funktionsbereich f, $W_{fans,fct\ f,m}$ wie folgt ermittelt:

Gl. 310

$$W_{fans,fct\ f,m} = W_{fans,hyg,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

Gl. 311

$$W_{fans,hyg,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod} \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}}{\dot{V}_{hyg,j}} \cdot f_{fans,hyg,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Gl. 312

$$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot \left(1 - f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod}\right) \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Gl. 313

$$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right)$$

(kWh)

wobei gilt:

$W_{fans,hyg,fct\ f,m}$	der monatliche Stromverbrauch für Lüfter im Zusammenhang mit der Hygienelüftung im Funktionsbereich f, in kWh;
$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der zusätzliche monatliche Stromverbrauch für Lüfter im Zusammenhang mit der zusätzlichen mechanischen Lüftung tagsüber in Funktionsbereich f, in kWh;
$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Stromverbrauch für Lüfter im Zusammenhang mit der zusätzlichen mechanischen Lüftung während der Nacht im Funktionsbereich f, in kWh;
$f_{ctrl,j}$	ein Reduktionsfaktor für die Regelung des Lüfters j, übernommen aus

Tabelle [52], (-);

$f_{fans,mod}$	ein Faktor zur Reduzierung der installierten Leistung für den Betrieb im Hygienemodus, wie unten bestimmt;
$P_{instal,j}$	der Berechnungswert für die installierte elektrische Leistung des Lüfters, wie nachfolgend bestimmt, in W;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$	der Anteil des Auslegungsvolumenstroms des Lüfters j für die Hygienelüftung zugunsten des Funktionsbereichs f, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;
$\dot{V}_{hyg,j}$	die gesamte Auslegungsleistung des Lüfters j für die Hygienelüftung in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;
$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$	der Zeitanteil, in dem die Lüfter während des betreffenden Monats für die Hygienelüftung in Betrieb sind, bestimmt nach § 8.1.5, (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}$	der Anteil des Auslegungsvolumenstroms des Lüfters j für die zusätzliche mechanische Lüftung zugunsten des Funktionsbereichs f, ermittelt durch Messungen vor Ort, die gemäß den vom Minister festgelegten Regeln durchgeführt wurden, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet. Wenn keine Maßnahmen ergriffen werden, ist dieser Wert gleich $\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$;
$\dot{V}_{add\ m,j}$	die gesamte Auslegungsleistung des Lüfters j für die zusätzliche mechanische Lüftung in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.3.2, (-);
$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.4.1, (-).

und wobei $f_{fans,mod}$ wie folgt ist:

- bei einer Regelung mit variabler Drehzahl:

Gl. 314 $$f_{fans,mod} = \left(\frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f}}{\dot{V}_{add\ m,fct\ f}} \right)^{2.5} \quad (-)$$

- In den anderen Fällen: $f_{fans,mod} = 1$.

Es muss eine Summe über alle Lüfter j gebildet werden, die den Funktionsbereich f versorgen.

Tabelle [52]: Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$ für die Regelung der Lüfter

Art des Heizungssystems im Funktionsbereich[1]	Art der Regelung		
	Keine Regelung oder Regelung durch Absperrung	Regelung durch bewegliche Schaufeln oder Regelung der Flügel	Regelung mit variabler Drehzahl
• Systeme mit der Systemnummer 1, 2, 4, 5, 6 ou 8 gemäß TabelleTabelle [16] • Systeme mit lokaler Heizung • Systeme, bei denen die für die Luftzufuhr erforderliche Temperatur durch Mischen eines erwärmten Luftstroms und eines gekühlten Luftstroms erreicht wird	1,00	0,75	0,65
• Systeme mit der Systemnummer 3, 7 gemäß Tabelle Tabelle [16]	1,00	0,65	0,50

Anmerkung 1: Wenn die Anwendung der

Tabelle [52] zu zwei verschiedenen Werten für den Reduktionsfaktor führt (aufgrund der Tatsache, dass die Systeme in den versorgten Funktionsbereichen in verschiedene Zeilen der Tabelle fallen), dann muss der höhere der beiden Werte genommen werden.

Anmerkung 2: Eine Luftvolumenstromregelung kann nur dann als solche betrachtet werden, wenn während des Betriebs der Regelung der von den Vorschriften geforderte Mindestluftvolumenstrom für die Lufterneuerung während der normalen Betriebszeit gewährleistet ist.

Man bestimmt den Berechnungswert für die installierte elektrische Leistung auf eine der beiden folgenden Arten:

- die maximale elektrische Leistung des Elektromotors, ggf. einschließlich aller Starter, in W;
- die maximale elektrische Leistung der Kombination aus Elektromotor und Lüfter, ggf. einschließlich aller Starter, in W;

Für die Definition der maximalen elektrischen Leistung wird auf § 2 der Anlage A.1 zu diesem Erlass Bezug genommen.

8.1.5 Anteil der Zeit, in der die Lüfter für die Hygienelüftung in Betrieb sind

der Zeitanteil, in dem die Lüfter während des betreffenden Monats für die Hygienelüftung in Betrieb sind, $f_{fans,hyg,fct\ f,m}$, ist wie folgt bestimmt:

Gl. 97 $$f_{fans,hyg,fct\ f,m} = f_{vent,heat,fct\ f} \quad (-)$$

wobei gilt:

$f_{vent,heat,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7]] aufgeführt, (-).

8.2 Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpen

8.2.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Versorgung ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergie siehe § 10.5

8.2.2 Rechenregel zur Ermittlung des Hilfsstromverbrauchs für die Versorgung

8.2.2.1 Allgemeine Rechenregel

Man bestimmt den monatlichen Verbrauch an Hilfsstrom für die Verteilung in der EEN-Einheit, $W_{aux,dis,m}$,wie folgt:

Gl. 315 $$W_{aux,dis,\ m} = \sum_j P_{pump,dis,instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6} \quad (kWh)$$

wobei gilt:

$P_{pump,dis,instal,j}$ der Wert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j, die die betreffende EEN-Einheit versorgt, gemäß der Definition in § 8.2.3, in W;

$t_{on,dis,j,m}$ die monatliche Betriebszeit derUmwälzpumpe j für die Verteilung, wie in § 8.2.4 definiert, in MS.

Die Werte aller Umwälzpumpen, welche die EEN-Einheit bedienen, sind zu addieren.

8.2.2.2 Ausnahmen

Die zu Sicherungszwecken installierten Umwälzpumpen sind für das System redundant. Ihr Verbrauch an Hilfsenergie ist außer Acht zu lassen.

8.2.3 Ermittlung der installierten Leistung $P_{pump,dis,instal,j}$

$P_{pump,dis,instal,j}$ist die installierte Leistung der Umwälzpumpe j in W und wird wie folgt bestimmt:

- Für Nassläuferpumpen: die durchschnittliche elektrische Leistung bei 100-prozentigem Durchfluss – sie trägt gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 die Bezeichnung $P_{L,100\%}$;
- für Trockenläuferpumpen, bei denen der elektrische Motor vom Rotor getrennt ist: die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor bei fortlaufendem Betrieb leisten kann - sie wird entsprechend der Norm NBN EN 60034-1 für „Betriebsart S1“ ermittelt.

Sollten keine Produktangaben vorliegen, können je nach Versorgungssystem folgende Standardwerte angewendet werden:

- im Falle einer Versorgung für die Heizung:

Gl. 316 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70\ ;\ 0{,}3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

Dabei ist:

$A_{f,sec\,i}$ die Nutzungsfläche der Energiezone i, in m².

Die Werte aller Energiezonen i, welche die Umwälzpumpe j versorgt, sind zu addieren.

- im Falle einer Versorgung für die Kühlung:

Gl. 317 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70\ ;\ 0{,}3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

Dabei ist:

$A_{f,sec\,i}$ die Nutzungsfläche der Energiezone i, in m².

Die Werte aller Energiezonen i, welche die Umwälzpumpe j versorgt, sind zu addieren.

- im Falle der Warmwasserversorgung (Zirkulationsleitung):

Gl. 318 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25\ ;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

- im Falle der Kombination der Warmwasserversorgung und der Versorgung für die Heizung (Combilus):

Gl. 319 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70\ ;.\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

wobei gilt:

Δp_{pumps}	die minimale manometrische Förderhöhe in Pa, wie nachstehend beschrieben;
η_{pumps}	die Effizienz der Umwälzpumpe. Diese wird per Konvention mit 0,2, (-) festgelegt;
$f_{insul,circ\ k}$	ein Korrekturfaktor, der die Auswirkungen von Wärmebrücken auf den Wärmewiderstand der Teilstücke der Zirkulationsleitung k, wie in § 9.3.2 der Anlage A.1 bestimmt, (-);
$l_{circ\ k,l}$	die Länge des Segments l der Zirkulationsleitung k in m;
$\theta_{amb,January,l}$	die durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments l im Monat Januar in °C, wie in § 9.3.2.2 der Anlage A.1 definiert;
$R_{l,l}$	der lineare Wärmewiderstand $R_{l,l}$ des Segments l in m.K/W, wie in § E.3 der Anlage A.1 definiert;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe **Error! Reference source not found.**;
t_a	die Länge des Jahres, in Ms, gleich der Summe der 12 Monatswerte aus **Error! Reference source not found.**;
ρ_W	die Dichte von Wasser, in kg/m³. Für diese wird allgemein der Wert 998 kg/m³ angesetzt;
c_W	die spezifische Wärmekapazität von Wasser, in J/(kg.K). Für diese wird allgemein der Wert 4182 J/(kg.K) angesetzt;
$\Delta\theta$	die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf in K. Ihr Wert wird allgemein auf 5 K angesetzt.

Es sind alle Segmente der Zirkulationsleitung k zu addieren, die durch die Pumpe j versorgt werden.

Die minimale manometrische Förderhöhe wird durch Folgendes bestimmt:

Gl. 320 $$\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300 \quad (Pa)$$

Dabei ist:

$l_{circ\ k,l}$	die Länge des Teilstücks l der Zirkulationsleitung k in m.

Es sind alle Segmente der Zirkulationsleitung k zu addieren, die durch die Pumpe j versorgt werden.

Versorgt eine Umwälzpumpe mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten, so ist die Leistung der Umwälzpumpe ($P_{pumps,dis,instal,j}$) entsprechend des Bruttowärmebedarfs der jeweiligen EEN- und/oder EEW-Einheiten proportional auf diese zu verteilen. Im Falle der Wärmezufuhr für die Heizung, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für die Heizung vorgenommen werden. Im Falle einer Versorgung für Kühlzwecke muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Kühlzwecke erfolgen. Im Falle einer Warmwasserversorgung oder Combilus, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttobedarfs an Warmwasser erfolgen.

8.2.4 Ermittlung der Betriebszeit $t_{on,dis,j,m}$

Die monatliche Betriebszeit $t_{on,dis,j,m}$ in Ms der Umwälzpumpe j wird je nach Verteilungssystem folgendermaßen ermittelt:

- Für Umwälzpumpen zur Verteilung von Warmwasser (Zirkulationsleitung):

Gl. 321 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

Ausnahme: Wenn die Umwälzpumpe nur Entnahmestellen in Funktionsbereichen mit der Funktion „Unterricht“ bedient, wird $t_{on,dis,j,m}$ in den Monaten Juli und August als null angenommen.

- Für Umwälzpumpen für die Verteilung Heizung:

Gl. 322 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

- Für Umwälzpumpen für die Versorgung zu Kühlzwecken:

Gl. 323 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,cool,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

Dabei ist:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i}$	die Zeit des monatlichen Betriebs der Umwälzpumpe j für die Versorgung zu Heizzwecken in der Energiezone i, bestimmt, wie unten dargestellt, in Ms.
$t_{on,dis,cool,j,m,sec\,i}$	die monatliche Betriebszeit der Umwälzpumpe j v für die Versorgung zu Kühlzwecken in der Energiezone i, die wie unten angegeben bestimmt wird, in Ms.

Das Maximum muss für alle Energiezonen i (in der betrachteten EEN-Einheit oder in einer anderen EEN- oder EEW-Einheit) bestimmt werden, die von der Umwälzpumpe versorgt werden.

Die Zeit des monatlichen Betriebs der Pumpe j für die Versorgung zu Heizzwecken in der Energiezone i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i}$, wird wie folgt bestimmt:

- für eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI bekannt ist:

Gl. 324 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right); t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Trockenläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung):

Gl. 325 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}; t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Umwälzpumpe mit EIN/AUS-Regelung oder eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI unbekannt ist:

Gl. 326 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- in allen anderen Fällen oder wenn die Regelung nicht bekannt ist:

Gl. 327 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

Dabei ist:

$t_{heat,sec\ i,m}$	die konventionelle monatliche Betriebszeit des Wärmeabgabesystems der Energiezone i, in Ms, ermittelt nach § D.1 in Anlage A.1 mit den unten genannten Annahmen;
EEI	der Energieeffizienzindex gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**.

Ausnahmen:

- Für Energiezonen, die nur Funktionsbereiche mit der Funktion „Unterricht“ oder „technische Räume“ enthalten, wird $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ in den Monaten Juli und August als null angesehen.
- Für Energiezonen, die nur Funktionsbereiche mit der Funktion „technische Räume“ enthalten, wird $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ das ganze Jahr über als null angesehen.

Bei der Bestimmung von $t_{heat,sec\ i,\ m}$ gelten die folgenden Konventionen:

Gl. 375 $H_{T,sec\ i,m} = \sum_f H_{T,heat,fct\ f}$ (W/K)

Gl. 376 $V_{sec\ i} = 3{,}3 \cdot A_{f,\ sec\ i}$ (m^3)

Dabei ist:

$H_{T,heat,fct\ f}$	der Wärmetransferkoeffizient des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, bestimmt nach § 5.5, in W/K;
$A_{f,sec\ i}$	die Nutzungsfläche der Energiezone i, in m².

Die Zeit des monatlichen Betriebs der Umwälzpumpe j für die Verteilung der Kälte in der Energiezone i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$, wird wie folgt bestimmt:

- für eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI bekannt ist:

Gl. 328 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right); t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Trockenläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung):

Gl. 329 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m}; t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- für eine Umwälzpumpe mit EIN/AUS-Regelung oder eine Nassläuferpumpe mit Regelung (ausgenommen Ein/Aus-Regelung), deren EEI unbekannt ist:

Gl. 330 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- in allen anderen Fällen oder wenn die Regelung nicht bekannt ist:

Gl. 331 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

Dabei ist:

$t_{cool,sec\ i,m}$	die konventionelle monatliche Betriebszeit des Kühlsystems für die Energiezone i, in Ms, definiert wie folgt;
EEI	der Energieeffizienzindex gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 (-);
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**.

Ausnahmen:

- Für Energiezonen, die nur Funktionsbereiche mit der Funktion „Unterricht“ oder „technische Räume“ enthalten, wird $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ in den Monaten Juli und August als null angesehen.
- Für Energiezonen, die nur Funktionsbereiche mit der Funktion „technische Räume“ enthalten, wird $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ das ganze Jahr über als null angesehen.

Die konventionelle monatliche Betriebszeit des Kühlsystems in der Energiezone i, $t_{cool,sec\ i,m}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 332 $t_{cool,\ sec\ i,\ m} = \frac{\sum_j Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\sum_k P_{gen,cool,k} \cdot 1000}$ (Ms)

Dabei ist:

$Q_{cool,gross,sec\ j,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone j, wie in § 6.2 für EEN-Einheiten definiert, in MJ. Für EEW-Einheiten wird dieser Bruttoenergiebedarf für die Kühlung bestimmt, indem der Nettoenergiebedarf für die Kühlung gemäß § 8.5 der Anlage A.1 berechnet und durch den pauschalen Systemwirkungsgrad (0,9) geteilt wird;

$P_{gen,cool,k}$ die Nennleistung des Kältegenerators in der Energiezone i in kW.

Es muss eine Summe über alle Kältegeneratoren k gebildet werden, die die Energiezone i versorgen, und über alle Energiezonen j, die von (mindestens einer) der Kältegeneratoren k der Energiezone i versorgt werden.

In Bezug auf die Betriebszeit wird ein Combilus als Leitung für die Warmwasserversorgung betrachtet.

8.3 Zusätzlicher Stromverbrauch für Kältegeneratoren

8.3.1 Prinzip

Bei wassergekühlten Kältegeneratoren besteht stets ein zusätzlicher Stromverbrauch auf Kondensatorseite. Wenn die Maschine an einen Kühlturm angeschlossen ist, entsteht ein zusätzlicher Verbrauch für die Sprühpumpe und den Kühler des Kühlturms. Bei Absorptionskältemaschinen entsteht ein zusätzlicher Verbrauch für die Zirkulation des Absorptionsmittels.

Die Berechnungswerte für den zusätzlichen Stromverbrauch für Kältegeneratoren werden wahlweise nach einer der beiden folgenden Methoden ermittelt:

- Vereinfachte Methode (§ 8.3.2);
- Detaillierte Methode (§ 8.3.3).

8.3.2 Vereinfachte Methode

8.3.2.1 Berechnungsregel

Der zusätzliche monatliche Stromverbrauch für die Kältegeneratoren in der EEN-Einheit, $W_{aux,cool,m}$, sollte wie folgt ermittelt werden:

Gl. 333 $$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,fans,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m}$$ (kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,fans,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und des/der kondensatorseitigen Lüfters/Lüfter, definiert gemäß § 8.3.2.2, in kWh;
$W_{aux,int,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe für das Absorbtionsmittel, definiert gemäß § 8.3.2.3;
$W_{electr,gen,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Elektronik, definiert gemäß § 8.3.2.4, in kWh.

8.3.2.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und der Lüfter auf Kondensatorseite

Gl. 100 $$W_{aux,pumps,fans,m} = \sum_i W_{aux,pumps,fans,seci,m}$$ (kWh)

Gl. 101 $$W_{aux,pumps,fans,seci,m} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,fans,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,fans,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

(kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,fans,seci,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und des oder der kondensatorseitigen Lüfter der Kältegeneratoren, die die Energiezone i versorgen, in kWh;

$Q_{cool,gross,seci,m}$ der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;

$w_{pumps,fans,pref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm oder einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen ist:

- wenn ja, gilt $w_{pumps,fans,pref} = 1$;
- wenn nein, gilt $w_{pumps,fans,pref} = 0$;

$w_{pumps,fans,npref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der nicht bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm oder einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen ist:

- wenn ja, gilt $w_{pumps,fans,pref} = 1$;
- wenn nein, gilt $w_{pumps,fans,pref} = 0$;

$f_{cool,pref}$ jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);

$f_{cool,m,free,pref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$\eta_{gen,cool,m,pref}$ die monatliche Produktionsleistung des/der bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);

$\eta_{gen,cool,m,npref}$ die monatliche Produktionsleistung des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

8.3.2.3 Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels

Gl. 102

$$W_{aux,int,m} = \sum_{i} W_{aux,int,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Gl. 103

$$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \right) \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{aux,int,seci,m}$ der Stromverbrauch der Absorptionsmittelumwälzpumpe von Absorptionskältemaschinen, die die Energiezone i versorgen, in kWh;

$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$w_{int,pref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, dass es sich bei dem bevorzugten Kältegenerator um eine Absorptionskältemaschine handelt: - wenn ja, gilt $w_{int,pref} = 1$; - wenn nein, gilt $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, dass es sich bei dem nicht bevorzugten Kältegenerator um eine Absorptionskältemaschine handelt - wenn ja, gilt $w_{int,pref} = 1$; - wenn nein, gilt $w_{int,pref} = 0$;
$f_{cool,pref}$	jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-).

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

8.3.2.4 Der Stromverbrauch von Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch für Elektronik, $W_{electr,gen,m}$, sollte wie folgt ermittelt werden:

Gl. 334 $$W_{electr,gen,\,m} = \sum_j P_{electr,gen,\,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$P_{electr,gen,j}$	die Leistung der Standby-Verluste der Elektronik für die Produktion in W. Pro Generator j ist die Verlustleistung gleich 10 W definiert;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**.

Grundsätzlich sind die Werte aller Kältegeneratoren j zu addieren, welche die EEN-Einheit versorgen.

Wenn ein Generator mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, sollte die Verlustleistung im Standby-Modus proportional auf den Gesamtbruttobedarf der betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden.

8.3.3 Detaillierte Methode

8.3.3.1 Berechnungsregel

Der zusätzliche monatliche Stromverbrauch für die Kältegeneratoren in der EEN-Einheit, $W_{aux,cool,m}$, sollte wie folgt ermittelt werden:

Gl. 335 $$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,m} + W_{aux,ct,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m}$$ (kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und des/der kondensatorseitigen Lüfters/Lüfter, bestimmt nach § 8.3.3.2, in kWh;
$W_{aux,ct,m}$	der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms, der gemäß § 8.3.3.3 definiert ist, in kWh;
$W_{aux,int,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe für das Absorbtionsmittel, bestimmt nach § 8.3.3.4;
$W_{electr,gen,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Elektronik, bestimmt nach § 8.3.3.5, in kWh.

8.3.3.2 Monatlicher Stromverbrauch des oder der kondensatorseitigen Umwälzpumpen

Der monatliche Stromverbrauch der kondensatorseitigen Umwälzpumpe(n) $W_{aux,pumps,m}$ muss wie folgt bestimmt werden:

Gl. 105 $$W_{aux,pumps,m} = \sum_i W_{aux,pumps,seci,m}$$ (kWh)

Gl. 106 $$W_{aux,pumps,seci,m} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

(kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,seci,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf Kondensatorseite der Energiezone i, in kWh;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$f_{cool,pref}$	jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$\eta_{gen,cool,m,pref}$ die monatliche Produktionsleistung des/der bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);

$\eta_{gen,cool,m,npref}$ die monatliche Produktionsleistung des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);

$w_{pumps,pref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm oder einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen ist:

- wenn an einen Kühlturm angeschlossen und mit Wasser gekühlt: $w_{pumps,pref} = 1$;
- wenn an einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen (Geocooling, geschlossenes System) und mit Wasser gekühlt: $w_{pumps,pref} = 5$;
- in sonstigen Fällen: $w_{pumps,pref} = 0$;

$w_{pumps,npref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der nicht bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm oder einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen ist:

- wenn an einen Kühlturm angeschlossen und mit Wasser gekühlt: $w_{pumps,npref} = 1$;
- wenn an einen unterirdischen Wärmetauscher angeschlossen (Geocooling, geschlossenes System) und mit Wasser gekühlt: $w_{pumps,npref} = 5$;
- in sonstigen Fällen: $w_{pumps,npref} = 0$;

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

8.3.3.3 Der Stromverbrauch des oder der Kühltürme

Der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms, $W_{aux,ct,m}$, muss wie folgt ermittelt werden:

Gl. 107 $$W_{aux,ct,m} = \sum_i W_{aux,ct,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Gl. 108 $$W_{aux,ct,seci,m} = \frac{Q_{cool,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{ct,npref} \cdot f_{ct,m,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

(kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,ct,seci,m}$ der monatliche Stromverbrauch des oder der Kühltürme für die Wärmeerzeugung für die Energiezone i, in kWh;

$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$f_{ct,m,pref}$	der monatliche Korrekturfaktor der Kühltürme, die mit dem bevorzugten Kältegenerator verbunden sind, wie nachfolgend bestimmt;
$f_{ct,m,npref}$	der monatliche Korrekturfaktor der Kühltürme, die mit dem nicht bevorzugten Kältegenerator verbunden sind, wie nachfolgend bestimmt;
$f_{cool,pref}$	jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	die monatliche Produktionsleistung des/der bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	die monatliche Produktionsleistung des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(en), bestimmt nach § 7.5.2, (-);
$w_{ct,pref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, ob der bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm angeschlossen ist: - wenn an einen Kühlturm angeschlossen und mit Wasser gekühlt: $w_{ct,pref} = 1$; - wenn nicht: $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, ob der nicht bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm angeschlossen ist: - wenn an einen Kühlturm angeschlossen: $w_{ct,npref} = 1$; - wenn nicht: $w_{ct,npref} = 0$;

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

Der monatliche Korrekturfaktor der Kühltürme, die mit dem Kältegenerator verbunden sind, wie nachfolgend bestimmt:

Gl. 109 $$f_{ct,m} = C_{ct,1} - C_{ct,2} \cdot \min(\theta_{co,m}, \theta_{co,MAX})$$ (-)

Dabei ist:

$C_{ct,1}$, $C_{ct,2}$	die Faktoren für die Bestimmung des monatlichen Hilfsstromverbrauchs, bestimmt nach Tabelle [28], (-);
$\theta_{co,m}$	die monatliche Betriebstemperatur des Kondensators, bestimmt nach § 7.5.2.3.2, in °C;
$\theta_{co,MAX}$	die maximale Betriebstemperatur des Kondensators aus Tabelle [28] in °C.

Tabelle [28]: Konstanten zur Berechnung des Energieverbrauchs eines Kühlturms

Kühlturmtyp	Lüftertyp	$\theta_{co,MAX}$	$C_{ct,1}$	$C_{ct,2}$
	Lüfter mit konstanter Drehzahl	32	0,100	0,0027

Luftkühler (Dry-Cooler)	Lüfter mit 2 Drehzahlen	32	0,083	0,0025
	Lüfter mit variabler Drehzahl	32	0,078	0,0024
Offener und geschlossener Turm	Lüfter mit konstanter Drehzahl	26	0,130	0,0041
	Lüfter mit 2 Drehzahlen	26	0,130	0,0047
	Lüfter mit variabler Drehzahl	26	0,130	0,0046

8.3.3.4 Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels

Der Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels wird wie folgt bestimmt:

Gl. 110 $$W_{aux,int,m} = \sum_i W_{aux,int,seci,m}$$ (kWh)

Gl. 111 $$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left[w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,pref}\right)\right)^{-0,606} + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,npref}\right)\right)^{-0,606} \right]$$

(kWh)

$W_{aux,int,seci,m}$	der Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels in kWh;
$P_{gen,pref}$	die Nennleistung der bevorzugten Kompressionskältemaschine, bestimmt nach dem Absatz „Rated Full Load Performance“ der Norm ARI 560-2000, in kW;
$P_{gen,npref}$	die Nennleistung der nicht bevorzugten Kompressionskältemaschine, bestimmt nach dem Absatz „Rated Full Load Performance“ der Norm ARI 560-2000, in kW;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$w_{int,pref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, dass es sich bei dem bevorzugten Kältegenerator um eine Absorptionskältemaschine handelt: - wenn ja, gilt $w_{int,pref} = 1$; - wenn nein, gilt $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, dass es sich bei dem nicht bevorzugten Kältegenerator um eine Absorptionskältemaschine handelt: - wenn ja, gilt $w_{int,npref} = 1$; - wenn nein, gilt $w_{int,npref} = 0$.

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

8.3.3.5 Der Stromverbrauch von Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch für Elektronik, $W_{electr,geb,m}$, sollte wie folgt ermittelt werden:

Gl. 336 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6}$$ (kWh)

wobei gilt:

$P_{electr,gen,j}$	die Leistung der Standby-Verluste der Elektronik für die Produktion in W. Pro Generator j ist die Verlustleistung gleich 10 W definiert;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**.

Grundsätzlich sind die Werte aller Kältegeneratoren j zu addieren, welche die EEN-Einheit versorgen.

Wenn ein Generator mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, sollte die Verlustleistung im Standby-Modus proportional auf den Gesamtbruttobedarf der betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden.

8.4 Zusätzlicher Stromverbrauch für das Free-Chilling

Ein Kältegenerator, der im Free-Chilling-Modus arbeitet, verbraucht nur Energie für die Umwälzpumpen und/oder die Kühltürme. Man bestimmt den Stromverbrauch für das Free-Chlilling wie folgt:

Gl. 112 $$W_{aux,free,m} = W_{aux,pumps,free,m} + W_{aux,ct,free,m}$$ (kWh)

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,free,m}$ der monatliche Stromverbrauch der kondensatorseitigen Umwälzpumpen des Kältegenerators, der im Free-Chilling-Modus arbeitet, in kWh;

$W_{aux,ct,free,m}$ Der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms, der im Free-Chilling-Modus arbeitet, in kWh.

Der monatliche Stromverbrauch der kondensatorseitigen Umwälzpumpen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 113 $$W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,seci,m}$$ (kWh)

Gl. 114 $$W_{aux,pumps,free,seci,m} = \frac{0,052}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(\begin{array}{l} w_{pumps,free,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} \\ + w_{pumps,free,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot f_{cool,m,free,npref} \end{array} \right)$$ (kWh)

$Q_{cool,gross,seci,m}$ der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;

$f_{cool,pref}$ jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);

$f_{cool,m,free,pref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$w_{pumps,free,pref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, dass der bevorzugte Kältegenerator im Free-Chilling-Modus arbeitet:

-falls ja:

- wenn es sich um Free-Chilling durch Luft handelt, gilt $w_{pumps,free,pref} = 1$;

- wenn es sich um Geocooling/ein geschlossenes oder offenes System handelt, gilt $w_{pumps,free,pref} = 1{,}54$;
- wenn nicht, gilt $w_{pumps,free,pref} = 0$;

$w_{pumps,free,npref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, dass der nicht bevorzugte Kältegenerator im Free-Chilling-Modus arbeitet:

-falls ja:

- wenn es sich um Free-Chilling durch Luft handelt, gilt $w_{pumps,free,pref} = 1$;
- wenn es sich um Geocooling/ein geschlossenes oder offenes System handelt, gilt $w_{pumps,free,pref} = 1{,}54$;
- wenn nicht, gilt $w_{pumps,free,pref} = 0$;

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

Der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms wird wie folgt bestimmt:

Gl. 115

$$W_{aux,ct,free,m} = \sum_i W_{aux,ct,free,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Gl. 116

$$W_{aux,ct,free,seci,m} = \frac{(0{,}10 + 0{,}003 \cdot \theta_{ev})}{3{,}6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + w_{ct,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{aux,ct,free,seci,m}$ der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms der Energiezone i, der im Free-Chilling-Modus arbeitet, in kWh

$Q_{cool,gross,seci,m}$ der monatliche Bruttobedarf an Energie für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;

θ_{ev} die Betriebstemperatur des Kondensators, nach § 7.5.2.3.3, in °C;

$f_{cool,pref}$ jährlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) gelieferten Kälte, bestimmt nach § 7.3.2, (-);

$f_{cool,m,free,pref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ monatlicher durchschnittlicher Anteil der von dem/den nicht bevorzugten Kältegenerator(en) im Free-Chilling-Modus gelieferten Energie, bestimmt nach § 7.4, (-);

$w_{ct,pref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm angeschlossen ist:

- wenn ja, gilt $w_{ct,pref} = 1$;
- wenn nein, gilt $w_{ct,pref} = 0$;

$w_{ct,npref}$ ein Faktor, der berücksichtigt, ob der nicht bevorzugte Kältegenerator an einen Kühlturm angeschlossen ist:
- wenn ja, gilt $w_{ct,npref} = 1$;
- wenn nein: $w_{ct,npref} = 0$;

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

8.5 Hilfsstrom für die Wärmeerzeugung

8.5.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche elektrische Hilfsenergieverbrauch der Hilfsgeräte des Wärmeerzeugungssystems ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergieverbrauch siehe § 10.5

8.5.2 Rechenregel für die Ermittlung des Hilfsstroms für die Wärmeerzeugung

8.5.2.1 Allgemeine Rechenregel

Bestimmen Sie den monatlichen Hilfsstromverbrauch für die Wärmeerzeugung in der EEN-Einheit, $W_{aux,gen,m}$, wie folgt:

Gl. 337 $$W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,\ gen,\ m} + W_{ct,gen,\ m} + W_{electr,gen,\ m} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{throttle/fans,gen,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Gasventile und/oder Lüfter für die Wärmeerzeugung in der betreffenden EEN-Einheit, definiert nach § 8.5.2.2, en kWh;

$W_{ct,gen,m}$ der monatliche Stromverbrauch des oder der mit dem Wärmegenerator gekoppelten Kühltürme, definiert gemäß § 8.5.2.3, in kWh;

$W_{electr,gen,m}$ der monatliche Stromverbrauch für die Elektronik der betreffenden EEN-Einheit, bestimmt nach § 8.5.2.4, in kWh.

8.5.2.2 Monatlicher Stromverbrauch der Gasventile und/oder Lüfter

8.5.2.2.1 Allgemeine Rechenregel

$W_{throttle/fans,gen,m}$ wird wie folgt definiert:

Gl. 338 $$W_{throttle/fans,gen,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$P_{throttle/fans,gen,spec}$ die spezifische Leistung der Generatoren, die mit einem Lüfter und/oder einem Gasventil ausgestattet sind - sie wird als gleich 1 W/kW angesehen.

$P_{throttle/fans,gen,j}$ die Nennleistung des Generators j, in kW.

$t_{on,gen,j,m}$ die monatliche Betriebszeit des Gasventils und/oder des Lüfters, der den Generator j versorgt, in Ms, bestimmt nach § 8.5.2.2.2.

Die Werte aller Kältegeneratoren, welche die EEN-Einheit bedienen und mit einem Gasventil und/oder einem Lüfter arbeiten, sind zu addieren.

Wenn ein Generator mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, muss die Nennleistung des Generators in Gl. 338 proportional zwischen den betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten auf Grundlage des Gesamtbruttobedarfs der betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden. Wenn der Generator nur zu Heizzwecken verwendet wird, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttobedarfs für Heizzwecke vorgenommen werden. Wenn der Generator nur zu Heizzwecken verwendet wird, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Heizzwecke vorgenommen werden. Wenn der Generator nur für Warmwasser verwendet wird, muss die Verteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser vorgenommen werden. Wenn der Generator für beide verwendet wird, muss die Verteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Heizzwecke und für Warmwasser vorgenommen werden.

Bei Brauchwarmwasseranlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung und für die Speicherung gemäß § 10.3.3.4.1 der Anlage A.1 ermittelt wird, und für Heizungsanlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung gemäß § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 und § 10.2.3.4.3 der Anlage A.1 ermittelt wird, ist der Hilfsstromverbrauch für die Wärmeerzeugung des Generators bereits berücksichtigt worden und muss somit nicht mehr in Gl. 338 angerechnet werden.

Der eventuelle Hilfsstromverbrauch von Einzelheizungen, ausgenommen Pelletöfen, deren Nennleistung höher als 50 kW ist, sowie Kohleöfen und Holzöfen, die keine Pelletöfen sind, deren Wirkungsgrad für die Wärmeerzeugung gemäß § 10.2.3.2.4 der Anlage A.1 ermittelt wird, ist bereits im Produktionsertrag berücksichtigt und muss daher nicht mehr in Gl. 338 angerechnet werden.

8.5.2.2.2 Definition der Betriebszeit $t_{on,gen,j}$

$t_{on,gen,j}$ wird wie folgt definiert:

Gl. 339

$$t_{on,gen,j,m} = \mathrm{MIN}\left(t_m ; \frac{\left(\begin{array}{c} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad \text{(Ms)}$$

wobei gilt:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, **Error! Reference source not found.**
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Beheizung der Räume in der Energiezone i wird gemäß § 9.2.1 dieser Anlage A.1 für EEW-Einheiten und gemäß § 6.2 dieser Anlage für EEN-Einheiten ermittelt, solange dieser Bedarf vom Generator j entsprechend § 10.2.2 der Anlage A.1 für EEW-Einheiten oder mit § 7.2.1 dieser Anlage für EEN-Einheiten gedeckt wird.
$Q_{water,bath\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für das Brauchwarmwasser einer Dusche oder Badewanne k wird gemäß § 9.3.1 der Anlage A.1 für EEW-Einheiten und gemäß § 6.5 dieser Anlage für EEN-Einheiten ermittelt,

	solange dieser Bedarf vom Generator j entsprechend § 10.3.2 der Anlage A.1 für EEW-Einheiten oder gemäß § 7.6 dieser Anlage für EEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für das Brauchwarmwasser einer Küchenspüle k wird gemäß § 9.3.1 der Anlage A.1 für EEW-Einheiten und gemäß § 6.5 dieser Anlage für EEN-Einheiten ermittelt, solange dieser Bedarf vom Generator j gemäß § 10.3.2 der Anlage A.1 für EEW-Einheiten oder gemäß § 7.6 dieser Anlage für EEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aus einer anderen Entnahmestelle k, bestimmt gemäß § 6.5 vorausgesetzt, dass diese Bedürfnisse durch den Generator j in Übereinstimmung mit § 7.6 abgedeckt werden;
$Q_{hum,net,l,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für die Befeuchtung durch das Befeuchtungsgerät l, bestimmt gemäß § 5.11 der Anlage A.3, solange dieser Bedarf durch den Generator j in Übereinstimmung mit § 7.2.1 .3 gedeckt ist;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Kühlung der Räume der Energiezone n durch die Absorptionskältemaschine gemäß § 6.2, sofern dieser Bedarf durch die Absorptionskältemaschine oder gemäß § 7.2.2 gedeckt ist und solange der Wärmebedarf für die Absorptionskältemaschine durch den Generator j gemäß § 7.2.1 gedeckt ist.
$EER_{nom,o}$	der Leistungskoeffizient für die Kühlung der Absorptionskältemaschine wird nach § 7.5.2 bestimmt, (-);
$P_{throttle/fans,gen,j}$	die Nennleistung des Generators j, in kW.

Folgendes muss immer addiert werden:

- alle Energiezonen i (in der betroffenen EEN-Einheit oder einer anderen EEN- oder EEW-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- alle Bäder oder Duschen k (in der betroffenen EEN-Einheit oder einer anderen EEN- oder EEW-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- alle Küchenspülen k (in der betroffenen EEN- oder einer anderen EEN -Einheit), die durch den Generator j versorgt werden;
- alle sonstigen Entnahmestellen k (in der betroffenen EEN- oder einer anderen EEN-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden j;
- alle Befeuchtungsgeräte I (in der betroffenen EEN- oder einer anderen EEN-Einheit), die durch den Generator j versorgt werden j;
- alle Energiezonen n (in der betroffenen EEN- oder einer anderen EEN-Einheit), die von der Absorptionskältemaschine versorgt werden, und alle Kältemaschinen, die durch den Generator j versorgt werden.

8.5.2.3 Der Stromverbrauch des oder der Kühltürme, die an Wärmegeneratoren gekoppelt sind

Der monatliche Stromverbrauch des oder der mit den Wärmegeneratoren gekoppelten Kühltürme, $W_{ct,gen,m}$, muss wie folgt bestimmt werden:

Gl. 340

$$W_{ct,gen,m} = \sum_{i} W_{ct,gen,seci,m}$$

(kWh)

Gl. 341

$$W_{ct,gen,seci,m} = \frac{Q_{heat,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,pref} - 1}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \right) + \sum_{k} w_{ct,npref\,k} \cdot f_{ct,m,npref\,k} \cdot f_{heat,m,npref\,k} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,npref\,k} - 1}{\eta_{gen,heat,m,npref\,k}} \right) \right)$$

(kWh)

Dabei ist:

$W_{ct,gen,seci,m}$	der monatliche Stromverbrauch des oder der Kühltürme für die Wärmeerzeugung für die Energiezone i, in kWh;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2, in MJ;
$f_{ct,m,pref}$	der monatliche Korrekturfaktor für Kühltürme, die an den bevorzugten Generator angeschlossen sind, definiert wie folgt;
$f_{ct,m,npref}$	der monatliche Korrekturfaktor für Kühltürme, die an den nicht bevorzugten Generator k angeschlossen sind, definiert wie folgt;
$f_{heat,m,pref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil an der Gesamtwärmemenge, die von dem/den bevorzugten angeschlossenen Wärmegenerator(en) geliefert wird, wie in § 7.3.1 bestimmt, (-);
$f_{heat,m,npref\,k}$	der durchschnittliche monatliche Anteil an der Gesamtwärmemenge, die von dem/den nicht bevorzugten angeschlossenen Wärmegenerator(en) geliefert wird, wie in § 7.3.1 bestimmt, (-);
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, bestimmt nach § 7.5.1, (-);
$\eta_{gen,heat,m,npref\,k}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren, bestimmt nach § 7.5.1, (-);
$w_{ct,pref}$	ein Faktor, der berücksichtigt, ob der bevorzugte Generator an einen Kühlturm angeschlossen ist oder nicht: - wenn dieser an einen Kühlturm angeschlossen ist: $w_{ct,pref} = 1$; - in allen anderen Fällen: $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref\,k}$	ein Faktor, der berücksichtigt, ob der nicht bevorzugte Generator k an einen Kühlturm angeschlossen ist oder nicht: - wenn dieser an einen Kühlturm angeschlossen ist: $w_{ct,npref} = 1$; - in allen anderen Fällen: $w_{ct,npref} = 0$.

Es muss eine Summe über alle nicht-präferenziellen Wärmegeneratoren k, die die Energiezone i versorgen, und über alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden.

Der monatliche Korrekturfaktor für Kühltürme, die an den Wärmegenerator angeschlossen sind, wird nach § 8.3.3 bestimmt.

8.5.2.4 Der Stromverbrauch von Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch für Elektronik für die betroffene EEN-Einheit, $W_{electr,gen,m}$, sollte wie folgt ermittelt werden:

Gl. 342 $$W_{electr,gen,\,m} = \sum_j P_{electr,gen,\,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$P_{electr,gen,j}$ die Leistung der Standby-Verluste der Elektronik für die Produktion in W. Pro Generator j ist die Verlustleistung gleich 10 W definiert;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe **Error! Reference source not found.**.

Grundsätzlich sind die Werte aller Generatoren j zu addieren, welche die EEN-Einheit versorgen.

Wenn ein Generator mehrere EEN- und/oder EEW--Einheiten versorgt, sollte die Verlustleistung im Standby-Modus proportional auf den Gesamtbruttobedarf der betroffenen EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden. Wenn der Generator nur zu Heizzwecken verwendet wird, muss die Verteilung auf Grundlage des Bruttobedarfs für Heizzwecke vorgenommen werden. Wenn der Generator nur für Warmwasser verwendet wird, muss die Verteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser vorgenommen werden. Wenn der Generator für beide verwendet wird, muss die Verteilung auf der Grundlage des Bruttoenergiebedarfs für Heizzwecke und für Warmwasser vorgenommen werden.

Wenn der Wärmegenerator bei Anwendung der obigen Aufteilungsregel eine oder mehrere EEN-Einheiten befeuchtet, muss der Bruttobedarf für die Befeuchtung der versorgten EEN-Einheiten zum Bruttobedarf für Heizung und/oder Warmwasser hinzugefügt werden.

Wenn der Wärmegenerator bei der Anwendung der obigen Aufteilungsregel Wärme an eine Absorptionskältemaschine liefert, die eine oder mehrere EEN-Einheiten versorgt, muss die an die Absorptionskältemaschine gelieferte Wärme, die zur Deckung des Kühlbedarfs der versorgten EEN-Einheiten erforderlich ist, zum Bruttobedarf für Heizung und/oder Warmwasser und/oder Befeuchtung hinzugefügt werden. Die an die Absorptionskältemaschine gelieferte Wärme wird für jede versorgte EEN-Einheit als der Beitrag der Absorptionskältemaschine zum Bruttobedarf für die Raumkühlung, $Q_{cool,gross}$, geteilt durch den Kältewirkungsgrad, EER_{nom}, bestimmt.

Bei Brauchwarmwasseranlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung und für die Speicherung gemäß § 10.3.3.4.1 der Anlage A.1 ermittelt wird, und für Heizungsanlagen, deren Wirkungsgrad für die Erzeugung gemäß § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 und § 10.2.3.4.3 der Anlage A.1 ermittelt wird, ist der Hilfsstromverbrauch für die Wärmeerzeugung des Generators bereits berücksichtigt worden und muss somit nicht mehr in Gl. 342 angerechnet werden.

Der eventuelle Hilfsstromverbrauch von Einzelheizungen, ausgenommen Pelletöfen, deren Nennleistung höher als 50 kW ist, sowie Kohleöfen und Holzöfen, die keine Pelletöfen sind, deren Wirkungsgrad für die Wärmeerzeugung gemäß § 10.2.3.2.4 der Anlage A.1 ermittelt wird, ist bereits im Produktionsertrag berücksichtigt und muss daher nicht mehr in Gl. 342 angerechnet werden.

8.6 Energieverbrauch für die Vorkühlung der Lüftungsluft

Der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Lüftungsluft wird wie folgt ermittelt:

Gl. 118 $$W_{precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{soil/water,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe in kWh gemäß § 8.6.1;
$W_{evap,m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Kühlung durch Verdunstung gemäß § 8.6.2.

Bei anderen Technologien wird $W_{precool,m}$ nach den Vorgaben des Ministers bestimmt.

8.6.1 Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe

Der monatliche Stromverbrauch der Sole-Wasser-Wärmepumpe wird wie folgt bestimmt:

Gl. 343 $$W_{soil/water,m} = 0{,}278 \cdot t_m \cdot w_{soil/water,m} \cdot \left(f_{vent,cool,max} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 \cdot n_{tube} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{tube}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\,f} - f_{V,addm,day,coolfctf;m} \right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\,f} + f_{V,add\,m,day,cool,fctf;m} \cdot \dot{V}_{add,fct\,f} \right)}{3600} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß **Error! Reference source not found.**;
$f_{vent,cool,fct\,f}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung für den Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;
$f_{vent,cool,max}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Sole-Wasser-Wärmepumpe in Betrieb ist, gleich dem Maximum der jeweiligen Werte für $f_{vent,cool,fct\,f}$, wie oben bestimmt, (-);
$f_{V,add\,m,day,cool,fct\,f,m}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.3.2, (-);
$w_{soil/water,m}$	ein monatlicher Faktor, der die Nutzungsdauer der Sole-Wasser-Wärmepumpe berücksichtigt, bestimmt nach § B.2.1, (-);
$\dot{V}_W$	die Förderleistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe in m³/h;
f	ein Reibungskoeffizient:

Gl. 120 Wenn Re < 2300: $f = \frac{64}{Re}$

Wenn nicht: $f = (1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28)^{-2}$

Dabei ist:

Re	die Reynolds-Zahl (-), bestimmt gemäß § B.2 (-);
D_{tube}	der Innendurchmesser der unterirdischen Rohrleitung in m;
L_{tube}	die Länge der unterirdischen Rohrleitung in m;
n_{tube}	die Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen (-);
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung, die die Sole-Wasser-Wärmepumpe im Funktionsbereich durchquert, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt.
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$	der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die zusätzliche Lüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet. Der Standardwert ist gleich dem Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können auf der Grundlage von Messberichten, die den vom Minister festgelegten Spezifikationen entsprechen, in Betracht gezogen werden.

Für alle Funktionen der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

8.6.2 Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

Der monatliche Stromverbrauch für die Kühlung durch Verdunstung wird wie folgt berechnet:

Gl. 344

$$W_{evap,m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{evap,m} \cdot 250 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\ f} - f_{V,add\ m,day,cool,fctf;m} \right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} + f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \right)}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß **Error! Reference source not found.**;
$w_{evap,m}$	ein monatlicher Faktor, der die Nutzungsdauer des Verdunstungssystems berücksichtigt, gemäß § B.3.1, (-);
$f_{vent,cool,fct\ f}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die Lüftung für den Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7], (-) aufgeführt;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Belüftung tagsüber im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen in Betrieb ist, bestimmt nach § 5.6.3.3.2, (-);

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung, die die Sole-Luft-Wärmepumpe im Funktionsbereich durchquert, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt.

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die zusätzliche Lüftung im Funktionsbereich, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet. Der Standardwert ist gleich dem Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können auf der Grundlage von Messberichten, die den vom Minister festgelegten Spezifikationen entsprechen, in Betracht gezogen werden.

Für alle Funktionsbereiche f der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

9 Energieverbrauch für die Beleuchtung

9.1 Prinzip

In diesem Kapitel geht es erstens um die Bestimmung der adimensionalen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und zweitens um den konventionellen Stromverbrauch für die Beleuchtung (der in § 10.6 in den Primärenergieverbrauch umgerechnet wird).

Nur die fest installierte Beleuchtung innerhalb der EEN-Einheit muss zwingend in die Berechnungen einbezogen werden. Die 'unabhängige' Beleuchtung (darunter versteht man unabhängige (nicht fest installierte) Geräte, die der Nutzer an das Stromnetz anschließt, indem er einen Stecker in eine Steckdose steckt (z. B. Stehleuchten, Schreibtischlampen, bestimmte Lampen, die an Bilderrahmen befestigt sind etc.)) kann freiwillig berücksichtigt werden.

Beispiele für Beleuchtungen, die sich außerhalb der EEN-Einheit befinden, können z. B. sein (abhängig vom jeweiligen Gebäude):

- Außenbeleuchtung;
- Innenbeleuchtung in Räumen, die sich außerhalb des geschützten Volumens befinden;
- Beleuchtung in Wohnbereichen des Gebäudes;
- Beleuchtung anderer Räume, die sich innerhalb des geschützten Volumens befinden, für die aber keine EEN-Berechnung durchgeführt werden soll.

Innerhalb der EEN-Einheit werden die folgenden Beleuchtungsformen nicht berücksichtigt:

- Geräte, die für die Kennzeichnung von Notausgängen sorgen (und oft dauerhaft eingeschaltet bleiben);
- Notbeleuchtung (insofern sie nur im Notfall eingeschaltet wird);
- Beleuchtung von Aufzugskabinen und -schächten.

Der Verbrauch von Batterien in Beleuchtungssystemen (z. B. in Funkschaltern) wird bei der Bestimmung des E_{EPNR}-Niveaus nicht berücksichtigt.

Pro Funktionsbereich muss zwischen zwei Methoden zur Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ aller Räume und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung gewählt werden, nämlich:

- entweder mithilfe von Standardwerten (§ 9.2);
- oder mit Hilfe der detaillierten Daten der Beleuchtungsanlage unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren (§ 9.3):
  - der Lichtstrom der Lampen und photometrische Eigenschaften der Leuchten;
  - die Leistung der installierten Lampen, einschließlich der Hilfselemente der Lichtquellen, und die Leistung eventueller Sensoren und Kontrollelemente;
  - die Art der Kontrolle;
  - das mögliche Vorhandensein einer Tageslichtzone mit einem geeigneten Kontrollelement.

9.1.1 Adimensionale Hilfsvariable $L_{rm\ r}$

Die Hilfsvariable $L_{rm\ r}$ ist eine Annäherung an die durchschnittliche Beleuchtungsstärke. Sie bestimmt zusammen mit anderen Parametern den Referenzwert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch (siehe § 4).

9.1.2 Energieverbrauch für die Beleuchtung

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung der EEN-Einheit ist die Summe des Stromverbrauchs für die Beleuchtung jedes einzelnen Funktionsbereichs und des möglichen Stromverbrauchs aller Kontrollelemente und dergleichen, die sich außerhalb der EEN-Einheit befinden, aber (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage innerhalb der EEN-Einheit verbunden sind:

Gl. 122 $$W_{light,m} = \sum_{f} W_{light,fct\ f,m} + \sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{light,m}$	der monatliche Stromverbrauch für Beleuchtung, in kWh;
$W_{light,fct\ f,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f in kWh, ermittelt nach § 9.2.2 oder § 9.3.2;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für Kontrollelemente und dergleichen, die in Räumen r außerhalb der EEN-Einheit installiert sind, aber (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage der Räume r innerhalb der EEN -Einheit verbunden sind, bestimmt gemäß § 9.2.2 oder § 9.3.2.2.3.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der EEN-Einheit und über alle Räume r außerhalb der EEN-Einheit gebildet werden.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung, $W_{light,fct\ f,m}$ wird in den Monaten Juli und August als null angesehen.

9.2 Bestimmung der adimensionalen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung mithilfe von Standardwerten

9.2.1 Bestimmung der adimensionalen Hilfsvariable $L_{rm\ r}$

Für jeden Raum des Funktionsbereichs ist die Hilfsvariable $L_{rm\ r}$ gleich: $L_{rm\ r} = 500$.

9.2.2 Bestimmung des Stromverbrauchs für die Beleuchtung nach Funktionsbereichen

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung, einschließlich des etwaigen Verbrauchs der Kontrollsysteme, des betreffenden Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

Gl. 123 $$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} A_{f,rmr} \cdot p_{light,def,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{light,fct\ f,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f in kWh;
$A_{f,rm\ r}$	die Nutzungsfläche im Raum r in m²;
$p_{light,def,fct\ f}$	der feste Wert der spezifischen Leistung für die Beleuchtung. Dieser Wert wird pro Funktionsbereich bestimmt und beträgt: - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² für Funktionsbereiche mit der Funktion „Handel/ Dienstleistungen“, - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² für alle anderen Funktionsbereiche;
$t_{day,fct\ f,m}$	die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat während der Tageszeit, die aus dem Funktionsbereich f bestimmt und in Tabelle [31] aufgeführt ist, in Std.;
$t_{day,fct\ f,m}$	die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat während der Tageszeit, die aus dem Funktionsbereich f bestimmt und in Tabelle [32] aufgeführt ist, in Std.;

Es muss eine Summe über alle Räume r gebildet werden, die den Funktionsbereich f versorgen.

Für den monatlichen Stromverbrauch der Kontrollelemente, die sich außerhalb der EEN-Einheit befinden und nur mit den Leuchten in den Räumen des betrachteten Funktionsbereichs f verbunden sind, wird ein Wert von Null angenommen:

Gl. 124 $$\sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m} = 0 \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für Kontrollelemente und dergleichen, die in Räumen außerhalb der EEN-Einheit installiert sind und die nur mit der Beleuchtung innerhalb des betrachteten Funktionsbereichs f verbunden sind.

Wenn die Kontrollelemente auch mit Leuchten in anderen Funktionsteilen verbunden sind und der Stromverbrauch für die Beleuchtung dieser Funktionsteile mithilfe der tatsächlich installierten Leistung bestimmt wird, dann muss ihr Verbrauch wie in § 9.3.2.2.3beschrieben berechnet werden.

9.3 Bestimmung der adimensionalen Hilfsvariable $L_{rm}r$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung anhand von Detaildaten der Beleuchtungsanlage

9.3.1 Bestimmung der Hilfsvariable $L_{rm\,r}$

9.3.1.1 Bestimmung der Hilfsvariable $L_{rm\,r}$ in einem Raum, in dem keine feste Beleuchtungsanlage installiert ist und in dem keine unabhängige Beleuchtungsanlage berücksichtigt wird

Wenn in einem Raum keine feste Beleuchtungsanlage installiert ist und keine unabhängige Beleuchtungsanlage - falls vorhanden - berücksichtigt wird, dann wird die Berechnung für diesen Raum mit konventionell festgelegten Werten durchgeführt. Diese Werte entsprechen den Werten, die für die Berechnung mit den Standardwerten verwendet werden.

In einem solchen Raum nimmt man konventionell den Wert: $L_{rm\,r} = 500$.

9.3.1.2 Bestimmung der Hilfsvariable $L_{rm\,r}$ in einem Raum, in dem eine feste Beleuchtungsanlage installiert ist, oder in einem Raum, in dem eine unabhängige Beleuchtungsanlage berücksichtigt wird

In einem Raum, in dem eine feste Beleuchtungsanlage installiert ist, oder in einem Raum, für den eine unabhängige Beleuchtungsanlage berücksichtigt wird, wird die Hilfsvariable $L_{rm\,r}$ wie folgt bestimmt:

1. Wenn die gewünschte Beleuchtungsstärke nicht einstellbar ist:

Gl. 125 $$L_{rmr} = L_{design,rmr} \quad (-)$$

wobei gilt:

$L_{rm\,r}$ die adimensionale Hilfsvariable für den Raum r, (-);

$L_{design,rm\,r}$ der Bemessungswert der adimensionalen Hilfsvariable für den Raum r, der wie unten definiert ist, (-).

2. Wenn die gewünschte Beleuchtungsstärke einstellbar ist[6] (entweder Leuchte für Leuchte oder nach Leuchtengruppe), und zwar für alle Leuchten im Raum, die in Betracht gezogen werden:[7]

Gl. 126 $$L_{rmr} = L_{design,rmr} \cdot \min\left(1, \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right) \quad (-)$$

wobei gilt:

$L_{rm\,r}$ die adimensionale Hilfsvariable für den Raum r, (-);

$L_{design,rm\,r}$ der Bemessungswert der adimensionalen Hilfsvariable für den Raum r, der wie unten definiert ist, (-).

---

[6] In diesem Fall wird nicht nur der Wert der Hilfsvariablen reduziert, sondern auch der Berechnungswert für die Beleuchtungsleistung (siehe 9.3.3).

[7] Wenn $L_{design,rm\,r}$ gleich null ist (z. B. weil keine Informationen über die installierten Leuchten bereitgestellt wurden), gilt $L_{rm\,r} = 0$.

$f_{reduc,light}$ ein Reduktionsfaktor, der auf $f_{reduc,light}$ = 0,5 festgelegt ist, (-);

L_{thresh} ein Schwellenwert für $L_{design,rm\ r}$, der auf L_{thresh} = 250, (-) festgelegt wurde.

Der Bemessungswert der adimensionalen Hilfsvariable $L_{design,rm\ r}$ kann auf zwei Arten definiert werden:

- entweder mithilfe einer einfachen konventionellen Methode (§ 9.3.1.2.1);
- oder mithilfe detaillierter Berechnungen (§ 9.3.1.2.2).

Für die meisten Anwendungen kann die erste Methode ausreichen. Einige Arten von Leuchten werden bei der Berechnung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ nach der einfachen konventionellen Methode nicht berücksichtigt (siehe § 9.3.1.2.1), ihr Stromverbrauch wird jedoch in die Berechnungen einbezogen (siehe § 9.3.2). In diesem Fall kann man, wenn man möchte, die zweite Methode in den betreffenden Räumen anwenden, um deren Beitrag trotzdem bei der Berechnung von $L_{design,rm\ r}$ zu berücksichtigen.

9.3.1.2.1 Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ mithilfe der konventionellen Methode

Man bestimmt den Bemessungswert $L_{design,rm\ r}$ für den Raum r gemäß:

Gl. 127

$$L_{design,rmr} = \frac{\sum_k n_k \cdot [.N2_k \cdot .N4_k + 0,5 \cdot (1 - .N4_k)] \cdot .N5_k \cdot 0,85 \cdot PHIS_k}{A_{f,rmr}}$$

(-)

wobei gilt:

$L_{design,rm\ r}$ der Bemessungswert der adimensionalen Hilfsvariable für den Raum r, der wie unten definiert ist, (-).

n_k die Anzahl der Leuchten vom Typ k im Raum r, (-);

$.N2_k$ das Verhältnis zwischen dem Lichtstrom der Leuchte vom Typ k, der in einem Raumwinkel von π zur Hauptachse (d. h. in einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von 120°) ausgestrahlt wird, einerseits und dem Lichtstrom der Leuchte vom Typ k, der in einem Raumwinkel von 2π zur Hauptachse ausgestrahlt wird, andererseits, (-), bestimmt nach CIE 52;

$.N4_k$ das Verhältnis zwischen dem Lichtstrom der Leuchte vom Typ k, der in einem Raumwinkel von 2π zur Hauptachse (d. h. in einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von 180°) ausgestrahlt wird, einerseits und dem Lichtstrom der Leuchte vom Typ k, bestimmt nach CIE 52;

$.N5_k$ das Verhältnis zwischen dem gesamten emittierten Lichtstrom der Leuchte k und dem Lichtstrom ($PHIS_k$), der von allen in der Leuchte des Typs k vorhandenen Lampen emittiert wird, (-), bestimmt nach CIE 52;

$PHIS_k$ die Summe des Lichtstroms jeder Lampe in der Leuchte vom Typ k in Lumen:

Gl. 128

$$PHIS_k = \sum_m PHI_m$$

wobei gilt:

PHI_m	der Lichtstrom der Lampe m, bestimmt nach CIE 84, in Lumen. Zu diesem Zweck wird eine Summe über alle Lampen m gebildet, die sich in der Leuchte vom Typ k befinden;
$A_{f,rm\ r}$	die Nutzungsfläche im Raum r in m².

Wenn die notwendigen Informationen über eine bestimmte Lampen-/Leuchtenkombination nicht vorliegen, werden sie bei der Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ nicht berücksichtigt, ihr Verbrauch wird hingegen in § 9.3.2 berücksichtigt.

Die Summe wird nur für Leuchten vom Typ k an der Decke (Einbauleuchte, Wandleuchte oder Hängeleuchte), die im Raum r vorhanden sind, gebildet. Wandleuchten und Beleuchtungssysteme, die in den Boden oder in die Treppe integriert sind, oder eine unabhängige Beleuchtung, die berücksichtigt wird, werden zwingend in die Berechnung der installierten Leistung einbezogen, siehe § 9.3.2 (und damit letztlich in den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch), aber nicht in die Berechnung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ nach der konventionellen Methode. Wenn man bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ andere als die an der Decke befestigten Leuchten berücksichtigen will, muss man die detaillierte Berechnungsmethode anwenden, siehe § 9.3.1.2.2.

An der Decke befestigte Leuchten, die so angebracht sind, dass ihre Hauptachse nicht vertikal nach unten gerichtet ist (z. B. an einem schrägen Dachelement befestigt) oder die drehbar sind (z. B. rotierende Spots), werden bei der konventionellen Methode zur Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ nur insoweit berücksichtigt, als die Hauptachse nicht mehr als 45° von der Vertikalen abweicht oder, im Falle einer drehbaren Leuchte, insoweit, als die Achse nie mehr als 45° von der Vertikalen (in ihrer ungünstigsten Position) abweicht, wobei die Hauptachse dieselbe ist, die für die Bestimmung des Lichtstromcodes verwendet wird. Wenn diese Installationsbeschränkung nicht eingehalten wird, werden diese Leuchten bei der Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ nach der konventionellen Methode nicht berücksichtigt, bei der Bestimmung des Energieverbrauchs sind sie jedoch zwingend zu berücksichtigen. Wenn man diese Leuchten bei der Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ berücksichtigen will, muss man die detaillierte Berechnungsmethode anwenden, siehe § 9.3.1.2.2.

9.3.1.2.2 Bestimmung des Bemessungswertes $L_{design,rm\ r}$ durch detaillierte Berechnungen

Im Gegensatz zur herkömmlichen Berechnungsmethode ist es zulässig, für einen Raum die Beleuchtungsstärke auf einer fiktiven Ebene in 0,8 m Höhe mit Hilfe eines Rechenprogramms zu berechnen.

Das für die Berechnung verwendete Programm muss zuvor vom Minister genehmigt werden.

Vereinbarungsgemäß sollte der Bemessungswert $L_{design,rm\ r}$ durch den Mittelwert der Beleuchtungsstärke geschätzt werden, der über die gesamte Fläche des Raumes berechnet wird, d. h. unter Berücksichtigung aller Bereiche, einschließlich der Bereiche um den Raum herum.

Die Berechnung sollte auf der Grundlage der tatsächlichen Raumgeometrie (leer, ohne Mobiliar) durchgeführt werden. Die zu berücksichtigenden Reflexionsfaktoren sind: 0,7 für die Decke, 0,5 für

die Wände (einschließlich der Tageslichtöffnungen) und 0,2 für den Fußboden. Bei der Berechnung sollte für die Leuchten eine Position angenommen werden, die mit ihrer tatsächlichen Installation identisch ist. Bei schwenkbaren Leuchten muss man bei der Berechnung die Leuchte so ausrichten, dass der Winkel zwischen der Hauptachse und der Senkrechten möglichst groß ist (also maximal nach oben gerichtet). Wenn andere Ausrichtungen möglich sind, sollten Sie die Leuchte im rechten Winkel zur nächsten Wand ausrichten. In Bezug auf den Lichtstrom der Lampen ist ein fester Reduktionsfaktor von 0,85 gemäß dem Wert aus dem technischen Bericht CIE84 zu berücksichtigen.

In Bezug auf diese Berechnungen kann der Minister zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen festlegen.

9.3.2 Bestimmung des monatlichen Stromverbrauchs nach Funktionsbereich

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung eines Funktionsbereichs wird bestimmt, indem der Stromverbrauch für die Beleuchtung der einzelnen Räume, aus denen sich der Funktionsbereich zusammensetzt, addiert wird:

Gl. 129 $$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} W_{light,rm\ r,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{light,fct\ f,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f in kWh;
$W_{light,rm\ r,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Raums innerhalb des Funktionsbereichs f in kWh, ermittelt nach § 9.3.2.1 oder § 9.3.2.2;

Es wird eine Summe über alle Räume r des Funktionsbereichs f gebildet.

9.3.2.1 Stromverbrauch für die Beleuchtung in einem Raum, in dem keine feste Beleuchtungsanlage installiert ist und in dem keine unabhängige Beleuchtungsanlage in Betracht gezogen wird

Wenn in einem Raum keine feste Beleuchtungsanlage installiert ist und keine unabhängige Beleuchtungsanlage - falls vorhanden - berücksichtigt wird, dann wird die Berechnung für diesen Raum mit konventionell festgelegten Werten durchgeführt. Diese Werte entsprechen den Werten, die für die Berechnung mit den Standardwerten verwendet werden.

Daher gilt der Berechnungswert für den monatlichen Stromverbrauch in einem solchen Raum per Konvention:

Gl. 130 $$W_{light,rmr,m} = A_{f,rmr} \cdot p_{light,abs,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{light,rm\ r,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Raums r, in kWh;
$A_{f,rm\ r}$	die Nutzungsfläche im Raum r in m².

$p_{light,abs,fct\ f}$ ein fester Wert der spezifischen Leistung für die Beleuchtung. Dieser Wert wird für jeden Funktionsbereich festgelegt und beträgt: $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² für Funktionsbereiche mit der Funktion „Handel/Dienstleistungen“ und $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² für alle anderen Funktionsbereiche;

$t_{day,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Tageszeit des Funktionsbereichs f, zu dem Raum r gehört, in Tabelle [31] aufgeführt;

$t_{night,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Nachtzeit des Funktionsbereichs f, zu dem Raum r gehört, in Tabelle [32] aufgeführt.

9.3.2.2 Stromverbrauch für die Beleuchtung in einem Raum, in dem eine feste Beleuchtungsanlage installiert ist, oder in einem Raum, in dem eine unabhängige Beleuchtungsanlage in Betracht gezogen wird

In einem Raum, in dem eine Beleuchtungsanlage vorhanden ist, oder in einem Raum, für den eine unabhängige Beleuchtungsanlage in Betracht gezogen wird, wird der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung ermittelt, indem die installierte Leistung der Beleuchtung (einschließlich etwaiger Hilfs- und Kontrollelemente) mit der Zeitdauer, während der die Beleuchtung eingeschaltet ist, unter Berücksichtigung der vorhandenen Kontrollen, multipliziert wird. Der Stromverbrauch etwaiger Kontrollelemente muss einbezogen werden, sofern er nicht bereits in den vorherigen Term einbezogen wurde:

Gl. 393

$$W_{light,rmr,m} = \left[(P_{light,rmr} \cdot f_{ci}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} \cdot f_{dayl} + t_{night,fct\ f,m}\right) \cdot \frac{\sum_k f_{occ,light,k} \cdot P_{fitting,k}}{\sum_k P_{fitting,k}} \right] + W_{light,rmr,ctrl,m}$$

(kWh)

wobei gilt:

$W_{light,rm\ r,m}$ der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Raums r, in kWh;

$P_{light,rm\ r}$ der Wert für die Berechnung der Leistung der Beleuchtung im gesamten Raum, der gemäß § 9.3.3 bestimmt wird, in kW;

f_{ci} ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtungsstärke konstant hält. Dieser Faktor wird auf 1, (-) gesetzt;

$t_{day,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Tageszeit für den Funktionsbereich f, zu dem Raum r gehört, in Tabelle [31] aufgeführt;

f_{dayl} ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung in Abhängigkeit von der Tageslichtmenge im Raum regelt, bestimmt gemäß § 9.3.2.2.1, (-);

$t_{night,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Nachtzeit für den Funktionsbereich f, zu dem Raum r gehört, in Tabelle [32] aufgeführt.

$f_{occ,light,k}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Leuchte k in Abhängigkeit von der Belegung regelt, bestimmt nach § 9.3.2.2.1, (-);
$P_{fitting,k}$	der Wert der Leistung der Lampe(n) der Leuchte in W, einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren, Kontroll- und/oder Steuerelemente der Leuchte k;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Kontrolle in kWh, der noch nicht im vorherigen Term berücksichtigt wurde, bestimmt nach § 9.3.2.2.3.

Man muss die Summe über alle berücksichtigten Leuchten k im Raum r bilden.

9.3.2.2.1 Reduktionsfaktoren zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung in Abhängigkeit von der Belegung und der Tageslichtmenge regelt

Der Reduktionsfaktor für die belegungsabhängige Einstellung der Leuchte k, $f_{occ,light,k}$, ist in Tabelle [29] angegeben. Zentralisierte Systeme[8] werden nicht in Betracht gezogen.

[8] Sobald ein Schalter oder Sensor die Beleuchtung in mehr als einem Raum regelt, wird das System als „zentral" bezeichnet.

Tabelle [29]: Reduktionsfaktor $f_{occ\ light,k}$ zur Berücksichtigung der belegungsabhängigen Regelung, nach Funktion (Teil 1 von 2)

Beschreibung der Schaltung	Funktionen								
				Gesundheitspflege			Versammlung		
	Unterkunft	Büros	Unterricht	mit nächtlicher Beschäftigung	ohne nächtliche Beschäftigung	Operationssaal	Hohe Belegung	Geringe Belegung	Cafeteria / Mensa
Kein System und alle anderen Systeme als die unten beschriebenen.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Manuelle Bedienung (Ein-/Ausschalten):									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{f,rm\ r} \geq$ 30 m²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Anwesenheitserkennung: automatisches Ein- und Ausschalten oder Reduzierung des Lichtstroms (Auto-On; Auto-Off/Dimming):									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,65	1,00	1,00	0,45
• $A_{f,rm\ r} \geq$ 30 m² :									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45
Manuelles Einschalten; Abwesenheitserkennung: schaltet automatisch aus oder dimmt automatisch (manuelles On; Auto off/Dimming):									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,50	1,00	1,00	0,30
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
• $A_{f,rm\ r} \geq$ 30 m² :									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40

Dabei ist:

$A_{f,rm\ r}$ die Nutzungsfläche im Raum r in m².

Tabelle [29] (Fortsetzung): Reduktionsfaktor $f_{occ\ light,k}$ zur Berücksichtigung der belegungsabhängigen Regelung, nach Funktion (Teil 2 von 2)

Beschreibung der Schaltung	Funktionen								
			Sport						
	Küche	Handel / Dienstleistungen	Niedrige Temperatur	Mittlere Temperatur	Hohe Temperatur	Technische Räume	Gemeinschaftsräume	Sonstiges	Unbekannt
Kein System und alle anderen Systeme als die unten beschriebenen.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Manuelle Bedienung (Ein-/Ausschalten):							Wie unten bestimmt		
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m²	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
Anwesenheitserkennung: automatisches Ein- und Ausschalten oder Reduzierung des Lichtstroms (Auto-On; Auto-Off/Dimming):									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
Manuelles Einschalten; Abwesenheitserkennung: schaltet automatisch aus oder dimmt automatisch (manuelles On; Auto off/Dimming):									
• $A_{f,rm\ r}$ < 30 m² oder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
• $A_{f,rm\ r}$ ≥ 30 m² :								1,00	1,00

- bei vollständiger Abschaltung bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- bei Reduzierung des Lichtstroms bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00

Dabei ist:

$A_{f,rm\ r}$ die Nutzungsfläche im Raum r in m².

Wenn sich die Leuchte k in einem Funktionsbereich mit der Funktion „Allgemein“ befindet, der mehrere Funktionsbereiche bedient, ist der Wert von $f_{occ\ light,k}$ gleich dem Wert des bedienten Funktionsbereichs mit dem höchsten Wert von $f_{occ,light,k}$.

Der Reduktionsfaktor für die Einstellung in Abhängigkeit von der Tageslichtmenge, f_{dayl}, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 132

$$f_{dayl} = \left[\frac{A_{f,rmr,daylarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,dayl}\right] + \left[\frac{A_{f,rmr,artifarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,artif}\right] \quad (-)$$

wobei gilt:

f_{dayl} ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung in Abhängigkeit von der Tageslichtmenge im Raum regelt, (-);

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$ die Bodenfläche in m² des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs im Raum r, bestimmt nach § 9.3.4;

$A_{f,rm\ r}$ die Nutzungsfläche im Raum r in m².

$f_{mod,dayl}$ der Faktor für die tageslichtabhängige Einstellung im sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereich, der in Tabelle [30] aufgeführt ist, (-);

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$ die Bodenfläche in m² des sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereichs im Raum r, bestimmt nach § 9.3.4;

$f_{mod,artif}$ der Faktor für die tageslichtabhängige Einstellung im sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich, der in Tabelle [30] aufgeführt ist, (-);

Tabelle [30]: Faktoren für die tageslichtabhängige Einstellung

Beschreibung der tageslichtabhängigen Einstellung	$f_{mod,dayl}$	$f_{mod,artif}$
Kein System	1,00	1,00
Manuelles System[9]	0,90	1,00
Automatisches System[10]	0,60	0,80

[9] Hiermit ist gemeint, dass der Lichtstrom von Lichtquellen vom Benutzer manuell ausgeschaltet oder verändert werden kann (z. B. mithilfe eines Schalters, Potentiometers oder einer Fernbedienung).

[10] Das bedeutet, dass der Lichtstrom der Lichtquellen je nach Verfügbarkeit von Tageslicht vollautomatisch und kontinuierlich (oder im Fall eines quasi-kontinuierlichen digitalen Systems in mindestens 100 Zwischenpositionen) verändert wird.

Alle Leuchten, die berücksichtigt werden und sich in den jeweils als „natürlich beleuchtet“ und „künstlich beleuchtet" bezeichneten Bereichen befinden, müssen vom System geregelt werden, damit das Regelungssystem für diese Raumbereiche in Betracht gezogen werden kann. Die Abgrenzung der Flächen zwischen den Leuchten wird konventionell durch die Mittellinie zwischen den Leuchten bestimmt.

Es können mehrere Situationen auftreten:

- Alle im Raum in Betracht gezogenen Leuchten werden von einem einzigen System gesteuert. In diesem Fall können die entsprechenden Faktoren in jedem Teil des Raums angewendet werden. In dem Beispiel in Abbildung [1] haben wir $f_{mod,artif} = 0,80$ und $f_{mod,dayl} = 0,60$.

Abbildung [1]: Konfiguration, bei der alle Leuchten, die in Frage kommen, von einem einzigen System gesteuert werden.

- Alle im Raum in Betracht gezogenen Leuchten werden nicht von ein und demselben System gesteuert:
  - Wenn der Standardwert für die Bestimmung des Teils, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird (§ 9.3.4.1), verwendet wird, wird das System nicht berücksichtigt.
  - Wird die konventionelle Methode zur Bestimmung des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs (§ 9.3.4.2) angewandt, muss die Abgrenzung der Flächen für die gesteuerte Nutzung in jedem Raum mit Hilfe einer Abbildung festgelegt werden; dabei können folgende Situationen auftreten:
    - Der sogenannte „natürlich beleuchtete“ Bereich oder der sogenannte „künstlich beleuchtete“ Bereich liegt vollständig innerhalb der gesamten vom System gesteuerten Nutzungsfläche. In diesem Fall können die entsprechenden Faktoren in jedem Teil des Raums angewendet werden. Im Beispiel in Abbildung [2] haben wir $f_{mod,artif}$ = 1,00 und $f_{mod,dayl}$ = 0,60.

Abbildung [2]: Konfiguration, bei der nicht alle Leuchten, die in Betracht gezogen werden, von ein und demselben System gesteuert werden - die sogenannte „natürlich beleuchtete“ Fläche liegt vollständig innerhalb der gesamten vom System gesteuerten Nutzungsfläche.

- Der sogenannte „natürlich beleuchtete“ Bereich oder der sogenannte „künstlich beleuchtete“ Bereich liegt teilweise außerhalb der gesamten vom System gesteuerten Nutzungsfläche. In diesem Fall wird das System für den betreffenden Bereich nicht berücksichtigt und man fällt automatisch wieder auf einen Reduktionsfaktor von 1,00 zurück. Es ist jedoch zulässig, die Fläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs auf die Fläche zu reduzieren, bei der die Fläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs und die vom System gesteuerte Nutzungsfläche miteinander übereinstimmen, um einen so genannten „natürlich beleuchteten“ Bereich zu erhalten, der vollständig innerhalb der gesamten vom System gesteuerten Nutzungsfläche liegt. Diese Toleranz darf nicht auf den Teil angewendet werden, der als „künstlich beleuchtet“ bezeichnet wird.

  In dem Beispiel in Abbildung [3] haben wir im Prinzip $f_{mod,artif} = 1,00$ und $f_{mod,dayl} = 1,00$. Wenn man jedoch die Fläche des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs so weit reduziert, dass kein Teil dieser Fläche mehr von Leuchten beleuchtet wird, die nicht durch das automatische System geregelt werden, kann man mit $f_{mod,dayl} = 0,60$ rechnen. $f_{mod,artif}$ bleibt natürlich gleich 1,00.

Abbildung [3]: Konfiguration, bei der nicht alle Leuchten, die in Betracht gezogen werden, von ein und demselben System gesteuert werden - die sogenannte „natürlich beleuchtete“ Fläche liegt teilweise außerhalb der gesamten vom System gesteuerten Nutzungsfläche.

Situation vor der Reduzierung des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs:
$f_{mod,artif} = 1,00$
$f_{mod,dayl} = 1,00$

Situation nach der Reduzierung des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs:
$f_{mod,artif} = 1,00$
$f_{mod,dayl} = 0,60$

9.3.2.2.2 Konventionelle Berechnungswerte für die Nutzungsdauer

Die Berechnungswerte für die Nutzungsdauer pro Monat in Tag- und Nachtzeiten, $t_{day,fct\ f,m}$ und $t_{night,fct\ f,m}$, sind konventionell in Tabelle [31] und Tabelle [32] festgelegt.

Tabelle [31]: Konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat über Tag, $t_{day,fct\ f,m}$, nach Funktion, in Std.

Funktionen		**Januar**	**Februar**	**März**	**April**	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**	**November**	**Dezember**
Unterkunft		198	224	273	312	372	360	372	347	288	273	216	174
Büros		159	180	199	192	199	192	199	199	192	199	173	139
Unterricht		159	180	199	192	199	192	0	0	192	199	173	139
Gesundheits-pflege	mit nächtlicher Beschäftigung	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
	ohne nächtliche Beschäftigung	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
	Operationssaal	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Versammlung	Hohe Belegung	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Geringe Belegung	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Cafeteria / Mensa	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Küche		185	191	212	256	265	256	265	265	256	238	180	159
Handel / Dienstleistungen		212	239	265	308	318	308	318	318	308	291	231	185
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Fitness / Tanz	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Sauna / Schwimmbad	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
Technische Räume		248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Gemeinschafts räume		Wie unten bestimmt											
Sonstiges		177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Unbekannt		212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185

Wenn ein Funktionsbereich mit der Funktion „Allgemeine“ mehrere Funktionsbereiche versorgt, sind die Werte für $t_{day,fct\ f,m}$ gleich den Werten des versorgten Funktionsbereichs, der am meisten genutzt

wird, d. h. des Funktionsbereichs mit den höchsten Werten. Diese Bewertung muss für jeden Monat unabhängig vorgenommen werden.

Tabelle [32]: Konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat über Nacht, $t_{night,fct\ f,m}$, nach Funktion, in Std.

Funktionen		**Januar**	**Februar**	**März**	**April**	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**	**November**	**Dezember**
Unterkunft		273	202	198	144	99	96	99	124	168	198	240	298
Büros		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Unterricht		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Gesundheits-pflege	mit nächtlicher Beschäftigung	341	252	248	180	124	120	124	155	210	248	300	372
	ohne nächtliche Beschäftigung	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
	Operationssaal	496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Versammlung	Hohe Belegung	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Geringe Belegung	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Cafeteria / Mensa	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Küche		79	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	106
Handel / Dienstleistungen		106	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	132
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Fitness / Tanz	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Sauna / Schwimmbad	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
Technische Räume		496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Gemeinschaftsräume		Wie unten bestimmt											
Sonstiges		44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Unbekannt		185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212

Wenn ein Funktionsbereich mit der Funktion „Allgemeine“ mehrere Funktionsbereiche versorgt, sind die Werte für $t_{night,fct\ f,m}$ gleich den Werten des versorgten Funktionsbereichs, der am meisten genutzt wird, d. h. des Funktionsbereichs mit den höchsten Werten. Diese Bewertung muss für jeden Monat unabhängig vorgenommen werden.

9.3.2.2.3 Stromverbrauch von Kontrollgeräten, die noch nicht im Verbrauch der Leuchten enthalten sind[11]

Für jeden Raum wird der monatliche Stromverbrauch von Kontrollelementen und dergleichen (einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter), soweit sie noch nicht in den Verbrauch der Leuchten während der Nutzungszeiten einbezogen wurden, als Summe dieses Verbrauchs für jedes der Geräte k wie folgt ermittelt:

Gl. 133

$$W_{light,rm\ r,ctrl,m} = \sum_k \Big[P_{light,rm\ r,ctrl,on,k} \cdot \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) + P_{light,rm\ r,ctrl,off,k} \cdot \left(\frac{1000 \cdot t_m}{3,6} - \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right)\right) \Big] \Big/ 1000$$

(kWh)

wobei gilt:

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh des Kontrollelements, der noch nicht im Verbrauch enthalten ist;

$P_{light,rm\ r,ctrl,on,k}$ die Versorgungsleistung k in W der Kontrollelemente(gruppen) (einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter) während der Nutzungszeiten, die noch nicht in der Leistung der Leuchten enthalten ist. Der Standardwert für jede Versorgung von Kontrollelementen, Steuerungen, Sensoren (in die Leuchte integriert oder nicht) usw. beträgt 3 W pro Leuchte, die mit dem Gerät verbunden ist;

$P_{light,rm\ r,ctrl,off,k}$ die Versorgungsleistung k in W jedes Kontrollelements/jeder Kontrollelementegruppe (einschließlich etwaiger Hilfselemente, Sensoren und/oder Steuerungen) außerhalb der Nutzungszeiten. Der Standardwert für jede Versorgung von Steuerelementen, Sensoren (in die Leuchte integriert oder nicht) usw. beträgt 3 W pro Leuchte, die mit dem Gerät verbunden ist;

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt.

$f_{occ,light,i}$ ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Leuchte i in Abhängigkeit von der Belegung regelt, bestimmt nach § 9.3.2.2.1, (-);

$t_{day,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Tageszeit des Funktionsbereichs f, zu dem der betreffende Raum r gehört, wie in Tabelle [31] aufgeführt;

$t_{night,fct\ f,m}$ die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden in Std. pro Monat während der Nachtzeit des Funktionsbereichs f, zu dem der betreffende Raum r gehört, wie in Tabelle [32] aufgeführt;

Das Maximum muss für alle Leuchten i bestimmt werden, die vom Kontrollelement mit Versorgung k gesteuert werden. Es muss eine Summe über alle Versorgungen k gebildet werden, die im Raum r vorhanden sind.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der monatliche Stromverbrauch der Kontrollelemente und dergleichen, $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$, die mit der Beleuchtungsanlage für die Räume r verbunden sind, die sich

[11] Der parasitäre Verbrauch von Beleuchtungsanlagen wird bei Inkrafttreten dieses Erlasses noch nicht berücksichtigt. Dieser Absatz wird zu einem vom Minister festgelegten Zeitpunkt wirksam. Bis dahin wird $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ = 0 kWh angenommen.

in einem Funktionsbereich mit dieser Funktion befinden, wird in den Monaten Juli und August als null angenommen.

9.3.3 Wert für die Berechnung der Leistung pro Raum

Der Berechnungswert für die Beleuchtungsleistung pro Raum wird wie folgt bestimmt:

- wenn die gewünschte Beleuchtungsstärke nicht einstellbar ist, nimmt man als Wert für die Berechnung der Beleuchtungsstärke:

Gl. 134 $$P_{light,rmr} = P_{nom,rmr} \quad \text{(kW)}$$

wobei gilt:

$P_{light,rm\ r}$	der Wert der Leistung, in kW;
$P_{nom,rm\ r}$	der Wert der Nennleistung, pro Raum, wie unten bestimmt, in kW.

- ist die Beleuchtungsstärke hingegen einstellbar (entweder Leuchte für Leuchte oder pro Leuchtengruppe) für alle Leuchten im Raum, wird konventionell die folgende Berechnung zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke verwendet:[12]

Gl. 135 $$P_{light,rmr} = P_{nom,rmr} \cdot \min\left(1 \;;\; \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right) \quad \text{(kW)}$$

wobei gilt:

$P_{light,rm\ r}$	der Wert der Beleuchtungsstärke in kW;
$P_{nom,rm\ r}$	der Wert der Nennleistung, pro Raum, wie unten bestimmt, in kW;
$L_{design,rm\ r}$	die adimensionale Hilfsvariable, die gemäß § 9.3.1.2 bestimmt wird;
$f_{reduc,light}$	ein Reduktionsfaktor für die Hilfsvariable mit dem Wert: $f_{reduc,light} = 0{,}5$;
L_{thresh}	ein Schwellenwert von $L_{design,rm\ r}$ mit dem Wert: $L_{thresh} = 250$.

Man bestimmt für jeden Raum den Wert der Nennleistung, indem man die Summe der Leistungen aller Leuchten (Leistung der Lampen einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und Kontrollelemente) wie folgt bildet:

Gl. 136 $$P_{nom,rmr} = \frac{\sum_k P_{fitting,k}}{1000} \quad \text{(kW)}$$

wobei gilt:

$P_{nom,rm\ r}$	der Wert der Nennleistung in kW aller Lampen, einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren, Kontroll- und/oder Steuerelemente im Raum r;
$P_{fitting,k}$	der Wert der Leistung der Lampe(n) der Leuchte in W, einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren, Kontroll- und/oder Steuerelemente der Leuchte k.

Man muss die Summe über alle berücksichtigten Leuchten k im Raum r bilden.

---

[12] Wenn $L_{design,rm\ r}$ gleich null ist (z. B. weil keine Informationen über die installierten Leuchten bereitgestellt wurden), gilt $P_{light,rm\ r} = P_{nom,rm\ r}$

9.3.4 Unterscheidung zwischen dem sogenannten „natürlich beleuchteten" und dem sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich

Wenn der sogenannte „natürlich beleuchtete“ Bereich separat modulierbar ist, kann ein geringerer Stromverbrauch in der Berechnung berücksichtigt werden (siehe § 9.3.2.2.1 und Tabelle [30]).

Die Fläche des Bereichs, der als „künstlich beleuchtet“ bezeichnet wird, ist die Raumnutzungsfläche r minus der Fläche des Bereichs, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird:

Gl. 137 $A_{f,rmr,artif\ area} = A_{f,rmr} - A_{f,rmr,dayl\ area}$ (m²)

wobei gilt:

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$	die Nutzungsfläche in m² des sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereichs des Raumes r;
$A_{f,rm\ r}$	die Gesamtnutzungsfläche im Raum r in m²;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Fläche des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs des Raumes r, wie oben bestimmt, in m².

Wenn es keine Öffnung gibt, die Tageslicht in den betrachteten Raum bringt, gilt: $A_{f,rm\ r,dayl\ area} = 0$.

Wenn es eine oder mehrere Öffnungen gibt, die Tageslicht in den betrachteten Raum bringen, können entweder Standardwerte verwendet werden (siehe § 9.3.4.1) oder eine detailliertere konventionelle Bestimmungsmethode gewählt werden (siehe § 9.3.4.2).

9.3.4.1 Standardwerte für die Bestimmung des Bereichs, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird

Die Fläche des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs ist gegeben durch:

Gl. 138 $A_{f,rmr,daylarea} = f_{daylarea,rmr} \cdot A_{f,rmr}$ (m²)

wobei gilt:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Fläche in m² des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs des Raumes r;
$f_{dayl\ area,rm\ r}$	der Anteil der Fläche des Raumes r, der standardmäßig als „natürlich beleuchtet“ betrachtet wird, aus Tabelle [33], (-);
$A_{f,rm\ r}$	die Gesamtnutzungsfläche im Raum r in m²;

Tabelle [33]: Anteil der Fläche eines Raums, der standardmäßig als „natürlich beleuchtet" betrachtet wird, $f_{dayl\ area,rm\ r}$, nach Funktion

Funktionen		**Wenn kein Tageslicht in dem betrachteten Raum einfällt**	**Wenn Tageslicht in dem betrachteten Raum einfällt**
Unterkunft		0,00	0,15
Büros		0,00	0,20
Unterricht		0,00	0,30
Gesundheits-pflege	mit nächtlicher Beschäftigung	0,00	0,15
	ohne nächtliche Beschäftigung	0,00	0,15
	Operationssaal	0,00	0,00
Versammlung	Hohe Belegung	0,00	0,20
	Geringe Belegung	0,00	0,20
	Cafeteria / Mensa	0,00	0,20
Küche		0,00	0,20
Handel / Dienstleistungen		0,00	0,10
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	0,00	0,20
	Fitness / Tanz	0,00	0,20
	Sauna / Schwimmbad	0,00	0,20
Technische Räume		0,00	0,10
Gemeinschaftsräume		0,00	0,10
Sonstiges		0,00	0,10
Unbekannt		0,00	0,00

9.3.4.2 Konventionelle Methode zur Bestimmung des sogenannten „natürlich beleuchteten" Bereichs

Die herkömmliche Methode zur Bestimmung des sogenannten „natürlich beleuchteten" Bereichs basiert für jeden Raum, in dem sie angewendet wird, auf einer Abbildung wie der folgenden Abbildung [6]. Ein erster Beitrag zum sogenannten „natürlich beleuchteten" Teil wird durch die vertikale Projektion von nach innen geneigten oder horizontalen Öffnungen (Öffnungen für natürliches Licht) (z. B. Dachfenster) auf die Nutzungsfläche gebildet. Ein zweiter Beitrag wird von den vertikalen Fensteröffnungen und den äquivalenten vertikalen Flächen der geneigten

Fensteröffnungen geleistet. Um diese zu bestimmen, projiziert man jede geneigte Fensteröffnung auf eine vertikale Ebene, die durch die Oberkante des Fensters verläuft (siehe Abbildung [5]). Die genaue Bestimmung der beiden Beiträge erfolgt gemäß § 9.3.4.2.1 und § 9.3.4.2.2.

Überlappende Bereiche werden abgezogen, um die Gesamtfläche des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs zu bestimmen:

Gl. 139 $$A_{f,rmr,dayl\ area} = A_{f,rmr,dayl\ area,vert} + A_{f,rmr,dayl\ area,depth} - A_{f,rmr,overlap} \quad (m^2)$$

wobei gilt:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Gesamtnutzungsfläche in m² des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs des Raumes r;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$	die Nutzungsfläche in m², die der vertikalen Projektion der Fensteröffnungen entspricht; die Bestimmung erfolgt gemäß § 9.3.4.2.1;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	die Nutzungsfläche in m², die dem Beitrag der (äquivalenten) vertikalen Flächen der Fensteröffnungen entspricht, die gemäß § 9.3.4.2.2 bestimmt werden;
$A_{f,rm\ r,overlap}$	die Nutzungsfläche in m², die sowohl die Bedingungen von § 9.3.4.2.1 als auch die von § 9.3.4.2.2 erfüllt.

Bedingungen:

Bei der Bestimmung des oberen und unteren Endes von vertikalen Öffnungen, die natürliches Licht einlassen, müssen die in Abbildung [4] angegebenen Bedingungen erfüllt werden. Das bedeutet, dass die Höhe des unteren Endes der Öffnung (des transparenten Teils des Fensters), die bei den Berechnungen berücksichtigt werden muss, mindestens 0,8 m betragen muss, auch wenn der tatsächliche Wert niedriger ist. In ähnlicher Weise wird die maximale Höhe des oberen Endes auf 4 m festgelegt. Die Höhen werden von der Oberkante des Bodenbelags aus bestimmt.

Abbildung [4]: Projektion der Oberkante des Bodenbelags auf die Fassade (z. B. im Falle eines Freiraums) und Begrenzung der minimalen und maximalen Höhen, die bei der

Bestimmung der (gleichwertigen) vertikalen Fensteröffnung, die den Tageslichteinfall ermöglicht, zu berücksichtigen sind

9.3.4.2.1 Beitrag der vertikalen Projektion der Fensteröffnungen, die die Zufuhr von natürlichem Licht ermöglichen

Der Beitrag von horizontalen und nach innen geneigten Fensteröffnungen, [13]die natürliches Licht ermöglichen, zur Nutzungsfläche des sogenannten „natürlich beleuchteten" Bereichs setzt sich aus der Summe der Flächen der vertikalen Projektionen dieser Fensteröffnungen auf den darunter liegenden Boden zusammen, sofern diese in der Nutzungsfläche des Raumes enthalten sind, siehe Abbildung [5].

Man bestimmt diese Fläche pro Raum wie folgt:

Gl. 140 $$A_{f,rmr,daylarea,vert} = \sum_{k} A_{f,rmr,daylarea,vert,k} \quad (m^2)$$

wobei gilt:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$ die Gesamtfläche in m² innerhalb des Raums r der vertikalen Projektionen von horizontalen und nach innen geneigten Fensteröffnungen auf den darunter liegenden Boden, die für natürliches Licht sorgen;

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert,k}$ die Fläche in m² der vertikalen Projektion der Fensteröffnung k, die in die Nutzungsfläche eingetragen wird.

Es muss eine Summe über alle Beiträge der Projektionen der Fensteröffnungen k gebildet werden.

[13] Der visuelle Transmissionsgrad $\tau_{vis,dir,h}$ (bei normalem Lichteinfall, hemisphärischer Transmission) der transparenten Teile muss mindestens 60 % betragen. Andernfalls wird die Fensteröffnung, die den Einfall von natürlichem Licht ermöglicht, bei der Bestimmung der Fläche des sogenannten „natürlich beleuchteten" Bereichs nicht berücksichtigt.

Abbildung [5]: Beiträge der vertikalen Projektion und der sogenannten „Tiefenprojektion“.

9.3.4.2.2 (Äquivalenter) Beitrag der vertikalen Projektion der Fensteröffnungen, die die Zufuhr von natürlichem Licht ermöglichen

Der (äquivalente) Beitrag von vertikalen Fensteröffnungen, die natürliches Licht ermöglichen, wird als die Summe der Flächen bestimmt, die man erhält, wenn man die Länge des Fassadenelements, das die vertikale Öffnung enthält, sofern diese die Bedingungen für die Zufuhr von natürlichem Licht erfüllt, mit der Tiefe des Bereichs, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird, multipliziert, sofern dieser in der Fläche für die Nutzung des Raums r enthalten ist. Dieser (äquivalente) Beitrag wird wie folgt berechnet:

Gl. 141 $$A_{f,rmr,daylarea,depth} = \sum_{k} l_{dayl,k} \cdot d_{dayl,int,k} \quad (m^2)$$

wobei gilt:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	Beitragsfläche in m² der (gleichwertigen) vertikalen Fensteröffnungen, die natürliches Licht ermöglichen;
$l_{dayl,k}$	die Länge in m des Fassadenelements des sogenannten „natürlich beleuchteten" Bereichs, der die Fensteröffnung k umfasst und gemäß § 9.3.4.2.2.1 bestimmt wurde;
$d_{dayl,int,k}$	die Tiefe in m des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs in Bezug auf die Fensteröffnung k, sofern sie in der Nutzungsfläche enthalten ist, bestimmt nach § 9.3.4.2.2.2.

Es muss eine Summe über alle Beiträge der Projektionen der vertikalen Fensteröffnungen k gebildet werden.

9.3.4.2.2.1 Länge des Fassadenelements l_{dayl}

Als Länge des Fassadenelements, das mit einer Fensteröffnung des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs verbunden ist, wird die Breite der Innenseite der Fensteröffnung (d. h. des durchsichtigen Teils) angenommen, die auf jeder Seite um höchstens 0,5 m vergrößert wird (ohne jedoch die angrenzenden Innenwände zu überragen). Überlappungen können nicht doppelt gezählt werden, siehe Abbildung [6].

9.3.4.2.2.2 Tiefe des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Teils

Die Tiefe, die mit einer (äquivalenten) vertikalen Fensteröffnung verbunden ist, die den (äquivalenten) Einfall von natürlichem Licht ermöglicht, wird wie folgt bestimmt.

Bei geneigten Fensteröffnungen muss zunächst die vertikale Ebene betrachtet werden, die durch das höchste Element der Fensteröffnung (Außenmaß) verläuft, wobei die Höhe dieses obersten Elements auf 4 m über der Oberkante Bodenbelag begrenzt wird.

Anschließend wird die Tiefe des „natürlich beleuchteten“ Bereichs d_{dayl}, wie unten bestimmt, senkrecht zu der so ermittelten vertikalen Ebene oder im Verhältnis zur Grenze der Nutzfläche bei einer vertikalen Fensteröffnung nach innen in die Fensteröffnung übertragen.

Wenn die Fläche des so erhaltenen, sogenannten „natürlich beleuchteten“ Teils vollständig innerhalb der Nutzungsfläche liegt, gilt:

Gl. 142 $d_{dayl,int} = d_{dayl}$

Ist dies nicht der Fall, müssen Sie die Tiefe des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs um den Teil verringern, der sich außerhalb der Nutzungsfläche befindet, um $d_{dayl,int}$ zu erhalten (siehe den leeren Raum in Abbildung [4] oder das rechte Fenster in Abbildung [5]).

Abbildung [6]: Bereiche der Nutzungsfläche hinter durchsichtigen und undurchsichtigen Elementen einer Fassade, die zum sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereich gehören

(Mehrere Tiefen sind in der Abbildung aufgeführt)
1)l_{dayl}: Länge des Fassadenelements, das den Einfall von natürlichem Licht ermöglicht
2)d_{dayl}: Tiefe des Bereichs, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird

Die Tiefe des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs, d_{dayl}, ist gegeben durch:

Eq.143 Wenn der Zahlenwert von (h_o .τ_v) kleiner als 0,50 ist:

$$d_{dayl} = 0 \quad \text{(m)}$$

Wenn der Zahlenwert von (h_o .τ_v) größer oder gleich 0,50 ist:

$$d_{dayl} = 0{,}5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v) \quad \text{(m)}$$

Dabei ist:

d_{dayl} die Tiefe in m des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Bereichs, der der jeweiligen Fensteröffnung entspricht;

h_o die Höhe in m des transparenten Teils der Fensteröffnung, der den Einfall von Tageslicht ermöglicht;

τ_v der visuelle Transmissionsfaktor $\tau_{vis,dir,h}$ (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärische Transmission) der Verglasung, bestimmt nach NBN EN 410, (-).

Die Öffnungshöhe der Fensteröffnung, h_o, ist gegeben durch:

Gl. 144 $h_o = u_o - l_o$ (m)

wobei gilt:

h_o die Öffnungshöhe in m der Fensteröffnung, die den Einfall von Tageslicht ermöglicht;

u_o die Höhe in m des oberen Endes der Fensteröffnung, gemessen von der Oberkante des Bodenbelags, höchstens jedoch 4 m;

I_o die Höhe in m des unteren Endes der Fensteröffnung, gemessen von der Oberkante des Bodenbelags, höchstens jedoch 0,8 m;

Die Tiefe des Bereichs, der als „natürlich beleuchtet“ bezeichnet wird, darf niemals größer sein als die Tiefe des betrachteten Raums.

10 Charakteristischer Primärenergieverbrauch

10.1 Prinzip

Jedes der Unterterme des Endenergieverbrauchs, wie in den vorherigen Kapiteln bestimmt, wird mit einem Faktor zur Umwandlung in Primärenergie multipliziert, der vom Energieträger abhängt. Im Anschluss werden alle Terme zum charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie addiert. Für lokal erzeugten Strom mit standorteigenen PV-Anlagen oder KWK-Anlagen wird bei der Berechnung ein Bonus für die entsprechende Brennstoffeinsparung in den Kraftwerken angerechnet.

Nur photovoltaische Solarenergiesysteme, die die in § 12.1.1 der Anlage A.1 zu diesem Erlass beschriebenen Bedingungen erfüllen, werden berücksichtigt.

10.2 Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie

Man bestimmt den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$ wie folgt:

Gl. 145

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{array} \right) \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$E_{p,heat,m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für Heizzwecke in MJ, berechnet nach § 10.3;
$E_{p,cool,m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für Kühlzwecke in MJ, berechnet nach § 10.3;
$E_{p,water,m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für Warmwasserbereitung in MJ, berechnet nach § 10.4;
$E_{p,aux,m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für Hilfsaggregate in MJ, berechnet nach § 10.5;
$E_{p,light,m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für Beleuchtung in MJ, berechnet nach § 10.6;
$E_{p,pv,m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung in MJ dank der Stromerzeugung mit einer Photovoltaik-Solaranlage, berechnet nach § 13.7 der Anlage A.1 zu diesem Erlass;
$E_{p,cogen,m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung in MJ dank der Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage, berechnet nach § 10.7.

10.3 Der Primärenergieverbrauch für Heiz- und Kühlzwecke

Man bestimmt den monatlichen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit für die Heizzwecke, $E_{p,heat,m}$, und für Kühlzwecke, $E_{p,cool,m}$, wie folgt:

Gl. 394

$$E_{p,heat,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,seci,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{heat,final,seci,m,npref\,k} \right) \right) + \sum_j \left(f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,j,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{hum,final,j,m,npref\,k} \right) \right) \quad \text{(MJ)}$$

und:

Gl. 395

$$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(\begin{array}{l} f_{p,pref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,pref} \\ + f_{p,npref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,npref} \end{array} \right) \quad \text{(-)}$$

wobei gilt:

$f_{p,pref}$	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);
$f_{p,npref\,k}$	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);
$f_{p,npref}$	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);
$Q_{heat,final,seci,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, wie in § 7.2.1 bestimmt;
$Q_{heat,final,seci,m,npref\,k}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, wie in § 7.2.1 bestimmt;
$Q_{hum,final,j,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für den Luftbefeuchter j, wie in § 7.2.1 bestimmt;
$Q_{hum,final,j,m,npref\,k}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren für den Luftbefeuchter j, wie in § 7.2.1 bestimmt;
$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Kältegeneratoren der Energiezone i, wie in § 7.2.2 bestimmt;
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der nicht bevorzugten Kältegenerator(s) der Energiezone i, wie in § 7.2.2 bestimmt.

Es muss eine Summe über alle nicht bevorzugten Generatoren k und über alle Energiezonen i und alle Luftbefeuchter j der EEN-Einheit gebildet werden.

10.4 Der Verbrauch von Primärenergie für die Warmwasserbereitung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit für Warmwasserbereitung, $E_{p,water,m}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 396

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ l} \right) \right) + \sum_j \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l} \right) \right) + \sum_k \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,pref} + \sum_l \left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,npref\ l} \right) \right) \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

f_p	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des oder der bevorzugten Generatoren, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);
$f_{p,npref\ I}$	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des oder der nicht bevorzugten Generatoren, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ k,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine andere Warmwasserentnahmestelle k, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ k,final,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine andere Warmwasserentnahmestelle k, bestimmt nach § 7.6;

Es muss eine Summe auf alle nicht bevorzugten Erzeuger l und auf alle Duschen und Badewannen i, alle Küchenspülen j und alle anderen Warmwasserentnahmestellen k in der EEN-Einheit gebildet werden.

10.5 Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten

Man bestimmt den monatlichen Primärverbrauch der Hilfsaggregate, $E_{p,aux,m}$, wie folgt:

Gl. 397

$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3{,}6 \cdot \left(W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} + W_{aux,as,m} + W_{aux,cool,m} + W_{aux,free,m} + W_{aux,precool,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

f_p der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie des Energieträgers des stromerzeugenden Gerätes, wie in Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses festgelegt, (-);

$W_{aux,fans,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Lüfter in der EEN-Einheit, bestimmt nach§ 8.1.2;

$W_{aux,dis,m}$ der monatliche Hilfsstromverbrauch in kWh für die Versorgung in der EEN-Einheit, bestimmt nach § 8.2

$W_{aux,gen,m}$ der monatliche Hilfsstromverbrauch in kWh für die Wärmeerzeugung in der EEN-Einheit, bestimmt nach §8.5;

$W_{aux,cool,m}$ der zusätzliche monatliche Stromverbrauch in kWh für die Kältegeneratoren in der EEN-Einheit, bestimmt nach § 8.3;

$W_{aux,as,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der solarthermischen Anlage, die die EEN-Einheit versorgt, bestimmt nach § 11.2.3 der Anlage A.1;

$W_{aux,free,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für das Free-Chilling in der EEN-Einheit, bestimmt nach§ 8.4;

$W_{aux,precool,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Vorkühlung der Lüftungsluft in der EEN-Einheit, bestimmt gemäß § 8.6

10.6 Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung

Man bestimmt den monatlichen Verbrauch an Primärenergie für die Beleuchtung, $E_{p,light,m}$, wie folgt:

Gl. 150 $$E_{p,light,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m}$$ (MJ)

wobei gilt:

f_p der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für Strom gemäß Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses, (-);

$W_{light,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung in der EEN-Einheit, bestimmt nach § 9.1.2.

10.7 Die Einsparung von Primärenergie durch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen am Standort

Die äquivalente monatliche Einsparung von Primärenergie von KWK-Anlagen am Standort wird wie folgt bestimmt:

Gl. 151 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,i,m}$$ (MJ)

wobei gilt:

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Reduzierung des Primärenergieverbrauchs, die der monatlichen Strommenge entspricht, die von den KWK-Anlagen am Standort erzeugt wird, in MJ;

f_p der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für in KWK selbst erzeugten Strom gemäß Anlage F von Anlage A.1 zu diesem Erlass, (-);

$W_{cogen,i,m}$ die monatliche Strommenge, die von der KWK-Anlage am Standort i erzeugt wurde, ermittelt nach § A.4, in kWh.

Für alle lokalen KWK-Anlagen i ist die Summe zu bilden.

11 Jährlicher Prozentsatz an erneuerbarer Energie

11.1 Einführung

Die Methode zur Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit wird im Folgenden erläutert.

Die folgenden Energietechnologien werden bei der Berechnung dieses jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit berücksichtigt:

- elektrische Wärmepumpen;
- elektrische Energie, die vor Ort entweder durch photovoltaische Solarenergieanlagen oder durch mit fester Biomasse betriebene Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt wird;
- elektrische Energie, die innerhalb einer Gemeinschaft für erneuerbare Energien erzeugt wird;
- Wärmeenergie aus Biomasse (unabhängig davon, ob es sich um einen Biomassekessel, einen Biomasseofen oder eine mit fester Biomasse befeuerte KWK-Anlage handelt);
- thermische Solarenergie;
- effiziente Lieferung externer Wärme

Gasbetriebene Wärmepumpen sind von der Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit ausgeschlossen.

Die vor Ort erzeugte Elektrizität aus einer KWK-Anlage, die nicht mit fester Biomasse betrieben wird, wird bei der Berechnung des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie in einer EEN-Einheit nicht berücksichtigt.

Der Minister kann andere erneuerbare Energietechnologien sowie die Berechnungsmodalitäten für ihre Berücksichtigung bei der Berechnung des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit festlegen.

Für ein Gebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr beinhaltet die Berechnung des jährlichen Prozentsatzes erneuerbarer Energie des Gebäudes auch eine Bewertung der nicht verbrauchten Energie in Bezug auf die Grenze des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs des Gebäudes, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung erlaubt ist.

11.2 Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit

Der jährliche Prozentsatz an erneuerbarer Energie einer EEN-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 423 $$\%_{WW} = 100 \,.\, \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \,.\, \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}}$$ (-)

Dabei ist:

$Q_{RE,tech}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Energie in MJ der EEN-Einheit, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, bestimmt gemäß **Gl. 424** weiter unten;

Q_{tot} die jährliche Energiemenge in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit verwendet wird, bestimmt gemäß **Gl. 425** weiter unten;

$Q_{RE,sav}$ die jährliche nicht verbrauchte Energiemenge der EEN-Einheit in MJ, bezogen auf den Grenzwert des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs, der nach dem Wert der einzuhaltenden Anforderung zulässig ist, der gemäß **Gl. 426** weiter unten bestimmt wird. Diese Menge an nicht verbrauchter Energie kann nur für EEN-Einheiten verwertet werden, die Teil eines Gebäudes mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr sind;

Q_{lim} der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung erlaubt ist, bestimmt nach **Gl. 427** weiter unten.

Das Ergebnis muss auf die nächste Einheit abgerundet werden.

Die jährliche Menge an erneuerbarer Energie der EEN-Einheit, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 424 $$Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{RE\ th,HP}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird, bestimmt nach § 11.4;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ die jährliche Menge an erneuerbarer elektrischer Energie in MJ der EEN-Einheit, die am Standort entweder durch photovoltaische Solarenergiesysteme oder durch mit fester Biomasse befeuerte KWK-Anlagen erzeugt wird, bestimmt nach § 11.5;

$Q_{RE\ el,REC}$ der Anteil der jährlichen Menge an erneuerbarer elektrischer Energie in MJ, die innerhalb einer Gemeinschaft für erneuerbare Energie, an der die EEN-Einheit beteiligt ist, erzeugt und innerhalb der EEN-Einheit genutzt wird, der gemäß den vom Minister festgelegten Regeln ermittelt wird;

$Q_{RE\ th,bio}$ die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit von Biomassegeneratoren genutzt wird, bestimmt nach § 11.6;

$Q_{RE\ th,as}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit durch thermische Solarenergiesysteme genutzt wird, bestimmt nach § 11.7;

$Q_{RE\ th,dh}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird, bestimmt nach § 11.8.

Die jährliche Energiemenge, die innerhalb einer EEN-Einheit verwendet wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 425 $$Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} \end{pmatrix} + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as}\right)$$ (MJ)

Dabei ist:

$E_{p,heat,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit für Heizzwecke in MJ, bestimmt nach § 10.3;

$E_{p,cool,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für Kühlzwecke in MJ, berechnet nach § 10.3; $E_{p,water,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ für die Warmwasserbereitung, bestimmt nach § 10.4;

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für Hilfsaggregate in MJ, berechnet nach § 10.5;

$E_{p,light,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für Beleuchtung in MJ, berechnet nach § 10.6;

$Q_{RE\ th,HP}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird, bestimmt nach § 11.4;

$Q_{RE\ th,as}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie in MJ, die innerhalb der EEN-Einheit durch thermische Solarenergiesysteme genutzt wird, bestimmt nach § 11.7.

Die jährliche Energiemenge, die von der EEN-Einheit nicht verbraucht wird, ist in Bezug auf den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch, der nach dem Wert der einzuhaltenden Anforderung zulässig ist, wie folgt zu bestimmen:

Gl. 426 $$Q_{RE,sav} = \max\left[0\,;\, Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,light,m}\right)\right]$$ (MJ)

Dabei ist:

Q_{lim} der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung erlaubt ist, bestimmt nach **Gl.** 427 weiter unten;

$E_{p,heat,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für die Raumheizung in MJ, bestimmt nach § 13.3;

$E_{p,water,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit die für Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt nach § 13.4;

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte der EEW-Einheit in MJ, bestimmt nach § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ der monatliche Verbrauch an äquivalenter Primärenergie der EEW-Einheit für die Kühlung in MJ, bestimmt nach § 13.6;

$E_{p,light,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch für Beleuchtung in MJ, berechnet nach § 10.6.

Diese Menge an nicht verbrauchter Energie kann nur für EEN-Einheiten verwertet werden, die Teil eines Gebäudes mit einer Gesamtnutzfläche von 1000 m² oder mehr sind.

Der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung zugelassen wird, ist wie folgt zu bestimmen:

Gl. 427 $$Q_{lim} = \frac{E_{W,req}}{100} \cdot E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$$ (MJ)

Dabei ist:

$E_{W,req}$ der Wert der Anforderung, die für das Niveau des Primärenergieverbrauchs der EEN-Einheit erfüllt werden muss, (-), festgelegt in Artikel 11 § 5 des Erlasses;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ der Referenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch in MJ, der gemäß Anlage C dieser Anlage ermittelt wird.

11.3 Bewertungen auf Gebäudeebene

11.3.1 Berechnung des jährlichen Prozentsatzes an erneuerbarer Energie des Gebäudes

Im Falle von mehreren EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird der jährliche Prozentsatz an erneuerbarer Energie, der für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 428 $$\%_{RE,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}}$$ (-)

Dabei ist:

$Q_{RE,tech,i}$ die jährliche Menge an erneuerbarer Energie der EEG-Einheit i in MJ, die aus erneuerbaren Energietechnologien stammt, ist wie folgt zu bestimmen:

- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 15.2 von Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß **Gl. 424** weiter oben;

$Q_{tot,i}$ die ermittelte jährliche Energiemenge in MJ, die innerhalb der EEG-Einheit i eingesetzt wird:

- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 15.2 von Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß **Gl. 425** weiter oben;

$Q_{RE,sav,i}$ die jährliche Energiemenge in MJ, die von der EEG-Einheit i nicht verbraucht wird, bezogen auf den Grenzwert des jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauchs, der nach dem Wert der einzuhaltenden Anforderung zulässig ist, ist wie folgt zu bestimmen:

- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 15.2 von Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß **Gl. 426** weiter oben;

$Q_{lim,i}$ der Grenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit in MJ, der durch den Wert der zu erfüllenden Anforderung zugelassen wird, ist wie folgt zu bestimmen:

- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 15.2 von Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß **Gl. 427** weiter oben.

Es muss die Summe über alle EEW-Einheiten und alle EEN-Einheiten des geschützten Volumens gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächste Einheit abgerundet werden.

11.3.2 Berechnung des Primärenergieverbrauchsniveaus auf Gebäudeebene im Falle von Abweichungen aus technischen Gründen

Im Falle mehrerer EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird das im Falle einer Ausnahme aus technischen Gründen zu berechnende Niveau des Primärenergieverbrauchs, das für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 429 $$E_{W,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,i}}}{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}}$$ (-)

Dabei ist:

$E_{\text{char ann prim en cons,i}}$ der ermittelte jährliche charakteristische Primärenergieverbrauch der EEG-Einheit i in MJ:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 13.2 der Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß § 10.2;

$E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}$ der ermittelte Referenzwert für den jährlichen charakteristischen Primärenergieverbrauch der EEG-Einheit i in MJ:
- im Falle einer EEW-Einheit: gemäß § 6.1 der Anlage A.1;
- im Falle einer EEN-Einheit: gemäß Anlage C.

Es muss die Summe über alle EEW- und EEN-Einheiten des geschützten Volumens, für das die technische Ausnahme gilt, gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Einheit aufgerundet werden.

Im Falle mehrerer EEG-Einheiten (EEW oder EEN), die innerhalb desselben geschützten Volumens zusammengefasst sind, wird das im Falle einer Ausnahme aus technischen Gründen zu berechnende Niveau des Primärenergieverbrauchs, das für das gesamte geschützte Volumen bewertet wird, wie folgt bestimmt:

Gl. 430 $$E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} . E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$$ (-)

Dabei ist:

$E_{W,req,i}$ der Wert der Anforderung, die für das Niveau des Primärenergieverbrauchs der EEG-Einheit i erfüllt werden muss, ist wie folgt:
- im Falle einer EEW-Einheit: der in Art. 14/1 § 2 1° des Erlasses festgelegte Wert;
- im Falle einer EEN-Einheit: der in Art. 14/1 § 3° des Erlasses festgelegte Wert;

$A_{ch,i}$ die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEG-Einheit in m².

Es muss die Summe über alle EEW- und EEN-Einheiten des geschützten Volumens, für das die technische Ausnahme gilt, gebildet werden.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Einheit aufgerundet werden.

11.4 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEN-Einheit durch elektrische Wärmepumpen genutzt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die durch elektrische Wärmepumpen innerhalb der EEN-Einheit genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 431

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_i \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_o \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l (1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,pref} \cdot \eta_{gen,water,other\ l,m,pref}}) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,pref} \cdot f_{water,other\ l,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,other\ l,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{water,other\ l,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

Dabei ist:

$f_{p,env}$	der konventionelle Primärenergieumwandlungsfaktor für erneuerbare Energie aus der Umwelt, (-) , wie in Anlage F von Anlage A.1 zu diesem Erlass festgelegt;
$\eta_{gen,heat,pref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, (-), ermittelt nach § 7.5.1;
$w_{HP,heat,sec\ i,[...]}$	ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine elektrische Wärmepumpe die Räume in der Energiezone i der EEN-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (gemäß dem Index „pref“ oder „npref n“) beheizt: - wenn ja: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-); - wenn nein: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);
$f_{heat,m,pref}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem oder den bevorzugten Wärmegeneratoren geliefert wird, (-), bestimmt nach § 7.3.1;

$f_{as,[...],m}$	der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch die thermische Solaranlage gedeckt wird, mit dem Index „heat,sec i“ für die Raumheizung in der Energiezone i, dem Index „hum,o“ für die Wärmebereitstellung an den Luftbefeuchter o und den Indizes „water,bath j“, „water,sink k“ und „water,other l“ für die Warmwasserbereitung, jeweils für die Dusche/Badewanne j, die Küchenspüle k und die andere Entnahmestelle l, (-), bestimmt nach § 10.4 der Anlage A1;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2;
$\eta_{gen,heat,npref}$	der Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren, (-), bestimmt nach § 7.5.1;
$f_{heat,m,npref}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, die von dem/den bevorzugten Wärmegenerator(en) geliefert wird, (-), bestimmt nach § 7.3.1;
$w_{HP,hum,o,[\ldots]}$	ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine elektrische Wärmepumpe die Wärmeversorgung des Luftbefeuchters o der EEN-Einheit durch bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung sicherstellt (gemäß Index „pref“ oder „npref n“): - wenn ja: $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-); - wenn nein: $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);
$Q_{hum,net,o,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung des Luftbefeuchters o in MJ, bestimmt nach § 5.11;
$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$	der monatliche Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für die Dusche oder Badewanne j, (-), bestimmt nach § 7.6;
$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$	die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Dusche oder Badewanne j, die an den/die bevorzugten oder nicht bevorzugten Wärmegenerator n angeschlossen ist (gemäß dem Index „pref“ oder „npref n“), (-), bestimmt nach § 7.6;
$w_{HP,water,[\ldots]}$	ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine elektrische Wärmepumpe die Warmwasserbereitung mit dem Index „bath j“, „sink k“ oder „other l“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) sicherstellt: - wenn ja: $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-); - wenn nein: $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-);
$f_{water,[\ldots],m,pref}$	der monatliche Anteil der gesamten Wärmelieferung für die Warmwasserbereitung durch den oder die bevorzugten Wärmegeneratoren mit dem Index „bath j“, „sink k“ oder „other l“, je nach Fall, (-), bestimmt nach § 10.3.2 der Anlage A1;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für die Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 6.2;
$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n}$	der monatliche Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für die Dusche oder Badewanne j, (-), bestimmt nach § 7.6;
$f_{water,[\ldots],m,npref}$	der monatliche Anteil der gesamten Wärmelieferung für die Warmwasserbereitung durch den/die bevorzugten Wärmegenerator(en) mit dem Index „bath j“, „sink k“ oder „other l“, je nach Fall, (-), bestimmt nach § 10.3.2 der Anlage A1;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt nach § 7.6;

$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die Küchenspüle k, der mit dem/den bevorzugten oder nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) n (gemäß dem Index „pref“ oder „npref n“) verbunden ist, (-), bestimmt nach § 7.6;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ der monatliche Bruttobedarf an Energie in MJ für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle k, bestimmt nach § 6.2;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n}$ der monatliche Produktionswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren n für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, (-), ermittelt nach § 7.6;

$\eta_{gen,water,other\ l,m,pref}$ der monatliche Produktionswirkungsgrad des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren für die Warmwasserbereitung für die andere Entnahmestelle l, (-), bestimmt nach § 7.6;

$\eta_{stor,water,other\ l,m,[\ldots]}$ die monatliche Speicherleistung des Warmwasserspeichers für die andere Entnahmestelle l, die mit dem/den bevorzugten oder nicht bevorzugten Wärmegenerator(en) n verbunden ist (gemäß dem Index „pref“ oder „npref n“), (-), bestimmt nach § 7.6;

$Q_{water,other\ l,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser der anderen Entnahmestelle l in MJ, bestimmt nach § 6.2;

$\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ n}$ der monatliche Produktionswirkungsgrad des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren n für die Bereitung von Warmwasser für die andere Entnahmestelle l, (-), bestimmt nach § 7.6.

Sie müssen die Summe über alle nicht bevorzugten Generatoren n, über alle Energiezonen i, über alle Luftbefeuchter o, über alle Duschen oder Badewannen j, über alle Küchenspülen k und über alle anderen Entnahmestellen l der EEN-Einheit und über alle Monate m bilden.

11.5 Berechnung der jährlichen Menge an vor Ort erzeugter elektrischer erneuerbarer Energie

Die jährliche Menge an erneuerbarer elektrischer Energie der EEN-Einheit, die am Standort entweder durch photovoltaische Solarenergiesysteme oder durch mit fester Biomasse betriebene KWK-Anlagen erzeugt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 432 $$Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$E_{p,pv,m}$ die monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit PV-Anlagen in MJ, bestimmt nach § 13.7 der Anlage A.1 zu diesem Erlass;

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage in MJ, bestimmt nach § 10.7.

11.6 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die in der EEN-Einheit durch Biomassegeneratoren genutzt wird.

Die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die in der EEN-Einheit durch Biomassegeneratoren genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 433

$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_n w_{bio,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ \sum_o w_{bio,hum,o,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,o,m,pref} \\ + \sum_o \left(\sum_n w_{bio,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_n w_{bio,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_n w_{bio,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{bio,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \left(\sum_n w_{bio,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,npref\ n} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

Dabei ist:

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob ein Biomassegenerator die Räume der Energiezone i der EEN-Einheit durch bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) heizt:

- wenn ja: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,pref}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der bevorzugten Wärmegeneratoren in Primärenergie, wie in Anlage F dieser Anlage angegeben;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 7.2.1;

$f_{p,npref\ l}$ der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des oder der nicht bevorzugten Wärmegeneratoren in Primärenergie, (-) , wie in Anlage F dieser Anlage angegeben;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 7.2.1;

$w_{bio,hum,o,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob ein Biomassegenerator die Wärmeversorgung des Luftbefeuchters o der EEN-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) sicherstellt.:

- wenn ja: $w_{bio,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{hum,final,o,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der bevorzugten Generatoren für den Luftbefeuchter o in MJ, bestimmt nach § 7.2.1;

$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für den Luftbefeuchter o in MJ, bestimmt nach § 7.2.1;
$w_{bio,water,[\ldots]}$	ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob ein Biomassegenerator die Warmwasserbereitung mit dem Index „bath j“, „sink k“ oder „other l“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) sicherstellt: - wenn ja: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-); - wenn nein: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Warmwasserbereitung für Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für die andere Entnahmestelle l, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Warmwasserbereitung für die andere Entnahmestelle l, bestimmt nach § 7.6.

Sie müssen die Summe über alle nicht bevorzugten Generatoren n, über alle Energiezonen i, über alle Luftbefeuchter o, über alle Duschen oder Badewannen j, über alle Küchenspülen k und über alle anderen Entnahmestellen l der EEN-Einheit und über alle Monate m bilden.

11.7 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die in der EEN-Einheit durch thermische Solarenergiesysteme genutzt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEN-Einheit durch thermische Solarenergiesysteme genutzt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 434
$$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} \\ + \sum_o f_{as,hum,o,m} \cdot Q_{hum,net,o,gross,m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_l f_{as,water,other\ l,m} \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$f_{p,env}$	der konventionelle Primärenergieumwandlungsfaktor für erneuerbare Energie aus der Umwelt, (-) , wie in Anlage F von Anlage A.1 zu diesem Erlass festgelegt;
$f_{as,[...],m}$	der Anteil des gesamten Wärmebedarfs, der durch die thermische Solaranlage gedeckt wird, mit dem Index „heat,sec i“ für die Raumheizung in der Energiezone i, dem Index „hum,o“ für die Wärmebereitstellung an den Luftbefeuchter o und den Indizes „water,bath j“, „water,sink k“ und „water,other l“ für die Warmwasserbereitung, jeweils für die Dusche/Badewanne j, die Küchenspüle k und die andere Entnahmestelle l, (-), bestimmt nach § 10.4 der Anlage A1;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Energiezone i, bestimmt nach § 6.2;
$Q_{hum,net,o,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung des Luftbefeuchters o in MJ, bestimmt nach § 5.11;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasser für die Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 6.2;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttobedarf an Energie in MJ für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle k, bestimmt nach § 6.2;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	der monatliche Brutto-Warmwasserenergiebedarf der anderen Entnahmestelle l in MJ, bestimmt nach § 6.2;

Sie müssen die Summe über alle Energiezonen i, über alle Luftbefeuchter o, über alle Duschen oder Badewannen j, über alle Küchenspülen k und über alle anderen Entnahmestellen l der EEN-Einheit und über alle Monate m bilden.

11.8 Berechnung der jährlichen Menge an erneuerbarer Wärmeenergie, die innerhalb der EEN-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird

Die jährliche Menge an erneuerbarer thermischer Energie, die innerhalb der EEN-Einheit genutzt und durch eine effiziente externe Wärmeversorgung bereitgestellt wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 435 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \left(\begin{array}{l} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_n \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_o w_{dh,hum,o,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{hum,final,o,pref} \\ + \sum_o \sum_n \left(w_{dh,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_n \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_n \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{dh,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \sum_n \left(w_{dh,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

Dabei ist:

$f_{RE\ th,dh,m}$ der monatlich bewertete Anteil an erneuerbarer Wärmeenergie des effizienten externen Wärmeversorgungssystems, (-), bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln;

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ der monatlich bewertete Umrechnungsfaktor des effizienten externen Wärmeversorgungssystems in Primärenergieäquivalent, je nachdem, ob dieses als bevorzugter oder nicht bevorzugter Generator identifiziert wird (nach dem Index „pref“ oder „npref n“), (-), bestimmt nach den vom Minister festgelegten Regeln;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine effiziente externe Wärmelieferung die Raumheizung in der Energiezone i der EEN-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmelieferung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn nein: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 7.2.1;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, bestimmt nach § 7.2.1;

$w_{dh,hum,o,[\ldots]}$ ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine effiziente externe Wärmeversorgung die Wärmeversorgung des Luftbefeuchters o der EEN-Einheit durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (nach dem Index „pref“ oder „npref n“) sicherstellt:

- wenn ja: $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-);
- wenn ja: $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{hum,final,o,m,pref}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der bevorzugten Generatoren für den Luftbefeuchter o in MJ, bestimmt nach § 7.2.1;

$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$ der monatliche Endenergieverbrauch des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für den Luftbefeuchter o in MJ, bestimmt nach § 7.2.1;

$w_{dh,water,[\ldots]}$	ein Gewichtungsfaktor, der bestimmt, ob eine effiziente externe Wärmeversorgung die Warmwasserbereitung gewährleistet, mit dem Index „bath j“, „sink k“ oder „other l“, je nach Fall, durch eine bevorzugte oder nicht bevorzugte Wärmeversorgung (mit dem Index „,pref“ oder „npref n“): - wenn ja: $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-); - wenn nein: $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-);
$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Warmwasserbereitung für Dusche oder Badewanne j, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Bereitung von Warmwasser für die Küchenspüle k, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der bevorzugten Generatoren für die Warmwasserbereitung für die andere Entnahmestelle l, bestimmt nach § 7.6;
$Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des oder der nicht bevorzugten Generatoren n für die Warmwasserbereitung für die andere Entnahmestelle l, bestimmt nach § 7.6.

Sie müssen die Summe über alle nicht bevorzugten Generatoren n, über alle Energiezonen i, über alle Luftbefeuchter o, über alle Duschen oder Badewannen j, über alle Küchenspülen k und über alle anderen Entnahmestellen l der EEN-Einheit und über alle Monate m bilden.

Annexe A Kraft-Wärme-Kopplung

A.1 Prinzip

Mit einer KWK-Anlage werden Wärme und Strom zugleich erzeugt. Der Endenergieverbrauch (d. h. der Brennstoffverbrauch) der KWK-Anlage wird für die Energiezonen der EEW-Einheit gemäß § 10.2 der Anlage A.1 zu diesem Erlass und für die Energiezonen der EEN-Einheit gemäß § 10.7 dieser Anlage berechnet. Diese Produktion wird für EEW-Einheiten gemäß § 12.2.2 der Anlage A.1 zu diesem Erlass und für EEN-Einheiten gemäß § 10.7 dieser Anlage in eine eingesparte Menge an Primärenergie umgerechnet.

Die Menge des durch KWK erzeugten Stroms wird in dieser Anlage festgelegt.

A.2 Bestimmung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrades der Kraft-Wärme-Kopplung

Der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK ist das Verhältnis zwischen der erzeugten elektrischen Energie und dem Energiegehalt (auf der Grundlage des oberen Heizwerts) des verbrauchten Brennstoffs. Der thermische Umwandlungswirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme und dem Energiegehalt (auf der Grundlage des oberen Heizwerts) des verbrauchten Brennstoffs.

Für Verbrennungsmotoren, die mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Heizöl und Pflanzenöl betrieben werden, sind die Umwandlungswirkungsgrade in § A.2.1 festgelegt. Die Umwandlungswirkungsgrade für die anderen Technologien sind in § A.2.2 festgelegt.

Der Minister kann zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen für die Berechnung der elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade festlegen.

A.2.1 Bestimmung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads eines Verbrennungsmotors, der mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Heizöl oder Pflanzenöl betrieben wird

Die Methode zur Bestimmung der Umwandlungswirkungsgrade hängt von der elektrischen Leistung der KWK-Anlage ab.

Wenn die elektrische Leistung der KWK-Anlage nicht bekannt ist, kann sie wie folgt bestimmt werden:

Gl. 158 $$P_{cogen,elec} = a \cdot (P_{cogen,th})^{b}$$ (kW)

wobei gilt:

$P_{cogen,elec}$	die elektrische Leistung der KWK-Anlage in kW;
a, b	Parameter (variabel je nach verwendetem Brennstoff) zur Bestimmung der elektrischen Leistung je nach thermischer Leistung aus Tabelle [34], (-);
$P_{cogen,th}$	die thermische Leistung der KWK-Anlage in kW; Diese Leistung wird gemäß der Methode für Gasgeräte festgelegt.

Tabelle [34]: Parameter zur Bestimmung der elektrischen Leistung in Abhängigkeit von der thermischen Leistung (Verbrennungsmotor)

Brennstoff	a	b
Erdgas	0,3323	1,123
Gas aus Biomasse	0,3305	1,147
Heizöl	0,3947	1,131
Pflanzenöl	0,3306	1,152

Fall 1: $P_{cogen,elec}$ < 5 kW

Die elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade der KWK-Anlage sind in Tabelle [35] angegeben:

Tabelle [35]: Elektrischer und thermischer Umwandlungswirkungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplung (Verbrennungsmotor, $P_{cogen,elec}$ < 5 kW)

Brennstoff	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Erdgas	0,251	0,573
Gas aus Biomasse	0,248	0,542
Heizöl	0,279	0,536
Pflanzenöl	0,268	0,573

Fall 2: 5 kw ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW

Die elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade der KWK-Anlage sind wie folgt angegeben:

Gl. 159 $$\varepsilon_{cogen,elec} = a_{elec} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{elec}}$$ (-)

Gl. 160 $$\varepsilon_{cogen,th} = a_{th} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{th}}$$ (-)

wobei gilt:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage(-);

a_{elec}, b_{elec} Parameter (variabel je nach verwendetem Brennstoff) zur Bestimmung des elektrischen Umwandlungswirkungsgrades aus der Tabelle [36], (-);

$P_{cogen,elec}$ die elektrische Leistung der KWK-Anlage in kW. Wenn diese Leistung nicht bekannt ist, wird sie wie oben beschrieben bestimmt;

$\varepsilon_{cogen,th}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage(-);

a_{th}, b_{th} Parameter (variabel je nach verwendetem Brennstoff) zur Bestimmung des thermischen Umwandlungswirkungsgrades aus der Tabelle [36], (-);

Tabelle [36]: Parameter zur Bestimmung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads der Kraft-Wärme-Kopplung (Verbrennungsmotor, 5 kw ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW)

Brennstoff	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
Erdgas	0,228	0,061	0,623	-0,053
Gas aus Biomasse	0,222	0,069	0,601	-0,065
Heizöl	0,253	0,063	0,587	-0,057
Pflanzenöl	0,240	0,070	0,637	-0,066

Fall 3: $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW

Die elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade der KWK-Anlage sind in Tabelle [37] angegeben.

Tabelle [37]: Elektrischer und thermischer Umwandlungswirkungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplung (Verbrennungsmotor, $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW)

Brennstoff	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Erdgas	0,384	0,396
Gas aus Biomasse	0,400	0,345
Heizöl	0,433	0,361
Pflanzenöl	0,436	0,363

A.2.2 Bestimmung der elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade von anderen Technologien als Verbrennungsmotoren für Erdgas, Gas aus Biomasse, Heizöl und Pflanzenöl

Die elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrade von KWK-Anlagen, die nicht unter § A.2.1. fallen (wie Stirlingmotoren, Gasturbinen, ORC-Systeme, Brennstoffzellen usw.), werden wie folgt bestimmt:

Gl. 161

$$\varepsilon_{cogen,elec} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,elec}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad (-)$$

Gl. 162

$$\varepsilon_{cogen,th} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,th}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}} \quad (-)$$

wobei gilt:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage(-);

$P_{cogen,th}$ die thermische Leistung der KWK-Anlage in kW; Diese Leistung wird gemäß der Methode für Gasgeräte festgelegt;

$P_{cogen,elec}$ die elektrische Leistung der KWK-Anlage in kW;

$\varepsilon_{cogen,th}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage(-).

A.3 Bestimmung des monatlichen Endenergieverbrauchs durch eine KWK-Anlage

A.3.1 Berechnungsregel

Bestimmen Sie den monatlichen Endenergieverbrauch einer KWK-Anlage i auf der Grundlage der Raumheizung, Luftbefeuchtung, Warmwasserbereitung und Absorptionskühlung, die von der KWK-Anlage abgedeckt werden, wie folgt:

Gl. 163

$$Q_{cogen,final,i,m} = \frac{Q_{cogen,heat,i,m} + Q_{cogen,hum,i,m} + Q_{cogen,cool,i,m} + Q_{cogen,water,i,m}}{\varepsilon_{cogen,th}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{cogen,final,i,m}$ der monatliche Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i in MJ;

$Q_{cogen,heat,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttowärmebedarf für Heizzwecke, bestimmt gemäß § A.3.2, in MJ;

$Q_{cogen,hum,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung, bestimmt nach § A.3.3, in MJ;

$Q_{cogen,cool,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttowärmebedarf für die Absorptionskühlung, bestimmt nach § A.3.4, in MJ;

$Q_{cogen,water,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttowärmebedarf für die Warmwasserbereitung, bestimmt nach § A.3.5, in MJ;

$\varepsilon_{cogen,th}$ der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage(-), bestimmt nach § A.2, (-).

A.3.2 Bruttoenergiebedarf für die Raumheizung, gedeckt durch die Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Brutto-Energiebedarf für die Beheizung der Räume der gesamten EEN-Einheit wie folgt:

Gl. 164

$$Q_{cogen,heat,i,m} = \sum_{i} f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,heat,seci,m}\right) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{cogen,heat,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für die Raumheizung in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ der Anteil der KWK an der Wärmeversorgung der betreffenden Energiezone, bestimmt nach § 7.3.1, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i, der durch eine solarthermische Anlage abgedeckt ist, wie in § 7.2.1, (-) beschrieben;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung von Räumen in der Energiezone i in MJ, bestimmt nach § 6.2.

Es muss eine Summe für alle Energiezonen i in der EEN-Einheit gebildet werden, denen die KWK-Anlage Wärme liefert.

A.3.3 Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung, gedeckt durch Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung für die gesamte EEN-Einheit wie folgt:

Gl. 165

$$Q_{cogen,hum,i,m} = \sum_{j} f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,hum,j,m}\right) \cdot Q_{hum,net,j,m} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{cogen,hum,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ der Anteil der KWK-Anlage an der Wärmeversorgung des betreffenden Befeuchtungsgeräts, bestimmt nach § 7.3.1, (-);

$f_{as,hum,j,m}$ der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für das Befeuchtungsgerät j, der durch ein solarthermisches Energiesystem abgedeckt sird, wie in § 7.2.1, (-)beschrieben;

$Q_{hum,net,j,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung des Befeuchtungsgeräts j in MJ, bestimmt nach § 5.11.

Es muss eine Summe über alle Befeuchtungsgeräte j in der EEN-Einheit gebildet werden, denen die KWK-Anlage i Wärme liefert.

A.3.4 Bruttowärmebedarf für Absorptionskühlung, gedeckt durch Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für die Absorptionskühlung für die gesamte EEN-Einheit wie folgt:

Gl. 166

$$Q_{cogen,cool,i,m} = \sum_{i} f_{heat,m,pref} \cdot \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec\,i,m}}{EER_{nom}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{cogen,cool,i,m}$ der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttoenergiebedarf einer Absorptionskältemaschine in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ der Anteil der KWK an der Wärmeversorgung der Absorptionskältemaschine, bestimmt nach § 7.3.1, (-);

$f_{cool,pref}$	der Anteil der Absorptionskältemaschine an der Lieferung von Kälte an die betreffende Energiezone, bestimmt nach § 7.3.2, (-);
EER_{nom}	der Kühleffizienzkoeffizient, bestimmt gemäß § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Kühlung von Räumen der Energiezone i in MJ, der von der Absorptionskältemaschine bereitgestellt wird, bestimmt nach § 6.2.

Es muss eine Summe über alle Energiezonen i der EEN-Einheit gebildet werden, denen die Absorptionskältemaschine, die von der KWK-Anlage i gespeist wird, Kälte liefert.

A.3.5 Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

Bestimmen Sie den Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Brutto-Energiebedarf für die Warmwasserbereitung der gesamten EEN-Einheit wie folgt:

$$Q_{cogen,water,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \times Q_{water,bath\ i,gross,m} + \sum_j f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,sink\ j,m}) \times Q_{water,sink\ j,gross,m} + \sum_k f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,other\ k,m}) \times Q_{water,other\ k,gross,m}$$

Gl. 167 (MJ)

wobei gilt:

$Q_{cogen,water,i,m}$	der Anteil der KWK-Anlage i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Warmwasser in MJ;
$f_{heat,m,pref}$	der Anteil der KWK an der Wärmeversorgung der versorgten Entnahmestellen für Warmwasser, bestimmt nach § 7.3.1, (-);
$f_{as,m}$	der Anteil des solarthermischen Systems am Gesamtwärmebedarf, bestimmt nach § 7.2.1. Mit den Indizes „water,bath i“, „water,sink j“ und „water,other,k“ für die Warmwasserbereitung jeweils entweder für die Dusche/Badewanne, die Küchenspüle oder die andere Warmwasserentnahmestelle;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i in MJ, bestimmt nach § 6.5;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt nach § 6.5;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasser einer anderen Warmwasserentnahmestelle k in MJ, bestimmt nach § 6.5;

Es muss eine Summe für alle Duschen/Badewannen i, alle Küchenspülen j und alle anderen Warmwasserentnahmestellen k in der EEN-Einheit gebildet werden, an die das KWK-System Wärme liefert.

A.4 Bestimmung der erzeugten Strommenge

Angenommen, bei einer KWK-Anlage, die sich nicht am Standort befindet, ist die monatlich erzeugte Strommenge gleich 0. In diesem Fall ist die Primärenergieeinsparung bereits im Primärenergiefaktor für die externe Wärmelieferung berechnet. Folglich: $W_{cogen,i,m} = 0$

Bestimmen Sie die monatliche Strommenge, die von der KWK-Anlage am Standort i erzeugt wird, wie folgt:

Gl. 168 $$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{cogen,i,m}$	die monatliche Strommenge, die von der KWK-Anlage erzeugt wird, in kWh.
$\varepsilon_{cogen,elec}$	der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage, bestimmt nach § A.2(-);
$Q_{cogen,final,i,m}$	der monatliche Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i in MJ, bestimmt nach § A.3.

A.5 Leerer Absatz

Dieser Absatz ist absichtlich leer.

A.6 Bestimmung des Mindestwasserinhalts eines Pufferspeichers zur Speicherung von 30 Minuten der Produktion einer KWK-Anlage bei voller Leistung

Der Mindestwasserinhalt eines Pufferspeichers zur Speicherung von 30 Minuten Wärmeerzeugung der KWK-Anlage am Standort i bei voller Leistung, $V_{stor,30\ min,i}$, wird konventionell wie folgt festgelegt:

Gl. 170 $$V_{stor,30min,i} = \frac{0,44 \cdot P_{cogen,th,i}}{(\theta_{cogen,i} - \theta_{return,design,i})} \quad \text{(m}^3\text{)}$$

wobei gilt:

$P_{cogen,th,i}$	die thermische Leistung der KWK-Anlage in kW; Diese Leistung wird gemäß der Methode für Gasgeräte festgelegt;
$\theta_{cogen,i}$	die Temperatur in °C, bei der die KWK-Anlage i Wärme liefert;
$\theta_{return,design,i}$	die Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems, an das die KWK-Anlage i Wärme abgibt, wie in §10.2.3.2 von Anlage A.1 zu diesem Erlass festgelegt, in °C.

Hinweis: Wenn $\theta_{return,design,i}$ größer oder gleich $\theta_{cogen,i}$ ist, wird der Puffertank nicht berücksichtigt und es wird automatisch davon ausgegangen, dass $V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$ ist.

Annexe B Vorkühlung der Lüftungsluft

B.1 Berechnungsregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor $r_{precool,fct\ f,m}$ für den Effekt der Vorkühlung der Lüftung für den Kühlbedarf des Funktionsbereichs f ist gleich dem Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Energiezone i, zu dem er gehört, der wiederum gleich dem Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungszone z ist, zu der die Energiezone i gehört:

Gl. 171 $r_{precool,fct\ f} = r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$

Ist in der Lüftungszone z kein Luftvorkühlsystem vorhanden oder wird lediglich ein Teil des Volumenstroms der Hygienelüftung in der Lüftungszone z mit einem Luftvorkühlsystem gekühlt, so ist $r_{precool,zone\ z,m} = 1$.

Verwenden mehrere EEG-Einheiten das gleiche Luftvorkühlsystem, beträgt der Standardwert von $r_{precool,zone\ z,m} = 1$; günstigere Werte können mit einem Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips berücksichtigt werden.

Wenn ein Vorkühlsystem für die Lüftungsluft vorhanden ist und der gesamte hygienische Lüftungsstrom der Lüftungszone z mithilfe dieses Vorkühlsystems gekühlt wird, sollte $r_{precool,zone\ z,m}$ durch das Verhältnis der durch das Vorkühlsystem verursachten Temperaturabsenkung zur ursprünglichen Temperaturdifferenz und der Effizienz des Vorkühlsystems $e_{precool,m}$ bestimmt werden.

Gl. 402 $$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \left(\frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \theta_{e,V,cool,m}}{\theta_{i,cool,zone\ z,m} - \theta_{e,V,cool,m}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$e_{precool,m}$	der monatliche Wirkungsgrad des betreffenden Vorkühlsystems, (-);
$\theta_{precool,ref,max,m}$	die Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung in °C;
$\theta_{e,V,cool,m}$	der konventionelle Berechnungswert für die Außenlufttemperatur für die Hygienelüftung für die Kühlungsberechnungen in °C, bestimmt nach Tabelle [45];
$\theta_{i,cool,zone\ z,m}$	die monatliche Auslegungsinnentemperatur der Lüftungszone z, definiert als der Mindestwert der monatlichen Auslegungsinnentemperaturen für die Kühlberechnungen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ der einzelnen Funktionsbereiche, die die jeweilige Lüftungszone bilden (unter der Annahme, dass eine aktive Kühlung vorliegt), bestimmt nach Gl. 284 , in °C.

Die Ausdrücke $e_{precool,m}$ und $\theta_{precool,ref,max,m}$ werden in den folgenden Abschnitten für zwei unterschiedliche Technologien behandelt.

Für andere Technologien muss $r_{precool,zone\ z,m}$ nach den vom Minister festgelegten Vorgaben bestimmt werden.

B.2 Sole-Wasser-Wärmepumpe

Im Erdreich installierte Wärmepumpen werden zur Kühlung oder Erwärmung der Luft für die Gebäudelüftung verwendet (Vorkühlung oder Vorwärmung). Dabei wird die Wärmekapazität des Erdreichs als Quelle für die abzugebende Wärme genutzt. In ausreichender Tiefe ist die Temperatur des Erdreichs gleichbleibend stabil. Im Sommer bedeutet dies, dass die zugeführte Lüftungsluft gekühlt werden kann; im Winter kann sie erwärmt werden. Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen wird das Wasser durch Rohre geleitet, die über einen Sammler an eine Luftbatterie angeschlossen sind. Das Wasser, das durch die Pumpe fließt, wird durch die Rohre umgewälzt und kühlt oder erwärmt die Luft.

B.2.1 Wirkungsgrad $e_{precool,m}$ des Vorkühlsystems

Für Sole-Wasser-Wärmepumpen beträgt der Standardwert:

Gl. 173 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$w_{soil/water,m}$ der monatliche Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Sole-Wasser-Wärmepumpe (-):

Gl. 174 wenn $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$, dann gilt $w_{soil/water,m} = 0$

wenn $0 < \theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$, dann gilt $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

wenn, $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} > 2$ dann gilt $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

wobei gilt:

$\theta_{e,heat,m}$ die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C gemäß **Error! Reference source not found.**;

$\theta_{soil,m}$ die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs in °C, bestimmt in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen gemäß § B.2.2:

B.2.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$

Die Bezugstemperatur zur Bestimmung der Leistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe ergibt sich wie folgt:

Gl. 346 $$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt} \cdot \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\,f}}{1160 \dot{V}_W} \cdot \theta_{e,V,cool,m}\right)}{\left(1 - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\,f}}{1160 \dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt} - 1}\right)} \quad (°C)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung, die die Sole-Luft-Wärmepumpe im Funktionsbereich durchquert, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt;

$\dot{V}_w$ die Förderleistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe in m³/h;

e_{wt} der Wirkungsgrad der Sole-Luft-Wärmepumpe, wie unten bestimmt

$\theta_{soil,m}$ die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs in ° C, definiert in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen wie unten angegeben;

$\theta_{e,V,cool,m}$ der konventionelle Berechnungswert für die Außenlufttemperatur für die Hygienelüftung für die Kühlungsberechnungen in °C, bestimmt nach Tabelle [45];

Es muss die Summe über alle Funktionsbereiche gebildet werden, die von der Sole-Luft-Wärmepumpe versorgt werden.

Bei der Bestimmung der mittleren monatlichen Temperatur im Erdreich $\theta_{soil,m}$ ist zwischen horizontalen und vertikalen Rohrleitungen zu unterscheiden:

- horizontale Rohrleitungen: die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs der Tabelle [38] entnehmen.
- vertikale Rohrleitungen: die mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs ist mit folgender Formel zu bestimmen:

Gl. 176
$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot \left(L_{soil/water} - 4\right)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

Dabei ist:

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$ $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4\ m,m}$ $\theta_{soil,5m,m}$ die monatliche durchschnittliche Bodentemperatur in °C auf jeweils 1, 2, 3, 4 und 5 m Tiefe gemäß Tabelle [38];

$L_{soil/water}$ die maximale Tiefe der Rohrleitung im Erdreich in m.

Tabelle [38]: Durchschnittliche Bodentemperatur zur Bestimmung von $\theta_{soil,m}$

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Für dazwischen liegende Tiefen werden die Werte der Tabelle interpoliert.

Der Wirkungsgrad der Sole-Wasser-Wärmepumpe ergibt sich aus:

Gl. 177 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 . \dot{V}_W}}$$ (-)

Dabei ist:

α_{wt}	der Wärmetransferkoeffizient der Rohrleitungen in der Sole-Wasser-Wärmepumpe in W/(m².K), ermittelt wie nachstehend bestimmt;
A_{wt}	die Austauschfläche der Rohrleitungen in m², wie nachstehend bestimmt;
$\dot{V}_W$	Förderleistung der Sole-Wasser-Wärmepumpe in m³/h

Der Wärmetransferkoeffizient der Rohrleitungen α_{wt} wird wie folgt ermittelt:

Gl. 178 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube} \right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) \right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1}$$

W/(m².K))

Dabei ist:

α_i	der Wärmeübergangskoeffizient in der Rohrleitung der Wärmepumpe für die Vorkühlung in W/(m².K), wie nachstehend bestimmt;
t_{soil}	die Dicke des Bodenkörpers um die betreffende Rohrleitung herum in m, ermittelt wie unten angegeben;
D_{tube}	der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;
t_{tube}	die Wandstärke der Rohrleitung in m;
λ_{tube}	die Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung in W/(m.K);
λ_{soil}	die Wärmeleitfähigkeit des Bodens in W/(m.K), wird mit 2 veranschlagt.

Der interne Wärmeübergangskoeffizient ergibt sich wie folgt:

- für Wasser:

Gl. 179 $$\alpha_i = 0{,}58 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

- für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

Gl. 180 $$\alpha_i = 0{,}43 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

Dabei ist:

Gl. 181 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5 \right)^{1/5}$$ (-)

Gl. 182
$$Nu_{lam} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$ (-)

Dabei ist:

Gl. 183
$$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$ (-)

Dabei ist:

Gl. 184
$$f_{turb} = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2}$$ (-)

Dabei ist:

- für Wasser:

Gl. 185
$$Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 7

- für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

Gl. 186
$$Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 12,5

Die Dicke des Bodenkörpers t_{soil} um die jeweilige Rohrleitung herum ergibt sich wie folgt:

Gl. 187
$$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ wenn } p_{tube} - D_{tube} < 0,5$$

$$t_{soil} = 0,25 \text{ wenn } p_{tube} - D_{tube} \geq 0,5$$ (m)

Dabei ist:

p_{tube} der Abstand zwischen parallel geführten Rohrleitungen in m;

D_{tube} der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;

Die Austauschfläche der Rohrleitungen A_{wt} ergibt sich wie folgt:

Gl. 188
$$A_{wt} = \pi \cdot D_{tube} \cdot L_{tube} \cdot n_{tube}$$ (m²)

D_{tube} der Innendurchmesser der Rohrleitung in m;

L_{tube} die Länge der Rohrleitung in m;

n_{tube} die Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen, (-).

B.3 Kühlung durch Verdunstung

Die Kühlung durch Verdunstung (oder adiabatische Kühlung) besteht im Prinzip aus einer Methode, bei der die Luft der Lüftung eines Gebäudes durch Einspritzen von Wasser gekühlt wird. Von dieser Technologie gibt es zahlreiche Varianten, mit diversen Vorbehandlungen und Rückgewinnungsmethoden. Die Leistung von Kühlsystemen durch Verdunstung schwankt sehr stark und hängt von der Konzeption der Anlage ab.

Wird zur Befeuchtung der Zuluft oder der Abluft normales Wasser verwendet, kann folgende Methode angewandt werden.

Bei allen anderen Systemen, die komplexer sind, muss der Faktor $r_{precool,zone\ z,m}$ anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

B.3.1 Wirkungsgrad eprecool,m des Vorkühlsystems

Bei Kühlung durch Verdunstung beträgt der Standardwert für den Wirkungsgrad:

Gl. 189 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

Dabei ist:

$w_{evap,m}$ der monatliche Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung (-):

Gl. 190 wenn $Q_{cool,net,m} \leq 0$, dann gilt $w_{evap,m} = 0$

wenn $Q_{cool,net,m} > 0$, dann gilt $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

wobei gilt:

Gl. 191 $Q_{cool,net,m} = \sum Q_{cool,net,sec\,l,m}$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{cool,net,seci,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung einer Energiezone i in MJ, ermittelt ohne Berücksichtigung des Kühlsystems durch Verdunstung.

Es muss die Summe aller Energiezonen l der EEN-Einheit gebildet werden, die mit der Verdunstungskühlung verbunden sind.

B.3.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung θprecool,ref,max,m

Wird die Zuluft oder die Abluft mit normalem Wasser befeuchtet, so ist die Bezugstemperatur die Feuchttemperatur des betreffenden Luftstroms. Der Standardwert von $\theta_{precool,ref,max,m}$ entspricht der durchschnittlichen monatlichen Feuchttemperatur nach Tabelle [39].

Tabelle [39]: Durchschnittliche monatliche Feuchttemperatur (°C)

Jan	Feb	Mä	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Bestimmung des Referenzwerts für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch

C.1 Einführung

Bei der Bestimmung des Referenzwerts für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch werden im Großen und Ganzen die gleichen Berechnungsgrundsätze befolgt wie bei der Bestimmung des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchs. Daher folgt dieser Anlage der gleichen Struktur wie der Haupttext und legt den endgültigen Referenzwert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch im letzten Absatz dieser Anlage fest, siehe § C.5.1.

C.2 Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung und Befeuchtung

C.2.1 Referenzwert für die Innentemperatur für Heiz- und Kühlberechnungen und Intermittenz

C.2.1.1 Kontinuierliches Heizen

Für Funktionsbereiche, die eine dieser Funktionen haben:

- Unterkunft;
- Gesundheitspflege - mit nächtlicher Beschäftigung;
- Gesundheitsversorgung - Operationssaal;
- Sportanlagen - Sporthalle / Turnhalle;

haben wir:

Gl. 192 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.2 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C.

C.2.1.2 Quasi kontinuierliches Heizen

C.2.1.2.1 Geringe Trägheit

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.1fallen, wird für die Bestimmung des Referenzwertes intermittierendes Heizen als kontinuierliches Heizen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht gering ist, d. h. wenn:

Gl. 194 $\tau_{heat,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

dann haben wir:

Gl. 195 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

wobei gilt:

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Zeitkonstante für die Heizung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.2, in Std.;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.2 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C.

C.2.1.2.2 *Hohe Trägheit*

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.1fallen, wird für die Bestimmung des Referenzwertes intermittierendes Heizen als kontinuierliches Heizen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht hoch ist, d. h. wenn:

Gl. 197 $\tau_{heat,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)(-)

dann haben wir:

Gl. 198 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

wobei gilt:

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Zeitkonstante für die Heizung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.2, in Std.;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.2 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C.

C.2.1.3 ***Intermittierendes Heizen***

Für Funktionsbereiche, die nicht durch §C.2.1.1 abgedeckt sind und für die keine der Bedingungen von § C.2.1.2.1 (Gl. 194) oder § C.2.1.2.2 (Gl. 197) erfüllt ist, gilt

Gl. 379

$$\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left(\frac{(\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot}{\log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f,ref}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}}\right]} \right) \quad (-)$$

wobei gilt:

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.2 zur Bestimmung der monatlichen Wärmeverluste für Transmission und Lüftung verwendet wird, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt, in °C;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Zeitkonstante für die Heizung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.2, in Std.;

C.2.1.4 *Kontinuierliches Kühlen*

Für Funktionsbereiche, die eine dieser Funktionen haben:

- Unterkunft;
- Gesundheitspflege - mit nächtlicher Beschäftigung;
- Gesundheitsversorgung - Operationssaal;

haben wir:

Gl. 347

$$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

Gl. 348

$$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1 \quad (-)$$

wobei gilt:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Auslegungsinnentemperatur in °C für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.3 für die Bestimmung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

C.2.1.5 *Quasi kontinuierliches Kühlen*

C.2.1.5.1 *Geringe Trägheit*

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.4fallen, wird für die Bestimmung des Referenzwertes intermittierendes Kühlen als kontinuierliches Kühlen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht gering ist, d. h. wenn:

Gl. 349 $$\tau_{cool,int,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$$ (h)

dann haben wir:

Gl. 350 $$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$$ (°C)

Gl. 351 $$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$$ (-)

Dabei ist:

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$	der Referenzwert der Zeitkonstante für die Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f, der wie unten angegeben in Std. bestimmt wird;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	die kürzeste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur in °C für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.3 für die Bestimmung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

Der Referenzwert für die Zeitkonstante zur Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f wird wie folgt berechnet:

Gl. 352 $$\tau_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}\right)}$$ (h)

wobei gilt:

$C_{fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.8, in kJ/K;
$H_{T,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.4, in W/K;
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Wärmeübergangskoeffizient für Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach § C.2.5.2, in W/K.

C.2.1.5.2 *Hohe Trägheit*

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.4fallen, wird für die Bestimmung des Referenzwertes intermittierendes Kühlen als kontinuierliches Kühlen betrachtet, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs recht hoch ist, d. h. wenn:

Gl. 353 $\tau_{cool,int,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

dann haben wir:

Gl. 354 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Gl. 355 $a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

Dabei ist:

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$	der Referenzwert der Zeitkonstante für die Berechnung des Intermittenzniveaus für die Kühlung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.1.5.1, in Std.;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	die längste Zeit, in der der Funktionsbereich f nicht besetzt ist, wie in Tabelle [5] aufgeführt, in Std.;
$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur in °C für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.3 für die Bestimmung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).

C.2.1.6 ***Intermittierendes Kühlen***

Für Funktionsbereiche, die nicht durch § C.2.1.4 abgedeckt sind und die eine mittlere Trägheit aufweisen, d. h., wenn keine der Bedingungen von § C.2.1.5.1 (Gl. 349) oder § C.2.1.5.2 (Gl. 353) erfüllt sind, gilt:

Gl. 356 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

und:

Gl. 357 $a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \max\left[f_{cool,fct\ f}; 1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,ref}}\right) \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \cdot 2870\left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right]$ (-)

Dabei ist:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Innentemperatur in °C für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, der in § C.2.3 für die Bestimmung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, (-).
$f_{cool,fctf}$	der Bruchteil der Anzahl der Belegungstage pro Woche, an denen der Funktionsbereich f auf die Solltemperatur (ohne Reduktion) gekühlt wird. Dieser Bruchteil ist gleich der Anzahl der Tage pro Woche, an denen die Person nach ihrer Zuordnung beschäftigt ist, wie in Tabelle [2] angegeben, geteilt durch 7, (-);
$\tau_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], in Std.;
$\tau_{cool,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die Zeitkonstante für die Kühlung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.3, in Std.;
$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis für die Kühlung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.3, (-).

C.2.2 Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für Heizung

Der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Heizung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 380 $$Q_{heat,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{heat,net,sec\ i,m,ref}$	der Referenzwert für den Nettoeenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Energiezone i für den Monat m in MJ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für die Heizung des Funktionsbereichs f für den Monat m unter Berücksichtigung der Intermittenz, der wie folgt in MJ bestimmt wird.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der Energiezone i gebildet werden.

Besonderheit der Funktion „Technische Räume“: der Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, wird das ganze Jahr über als null angenommen.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, wird in den Monaten Juli und August als null betrachtet.

Der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Heizung unter Berücksichtigung der Intermittenz ist für jeden Funktionsbereich wie folgt zu bestimmen:

Gl. 405 Wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ größer oder gleich 2,5, oder kleiner als 0 ist, gilt: $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0$

(MJ)

Wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ kleiner als 2,5 und größer oder gleich 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Ausnahme: wenn $Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$ null ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

Gl. 205 $$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 206 $$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f, wie nachfolgend bestimmt, (-);
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den Nettoenergiebedarf in MJ für die Heizung des Funktionsbereichs f unter Berücksichtigung der Intermittenz im Monat m;
$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Wärmeverlust durch Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, in MJ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Nutzungsgrad der Wärmegewinne des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, wie nachstehend bestimmt, (-);
$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, in MJ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Transmissionswärmeverlust des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;
$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;
$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, bestimmt nach § C.2.6, in MJ;
$Q_{s,heat,fct\ f,m}$	der Referenzwert für den monatlichen Solarwärmegewinn des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, bestimmt nach § C.2.7, in MJ;

und:

Gl. 207 $$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 208 $$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} = H_{V,heat,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$H_{T,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.4, in W/K;

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, bestimmt nach § C.2.5.1, in W/K;
$\theta_{i,heat,fct\ f,\ ref}$	der Referenzwert für die Berechnungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f zur Bestimmung des Energiebedarfs für die Heizung, bestimmt nach § C.2.1, in °C;
$\theta_{e,heat,m}$	die mittlere Außentemperatur eines Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in °C;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Man berechnet den Referenzwert des Nutzungsgrads für die Heizung pro Funktionsbereich und Monat, $\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$, wie folgt:

Gl. 209 Wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} \neq 1$: $\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}}}{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}+1}}$ (-)

wenn $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = 1$: $\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{a_{ref}}{a_{ref}+1}$ (-)

wobei der Referenzwert des monatlichen Gewinn-Verlust-Verhältnisses pro Funktionsbereich und Monat, $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$, wie folgt definiert wird:

Gl. 210 $$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}}{Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}}$$ (-)

und wobei der Referenzwert des numerischen Parameters a, der sich auf den Funktionsbereich f bezieht, gegeben ist durch:

Gl. 211 $$a_{ref} = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,fct\ f,ref}}{\tau_{0,heat}}$$ (-)

mit, als Bezugswert für die Zeitkonstante für die Heizung des Funktionsbereichs f, $\tau_{heat,fct\ f,ref}$, in Std.:

Gl. 212 $$\tau_{heat,fct\ f,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,heat,fct\ f,ref}\right)}$$ (h)

wobei gilt:

$a_{0,heat}$	eine Konstante, die in Tabelle [3] aufgeführt ist, (-);
$\tau_{0,heat}$	eine Konstante, die in Tabelle [3] aufgeführt ist, in Std.;
$C_{fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.8, in kJ/K;
$H_{T,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, bestimmt nach dem§ C.2.4, in kJ/K;

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, bestimmt nach § C.2.5.1, in kJ/K;

C.2.3 Referenzwert für den Nettoenergiebedarf für die Kühlung

Der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 213 $$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref}$ der Referenzwert für den Nettobedarf an Kühlenergie der Energiezone i für den Monat m in MJ;

$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den Nettobedarf an Kühlenergie für den Funktionsbereich f für den Monat m, wie nachstehend bestimmt, in MJ.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der Energiezone i gebildet werden.

Besonderheit der Funktionen „Sauna/Schwimmbad“ und „Technische Räume“: der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung von Funktionsbereichen mit einer dieser Funktionen, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wird während des gesamten Jahres als null angesehen.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung von Funktionsbereichen mit dieser Funktion, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wird in den Monaten Juli und August als null angesehen.

Der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 406 Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = a_{cool,int,fct\ f,m,ref} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Ausnahme: Wenn $Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$ null ist, gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

Gl. 215 $$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 216 $Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$ (MJ)

wobei gilt:

$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für das monatliche Verlust-Gewinn-Verhältnis für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie nachstehend bestimmt;

$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung des Funktionsbereichs f, in MJ;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Intermittenz der Kühlung des Funktionsbereichs f, für den Monat m, bestimmt nach § C.2.1, (-).

$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für die monatlichen Wärmegewinne des Funktionsbereichs f durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung für Kühlberechnungen, in MJ;

$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nutzungsgrad für die Wärmeverluste des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, wie nachstehend bestimmt, (-);

$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Wärmeverlust durch Transmission und Lüftung des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, in MJ;

$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Wärmeverlust durch Transmission des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;

$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für Kühlungsberechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;

$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, bestimmt nach § C.2.6, in MJ;

$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen solaren Wärmegewinn des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, bestimmt nach § C.2.7, in MJ.

und:

Gl. 359 $Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,ref} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m$ (MJ)

Gl. 360 $Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ (MJ)

wobei gilt:

Gl. 361 $Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right) \right] \cdot t_m$ (MJ)

und wobei:

$H_{T,cool,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f für die Kühlungsberechnung, bestimmt nach dem § C.2.4, in W/K;

$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für die Auslegungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f für Kühlungsberechnungen, die wie unten angegeben bestimmt wird, in °C;

$\theta_{e,cool,m}$ die monatliche durchschnittliche Außentemperatur für die Kühlungsberechnung aus **Error! Reference source not found.**, in °C;

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, bestimmt nach le § C.2.5.2, in W/K;

$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$ der konventionelle Rechenwert für die Außenlufttemperatur für die Hygienelüftung für Kühlberechnungen, der jeweils $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ oder $\theta_{e,V,cool,night,m}$ beträgt, je nachdem, ob der Funktionsbereich f eine permanente, tageszeitliche oder nächtliche Belegung aufweist (siehe Tabelle [2]). Diese Werte sind in Tabelle [45] je nach Typ des Lüftungssystems definiert;

Für Funktionsbereiche mit Unterkunfts-, Büro- und Unterrichtsfunktion ist der Referenzwert für die monatliche Bemessungsinnentemperatur für Kühlberechnungen in Tabelle [46] enthalten. Für die Funktionsbereiche mit einer anderen Funktion wird diese Temperatur bestimmt durch:

Gl. 362 $$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,ref} \quad (°C)$$

wobei gilt:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für die Auslegungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f für aktive Kühlungsberechnungen, bestimmt nach § C.2.1, in °C.

Man berechnet den Referenzwert des Nutzungsgrads für die Kühlung pro Funktionsbereich und Monat, $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$, wie folgt:

Gl. 363 Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \geq 0$ und $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}}}{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}+1}} \quad (-)$$

Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{b_{m,ref}}{b_{m,ref} + 1}$ (-)

Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

wobei der Referenzwert des monatlichen Gewinn-Verlust-Verhältnisses pro Funktionsbereich $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ wie folgt definiert ist:

Gl. 220 $$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}}{Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}} \quad (-)$$

und wobei der Referenzwert des numerischen Parameters $b_{m,ref}$, der sich auf den Funktionsbereich f bezieht, gegeben ist durch:

Gl. 221

$$b_{m,ref} = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m,ref}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

mit als Referenzwert für die monatliche Zeitkonstante für die Kühlung des Funktionsbereiches f, $\tau_{cool,fct\ f,m,ref}$:

Gl. 364

$$\tau_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,cool,fct\ f,m,ref}\right)} \quad (h)$$

wobei gilt:

$b_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3] (-);
$\tau_{0,cool}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], in Std.;
$C_{fct\ f,ref}$	der Referenzwert für die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.8, in kJ/K;
$H_{T,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.4, in W/K;
$H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische Lüftung oder Öffnen von Fenstern des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie nachstehend bestimmt wird, in W/K.

Der Referenzwert für den monatlichen Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische Lüftung oder Fensteröffnung des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, $H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$, ist gegeben durch:

Gl. 365

$$H_{V,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m} \quad (W/K)$$

wobei gilt:

$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung des Funktionsbereichs f für die Kühlberechnungen, wie nachfolgend bestimmt, in MJ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] aufgeführt, in °C;
$\theta_{e,cool,m}$	die mittlere Außentemperatur eines Monats für die Kühlberechnungen, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in °C;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

C.2.4 Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission pro Funktionsbereich

Man bestimmt den Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission pro Funktionsbereich f wie folgt:

Gl. 223 $H_{T,fctf,ref} = H_{T,fctf,ref}^{constructions} + H_{T,fctf,ref}^{junctions}$ (W/K)

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Wände der Verlustfläche des Funktionsbereichs f, der wie folgt bestimmt wird, en W/K;

$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Bauknoten der Verlustfläche des Funktionsbereichs f, der wie folgt bestimmt wird, en W/K;

Man bestimmt den Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Wände des Funktionsbereichs f wie folgt:

Gl. 418 $H_{T,fctf,ref}^{constructions} = f_{form} \cdot \begin{pmatrix} 0,5 \cdot \left(A_{T,E,fct\ f} - A_{T,E,fct\ f,tr}\right) \\ +2 \cdot f_{tr,fctf} \cdot A_{T,E,fctf,tr} \end{pmatrix}$ (W/K)

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Wände der Verlustfläche des Funktionsbereichs f, der wie folgt bestimmt wird, en W/K;

f_{form} ein Faktor, der eine unterschiedlich geformte Effizienz für das geschützte Volumen berücksichtigt, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, wie unten bestimmt, (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[14].

$f_{tr,fctf}$ ein Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f berücksichtigt, wie unten bestimmt, (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz [14] berücksichtigt werden. Wände aus Glasbausteinen werden bei dieser Fläche nicht berücksichtigt.

Man berechnet den Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Bauknoten der Verlustfläche des Funktionsbereichs f wie folgt:

Gl. 225 $H_{T,fctf,ref}^{junctions} = f_{form} \cdot \Delta U_{ref} \cdot A_{T,E,fctf}$ (W/K)

wobei gilt:

[14] Daher werden nur Konstruktionen, die eine Trennung zwischen dem Funktionsbereich f und angrenzenden beheizten Räumen darstellen, nicht zur Bestimmung von $A_{T,E,fct\ f,op}$, $A_{T,E,fct\ f,tr}$, $A_{T,E,fct\ f}$ und $A_{T,E,vol}$ berücksichtigt.

Gl. 226 wenn $C \leq 1$: $\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{100}$ (W/(m².K))

wenn $1 < C < 4$: $\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref} \cdot (C + 2)}{300}$ (W/(m².K))

wenn $4 \leq C$: $\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{50}$ (W/(m².K))

und:

Gl. 403 $C = \frac{V_{EPN}}{A_{T,E,EPN}}$ (m)

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Transmission durch die Bauknoten der Verlustfläche des Funktionsbereichs f, der wie folgt bestimmt wird, en W/K;

f_{form} ein Faktor, der eine unterschiedlich geformte Effizienz für das geschützte Volumen berücksichtigt, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, wie unten bestimmt, (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz [14] berücksichtigt werden.

ΔU_{ref} der Referenzwert für den Zuschlag auf den Wärmetransferkoeffizienten aller Wände der EEN-Einheit, in der sich der Funktionsbereich f befindet, um den Einfluss der Bauknoten zu berücksichtigen, in W/(m².K);

ΔB_{ref} der Referenzwert für den Zuschlag auf den Gesamtdämmwert der EEN-Einheit, in der sich der Funktionsbereich f befindet, um den Einfluss der Bauknoten zu berücksichtigen, ist gleich 3, (-);

C die Kompaktheit der EEN-Einheit, in der sich der Funktionsbereich f befindet, in m;

V_{EPN} das Volumen der EEN-Einheit, in der sich der Funktionsbereich f befindet, in m³;

$A_{T,E,EPN}$ die Gesamtfläche aller Wände, die die EEN-Einheit umschließen, in der sich der Funktionsbereich f befindet und durch die bei der Bestimmung der Gesamtenergieeffizienz [14] Transmissionsverluste berücksichtigt werden, in m².

Man berechnet den Faktor, der eine anders geformte Wirksamkeit berücksichtigt, f_{form}, wie folgt:

Gl. 228 $f_{form} = \min\left[1; \frac{12}{A_{T,E,vol}} \cdot \left(V_{vol}\right)^{2/3}\right]$ (-)

Dabei ist:

f_{form} ein Faktor, der eine unterschiedlich geformte Effizienz für das geschützte Volumen berücksichtigt, in dem sich der Funktionsbereich f befindet (-);

$A_{T,E,vol}$ die Gesamtfläche aller Wände, die das geschützte Volumen umschließen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, und durch die bei der Bestimmung der Gesamtenergieeffizienz [14] die Transmissionsverluste berücksichtigt werden, in m²;

V_{vol} das Volumen des geschützten Volumens, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, in m³.

Man berechnet den Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f, $f_{tr,fct\ f}$, berücksichtigt, wie folgt:

Gl. 229 Wenn $A_{T,E,fct\ f,tr}$ gleich 0 ist, gilt: $f_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Wenn $A_{T,E,fct\ f,tr}$ größer als 0 ist, gilt:

$$f_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) + 0,25 \cdot \left[1 - \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right)\right] \quad (-)$$

wobei gilt:

Gl. 230 $A_{T,E,fctf,tr,ref} = 0,30 \cdot A_{f,fctf}$ (m²)

Dabei ist:

$f_{tr,fctf}$ ein Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f berücksichtigt (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ der Referenzwert der Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich f umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden.

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz [14] berücksichtigt werden. Wände aus Glasbausteinen werden bei dieser Fläche nicht berücksichtigt;

$A_{f,fct\ f}$ die Nutzungsfläche des Funktionsbereichs f in m².

C.2.5 Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung und In-/Exfiltration pro Funktionsbereich

C.2.5.1 Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich

Man berechnet den Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wie folgt:

Gl. 231 $H_{V,heat,fct\ f,ref} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ (W/K)

Dabei ist:

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, in W/K;

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für In-/Exfiltration für die Heizberechnungen des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.5.1.1, in W/K;

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung des Funktionsbereichs f, bestimmt nach § C.2.5.1.2, in W/K.

C.2.5.1.1 *Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für In-/Exfiltration für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich*

Man berechnet den Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wie folgt:

Gl. 232 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} = 0,16 \cdot f_{form} \cdot A_{T,E,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

Dabei ist:

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für In-/Exfiltration des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, in W/K;

f_{form} ein Faktor, der eine unterschiedlich geformte Effizienz für das geschützte Volumen berücksichtigt, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, wie in § C.2.4 bestimmt (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz [14] berücksichtigt werden (siehe auch § C.2.4).

C.2.5.1.2 *Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich*

Der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung für die Heizberechnungen pro Funktionsbereich wird wie folgt berechnet:

Gl. 233 $$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \dot{V}_{hyg,min,rmr} + 0,22 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \left(\dot{V}_{hyg,rm\ r} - \dot{V}_{hyg,min,rm\ r}\right) \quad \text{(W/K)}$$

Dabei ist:

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ der Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung des Funktionsbereichs f für die Heizberechnungen, in W/K;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7]aufgeführt, (-);

$\dot{V}_{hyg,min,rmr}$ der minimale Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung des Raums r gemäß Anlage C.3 zu diesem Erlass, der dem geforderten Auslegungsvolumenstrom entspricht, unter der Annahme, dass Rauchen verboten und das Gebäude schadstoffarm ist, in m³/h, gerundet auf die nächste Einheit. Für einen Sonderraum gemäß § 6.3 der Anlage C.3 zu diesem Erlass, wodurch $\dot{V}_{hyg,min,rm\ r}$ dann gleich $\dot{V}_{hyg,rm\ r}$ ist;

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ der Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung des Raums r, für den die Anlage ausgelegt ist, in m³/h, auf ganze Zahlen gerundet.

Wenn der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung in einem Raum unter dem Mindestwert gemäß Anlage C.3 dieses Erlasses liegt, wird $H_{V,ref}$ mit dem geforderten Mindestdurchsatz berechnet. Diese Regel gilt jedoch nicht für die in § 6.3 der Anlage C.3 zu diesem Erlass genannten Sonderräume.

Es muss eine Summe über alle Räume r des Funktionsbereichs f gebildet werden.

C.2.5.2 *Referenzwert für den Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung für die Kühlberechnungen pro Funktionsbereich*

Der Referenzwert für den monatlichen Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f wird wie folgt berechnet:

Gl. 235 $$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_{r} \dot{V}_{hyg,rm\ r}$$ (W/K)

Dabei ist:

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Wärmetransferkoeffizienten für Hygienelüftung für die Kühlberechnungen des Funktionsbereichs f, in W/K;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7]aufgeführt, (-);

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ der Auslegungsvolumenstrom der Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung des Raums r, für den die Anlage ausgelegt ist, in m³/h, auf ganze Zahlen gerundet.

Wenn der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung in einem Raum unter dem Mindestwert gemäß Anlage C.3 dieses Erlasses liegt, wird $H_{V,ref}$ mit dem geforderten Mindestdurchsatz berechnet. Diese Regel gilt jedoch nicht für die in § 6.3 der Anlage C.3 zu diesem Erlass genannten Sonderräume.

Es muss eine Summe über alle Räume r des Funktionsbereichs f gebildet werden.

C.2.6 Referenzwert für die interne Wärmeerzeugung

Der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heiz- und Kühlberechnungen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 236 $$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} \cdot t_m$$ (MJ)

Gl. 237 $$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

Gl. 238 $$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,8 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

Gl. 239 $$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,6 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

wobei gilt:

$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Heizberechnungen, in MJ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für Kühlberechnungen, in MJ;
$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den mittleren Wärmestrom aufgrund der internen Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen, in W;
$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	Referenzwert für den mittleren Wärmestrom aufgrund der internen Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f für Kühlberechnungen, in W;
$q_{i,pers,fct\ f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung im Funktionsbereich f, die sich aus den Personen ergibt, wie in Tabelle [8] aufgeführt, in W/Person;
$f_{real,fct\ f}$	das konventionelle Verhältnis zwischen der durchschnittlichen tatsächlichen Belegung während der Nutzungszeiten und der maximalen Auslegungsbelegung des Funktionsbereichs f gemäß Tabelle [8], (-);
$f_{pres,fct\ f}$	der konventionelle Zeitanteil, während dessen sich Personen im Gebäude aufhalten, wie in Tabelle [2] aufgeführt, (-);
$n_{design,fct\ f}$	die Anzahl der Personen, die sich im betreffenden Funktionsbereich f gemäß der maximalen Belegung aufhalten, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);
$q_{i,app,fct\ f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung im betreffenden Funktionsbereich f, die sich aus der Ausrüstung ergibt, übernommen in Tabelle [8], in W/m²;
$A_{f,fct\ f}$	die Nutzungsfläche des betreffenden Funktionsbereichs f in m²;
$W_{light,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatliche interne Wärmeerzeugung im betreffenden Funktionsbereich f durch die Beleuchtung, bestimmt nach § C.4, in kWh;
$W_{fans,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die interne Wärmeerzeugung im betreffenden Funktionsbereich f, die von den Lüftern geliefert wird, in kWh, bestimmt nach § C.3.1;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

C.2.7 Referenzwert für solare Wärmegewinne

Der Referenzwert für die monatlichen solaren Wärmegewinne pro Funktionsbereich f für Heizungsberechnungen $Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ und für Kühlungsberechnungen $Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$ wird wie folgt bestimmt:

Gl. 240

$$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fct\ f} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 241

$$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fctf} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatlichen solaren Wärmegewinne pro Funktionsbereich f für Heizberechnungen, in MJ;
$f_{tr,fct\ f}$	ein Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f berücksichtigt, wie unten bestimmt, (-);
$g_{fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den durchschnittlichen monatlichen Sonnenfaktor der transparenten Wände des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung des Einflusses von Sonnenschutzvorrichtungen, wie in Tabelle [41] aufgeführt, (-);
$F_{c,fct\ f,ref}$	der Referenzwert für den Mittelwert der Reduktionsfaktoren für Sonnenschutz an transparenten Wänden im Funktionsbereich f, ohne Berücksichtigung der Auswirkungen von Sonnenschutzvorrichtungen, wie in Tabelle [41] aufgeführt, (-);
$a_{c,m,j,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Nutzungsfaktor des Sonnenschutzes der transparenten Wand j, bestimmt nach Tabelle [9] für eine manuelle Bedienung, (-);
$A_{tr,d,j}$	die Fläche der Lichtöffnung der durchsichtigen Wand j, in m²;
$I_{s,m,j,shad,ref}$	der Referenzwert für die Sonneneinstrahlung auf die transparente Wand j für den betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Abschattung durch feste Hindernisse, bestimmt nach Anlage C der Anlage A.1 zu diesem Erlass, in MJ/m² und unter Berücksichtigung der Standardwerte für die Abschattungswinkel, wie sie in § C.2.4 der Anlage A.1 zu diesem Erlass vorgesehen sind;
$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für die monatlichen solaren Wärmegewinne pro Funktionsbereich f für Kühlberechnungen, in MJ.

Es muss eine Summe über alle transparenten Wände des Funktionsbereichs f gebildet werden, mit Ausnahme der Wände aus Glasbausteinen.

Tabelle [41]: Werte für $F_{c,fctf,ref}$ et $g_{fctf,ref}$

Funktionen		**$F_{c,fctf,ref}$ (-)**	**$g_{fctf,ref}$ (-)**
Unterkunft		0,90	0,41
Büros		0,90	0,27
Unterricht		0,90	0,44
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	0,90	0,41
	ohne nächtliche Beschäftigung	0,90	0,41
	Operationssaal	0,90	0,44
Versammlung	Hohe Belegung	0,90	0,44
	Geringe Belegung	0,90	0,44
	Cafeteria / Mensa	1,00	0,44
Küche		1,00	0,41
Handel / Dienstleistungen		1,00	0,47
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	1,00	0,44
	Fitness / Tanz	1,00	0,44
	Sauna / Schwimmbad	1,00	0,44
Technische Räume		1,00	0,41
Gemeinschaftsräume		1,00	0,44
Sonstiges		0,90	0,44
Unbekannt		0,90	0,44

Man bestimmt den Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f, $f_{tr,fct\ f}$, berücksichtigt, wie folgt:

Gl. 242 Wenn $A_{T,E,fct\ f,tr}$ gleich 0 ist, gilt: $f'_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Wenn $A_{T,E,fct\ f,tr}$ größer als 0 ist, gilt:

$$f'_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{tr,fct\ f}$ ein Faktor, der einen unterschiedlichen Anteil an transparenten Wänden im Funktionsbereich f berücksichtigt (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ der Referenzwert für die Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich f umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden, wie in § C.2.4 bestimmt, in m².

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ die Gesamtfläche aller durchsichtigen Wände in m², die den Funktionsbereich umschließen und deren Verluste durch Transmission bei der Bestimmung der Energieeffizienz [14] berücksichtigt werden. Wände aus Glasbausteinen werden bei dieser Fläche nicht berücksichtigt.

C.2.8 Referenzwert für die effektive Wärmekapazität

Der Referenzwert für die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f, $C_{fct\ f,ref}$, in kJ/K, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 243 $$C_{fct\ f,ref} = 110 \cdot A_{f,fct\ f} \quad \text{(kJ/K)}$$

wobei gilt:

$C_{fct\ f,ref}$ der Bezugswert für die effektive Wärmekapazität des Funktionsbereichs f in kJ/K;

$A_{f,fct\ f,}$ die Nutzungsfläche von Bereich j des Funktionsbereichs f, in m².

C.2.9 Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Luftbefeuchtung

Wenn die Gebäudeinstallationen Vorrichtungen zur Befeuchtung der für die EEN-Einheit (oder einen Teil davon) bestimmten Außenluft umfassen, ist der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf eines Geräts j zur Befeuchtung gegeben durch:

Gl. 244 $$Q_{hum,net,j,m,ref} = 2,5 \cdot \sum_{f} X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply,j,fct\ f,design} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{hum,net,j,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Geräts j in MJ;

$X_{h,fct\ f,m}$ die monatliche Feuchtigkeitsmenge, die pro Einheit der zugeführten Luftmenge für den Funktionsbereich f zu liefern ist, in kg.h/m³, aufgeführt in

Tabelle [14];

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$ der Auslegungsvolumenstrom der Frischluft, die durch den Befeuchter j eintritt, für den Funktionsbereich f, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f gebildet werden, die vom Befeuchter versorgt werden.

C.2.10 Referenzwert für den Beitrag der monatlichen Verluste einer Zirkulationsleitung oder einer Combilus-Leitung zur Systemeffizienz

Der Referenzwert für den Beitrag der monatlichen Verluste einer Zirkulationsleitung oder einer Combilus-Leitung zur Systemeffizienz wird wie folgt bestimmt.

- Für Entnahmestellen, die an eine „Combilus“-Leitung angeschlossen sind, wird der Beitrag zur Systemeffizienz nach weiteren, vom Minister bestimmten Spezifikationen bestimmt.

- Für Entnahmestellen, die an eine Zirkulationsleitung angeschlossen sind, die mindestens eine Entnahmestelle in einer EEW-Einheit, einer Wohneinheit, die keine EEW-Einheit ist, oder einem Funktionsbereich mit der Funktion „Unterkunft“, „Gesundheitsfürsorge mit nächtlicher Belegung“, „Sporthalle / Turnhalle“, „Fitness / Tanz“ oder „Sauna / Schwimmbad“ versorgt, gilt:
  - für eine Dusche oder Badewanne i:

Gl. 366

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = 1{,}05 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - für eine Küchenspüle j:

Gl. 367

$$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = 1{,}20 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - für eine weitere Warmwasserentnahmestelle I:

Gl. 368

$$\eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1{,}60 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

- Für die anderen Entnahmestellen gilt:

Gl. 248

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = \eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1$$

Dabei ist:

$Q_{water\ out,circ\ k,m}$	die von der Zirkulationsleitung k an die angeschlossenen Entnahmestellen gelieferte Wärme, wie in Anlage A.1 § 9.3.2.2 bestimmt;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.
$l_{circ\ k,l}$	die Länge des Segments l der Zirkulationsleitung k in m;
$\theta_{amb,m,j}$	die monatlich durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments j, bestimmt in § 9.3.2.2 der Anlage A.1 in °C:
$R_{l,j,ref}$	der Referenzwert für den linearen Wärmewiderstand des aus Tabelle [42] übernommenen Leitungssegments j in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des nicht isolierten Segments $D_{i,j}$, in m.K/W.

Es muss eine Summe über alle Segmente j der Zirkulationsleitung k gebildet werden.

Tabelle [42]: Referenzwert für den linearen Wärmewiderstand $R_{l,j,ref}$ in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des nicht isolierten Segments $D_{i,j}$

$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)
≤ 0,0172	5,21	≤ 0,0603	3,15	≤ 0,2191	1,61
≤ 0,0213	4,81	≤ 0,0761	2,84	≤ 0,2730	1,40
≤ 0,0269	4,42	≤ 0,0889	2,62	≤ 0,3239	1,26
≤ 0,0337	4,05	≤ 0,1143	2,31	≤ 0,3556	1,18
≤ 0,0424	3,69	≤ 0,1397	2,08	> 0,3556	1,08
≤ 0,0483	3,48	≤ 0,1683	1,87		

C.3 Referenzwert für den Hilfsenergieverbrauch von Lüftern und Pumpen

C.3.1 Referenzwert für den Stromverbrauch von Lüftern, die der Lüftung und der Zirkulation zugeordnet sind

Der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch der Lüfter in der EEN-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 249 $$W_{fans,m,ref} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m,ref}$$ (kWh)

Gl. 250 $$W_{fans,fctf,m,ref} = 0,55 \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \frac{t_m}{3,6}$$ (kWh)

Dabei ist:

$W_{fans,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch der Lüfter in der EEN-Einheit in kWh;

$W_{fans,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch aller Lüfter im Funktionsbereich f in kWh;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich der Energiezone, nach den in § 5.6.2.2 angegebenen Grundsätzen ermittelt, in m³/h, auf die ganze Zahl gerundet;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ der konventionelle Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f für Heizberechnungen in Betrieb ist, wie in Tabelle [7]aufgeführt, (-);

t_m die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der EEN-Einheit gebildet werden.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch aller Lüfter, die in Funktionsbereichen f mit dieser Funktion eingesetzt werden, $W_{fans,fct\ f,m,ref}$, wird in den Monaten Juli und August als null angesehen.

C.3.2 Referenzwert für den Stromverbrauch für die Versorgung

Der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Versorgung in der EEN-Einheit, $W_{aux,dis,m,ref}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 369 $$W_{aux,dis,m,ref} = \frac{t_m}{7,2} \cdot \sum_j P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} + \frac{t_m}{3,6} \cdot \sum_l P_{pump,dis,instal,water,l,ref} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$	der Referenzwert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j, die zur Beheizung der betreffenden EEN-Einheit dient, wie in § C.3.2.1 in W definiert;
$P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$	der Referenzwert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe l für die Warmwasserversorgung in der betreffenden EEN-Einheit, wie in § C.3.2.2 in W definiert;
t_m	die Länge des betreffenden Monats, wie in **Error! Reference source not found.** aufgeführt, in Ms.

Es muss die Summe über alle Umwälzpumpen j gebildet werden, die der Beheizung der betreffenden EEN-Einheit dienen, sowie über alle Umwälzpumpen l, die der Warmwasserversorgung der EEN-Einheit dienen und mindestens eine Entnahmestelle in einer EEW-Einheit oder einem Funktionsbereich mit der Funktion „Unterkunft“, „Gesundheitsversorgung mit Nachtbelegung“, „Sporthalle / Turnhalle“, „Fitness / Tanz“ oder „Sauna / Schwimmbad“ versorgen.

Eine Umwälzpumpe in einer „Combilus“-Leitung gilt sowohl als Umwälzpumpe, die der Heizung dient, als auch als Umwälzpumpe, die der Warmwasserversorgung dient. Die Referenzwerte für die installierte Leistung der Umwälzpumpe in einer Combilus-Leitung $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$ und $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$ werden nach zusätzlichen Spezifikationen bestimmt, die vom Minister festgelegt werden.

C.3.2.1 *Referenzwert für die installierte Leistung einer Umwälzpumpe für Heizzwecke*

Der Referenzwert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j, die zur Beheizung der betreffenden EEN-Einheit dient, $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 370 $$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} = \mathrm{MAX}\left(70 \; ; \; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right) \quad \text{(W)}$$

Dabei ist:

$A_{f,sec\,i}$	die Nutzungsfläche der Energiezone i, in m².

Es muss die Summe über alle Energiezonen i gebildet werden, die von der Umwälzpumpe j versorgt werden.

Wenn eine Umwälzpumpe mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, muss der Referenzwert für die Leistung der Umwälzpumpe ($P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$) proportional auf diese EEN- und/oder EEW-

Einheiten aufgeteilt werden, und zwar auf der Grundlage des gesamten Bruttoenergiebedarfs für Heizzwecke dieser jeweiligen Einheiten.

Wenn eine Umwälzpumpe nur Funktionsbereiche mit der Funktion „technische Räume“ versorgt, dann wird $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$ als null angenommen. Wenn eine Umwälzpumpe nur Funktionsbereiche mit der Funktion „Unterricht“ oder der Funktion „technische Räume“ versorgt, dann muss die nach Gl. 370 berechnete Leistung mit dem Faktor 0,83 multipliziert werden.

C.3.2.2 *Referenzwert für die installierte Leistung einer Umwälzpumpe zur Verteilung von Warmwasser*

Der Bezugswert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe l zur Verteilung von Warmwasser in der betreffenden EEN-Einheit, $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 371 $$P_{pump,dis,instal,water,l,ref} = \mathrm{MAX}\left(25\ ;\ \frac{\sum_j l_{circ\ k,j}}{13{,}94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,January,j})}{R_{l,j,ref}}\right) \quad \text{(W)}$$

Dabei ist:

$l_{circ\ k,l}$ die Länge des Segments l der Zirkulationsleitung k in m;

$\theta_{amb,January,l}$ die durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments l im Monat Januar in °C, wie in § 9.3.2.2 der Anlage A.1 definiert;

$R_{l,j,ref}$ der Referenzwert für den linearen Wärmewiderstand des aus Tabelle [42] übernommenen Leitungssegments j in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des nicht isolierten Segments $D_{i,j}$, in m.K/W.

Es muss die Summe über alle Segmente j der Zirkulationsleitung k gebildet werden, die durch die Umwälzpumpe I versorgt werden.

Wenn eine Umwälzpumpe mehrere EEN- und/oder EEW-Einheiten versorgt, muss der Referenzwert für die Leistung der Umwälzpumpe ($P_{pumps,dis,instal,heat,l,ref}$) proportional auf diese EEN- und/oder EEW-Einheiten aufgeteilt werden, und zwar auf der Grundlage des gesamten Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser dieser jeweiligen Einheiten.

C.4 Referenzwert für den Energieverbrauch für Beleuchtung

Der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Beleuchtung der EEN-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 253 $$W_{light,m,ref} = \sum_f W_{light,fct\ f,m,ref} \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{light,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für Beleuchtung, in kWh;

$W_{light,fct\ f,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f in kWh, wie nachstehend bestimmt.

Es muss eine Summe über alle Funktionsbereiche f der EEN-Einheit gebildet werden.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Beleuchtung der Funktionsbereiche f mit dieser Funktion, $W_{light,fct\ f,m,ref}$, wird in den Monaten Juli und August als null angesehen.

Der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f wird wie folgt bestimmt:

Gl. 254 $$W_{light,fct\ f,m,ref} = \sum A_{f,rmr} \cdot p_{light,rmr,ref} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

wobei gilt:

$W_{light,fct\ f,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f, in kWh;
$A_{f,rm\ r}$	die Nutzungsfläche im Raum r in m²;
$p_{light,rmr,ref}$	der Referenzwert für die spezifische Leistung für die Beleuchtung im Raum r, wie unten bestimmt, in kW/m²;
$t_{day,fct\ f,m}$	die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat während der Tageszeit, die nach Funktionsbereich f bestimmt und in Tabelle [31] aufgeführt ist, in Std.;
$t_{night,fct\ f,m}$	die konventionelle Anzahl der Nutzungsstunden pro Monat während der Nachtzeit, die nach Funktionsbereich f bestimmt und in Tabelle [32] aufgeführt ist, in Std.;

Es muss eine Summe über alle Räume r des Funktionsbereichs f gebildet werden.

Man bestimmt den Bezugswert für die spezifische Leistung für die Beleuchtung im Raum r wie folgt:

Gl. 255 $$p_{light,rmr,ref} = \min\left[\frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot \frac{L_{rmr}}{100}; \frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot L_{fctf,ref}^{0,2} \cdot \frac{\left(L_{rmr}\right)^{0,8}}{100}\right] \quad \text{(kW/m²)}$$

wobei gilt:

$p_{light,rmr,ref}$	der Referenzwert für die spezifische Leistung für die Beleuchtung im Raum r, in kW/m²;
$\phi_{fctf,ref}$	der Referenzwert für die spezifische Leistung pro 100 lx im Funktionsbereich f, zu dem der Raum r gehört, wie in Tabelle [43] aufgeführt, in W/m²;
$L_{fct\ f,ref}$	der Bezugswert für die Beleuchtungsstärke im Funktionsbereich f, zu dem der Raum r gehört, wie in Tabelle [43] aufgeführt, in lx;
$L_{rm\ r}$	eine adimensionale Hilfsvariable für den Raum r, wie in § 9.2.1 oder § 9.3.1 bestimmt, (-).

Tabelle [43]: Werte für die Parameter $\phi_{fctf,ref}$ et $L_{fct\ f,ref}$ nach Funktion

Funktionen		$\phi_{fctf,ref}$ **(W/m²100 lx)**	$L_{fctf,ref}$ **(lx)**
Unterkunft		3,50	200
Büros		2,40	500
Unterricht		2,40	500
Gesundheitspflege	mit nächtlicher Beschäftigung	3,75	300
	ohne nächtliche Beschäftigung	3,75	300
	Operationssaal	3,50	1000
Versammlung	Hohe Belegung	3,50	200
	Geringe Belegung	3,50	200
	Cafeteria / Mensa	3,50	200
Küche		2,40	500
Handel / Dienstleistungen		3,60	500
Sportanlagen	Sporthalle / Turnhalle	3,50	300
	Fitness / Tanz	3,00	300
	Sauna / Schwimmbad	3,00	300
Technische Räume		2,50	200
Gemeinschaftsräume		2,50	300
Sonstiges		2,50	200
Unbekannt		3,00	200

C.5 Referenzwert für den Primärenergieverbrauch

C.5.1 Der Referenzwert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch

Der Referenzwert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch einer EEN-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 256
$$E_{charannprimencons,ref} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m,ref} + E_{p,cool,m,ref} + E_{p,water,m,ref} \\ + E_{p,aux,m,ref} + E_{p,light,m,ref} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ der Referenzwert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch in MJ;

$E_{p,heat,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für Heizzwecke, berechnet nach § C.5.2, in MJ;

$E_{p,cool,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für Kühlzwecke, berechnet nach § C.5.2, in MJ;

$E_{p,water,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung, berechnet nach § C.5.3, in MJ;

$E_{p,aux,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für Lüfter und Pumpen, berechnet nach § C.5.4, in MJ;

$E_{p,light,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung, berechnet nach § C.5.5, in MJ.

C.5.2 Referenzwert für den Primärenergieverbrauch für Heizung, Befeuchtung und Kühlung

Man bestimmt den Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch der EEN-Einheit für Heiz- und Kühlzwecke wie folgt:

Gl. 257 $$E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,net,j,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

und:

Gl. 258 $$E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$E_{p,heat,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Heizung der EEN-Einheit, in MJ;

$Q_{heat,net,seci,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Heizung (unter Berücksichtigung der Intermittenz) der Energiezone i, bestimmt nach § C.2.2, in MJ;

$Q_{hum,net,j,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Geräts j, bestimmt nach § C.2.9, in MJ;

$E_{p,cool,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Kühlung der EEN-Einheit, in MJ;

$Q_{cool,net,seci,m,ref}$ der Referenzwert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt nach dem § C.2.3, in MJ.

Es muss eine Summe über alle Energiezonen i und alle Luftbefeuchter j in der EEN-Einheit gebildet werden.

C.5.3 Referenzwert für den Verbrauch von Primärenergie für die Warmwasserbereitung

Der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 419

$$E_{p,water,m,ref} = \sum_i 2,20 \times \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{r_{water,bath\ i,net} \times \eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} + \sum_j 3,00 \times \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{r_{water,sink\ j,net} \times \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} + \sum_k 4,00 \times \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{r_{water,other\ k,net} \times \eta_{water,circ,other\ k,m,ref}} \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

$Q_{water,bath,\ i,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i, wie in § 5.10 bestimmt, in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens des Kaltwasserzulaufs zur Dusche oder Badewanne i durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, wie in § 5.10 bestimmt, (-);
$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}$	der Referenzwert für den Beitrag zum Systemwirkungsgrad der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung oder der Combilus-Leitung für die Dusche oder Badewanne i, wie in § C.2.10 bestimmt, (-);
$Q_{water,sink\ j,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser der Küchenspüle j, wie in § 5.10 bestimmt, in MJ;
$r_{water,sink\ j,net}$	der Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorwärmens des Kaltwasserzulaufs zur Küchenspüle j durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, wie in § 5.10 bestimmt, (-);
$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}$	der Referenzwert für den Beitrag zum Systemwirkungsgrad der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung oder der Combilus-Leitung für die Küchenspüle j, wie in § C.2.10 bestimmt, (-);
$Q_{water,other\ k,net,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasser einer anderen Entnahmestelle für Warmwasser k, wie in § 5.10 bestimmt, in MJ;
$r_{water,other\ k,net}$	ein Reduktionsfaktor für den Effekt der Vorwärmung des Kaltwasserzulaufs zur Entnahmestelle für heißes Wasser k durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, wie in § 5.10 bestimmt, (-);
$\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}$	der Referenzwert für den Beitrag zum Systemwirkungsgrad der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung oder der Combilus-Leitung für die andere Entnahmestelle für Warmwasser k, wie in § C.2.10 bestimmt, (-).

Es muss eine Summe über alle Duschen und Badewannen i, alle Küchenspülen j und alle anderen Warmwasserentnahmestellen k in der EEN-Einheit gebildet werden.

C.5.4 Referenzwert für den Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten

Der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten, $E_{p,aux,m,ref}$, wird wie folgt bestimmt

Gl. 374

$$E_{p,aux,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(W_{fans,m,ref} + W_{aux,dis,m,ref} + W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

wobei gilt:

f_p	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für Strom gemäß Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses, (-);
$W_{fans,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch der Lüfter in der EEN-Einheit, wie in § C.3.1 bestimmt, in kWh;
$W_{aux,dis,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Stromverbrauch für die Versorgung in der EEN-Einheit, wie in § C.3.2 bestimmt, in kWh.
$W_{throttle/fans,gen,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Gasventile und/oder Lüfter für die Wärmeerzeugung in der betreffenden EEN-Einheit, definiert nach § 8.5.2.2, en kWh;
$W_{electr,gen,m}$	der monatliche Stromverbrauch für die Elektronik der betreffenden EEN-Einheit, bestimmt nach § 8.5.2.4, in kWh.

C.5.5 Referenzwert für den Primärenergieverbrauch für Beleuchtung

Der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 261 $$E_{p,light,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m,ref}$$ (MJ)

wobei gilt:

$E_{p,light,m,ref}$	der Referenzwert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung, in MJ;
f_p	der konventionelle Umwandlungsfaktor in Primärenergie für Strom gemäß Anlage F zu Anlage A.1 dieses Erlasses, (-);
$W_{light,m,ref}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung in der EEN-Einheit, bestimmt nach § C.4.

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 3 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen an Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

Abänderungen zur Anlage B1 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden

Art.1 Paragraaf 5.5. wordt vervangen door:

"5.5 Warmteweerstand van luchtlagen (luchtruimten) met dikte groter dan 300 mm

Luchtlagen met een dikte groter dan 300 mm worden beschouwd als een aangrenzende onverwarmde ruimte. Aangrenzende onverwarmde ruimten worden in het kader van de energieprestatieregelgeving behandeld zoals beschreven in bijlage A van bijlage A1 van het Besluit van 15 mei 2014. "

Art.2 Paragraaf 7.2.3 wordt vervangen door:

"7.2.3 Correctie voor mechanische bevestigingen die een isolatielaag doorboren

7.2.3.1 Numerieke berekening

Wanneer een isolatielaag doorboord wordt door mechanische bevestigingen (bv. spouwhaken, dakbevestigingen, ...), dan kan het effect van deze bevestigingen altijd nauwkeurig berekend worden door numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10211. Deze nauwkeurige rekenmethode moet steeds toegepast worden indien beide uiteinden van de mechanische bevestiging in thermisch contact zijn met metalen platen.

Figuur [4] : Verzonken mechanische bevestiging

7.2.3.2 Vereenvoudigde berekening

Zolang beide uiteinden van de mechanische bevestiging niet in thermisch contact zijn met metalen platen, kan de numerieke berekening in 2 specifieke gevallen vervangen worden door een vereenvoudigde berekening:

- Mechanische bevestigingen die de isolatielaag doorboren;
- Mechanische bevestigingen voor buitenisolatiesystemen van gevels.

Beide soorten mechanische bevestigingen kunnen ook samen voorkomen. In dat geval is de globale ΔU_f gelijk aan de som van beide correctietermen.

7.2.3.2.1 Mechanische Befestigungselemente, die die Dämmschicht durchdringen

Wenn mechanische Befestigungselemente die Dämmschicht durchdringen, kann die folgende Näherungsmethode zur Berechnung angewendet werden. Die Auswirkung der mechanischen Befestigungselemente wird dabei durch der Korrekturterm ΔU_f bestimmt, der wie folgt berechnet wird:

$$\Delta U_f = \alpha . \frac{\lambda_f . A_f . n_f}{d_1} . \left[\frac{R_1}{R_{T,h}} \right]^2$$

Gl. 12 W/(m².K)

dabei ist:

d_1	die Länge des Befestigungselements, in m, wie folgt bestimmt: - bei Befestigungselemente, die die Dämmschicht vollständig durchdringen (im rechten oder schrägen Winkel), ist die Länge gleich der Dicke der Dämmschicht (d_{ins}): $d_1 = d_{ins}$, - bei eingelassenen Befestigungselementen entspricht die Länge dem Teil des Befestigungselements, der die Dämmschicht durchdringt (siehe Abbildung [4]) ;
λ_f	die Wärmeleitfähigkeit des mechanischen Befestigungselements, in W/(m.K), (siehe ANMERKUNG);
n_f	die Anzahl der mechanischen Befestigungselemente je m², in m^{-2};
A_f	der Querschnitt eines mechanischen Befestigungselements, in m²;
λ_{ins}	die Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht, in W/(m.K);
α	der Korrekturfaktor, (-), wie folgt bestimmt: - $\alpha = 0,8$, wenn das mechanische Befestigungselement die Dämmschicht vollständig durchdringt; - $\alpha = 0,8 . d_1/d_{ins}$, wenn das Befestigungselement in die Dämmschicht eingelassen ist (siehe Abbildung [4]) ;
R_1	der Wärmedurchlasswiderstand (des Teils) der Dämmschicht, der von dem mechanischen Befestigungselement durchdrungen wird ($R_1 = d_1/\lambda_{ins}$), in m².K/W ;
$R_{T,h}$	der Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils, ohne Berücksichtigung irgendeiner Wärmebrücke, in m².K/W, berechnet nach §**Error! Reference source not found.**.

ANMERKUNG Bei Mauerhaken darf der Korrekturterm ΔU_f in den nachstehenden Fällen nicht angewandt werden:

- Mauerhaken in ungedämmten Luftspalten;
- Mauerhaken mit einer Wärmeleitfähigkeit (λ_f) von weniger als 1 W/(m.K) (z. B. Kunststoff).

Standardwerte für Mauerhaken (bei Holzsteinmauern):

Für Mauerhaken können immer die nachstehenden Standardwerte angesetzt werden:

- Anzahl der Mauerhaken pro m²: $n_f = 5\ m^{-2}$;
- Querschnitt eines Mauerhakens: $A_f = 1,3.10^{-5}$ m² (Æ 4 mm);
- Wärmeleitfähigkeit des Mauerhakenwerkstoffs: $\lambda_f = 50$ W/(m.K) (Stahl);
- Länge des Mauerhakens = Dicke der Dämmschicht: $d_1 = d_{ins}$.

7.2.3.2.2 Mechanische Befestigungselemente von Außendämmungssystemen von Fassaden

Im Falle von mechanischen Befestigungselementen von Außendämmungssystemen von Fassaden kann unter der Voraussetzung, dass die unten beschriebenen Grenzbedingungen eingehalten werden, die Wirkung dieser mechanischen Befestigungselemente durch den Korrekturterm ΔU_f vereinfacht werden, der wie folgt berechnet wird:

$$\Delta U_f = \frac{\Psi}{E} + n_f X$$

Gl. 121 W/(m².K)

dabei ist:

ψ	der lineare Wärmedurchgangskoeffizient des Stützprofils, wie in Tabelle [10] bestimmt, W/(m.K);
E	der Mittenabstand der Stützprofile, m;
n_f	die Anzahl der mechanischen Befestigungselemente pro m², (m^{-2});
χ	der punktuelle Wärmedurchgangskoeffizient, wie in Tabelle [11] bestimmt, W/K.

Wenn der Mittenabstand E nicht bekannt ist, ist es immer erlaubt, den Standardwert von 0,30 m zu verwenden. Wenn die Anzahl der mechanischen Befestigungselemente pro m² nicht bekannt ist, ist es immer erlaubt, den Standardwert von 11 zu verwenden.

Diese Standardwerte können nur für Außenverkleidungssysteme verwendet werden, die unter eine der unten aufgeführten Musterlösungen fallen.

Tabelle [10]: Standardwerte für ψ (W/(m.K))

	Musterlösung Typ 1: Winkel mit T-Profil				**Musterlösung Typ 2: Winkel mit hölzernen Stützlatten**			
	Winkel aus Aluminium		**Winkel aus rostfreiem Stahl**		**Winkel aus Aluminium**		**Winkel aus rostfreiem Stahl**	
Isolationsstärke	**der tragenden Wand (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,002	0,005	0,001	0,003	0,016	0,024	0,015	0,022
100 mm	0,001	0,004	0,001	0,002	0,013	0,019	0,012	0,017
150 mm	0,001	0,003	0,001	0,002	0,010	0,015	0,010	0,014
200 mm	0,001	0,002	0,001	0,001	0,008	0,011	0,007	0,010
250 mm	0,000	0,001	0,000	0,001	0,005	0,008	0,005	0,007
300 mm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,002	0,003

Tabelle [11]: Standardwerte für χ (W/K)

	Musterlösung Typ 1: Winkel mit T-Profil				**Musterlösung Typ 2: Winkel mit hölzernen Stützlatten**			
	Winkel aus Aluminium		**Winkel aus rostfreiem Stahl**		**Winkel aus Aluminium**		**Winkel aus rostfreiem Stahl**	
Isolationsstärke	**der tragenden Wand (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,101	0,281	0,059	0,158	0,058	0,085	0,054	0,076
100 mm	0,093	0,259	0,054	0,145	0,055	0,08	0,051	0,072
150 mm	0,085	0,235	0,049	0,132	0,052	0,076	0,048	0,068
200 mm	0,077	0,212	0,044	0,119	0,049	0,072	0,046	0,065
250 mm	0,069	0,192	0,040	0,108	0,045	0,066	0,042	0,059
300 mm	0,062	0,171	0,036	0,096	0,041	0,061	0,039	0,055

In den obigen Tabellen kann die Isolationsstärke interpoliert werden.

<u>Grenzbedingungen für die Verwendung von Standardwerten für psi und chi</u>

- Allgemeines:
  - Tragende Wand:
    - Dicke von 140 bis 300 mm;
    - Wert 1 zwischen 0,12 und 2,50 W/(m.K);
    - Homogen (keine Tragelemente);
  - Isolation:
    - Stärke von 50 bis 300 mm:
    - Wert 1 zwischen 0,01 und 0,05 W/(m.K):
  - Schraube:
    - Maximale Tiefe von 100 mm;
    - Maximaler Durchmesser von 12 mm;
    - Maximaler Wert 1 von 50 W/(m.K).

Abbildung [52]: Abmessungen des Winkels:

- Winkel:
  - Maximale Dicke von 3 mm;
  - Maximale Höhe von 150 mm;
  - Maximaler Wert 1 von 160 W/m.K für Aluminium oder 17 W/m.K für austenitischen rostfreien Stahl;
  - Vollständig mit Dämmung bedeckt.

- Musterlösung Typ 1:
  - Winkel:
    - Maximale Dicke von 40 mm;
  - Stützprofil:
    - Maximaler Wert 1 von 160 W/m.K;
    - Maximale Dicke von 3 mm;
    - Maximale Breite von 150 mm;
    - Maximale Tiefe von 52 mm.

Abbildung [53]: Abmessungen des Stützprofils

- Musterlösung Typ 2:
  - Winkel:
    - Maximale Breite von 50 mm;
    - Maximale Überlappung von 40 mm mit dem Stützprofil;
  - Stützlatte:
    - Maximaler Wert 1 von 0,2 W/m.K;
    - Maximale Dicke von 60 mm;
    - Maximale Breite von 100 mm;
  - Holzschraube:
    - Maximaler Wert 1 von 50 W/m.K;
    - Maximaler Durchmesser von 12 mm".

Art. 3 In Paragraf 8.2, nach dem Absatz, der mit "Falls die Profilfunktionen von Fenster ... " beginnt und mit "als Lüftungsgitter angesehen." endet, wird folgender Absatz eingefügt:

"ANMERKUNG Wenn die Werte U_w oder U_D als Endergebnisse dargestellt werden, müssen sie auf mindestens zwei signifikante Stellen gerundet werden (es ist erlaubt, auf mehr signifikante Stellen zu runden). Dasselbe gilt für die Darstellung der Werte U_f von Rahmen, U_p von Füllungsplatten und U_r von Lüftungsgittern sowie für die Werte Ψ_g und Ψ_p. Die Werte U_g von Verglasungen müssen auf mindestens eine Dezimalstelle gerundet werden. "

Art. 4 In Tabelle A14a wird der Absatz:

" *(3) Beispiel: Hanf, Leinen, Federn, Stroh, Schafwolle, ... ".*

durch Folgendes ersetzt:

"(3) Beispiel: Hanf, Leinen, Federn, Stroh, Schafwolle, ... Strohballen fallen nicht in diese Kategorie, sondern werden von Tabelle A.14b abgedeckt. "

Art. 5 In Tabelle A14b wird der Absatz:

" *(4) Beispiel: Hanf, Leinen, Federn, Stroh, Schilf, Korkgranulat, Schafwolle, ...".*

durch Folgendes ersetzt:

" *(4) Beispiel: Hanf, Leinen, Federn, Stroh, Schilf, Korkgranulat, Schafwolle, ... Strohballen fallen in diese Kategorie".*

Art. 6 Paragraf D.1 wird durch Folgendes ersetzt:

"**D.1 Rahmenprofile aus Holz**

Der Standardwert U_f für ein Rahmenprofil aus Holz ergibt sich aus den folgenden Gleichungen, abhängig von der Holzart:

- für Typ 1 (λ_U = 0,18 W/(m.K)):

Gl. XXX $U_f = 0{,}0000402.(d_f)^2 - 0{,}0188.d_f + 3{,}23$ W/(m².K)

- für Typ 2 (λ_U = 0,16 W/(m.K)):

Gl. XXX $U_f = 0{,}0000383.(d_f)^2 - 0{,}0178.d_f + 3{,}04$ W/(m².K)

- für Typ 3 (λ_U = 0,13 W/(m.K)):

Gl. XXX $U_f = 0{,}0000366.(d_f)^2 - 0{,}0166.d_f + 2{,}77$ W/(m².K)

Dabei ist:

d_f die Rahmenprofildicke, die der durchschnittlichen Dicke der konstituierenden Rahmenprofile (Blendrahmen und Flügel) entspricht, wie in Abbildung [33] dargestellt, in mm.

Diese Gleichungen sind nur für Rahmenprofildicken von 30 mm oder mehr und von 170 mm oder weniger anwendbar. Wenn der Wert der Rahmenprofildicke unbekannt ist, wird d_f = 50 mm angenommen.

Die Holzart, zu der eine Baumart gehört, wird nach Tabelle D.4bestimmt. Wenn die Holzart unbekannt ist, wird angenommen, dass es sich um Typ 1 handelt.

Abbildung [33]: Festlegung der Dicke d_f der verschiedenen Holzrahmen

Tabelle D.4: Holzarten

Typ 1 **λ_U = 0,18 W/(m.K)**	**Typ 2** **λ_U = 0,16 W/(m.K)**	**Typ 3** **λ_U = 0,13 W/(m.K)**
Afzelia	Sapelli	Afrikanisches Mahagoni
Bintangor	Sipo	Lärche
Blauer Eukalyptus	Tasmanian oak	Amerikanische Rot-Fichte
Eukalyptus	Mengkulang	White Seraya
Merbau	Niangon	Waldkiefer
Gerutu	Iroko	Douglasie (Oregon-Kiefer)
Kasai	Louro Vermelho	Light Red Meranti
Eiche	Dark Red Meranti	Amerikanisches Mahagoni
Scheinakazie	Teakholz	Framiré
Nicht in der Tabelle aufgeführter Laubbaum	Makoré	Western Hemlock
		Nicht in der Tabelle aufgeführter Nadelbaum

"

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 4 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

"Anlage C2 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden.

LÜFTUNGSVORRICHTUNGEN IN WOHNGEBÄUDEN
Bestimmungsmethode und Anforderungen
(Anlage HLW)

1 Anforderungen

1.1. Lüftungsvorrichtungen in Wohngebäuden müssen der Norm NBN D 50-001 entsprechen, mit Ausnahme der folgenden Artikel:

1. Für alle Luftvolumenströme gilt immer der Wert, der in m³/h ausgedrückt wird. Der Mindestluftvolumenstrom, der in einem Raum oder einer Räumlichkeit erforderlich ist, ausgedrückt in m³/h, muss auf die ganze Zahl gerundet werden;

2. In Tabelle 1 der Norm NBN D 50-001 wird der Satz "*Es dürfen nicht 10 l/s pro Person (36 m³/h pro Person) überschritten werden*" durch "*Der Nenndurchsatz kann auf 20 l/s (72 m³/h) begrenzt werden*" ersetzt;

3. In Tabelle 1 der Norm NBN D 50-001 wird die Bezeichnung "*Wohnzimmer*" durch die Bezeichnung "*Wohnzimmer + ähnliche Räume*" ersetzt und die Bezeichnung "*Schlaf-, Hobby- oder Büroraum*" wird durch die Bezeichnung "*Schlaf-, Hobby- oder Büroraum + ähnliche Räume*" ersetzt;

4. In Anlage AII-1.2 2) der Norm NBN D 50-001 muss für Dächer, deren Neigung mehr als 23° beträgt, folgender Artikel hinzugefügt werden: "*Die Höhe des Ausgangs über dem Dach muss in jedem Fall mindestens 0,5 m betragen*";

5. Die angeführte Luft kann aus einem unbeheizten angrenzenden Raum wie einem Treibhaus, einem unbeheizten Dachboden... bezogen werden, sofern die folgenden Bedingungen eingehalten werden:
   - wenn für A- oder C-Systeme regulierbare Zuführungsöffnungen, die mit einem unbeheizten angrenzenden Raum (gemäß Anlage A1 des vorliegenden Erlasses) in Berührung stehen, vorgesehen sind, muss zwischen dem betreffenden unbeheizten angrenzenden Raum und dem Außenraum eine (mehrere) regulierbare Zuführungsöffnung(en), die den Nenndurchsatz für einen Druckunterschied von 2 Pa realisiert (realisieren), vorgesehen werden;
   - wenn für B- oder D-Systeme die Luftzuführung so geregelt ist, dass die Luft aus einem unbeheizten angrenzenden Raum (gemäß Anlage A1 des vorliegenden Erlasses) gesaugt wird, muss zwischen dem betreffenden unbeheizten angrenzenden Raum und dem Außenraum eine (mehrere) regulierbare Zuführungsöffnung(en), die den Nenndurchsatz für einen Druckunterschied von 10 Pa realisiert (realisieren), vorgesehen werden.

6. In Erweiterung zu § 4.2 der Norm NBN D 50-001 können in folgenden Fällen regulierbare Zuführungsöffnungen in einem Dach, dessen Neigung mehr als 30° beträgt, angebracht werden:
   - wenn in einem Raum kein vertikales Fassadenelement vorhanden ist, das in diesem Raum eine Nutzhöhe von mindestens 2 Metern hat;
   - wenn derartige Fassadenelemente dennoch vorhanden sind, das Anbringen einer regulierbaren Zuführungsöffnung in diesen Fassadenelementen jedoch gegen andere von den Öffentlichen Behörden festgelegten Vorschriften verstoßen würde.

7. Wenn in einem bestehenden Raum Lüftungsanforderungen bezüglich der Luftzufuhr erfüllt werden müssen, entspricht der geforderte Mindestzuluftvolumenstrom dem Luftvolumenstrom, der für diesen Raum in Tabelle 1 der Norm NBN D 50-001 festgelegt ist. Der geforderte Mindestzuluftvolumenstrom kann jedoch auf 45 m³/h pro laufendem Meter Fenster, das in diesem Raum ersetzt oder hinzugefügt wurde, begrenzt werden;

8. Im weiteren Sinne des § 4.3.1.2 Buchstabe b der Norm NBN D 50-001 und sofern sich in diesem Raum kein Gerät mit einer offenen Verbrennungskammer, das an eine Abluftleitung angeschlossen ist, befindet, können regulierbare Zuluftdurchlässe, die in einem Raum mit mechanischer Fortluftanlage gelegen sind, für einen Druckunterschied von 10 Pa bemessen werden. In diesem Fall gilt für diesen Zuluftdurchlass eine Regelklasse P3 nach Tabelle 18 in Anlage A1 des vorliegenden Erlasses;

9. Im weiteren Sinne des § 4.3.1.3 Buchstabe b der Norm NBN D 50-001 können regulierbare Abluftdurchlässe, die in einem Raum mit mechanischer Zuluftanlage gelegen sind, für einen Druckunterschied von 10 Pa bemessen werden;

10. Spalten unten den Innentüren können als Lüftungssystem angesehen werden, wenn die Höhe der Spalte mindestens 5 mm beträgt. Die Höhe der Spalte wird ab der Oberkante des fertigen Fußbodens gemessen. Wenn die Fußbodenhöhe nicht bekannt ist, wird eine Dicke von 10 mm angenommen. Ein Luftwechsel von 0,36 m³/h je cm² der Spalte bei einem Druckunterschied von 2 Pa muss in Betracht gezogen werden;

11. Für Keller und Dachböden in dem geschützten Volumen können die Vorgaben von § 5.7 der Norm NBN D 50-001 nicht befolgt werden. Für diese Keller und Dachböden muss festgelegt werden, welcher andere Raumtyp der vorgesehenen Funktion am besten entspricht. In diesem Fall gelten die Lüftungsanforderungen (oder Empfehlungen) für diesen Raumtyp;

12. Der Luftvolumenstrom jeder regulierbaren Zuführungsöffnung, jeder verstellbaren Abluftöffnung und jeder Luftübertragungsöffnung, unabhängig davon, ob er für einen Druckunterschied von 2 Pa oder 10 Pa angegeben ist, wird in m³/h ausgedrückt und ist auf die nächste ganze Zahl zu runden. Der Luftvolumenstrom jeder mechanischen Zuführungsöffnung und jeder mechanischen Abluftöffnung wird in m³/h angegeben und ist auf die nächste ganze Zahl zu runden;

13. Die Abluft muss direkt ins Freie geleitet werden. Abzüge zu unbeheizten angrenzenden Räumen wie einem unbeheizten Dachboden oder einem Keller sind nicht erlaubt;

14. Der Minister kann genauere Spezifizierungen zur praktischen Anwendung der in Punkt 1.1 angeführten Lüftungsanforderungen festlegen.

1.2. Das Lüftungssystem eines Wohngebäudes muss so konzipiert und realisiert werden, dass die mechanischen Zuluft- und/oder Abluftströme in allen Räumen gleichzeitig erzielt werden können. Eine Planung, bei der ein bestimmter Bereich nur den erforderten Mindestluftvolumenstrom erzielen kann, wenn der Luftvolumenstrom eines anderen Bereichs unter dem minimal erforderten Wert liegt, ist nicht genehmigt.P Bei einer Messung der Nenndrehzahl des Ventilators müssen die geforderten Mindestvolumenströme überall gleichzeitig realisiert werden. Der Minister kann zusätzliche Spezifizierungen für die Qualität des Lüftungssystems und die Messung, die die Übereinstimmung zwischen den geforderten und den erreichten Luftströmen nachweist, festlegen;

1.3. Wenn Lüftungssysteme verschiedener Typen (A, B, C, D) innerhalb der Wohnbereiche derselben Wohneinheit kombiniert werden sollten, wird nur der Luftvolumenstrom des bevorzugten Systems für die erforderten Mindestvolumenströme berücksichtigt. Das bevorzugte System ist das Lüftungssystem, das den größten Teil der minimal erforderten Luftvolumenströme deckt;

1.4. Räume, die zum Zeitpunkt der endgültigen EEG-Erklärung nicht fertiggestellt sind, die laut Konzeption aber einem der in Tabelle 1 der Norm NBN D 50-001 aufgeführten Räume entsprechen sollten, müssen die minimalen Anforderungen bezüglich der Luftvolumenströme dieser Räume beachten. Fertiggestellte Räume, die laut Konzeption einem der in Tabelle 1 der Norm NBN D 50-001 aufgeführten Räume entsprechen sollten, die vorübergehend aber eine andere Nutzung haben, müssen die minimalen Anforderungen bezüglich der Luftvolumenströme der Räume beachten, für deren Nutzungstyp sie konzipiert und realisiert worden sind.

2. Empfehlungen

2.1. Folgende Paragrafen der Norm NBN D 50-001 müssen als Empfehlungen betrachtet werden:
- § 4.3.2.3;
- § 4.3.2.6;
- § 4.3.3 1), 4), 5) und 6);
- § 5;
- § 6;
- Anlage II, mit Ausnahme von AII-2; 1);

2.2. Außerdem wird im Rahmen der Regelung festgelegt, dass die Empfehlungen in § 5.7 ausschließlich für Keller und Dachböden <u>außerhalb</u> des geschützten Volumens gelten;

2.3. Um das Eindringen unerwünschter Tiere durch eine regulierbare Zuführungsöffnung nach Möglichkeit zu verhindern, darf es nicht möglich sein, folgende Objekte durch die Zuführungsöffnung weder von innen nach außen noch von außen nach innen hindurchzuführen:
- eine Metallkugel mit einem Durchmesser von 4 mm;
- eine Metallscheibe mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Dicke von 3 mm.

Dies gilt für jede Öffnungsposition;

2.4. Um das Eindringen von Wasser durch eine regulierbare Zuführungsöffnung nach Möglichkeit zu verhindern, darf bei einem Druckunterschied von 150 Pa oder weniger in "geschlossener" Position und einem Druckunterschied von 20 Pa oder weniger in "vollständig geöffneter" Position kein Wasser eindringen. Bei Fenstern, die speziell als regulierbare Zuführungsöffnung entworfen sind, wird unter der "vollständig geöffneten" Position die maximale Belüftungsöffnung (und nicht die maximale Öffnung des Fensters) verstanden;

2.5. Die Bestimmung der Wasserdichtigkeit der Zuführungsöffnungen erfolgt entsprechend der Norm NBN EN 13141-1. Außerdem gelten folgende Vorschriften:
- die regulierbare Zuführungsöffnung muss entsprechend den Anweisungen des Lieferanten in eine Platte angebracht werden, deren Dicke die Dicke des Trägers, auf dem die regulierbare Zuführungsöffnung tatsächlich angebracht wird, entspricht.

  Zum Beispiel:
  - eine Platte mit einer Dicke von 20 mm, wenn es sich um eine Verglasung handelt;
  - eine Platte mit einer Dicke von 60 mm, wenn es sich um einen Fensterrahmen handelt;
  - eine Platte mit einer Dicke von 300 mm, wenn es sich um eine Mauer handelt.

  Die Dicke der Platte wird im Bericht erwähnt;
- Entsprechend der Norm NBN EN 13141-1 werden die Tests nach der Norm NBN EN 1027 durchgeführt. Die gewählte Testmethode ist die Methode 1A;
- Für die regulierbaren Zuführungsöffnungen, die variable Maße aufweisen, müssen die Tests auf einem Muster durchgeführt werden, dessen Lichtmaße von jedem variablen Maß 1 m beträgt. Wenn das verfügbare Höchstmaß kleiner als 1 m ist, muss der Test an einem Muster mit dem Höchstmaß durchgeführt werden. Das Lichtmaß einer regulierbaren Zuführungsöffnung ist das Gesamtmaß der regulierbaren Zuführungsöffnung

abzüglich der Maße des einzufügenden Rands. Diese Maße werden von der Innenseite aus betrachtet (siehe Abbildung "Beispiel für das Lichtmaß einer Zuführungsöffnung" in Anlage C3 des vorliegenden Erlasses);

2.6. Um Komfortprobleme nach Möglichkeit zu verhindern, muss der innere Teil der regulierbaren Zuführungsöffnung in einer Höhe von mindestens 1,80 m über der Höhe des Fertigbodens angebracht werden.

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 5 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

"Anlage C3 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden.

LÜFTUNGSSYSTEME IN NICHTWOHNGEBÄUDEN
Bestimmungsverfahren und Anforderungen
(Anlage HLN)

1 Objekt

Diese Anlage legt die Mindestanforderungen fest, die an Bemessung und Ausführung von Lüftungssystemen gestellt werden, um eine gesunde und behagliche Luftqualität in Nichtwohngebäuden zu erhalten, die zur Nutzung durch Personen bestimmt sind.

In diesem Prüfverfahren geht es nicht um den Gebrauch der Lüftungssysteme und es gewährleistet auch nicht, dass die gewünschte Luftqualität immer und überall erreicht werden wird.

2 Geltungsbereich

Diese Anlage wird auf Nichtwohngebäude oder deren Gebäudeteile angewandt, die zur Nutzung durch Personen bestimmt sind.

Die Lüftung der Sonderräume (siehe § 6.3) gehört nicht zum Anwendungsbereich dieser Anlage.

3 Gesetzliche Verweise

Diese Anlage verweist mehrfach auf Bestimmungen aus anderen Veröffentlichungen, die nachfolgend aufgeführt sind:

1. NBN EN 12792:2003 Ventilation for buildings - Symbols, terminology and graphical symbols
2. NBN EN 12599:2000 Ventilation for buildings - Test procedures and measuring methods for handing over installed ventilation and air conditioning systems
3. NBN EN 13779:2004 Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems
4. NBN EN 13141-1:2004 Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices
5. NBN EN 13141-2:2004 Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 2: Exhaust and supply air terminal devices
6. NBN EN 1027:2000 Windows and doors - Watertightness - Test method
7. NBN EN 13829:2001 Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method

Es gilt ausschließlich die Normversion mit dem angegebenen Datum.

4 Definitionen

In dieser Anlage gelten die Definitionen der Norm NBN EN 12792 sowie die folgenden Definitionen.

- **Planmäßiger Luftvolumenstrom:** Der Luftvolumenstrom, für den das Lüftungssystem geplant wird.
- **Raum, in dem sich Personen länger aufhalten:** Raum, in dem sich Menschen längere Zeit aufhalten (z.B. Büroräume, Versammlungssäle, Schalterhallen, Empfang usw.).
- **Raum, in dem sich Personen nicht länger aufhalten:** Raum, in dem sich Menschen bei normaler Nutzung nur relativ kurz aufhalten (z.B. in Fluren, Treppenhäusern, Toiletten, Archiven, Lagerräumen, Garagen…). Ist eine Arbeitsstelle in solch einem Raum vorgesehen (z.B. ein Büro für einen Mitarbeiter im Archivbereich), fällt dieser Raum nicht in diese Kategorie.
- **Öffnungsmaß eines Zuluftdurchlasses**: Gesamtgröße eines Zuluftdurchlasses abzüglich des einzubauenden Randes, gemessen von der Innenseite.

Abbildung [1]: Beispiel für die Öffnungsmaße eines Zuluftdurchlasses

Vue de l'intérieur avec :
a, a' = dimension du rebord à encastrer (mesuré du côté de l'environnement intérieur)
b, b' = dimension de l'embout
c = dimension du profil
d = dimension totale de la bouche d'alimentation

- **Windfang:** Raum, der sich zwischen der äußeren Umgebung und einem Gang oder einer Empfangshalle befindet, ohne Zugang zu einem anderen Raum als diesem Gang oder dieser Empfangshalle, und der als Pufferzone zwischen der inneren und der äußeren Umgebung dient. Wenn dieser Raum explizit als Arbeitsraum konzipiert wurde oder mit Stühlen ausgestattet ist, kann er nicht als Windfang betrachtet werden.

Die folgenden Definitionen sind direkt der Norm NBN EN 12792 entnommen.

- **Zuluft (supply air):** Luftstrom, der in den zu behandelnden Raum eintritt oder Luft, die in die Anlage eintritt, nachdem sie behandelt wurde.
- **Raumluft (indoor air):** Luft im Raum oder behandelten Bereich.
- **Mischluft (mixed air):** Luft, die zwei oder mehr Luftströme (Luftarten) enthält.
- **Außenluft (outdoor air):** Unbehandelte Luft, die von außen in die Anlage oder in eine Öffnung einströmt[1].
- **Umluft (recirculation air):** Abluft, die der Luftbehandlungsanlage wieder zugeführt wird und als Zuluft wieder verwendet wird.
- **Fortluft (exhaust air):** Luftstrom, der ins Freie führt.
- **Abluft (extract air):** Luftstrom, der den zu behandelnden Raum verlässt.
- **Überströmluft (transferred air):** Raumluft, die vom zu behandelnden Raum in einen anderen zu behandelnden Raum strömt.

Die englische Version des Standards macht einen Unterschied zwischen "outdoor air" und "outside air". Der erste Begriff bezeichnet die Außenluft, die dem Gebäude zugeführt wird, während der zweite die Luft bezeichnet, die sich außerhalb des Gebäudes befindet.

- **Luftdurchlass (air terminal device):** Bauteil einer Anlage zur Erreichung einer festgelegten Luftströmung bei der Zufuhr in und beim Auslass aus einem zu behandelnden Raum. Sie können in folgende Kategorien eingeteilt werden:
  - **Mit automatischer Steuerung:** Geräte mit mobilen interaktiven Bestandteilen bei sich verändernden örtlichen Bedingungen, wie Temperatur, Luftfeuchte, CO_2-Konzentration, Druckunterschied, Luftstrom ... ;
  - **Fest:** Gerät ohne einstellbaren Bestandteil.
  - **Mit manueller Einstellung:** Gerät mit mobilen Bestandteilen, die manuell eingestellt werden können.
- **Zuluftdurchlass (supply air terminal device):** Luftdurchlass, durch den Luft in den zu behandelnden Raum einströmt. Er soll im Aufenthaltsbereich die thermische Behaglichkeit unter den festgelegten Temperatur-, Luftgeschwindigkeits-, Luftfeuchte- und Lärmbedingungen sicherstellen.
- **Abluftdurchlass (extract air terminal device):** Luftdurchlass, durch den die Luft aus dem zu behandelnden Raum ausströmt.
- **Bauelement (component of ventilation):** Kleinstes für sich funktionsfähiges Bauteil einer Lüftungsanlage.
- **Überströmdurchlass (internally mounted air transfer device):** Öffnung im Inneren eines Gebäudes, durch die Luft je nach Druckunterschied von einem Raum bzw. Bereich in den anderen überströmt.
- **Zu behandelnder Raum (treated space):** Abgeschlossener Raum, an den ein Verteilungssystem angeschlossen ist.
- **Infiltration (infiltration):** Unkontrollierter Lufteintritt in das Gebäude über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle.
- **Lüftungsanlage (ventilation installation):** Verbindung aller für die Lüftung notwendigen Bauelemente.
- **Lüftungssystem (ventilation system):** Verbindung der Lüftungsanlage und des Gebäudes.
- **Lüftung (ventilation):** Austausch von Raumluft gegen Außenluft.
- **Hybrides Lüftungssystem (hybrid ventilation):** Lüftungssystem, bei dem die freie Lüftung zumindest über eine gewisse Zeitspanne durch maschinelle Lüftung ergänzt oder ersetzt werden kann.
- **Maschinelle Lüftung (mechanical ventilation):** Lüftung durch mechanische Vorrichtungen.
- **Außen- und Fortluftsystem (fan assisted balanced ventilation):** Lüftungssystem mit Förderung sowohl der Zuluft als auch der Abluft durch Strömungsmaschinen zur Erreichung eines bestimmten Luftvolumenstrom/Druck-Verhältnisses.
- **Fortluft-System (fan assisted exhaust ventilation):** System, bei dem nur Fortluft maschinell gefördert wird.
- **Außenluft-System (fan assisted supply air ventilation):** System, bei dem nur Außenluft maschinell gefördert wird.
- **Freie Lüftung (natural ventilation):** Lüftung über durchlässige Stellen (Infiltration) oder Öffnungen (Lüftung) im Gebäude, die auf Druckunterschieden beruht und die nicht durch mechanische Vorrichtungen entsteht.

5 Symbole und Einheiten

In dieser Anlage werden die Symbole und Einheiten aus der Norm NBN EN 12792 angewendet.

6 Formulierung von Anforderungen

6.1 Formulierung von Anforderungen

Die Formulierung von Anforderungen an Lüftungssysteme ist in der Norm NBN EN 13779 und in deren Anlage A beschrieben.

6.2 Formulierung ergänzender Anforderungen

Ergänzende Anforderungen sowie die Leistungsbestimmung, die eventuell damit verbunden sind, werden untenstehend beschrieben.

6.2.1 Druckverhältnisse

Die Druckverhältnisse in einem Gebäude oder einem Gebäudeteil, die aus der Differenz zwischen Luftzufuhr und Luftabfluss resultieren, PC, werden nach folgender Formel berechnet:

$$PC = sign(q_{v,supply} - q_{v,extract}) \times \left(\frac{abs(q_{v,supply} - q_{v,extract})}{\dot{V}_{50}} \right)^{\frac{1}{0,65}} \times 50$$

Gl. 1 Pa

wobei gilt:

$q_{v,supply}$ = Zuluftrate, in m³/h;

$q_{v,extract}$ = Abluftrate, in m³/h;

$\dot{V}_{50}$ Luftentweichung aus dem Gebäude oder einem Gebäudeteil bei 50 Pa, bestimmt gemäß der Norm NBN EN 13829, in m³/h.

6.2.2 Lüftung des Toilettenbereichs

Der planmäßige Luftvolumenstrom des Toilettenbereichs wird in Abhängigkeit von der Anzahl der Toilettenbecken (einschließlich der Urinale) bestimmt. Ist die Anzahl der Toilettenbecken nicht bekannt, wird der planmäßige Luftvolumenstrom der Toiletten auf Grundlage ihrer Bodenfläche bestimmt.

6.3 Lüftung von besonderen Räumen

Die Lüftung von Sonderräumen gehört nicht zum Anwendungsbereich dieser Anlage. Unter Sonderräumen werden dabei Räume verstanden, die schnell verschmutzen können und für die andere (spezifische/strengere) Anforderungen an die Lüftung gestellt werden.

Folgende Räume sind unbedingt als Sonderräume anzusehen:

- Werkstätten, deren Fläche (auf Grundlage der Innenmaße berechnet) größer als 40 m² ist;
- Kesselhäuser und Heizräume;
- Brennstofflager;
- Räume, in denen sich Gaszähler befinden;
- Räume mit Druckreduzierstationen für Erdgas;
- Fahrstuhlschächte, Fahrstuhlkabinen und Maschinenräume;
- Müllschlucker und Räume der Mülllagerung;
- bestimmte Labore (z.B. medizinische oder biologische Labore);
- Räume mit Stromgeneratoren.

Zusätzlich zu den Räumen mit besonderer Verunreinigung (Risiko), können folgende Räume ebenfalls als Sonderräume betrachtet werden:

- Kühlräume;
- Windfang;
- Installationsschächte;
- Stark- und Schwachstromkabine (Niederspannungsverteiler, UPS, Trafo, usw.);
- Betriebsräume für Lüftungsanlagen;
- Betriebsräume für Druckluftinstallationen;
- Treppen;

- Stauraum mit einer Fläche unter 2 m²;
- Server- und Rack-Räume;
- Zisternenräume;
- Räume zur Ladung und Entladung in Industriegebäuden.

7 Mindestleistungswerte und Leistungsbestimmung bei Lüftungssystemen

In diesem Abschnitt werden die zu erreichenden Mindestleistungen aufgezählt.

7.1 Qualität der Raumluft

Bei der Bemessung der Lüftungssysteme darf der planmäßige Luftvolumenstrom nicht geringer sein als der Mindestvolumenstrom entsprechend der Kategorie für Innenraumluft IDA3. Es gilt der Wert ausgedrückt in [m³/h]. Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom, der in einem Raum erforderlich ist, ausgedrückt in m³/h, muss auf die ganze Zahl gerundet werden.

7.2 Luftvolumenströme

Der planmäßige Luftvolumenstrom eines Bereichs muss sowohl beim Abluftdurchlass als auch beim Zuluftdurchlass erreicht werden können.

-
-

Wenn in einem bestehenden Raum Lüftungs-Ansprüchen bezüglich der Luftzufuhr erfüllt werden müssen, entspricht der planmäßige Mindestluftvolumenstrom an Zuluft dem Luftvolumenstrom, der für diesen Raum in § 7.2.1 bzw. § 7.2.2 festgelegt ist. Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom an Zuluft kann jedoch auf 45 m³/h pro laufendem Meter Fenster, das in diesem Raum ersetzt oder hinzugefügt wurde, begrenzt werden.

7.2.1 In Räumen, in denen sich Personen länger aufhalten

Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom von Räumen, in denen sich Personen länger aufhalten, muss auf Grundlage der Tabelle 11 der Norm NBN EN 13779 ("*Außenluftraten pro Person*") bestimmt werden. Dafür bezieht man sich prinzipiell auf die durch die Gebäudeplaner vorgesehene Anzahl der im Raum befindlichen Personen.

Aber,

- wenn die vorgesehene Anzahl im Raum kleiner als der anhand der untenstehenden Tabelle festgelegte Wert ist,
- oder wenn die Planer selbst die vorgesehene Anzahl nicht festlegen,

dann muss bei der Festlegung des planmäßigen Mindestluftvolumenstroms die Anzahl an im Raum befindlichen Personen gemäß untenstehender Tabelle in Betracht gezogen werden. Bei einer Festlegung der Personenanzahl anhand dieser Tabelle ist die Personenanzahl auf den nächst höheren Wert aufzurunden.

Verwendet man die Tabelle 11 der Norm NBN EN 13779 muss berücksichtigt werden, dass das Rauchen untersagt ist, sofern nicht eine ausdrückliche Rauchgenehmigung festgelegt ist.

Die Hauptkategorien untenstehender Tabelle (fett gedruckt) dienen nur der Orientierung. Alle in der Tabelle definierten Raumarten können prinzipiell in einem Gebäude vorhanden sein.

Tabelle 1: Mindestwerte, die zur Bestimmung der im Raum befindlichen Personenzahl dienen, die notwendig ist für die Berechnung des planmäßigen Mindestluftvolumenstroms in Räumen, in denen sich Personen länger aufhalten (siehe Text)

Hauptkategorien (Anhaltspunkte)	Arten von Räumen	Bodenfläche je Person (m^2/Person)
Gastronomie	Restaurant, Caféteria, Schnellrestaurant, Kantine, Bar, Cocktailbar	1,5
	Küche, Kochnische	10
Hotels, Motels, Ferienanlagen	Hotelzimmer, Motelzimmer, Zimmer in Ferienanlagen usw.	10
	Schlafsaal in Ferienzentrum	5
	Lobby, Eingangshalle	2
	Sitzungssaal, Aufenthaltsraum, Multifunktionsraum	2
Bürogebäude	Büro	15
	Empfangszimmer, Empfang, Sitzungssaal	3,5
	Haupteingang	10
Öffentliche Gebäude	Abfahrtshalle, Ware	1
	Bibliothek, Mediathek	10
Öffentliche Versammlungsräume	Kirche und anderes religiöse Gebäude, Regierungsgebäude, Gerichtssaal, Museum und Galerie	2,5
Einzelhandel	Laden, Geschäft (außer Einkaufszentrum)	7
	Einkaufszentrum	2,5
	Friseursalon, Schönheitssalon	4
	Möbelhaus, Teppichgeschäft, Textilgeschäft usw.	20
	Supermarkt, Kaufhaus, Zoofachgeschäft	10
	Waschsalon	5
Sport und Freizeit	Sporthalle, Sportplatz/Spielplatz, Gymnastikraum	3,5
	Umkleideraum (wo Personen arbeiten)	2
	Zuschauerbereich, Tribünen	1
	Diskothek, Tanzlokal	1
	Sportclub, Aerobicraum, Fitnessraum, Bowlingclub	10
	Schwimmbad, Sauna, Wellnessraum	2
	Kino, Konzertsaal	1

Hauptkategorien (Anhaltspunkte)	Arten von Räumen	Bodenfläche je Person (m²/Person)
Arbeitsräume	Fotostudio, Dunkelkammer usw.	10
	Apotheke (Vorbereitungsraum)	10
	Schalterhalle in Banken, öffentliche Schließfachhalle	20
	Kopierraum, Druckerraum	10
	Computerkabinett (ohne Druckerraum)	25
Bildungseinrichtungen	Unterrichtsräume	4
	Unterrichtswerkstatt, Unterrichtslabor	4
	Hörsaal	2
	Lehrerzimmer	4
	Kinderkrippe, Kindertagesstätte, Spielzimmer	4
	Multifunktionsraum	1
Gesundheitspflege	Gemeinschaftsraum	10
	Behandlungs- und Untersuchungsraum	5
	Operations- und Kreißsaal, Aufwachzimmer und Intensivstation, Raum für Krankengymnastik, Physiotherapie	5
Justizvollzugseinrichtungen	Zelle, Gemeinschaftsraum	4
	Überwachungsposten	7
	Einschreibung, Registrierung, Aufsichtsraum	2
Andere Räume	Anderer Raum	15
	Lagerbereich eines Geschäfts	100

Der Minister kann Werte zur Spezifizierung für die Bestimmung des Aufenthalts festlegen, der für die Berechnung des minimalen planmäßigen Luftvolumenstroms in den Räumen aus der Kategorie „Andere Räume“ in Tabelle 1 erforderlich ist.

7.2.2 Räume, in denen sich Personen nicht länger aufhalten

Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom in Räumen, in denen sich Personen nicht länger aufhalten, muss auf Grundlage der Tabelle 12 der Norm NBN EN 13779 bestimmt werden.

Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom in den Toiletten jedoch beträgt 25 m³/h pro Toilette (einschließlich der Urinale) oder 15 m³/h je m² Bodenfläche, wenn die Anzahl der Toiletten zum Zeitpunkt der Bemessung der Lüftungsanlage unbekannt ist. In den Dusch- und Baderäumen liegt der planmäßige Mindestluftvolumenstrom bei 5 m³/h pro m² Bodenfläche, mit einem Minimum von 50 m³/h pro Raum.

7.3 Luftqualität der Zuluft

Der planmäßige Mindestluftvolumenstrom an Zuluft muss durch Außenluft erfüllt werden. Alle weiteren Luftströme können mit Außenluft, Umluft oder Überströmluft umgesetzt werden.

Bei Rückführung der Abluft muss jede der Regelungen aus der Anlage A.6 der Norm NBN EN 13779 eingehalten werden.

Abweichend von den zwei vorstehenden Anforderungen kann der planmäßige Mindestluftvolumenstrom an Zuluft in Räumen, in denen sich Personen nicht länger aufhalten, vollständig durch Abluft aus anderen Räumen der Qualität ETA 1 oder ETA 2 erfüllt werden.

Der Anteil an Abluft der Qualität ETA 1 oder ETA 2 aus anderen Räumen am planmäßigen Mindestluftvolumenstrom hängt vom planmäßigen Luftvolumenstrom des Raums bzw. der Räume ab, aus denen die Luft entnommen wird. Die Summe der planmäßigen Luftvolumenströme des Luftwechsels von einem Raum zu anderen Räumen kann nicht größer sein als der jeweilige planmäßige Luftvolumenstrom dieses Raums.

7.4 Regulierung der Luftqualität

Mechanische Lüftungsanlagen, die mit einem Regulierungssystem des Typs IDA-C1 oder IDA-C2 ausgestattet sind, sind nicht gestattet.

Regulierungssysteme auf Grundlage der Lufttemperatur und solche, die eine Reduzierung des Luftvolumenstroms unter den planmäßigen Mindestluftvolumenstrom erlauben, sind nicht gestattet.

7.5 Druckverhältnisse in Räumen oder Gebäuden

Die Druckverhältnisse (PC), die im Gebäude durch ein Ungleichgewicht zwischen der Zuluftrate ($q_{v,supply}$) und den Abluftraten ($q_{v,extract}$) hervorgerufen werden, dürfen nicht geringer als -5 Pa oder höher als 10 Pa sein (die Berechnung muss mit einer Verlustrate von 50 Pa ($\dot{V}_{50}$) gleich V m^3 h^{-1} erfolgen, wobei V das Volumen (berechnet auf der Basis der Außenmaße in m^3) des zu berücksichtigenden Gebäudes oder Gebäudeteils ist).

Diese Bedingung bezüglich der Druckverhältnisse muss in jener Lüftungszone berücksichtigt werden, unabhängig vom Typ des Lüftungssystems (mechanisch oder natürlich).

7.6 Bemessung der natürlichen Luftdurchlässe und Transferöffnungen

Die Zuluftdurchlässe eines freien Lüftungssystems und die Zuluftdurchlässe eines Fortluft-Systems werden für einen maximalen Druckunterschied von 2 Pa bemessen. Die Zuluftdurchlässe in einem Raum mit mechanischer Fortluftanlage dürfen für einen maximalen Druckunterschied von 10 Pa bemessen werden, sofern sich in diesem Raum kein Gerät mit einer offenen Verbrennungskammer befindet, das an eine Abluftleitung angeschlossen ist.

Die Abluftdurchlässe eines freien Lüftungssystems und die Abluftdurchlässe eines Außenluft-Systems werden für einen maximalen Druckunterschied von 2 Pa bemessen. Die Abluftdurchlässe in einem Raum mit mechanischer Zuluftanlage dürfen für einen maximalen Druckunterschied von 10 Pa bemessen werden.

Die Lüftungssysteme werden für einen maximalen Druckunterschied von 10 Pa bemessen, wenn mindestens einer der beiden Räume, die sie verbinden, mit einer mechanischen Lüftungsanlage ausgestattet ist. In allen anderen Fällen wird dieser Maximalwert auf 2 Pa reduziert.

Wenn keine spezifischen Normen vorhanden sind, wird das Verhältnis Druckluftvolumenstrom bei Zuluftdurchlässen für freie Lüftungssysteme, bei Zuluftdurchlässen für Fortluft-Systeme und bei innen angebrachten Lüftungsanlagen gemäß der Norm NBN EN 13141-1 bestimmt.

Wenn keine spezifischen Normen vorhanden sind, wird das Verhältnis DruckLuftvolumenstrom bei Abluftdurchlässen für freie Lüftungssysteme und bei Abluftdurchlässen für Außenluft-Systeme gemäß der Norm NBN EN 13141-2 bestimmt.

Der Luftvolumenstrom jedes Zuluftdurchlasses eines freien Lüftungssystems, jedes Zuluftdurchlasses eines Fortluft-Systems, jedes Abluftdurchlasses eines freien Lüftungssystems, jedes Abluftdurchlasses eines Außenluft-Systems und jedes innen angebrachten Lüftungssystems, unabhängig davon, ob er für einen Druckunterschied von 2 Pa oder 10 Pa angegeben ist, wird in m³/h ausgedrückt und muss auf die ganze Zahl gerundet werden.

7.7 Möglichkeit zum Verstellen der Luftdurchlässe

Innen angebrachte Lüftungssysteme müssen fest montiert werden (nicht verstellbar).

Die Zuluftdurchlässe für freie Lüftungssysteme oder für Fortluft-Systeme und die Abluftdurchlässe für freie Lüftungssysteme oder für Außenluft-Systeme müssen manuell oder automatisch einzustellen sein. Sie müssen genügend Einstellungsmöglichkeiten zwischen den Positionen „Geschlossen“ und „Vollständig geöffnet“ aufweisen. Die Einstellung kann entweder gleitend oder über mindestens 3 Zwischenpositionen zwischen den Positionen „Geschlossen“ und „Vollständig geöffnet“ geschehen.

7.8 Abluft für freie Lüftungssysteme

Die Abluftdurchlässe, die für freie Lüftungssysteme bestimmt sind, sind mit einer Abluftleitung verbunden, die oberhalb des Dachs aus dem Gebäude führen. Der Verlauf der Abluftleitungen soll so vertikal wie möglich gelegt sein. Es sind Abweichungen von maximal 30° von der Vertikale gestattet.

Die Abluftleitungen und das entsprechende Zubehör werden für eine Maximalluftgeschwindigkeit von 1 m/s bemessen.

7.9 Art der innen angebrachten Lüftungssysteme

Spalten unter den Innentüren können als Lüftungssystem angesehen werden, wenn die Höhe der Spalte mindestens 5 mm beträgt (die Höhe der Spalte wird ab der Oberkante des fertigen Fußbodens gemessen; ist die Fußbodenhöhe nicht bekannt, wird eine Dicke von 10 mm angenommen). In diesem Fall muss ein Luftwechsel mit folgenden Werten in Betracht gezogen werden:

- 0,36 m³/h je cm² der Spalte bei einem Druckunterschied von 2 Pa;
- 0,80 m³/h je cm² der Spalte bei einem Druckunterschied von 10 Pa.

Eine permanent geöffnete Brandschutztüre, die mit einem System zur automatischen Schließung im Falle eines Brandes ausgestattet ist, kann als Transferöffnung betrachtet werden. In diesem Fall muss ein Luftwechsel mit folgenden Werten in Betracht gezogen werden:

- 0,36 m³/h pro cm² Türöffnung bei einem Druckunterschied von 2 Pa;
- 0,80 m³/h pro cm² Türöffnung bei einem Druckunterschied von 2 Pa.

7.10 Eindringen unerwünschter Tiere durch die Zuluftdurchlässe eines freien Lüftungssystems oder eines Fortluft-Systems

Um das Eindringen unerwünschter Tiere durch einen Zuluftdurchlass eines freien Lüftungssystems oder durch einen Zuluftdurchlass eines Fortluft-Systems möglichst zu verhindern, wird empfohlen, dass folgende Objekte nicht durch den Zuluftdurchlass geführt werden können, und zwar sowohl von innen nach außen als auch in der anderen Richtung:

- eine Metallkugel mit einem Durchmesser von 4 mm;
- eine Metallscheibe mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Dicke von 3 mm.

Diese Anforderung gilt für jede Öffnungsposition.

7.11 Eindringen von Wasser durch die Zuluftdurchlässe eines freien Lüftungssystems oder eines Fortluft-Systems

Um das Einsickern von Wasser durch einen Zuluftdurchlass eines freien Lüftungssystems oder durch einen Zuluftdurchlass eines Fortluft-Systems möglichst zu verhindern, wird empfohlen, dass das Eindringen von Wasser bei einem Druckunterschied von weniger oder gleich 150 Pa in „geschlossener“ Position und bei einem Druckunterschied von weniger oder gleich 20 Pa in „vollständig geöffneter“ Position unmöglich ist.

Bei Fenstern, die speziell als Zuluftdurchlässe konzipiert sind, ist die Position „Vollständig geöffnet„ als Position der maximalen Öffnung für die Lüftung zu verstehen (und nicht die maximale Öffnung des Fensters).

Wenn keine spezifischen Normen vorhanden sind, wird die Wasserdichtigkeit der Zuluftdurchlässe gemäß der Norm NBN EN 13141-1 bestimmt. Außerdem gelten die folgenden Vorschriften:

- Der Zuluftdurchlass muss gemäß der Anleitung des Lieferanten in einer Platte angebracht werden, die die Dicke des Untergrunds aufweist, auf den der Zuluftdurchlass unter realen Bedingungen angebracht wird, zum Beispiel:
  - Platte mit einer Dicke von 20 mm bei Glasscheiben,
  - Platte mit einer Dicke von 60 mm bei einem Fensterrahmen,
  - Platte mit einer Dicke von 300 mm bei einer Mauer.
- Die Dicke der Platte ist im Bericht zu nennen;
- Gemäß der Norm NBN EN 13141-1 werden die Tests nach der Norm NBN EN 1027 durchgeführt. Die verwendete Versuchsmethode ist die Methode 1A;
- Für Zuluftdurchlässe mit variablen Abmessungen sind die Tests auf einem Muster durchzuführen, dessen Öffnungsmaß jeder Abmessung 1 m beträgt. Wenn die größte verfügbare Abmessung kleiner als 1 m ist, ist der Test auf einem Muster durchzuführen, dessen Abmessung die größtmögliche ist.

7.12 Luftdiffusion im Aufenthaltsbereich

Um Einschränkungen des Wohlbefindens zu vermeiden, wird empfohlen, den unteren Teil der Zuluftdurchlässe einer freien Lüftung und der Zuluftdurchlässe eines Fortluft-Systems in einer Höhe von mindestens 1,80 m über der Oberkante des fertigen Fußbodens anzubringen.

In Abweichung von der vorhergehenden Empfehlung kann der untere Teil der Zuluftdurchlässe einer freien Lüftung oder der Zuluftdurchlässe eines Fortluftsystems in einer Höhe unterhalb von 1,80 m über der Oberkante des fertigen Fußbodens angebracht werden, sofern ein Testbericht über die Luftdiffusion im Bereich mit Aufenthalt, erstellt gemäß Norm NBN EN 13141-1, § 4.5 (*"Air diffusion in the occupied zone*"), verfügbar ist. Gemäß § 4.5 und Tabelle 5 der Norm NBN EN 13141-1 wird die Festlegung der Luftdiffusion im Bereich mit Aufenthalt für die Kombination $\Delta\theta = 0K$ und $\Delta p = 10$ Pa durchgeführt.

7.13 Leistungsbestimmung bei angebrachten mechanischen Lüftungsanlagen

Die Leistung der angebrachten mechanischen Lüftungsanlagen wird gemäß der Norm NBN EN 12599 bestimmt.

Der Luftvolumenstrom jedes Zuluftdurchlasses und jeder mechanischen Fortluftanlage wird in m^3/h angegeben und ist auf die ganze Zahl zu runden.

7.14 Zusätzliche Spezifizierungen für die Qualität des Lüftungssystems und die Messung der mechanischen Luftströmen

Der Minister kann ergänzende Spezifizierungen bezüglich der Qualität des Lüftungssystems und der Messung, die die Übereinstimmung zwischen den geforderten und den mechanisch erreichten Luftströmen nachweist, festlegen.

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 6 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

Abänderungen zur Anlage D zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden.

Art. 1 - Paragraf 11.3.4.2.4 wird durch Folgendes ersetzt:

"11.3.4.2.4 Ökodesign-Richtlinie: Berücksichtigung des Wirkungsgrads

Im Rahmen der Evaluierung des Erzeugungswirkungsgrads des Warmwassers wird der der Ökodesign-Richtlinie entnommene Wirkungsgrad "ηwh" für die Berechnung verwendet, die in § 11.3.3. beschrieben ist. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

Gleichung 260 Wenn der Energieträger nicht Strom ist:

$\eta_{gen,water} = \eta_{wh} / 100$;

wenn der Energieträger Strom ist:

$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) . UF$ (-)

Dabei ist:

η_{wh}: die Warmwasserbereitung-Energieeffizienz in %, im Verhältnis zum oberen Heizwert, in § 11.3.4.2.3 Buchstabe a oder § 11.3.4.2.3 Buchstabe b erläutert;

UF: der Umrechnungsfaktor [für Strom], wie in den oben genannten Verordnungen bestimmt, (-), und mit einem Wert von 2,50."

Art. 2 - In Paragraf 12.2 wird die Gleichung 140 durch Folgendes ersetzt:

"**Gleichung 140** $f_{as,water,bathi,m} = f_{as,water,sin\,ki,m} = \min\left(0.999,\ \eta_{as,water,m} \cdot f_{d,as} \cdot Q_{as,m}/Q_{demand,as,water,m}\right)$ "

Art. 3 - Paragraph 14.2 wird durch Folgendes ersetzt:

"14.2 Monatliche Stromerzeugung

Die monatliche Stromerzeugung einer Photovoltaikanlage i in kWh wird gemäß Gleichung 158 berechnet, es sei denn, mit den Vorgaben der zuständigen Behörden kann ein günstigerer Wert bestimmt werden. [Zum 01.01.2014 gibt es keine solchen Vorgaben, so dass Gleichung 158 angewandt werden muss.]

Gleichung 158

$$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad \text{[kWh]}$$

Dabei ist:

$P_{pv,i}$ die Spitzenleistung des Photovoltaiksystems i für eine Strahlungsleistung von 1000 W/m² in W, bestimmt gemäß NBN EN 60904-1;

$RF_{pv,i}$ der Reduktionsfaktor der Photovoltaikanlage, ohne Einheit, bestimmt wie unten erwähnt;

$c_{pv,i}$ der Korrekturfaktor für die Verschattung, berechnet wie unten erwähnt;

$I_{s,m,i,shad}$ die Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche der Photovoltaikanlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ/m², bestimmt wie unten angegeben.

Die Berechnung der Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche der Photovoltaikanlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse erfolgt gemäß Anhang G **Error! Reference source not found.** (dabei ist der Begriff "Fenster" durch "solares Photovoltaiksystem" zu ersetzen). Dieser Anhang enthält eine Berechnungsmethode und eine vereinfachte Berechnungsmethode.

Der Korrekturfaktor für die Verschattung, $c_{pv,i}$, wird wie folgt bestimmt:

Gleichung 258

$$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right) \qquad (-)$$

Dabei ist:

$I_{s,m,i,shad}$ die Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², bestimmt gemäß Anhang C **Error! Reference source not found.** der vorliegenden Anlage;

$I_{s,m,i,horshad}$ die Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter ausschließlicher Berücksichtigung der Horizontverschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Anhang C **Error! Reference source not found.** der vorliegenden Anlage. Andere Hindernisse (Überstände und ähnliche Abschirmungen) werden bei dieser Berechnung also nicht berücksichtigt.

(Falls es außer dem Horizont keine anderen verschattenden Hindernisse gibt, ist $I_{s,m,i,horshad}$ gleich $I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i}$ gleich 1, und es erfolgt also kein Abzug vom erzeugten Strom.)

Bei der Zertifizierung wird für die Berechnung der Sonneneinstrahlung einer Photovoltaikanlage immer die vereinfachte Methode verwendet - dies entspricht $C_{pv,i} = 1$.

Der Reduktionsfaktor der Photovoltaikanlage wird wie folgt bestimmt:

Gleichung 262

$$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i} \qquad (-)$$

Dabei ist:

$G_{tech,pv,i}$ der Leistungsgewinn durch eine Dünnschicht-Photovoltaiktechnologie, (-), angegeben in Tabelle 113

Tabelle [**113**];

$G_{TL,pv,i}$	der Leistungsgewinn ohne galvanisch getrennter Transformator im Wechselrichter, (-), angegeben in Tabelle 113

Tabelle [**113**];

$G_{inst,pv,i}$	der Leistungsgewinn bei nicht in die Gebäudehülle integrierter Installationsweise, (-), angegeben in Tabelle 113

Tabelle [113]: Werte der Parameter, die bei der Berechnung des Reduktionsfaktors der Photovoltaikanlage $RF_{pv,i}$ berücksichtigt werden

Parameter	Eigenschaften	Wert (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Mono- oder polykristalline Technologien	0,00
	Dünnschicht-Technologien	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Wechselrichter mit galvanisch getrenntem Transformator (**)	0,00
	Wechselrichter ohne Transformator mit galvanischer Trennung	0,01
$G_{inst,pv,i}$	In die Gebäudehülle integrierte Photovoltaikmodule	0,00
	Photovoltaikmodule, die nicht in die Gebäudehülle integriert sind	0,01
(*) Die Art der verwendeten Technologie ist auf dem Datenblatt der Module angegeben. (**) Transformerless (ohne Transformator) "TL" wird normalerweise im Datenblatt des Wechselrichters angegeben, (Abschnitt "Topologie").		

"

Art. 4 - Paragraf U.2.3 wird durch Folgendes ersetzt:

"**U.2.3 U-Werte von erdberührenden Wänden**

Für erdberührende Wände wird der U-Wert wie folgt bestimmt:

Gleichung 243 $d_w = 2.(R_{si} + R + R_{se})$ [m]

Gleichung 244 Wenn $d_w \geq d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0.5.d_t}{d_t+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

Wenn $d_w < d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5\ d_w}{d_w+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

Dabei ist:

d_w die äquivalente Gesamtstärke der Wand in m;

d_t die äquivalente Gesamtstärke des Fußbodens in m;

R_{si} der Wärmeübergangswiderstand zwischen der Oberfläche und der Innenseite in m².K/W, wie in **Error! Reference source not found.** angegeben;

R der Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils in m².K/W;

R_{se} der Wärmeübergangswiderstand zwischen der Oberfläche und der Außenseite in m².K/W, wie in**Error! Reference source not found.** angegeben;

z ist die mittlere Tiefe der erdberührenden Wand unter dem Boden in m, gerundet auf ein Vielfaches von 0,5 m, (maximal 10 m). Wenn z = 0 m, wird die Berechnung mit z = 0,01 m vorgenommen.

Bei der Zertifizierung wird die äquivalente Gesamtstärke d_w des Fußbodens konventionell mit 1,16 angesetzt.

ANMERKUNG: Der Wert d_t = 1,16 basiert auf dem Referenzdokument für Transmissionsverluste mit folgenden Annahmen: λ_{Boden} = 2 W/mK, Wandstärke im Erdreich = 30 cm, Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte = 0.22 m².K/W.

Bei der Zertifizierung wird der Wärmedurchlasswiderstand der Konstruktion R gemäß § **Error! Reference source not found.** bestimmt."

Art. 5 - In Paragraf U.3.1 des Anhangs U, in U.3.1.7 wird der Satz "• das Gebäude elektrisch geheizt wird oder wurde;" zwischen "… Der Wert von $R_{isolant\ 1}$ wird nach der unten stehenden Tabelle bestimmt, wenn: ..." und "... • es sich um ein Gebäude handelt, das 1985 oder später errichtet wurde und von Anfang an zu Wohnzwecke genutzt wurde. ..." durch Folgendes ersetzt:

" • das Gebäude für elektrische Beheizung ausgelegt ist;"

Art. 6 - Die Rechenwerte der Umrechnungsfaktoren in Tabelle 109 des Anhangs X werden durch Folgendes ersetzt:

"**Tabelle 109: Rechenwerte der Umrechnungsfaktoren f_p, $f_{l/h}$ und f_{CO2} (zu Informationszwecken)**

Energiequellen / Brennstoff	Quelle	f_p	$f_{l/h}$	f_{CO2} [kg/MJ]
Erdgas	(1)	1.0	0.90	0.056
Heizöl = Diesel	(1)	1.0	0.94	0.073
Propan/Butan/LPG	(1)	1.0	0.92	0.062
Kohle	(1)	1.0	0.96	0.093
Holz	(1)	1.0	0.93	0
Granulat (Pellets)	(2)	1.0	0.91	0
Sonstige Biomasse	(2)	1.0	0.93	0
Strom	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Mit PV selbst erzeugter Strom	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Mit KWK selbst erzeugter Strom	(1)	2.5	1.00 (3)	0.179
Sonstige Brennstoffe		Nach der Vorgaben der zuständigen Behörden zu bestimmen.		

"

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

Anlage 7 zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Abänderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden

In die Anlage E zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Energieeffizienz von Gebäuden einzufügende Paragraf.

"5. Abweichung im Falle einer Nichtübereinstimmung mit den EEG-Anforderungen im Bereich der erneuerbaren Energien

5.1 Jährlicher Anteil erneuerbarer Energien, bewertet für eine einzelne EEG-Einheit

Wenn bei einer Kontrolle der in der endgültigen oder vor Ort abgegebenen EEG-Erklärung festgestellte Wert des jährlichen Anteils erneuerbarer Energien, %RE, für eine oder mehrere EEG-Einheiten unter dem vorgeschriebenen Mindestwert liegt, wird die Abweichung im Bereich der erneuerbaren Energien für die betreffende EEG-Einheit, ausgedrückt in MJ/Jahr, wie folgt bestimmt:

$$\Delta = \left(\frac{\%_{\mathrm{RE,Anforderung}}}{100}\right) \cdot Q_{\mathrm{tot\ th,Feststellung}} - Q_{\mathrm{RE\ th,Feststellung}} \qquad \text{(MJ/Jahr)}$$

wobei:

%RE,Anforderung	der durch die EEG-Vorschriften vorgeschriebene Mindestwert für den jährlichen Anteil erneuerbarer Energien der EEG-Einheit (-);
$Q_{\mathrm{tot\ th,\ Feststellung}}$	der durch Kontrolle festgestellte Wert für die jährliche Energiemenge, die innerhalb der EEG-Einheit verbraucht wird, in MJ/Jahr;
$Q_{\mathrm{RE\ th,\ Feststellung}}$	der durch Kontrolle festgestellte Wert für die jährliche Menge an erneuerbarer Energie, die innerhalb der EEG-Einheit verbraucht wird, in MJ/Jahr.

5.2 Geschätzter jährlicher Anteil erneuerbarer Energie für ein geschütztes Volumen, das mehrere EEG-Einheiten enthält

Wenn bei einer Kontrolle der in der endgültigen EEG-Erklärung oder vor Ort festgestellte Wert des jährlichen Anteils erneuerbarer Energie %RE, für ein oder mehrere geschützte Volumen unter dem vorgeschriebenen Mindestwert liegt, wird die Abweichung im Bereich der erneuerbaren Energien für das betreffende geschützte Volumen, ausgedrückt in MJ/Jahr, wie folgt bestimmt:

$$\Delta_{\mathrm{VP}} = \left(\frac{\%_{\mathrm{RE,Anforderung}}}{100}\right) \cdot \sum_i Q_{\mathrm{tot\ th,Feststellung,i}} - \sum_i Q_{\mathrm{RE\ th,Feststellung,i}} \qquad \text{(MJ/Jahr)}$$

wobei:

$\%RE_{,\mathrm{Anforderung}}$	der durch die EEG-Vorschriften vorgeschriebene Mindestwert für den jährlichen Anteil erneuerbarer Energien des geschützten Volumens, (-);
$Q_{\mathrm{tot\ th,\ Feststellung,i}}$	der durch Kontrolle festgestellte Wert für die jährliche Energiemenge, die innerhalb der EEG-Einheit i verbraucht wird, in MJ/Jahr;
$Q_{\mathrm{RE\ th,\ Feststellung,\ i}}$	der durch Kontrolle festgestellte Wert für die jährliche Menge an erneuerbarer Energie, die innerhalb der EEG-Einheit i verbraucht wird, in MJ/Jahr.

Es ist die Summe aller EEW-Einheiten und aller EEN-Einheiten des geschützten Volumens zu bilden. "

In Anbetracht der Anlage zum Erlass der Wallonischen Regierung vom 5. Juni 2025 zur Änderung des Erlasses der Wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Hinblick auf die Einbeziehung von Mindestanforderungen für Energie aus erneuerbaren Quellen in Gebäuden.

Namur, den 5. Juni 2025

Für die Regierung:

Der Ministerpräsident und Minister für Haushalt, Finanzen, Forschung und Tierschutz
A. DOLIMONT

Die Ministerin für Energie, den Luft-Klima-Plan, Wohnungsbau und Flughäfen
C. NEVEN

VERTALING

WAALSE OVERHEIDSDIENST

[C − 2025/006638]

5 JUNI 2025. — Besluit van de Waalse Regering tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

De Waalse Regering,

Gelet op het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestatie van gebouwen, de artikelen 3, 11, §§ 1 en 4, 12, § 2, ingevoegd bij het decreet van 17 december 2020, en artikel 60, tweede lid;

Gelet op het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestatie van gebouwen;

Gelet op het rapport van 30 oktober 2023, opgemaakt overeenkomstig artikel 3, 2°, van het decreet van 11 april 2014 houdende uitvoering van de resoluties van de Vrouwenconferentie van de Verenigde Naties die in september 1995 in Peking heeft plaatsgehad en tot integratie van de genderdimensie in het geheel van de gewestelijke beleidslijnen;

Gelet op het advies van de Inspecteur van Financiën, gegeven op 22 november 2023;

Gelet op de instemming van de Minister van Begroting, gegeven op 5 juni 2025;

Gelet op advies 76.326/4 van de Raad van State, gegeven op 26 juni 2024, overeenkomstig artikel 84, § 1, eerste lid, 1°, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Overwegende dat de IT-tool voor de uitvoering van bijlage D op 1 september 2024 is ontwikkeld en in gebruik is genomen;

Op de voordracht van de Minister van Energie;

Na beraadslaging,

Besluit:

Artikel 1. Richtlijn 2018/2001/EU van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen wordt bij dit besluit gedeeltelijk omgezet.

Art. 2. Artikel 1 van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013, gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 januari 2023 wordt aangevuld met een punt 4°, luidend als volgt:

"4° Richtlijn 2001/2001/EU van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen. ".

Art. 3. Artikel 2 van hetzelfde besluit, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 januari 2023, wordt aangevuld met de punten 15° 16°, luidend als volgt:

"15° de gemeenschap voor hernieuwbare energie: de gemeenschap voor hernieuwbare energie zoals omschreven in artikel 2, 2°quinquies, van het decreet van 12 april 2001 betreffende de organisatie van de gewestelijke elektriciteitsmarkt;";

16° het delen van energie: het delen van energie zoals omschreven in artikel 2, 2°quater, van het decreet van 12 april 2001 betreffende de organisatie van de gewestelijke elektriciteitsmarkt. ".

Art. 4. In artikel 10/2 van hetzelfde besluit, ingevoegd bij het besluit van de Waalse Regering van 28 januari 2016 en gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 april 2019, wordt paragraaf 1 aangevuld met een lid, luidend als volgt:

"Wanneer de ontvangstbevestiging van de vergunningsaanvraag een latere datum heeft dan 31 december 2025, moet het gebouw een minimumpercentage energie uit hernieuwbare bronnen van vijfendertig procent bevatten. Voor een gebouw met een totale bruikbare oppervlakte van 1.000 m^2 of meer moet dit percentage energie voor ten minste vijftien procent bestaan uit energie afkomstig van systemen die gebruikmaken van energie uit hernieuwbare bronnen. Deze percentages worden berekend overeenkomstig bijlage A1. ".

Art. 5. In artikel 11 van hetzelfde besluit, vervangen bij het besluit van de Waalse Regering van 28 januari 2016, wordt paragraaf 4 aangevuld met een lid, luidend als volgt:

"Wanneer de ontvangstbevestiging van de vergunningsaanvraag een latere datum heeft dan 31 december 2025, moet het gebouw een minimumpercentage energie uit hernieuwbare bronnen van vijfendertig procent bevatten. Voor een gebouw met een totale bruikbare oppervlakte van 1.000 m^2 of meer moet dit percentage energie voor ten minste vijftien procent bestaan uit energie afkomstig van systemen die gebruikmaken van energie uit hernieuwbare bronnen. Deze percentages worden berekend overeenkomstig bijlage A3. ".

Art. 6. In hetzelfde besluit wordt een artikel 14/1 ingevoegd, luidend als volgt:

"Art. 14/1. § 1. Wanneer de EPB-aangever van mening is dat een gebouw niet zal kunnen voldoen aan de eisen bedoeld in de artikelen 10/2, § 1, derde of vierde lid, en 11, § 4, derde of vierde lid, voegt hij bij de initiële EPB-aangifte een bewijsnota met de redenen die volgens hem de technische, functionele of economische onmogelijkheid rechtvaardigen om het vereiste percentage energie uit hernieuwbare bronnen te installeren.

De EPB-aangever toont in zijn bewijsnota aan dat het technisch, functioneel of economisch onmogelijk is om het vereiste percentage energie uit hernieuwbare bronnen te bereiken met behulp van de hernieuwbare technologieën die in aanmerking zijn genomen in de EPB-berekeningsmethode, met name met inachtneming van de volgende overwegingen:

1° de onmogelijkheid om te voldoen aan de geluidsnormen;

2° de aard van de bodem;

3° de onmogelijkheid om te voldoen aan de minimale afstanden tot gemeenschappelijke grenzen;

4° de onmogelijkheid om te voldoen aan de luchtkwaliteitsnormen;

5° het ontbreken van voldoende ruimte of volume, in het betrokken gebouw of op het perceel van het gebouw, om een specifiek type generator te plaatsen en/of de brandstof ervan op te slaan;

6° het ontbreken van voldoende zonlicht;

7° overmatige schaduw van de omgeving;

8° de afwezigheid van voldoende oppervlakte op het betrokken gebouw of op het bouwperceel, om zonnepanelen te plaatsen;

9° het ontbreken van een externe warmtevoorziening in de buurt;

10° het ontbreken van een gemeenschap voor hernieuwbare energie in de buurt;

De EPB- aangever die bij de eerste EPB-aangifte geen beroep doet op deze afwijking, ziet af van het recht op deze afwijking, behalve wanneer de EPB- aangever tijdens de definitieve EPB-aangifte een wijziging van de in het tweede lid bedoelde voorwaarden rechtvaardigt.

§ 2. Naast de eisen bedoeld in artikel 10/2, moet de EPW-eenheid die van de afwijking geniet, indien daarop geen afwijking wordt toegestaan krachtens artikel 10 van het decreet, ook aan de volgende vereisten voldoen:

1° het niveau EW is niet hoger dan dertig;

2° het Espec is niet hoger dan vijfenvijftig kWu/m^2 per jaar.

§ 3. Naast de eisen bedoeld in artikel 11, moet het niveau EW van de- EPN-eenheid die van de afwijking geniet, indien daarop geen afwijking wordt toegestaan krachtens artikel 10 van het decreet, niet meer bedragen dan vijfenzestig procent van de overeenkomstig artikel 11, paragraaf 5, vastgestelde waarde, afgerond naar boven.

§ 4. Voor gebouwen die meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bevatten, wordt de beoordeling van de eisen bedoeld in §§ 2 en 3 uitgevoerd op het niveau van het gebouw, overeenkomstig de bijlagen A1 en A3. ”.

Art. 7. In hetzelfde besluit wordt een artikel 14/2 ingevoegd, luidend als volgt:

”Art. 14/2. Voor elke aanvraag voor een bouwvergunning of verbouwing van een gebouw of een EPB-eenheid waarvan de EPB-aangever zich ertoe verbindt of ertoe verbonden is deel te nemen aan een hernieuwbare-energiegemeenschap, moet het gebouw of de EPB-eenheid voldoen aan de eisen bedoeld in de artikelen 10/2 en volgende, zonder rekening te houden, voor de naleving van de eisen met betrekking tot het niveau EW en Espec, met de energiebijdragen die verband houden met de energiedeling binnen de gemeenschap voor hernieuwbare energie waaraan hij deelneemt of zal deelnemen na de bouw of verbouwing.

De Minister bepaalt de wijze waarop de verbintenis van de aangever ten aanzien van de hernieuwbare-energiegemeenschap moet worden gerechtvaardigd, de toe te passen berekeningsmethode, alsook de wijze waarop de informatie over de hernieuwbare-energiegemeenschap moet worden opgenomen in het EPB-certificaat van het gebouw of de betrokken eenheid. ”.

Art. 8. In hetzelfde besluit wordt een artikel 14/3 ingevoegd, luidend als volgt:

”Art. 14/3. § 1. Wanneer de ontvangstbevestiging van de vergunningsaanvraag een latere datum heeft dan 31 december 2025, mag het gebouw of de EPB-eenheid bij de bouw of verbouwing geen verwarmings- of sanitair warmwatersysteem op stookolie of steenkool bevatten.

§ 2. Wanneer de EPB- aangever om een technische, functionele of economische reden van mening is dat zijn project niet aan de in § 1 bedoelde eis kan voldoen, voegt hij bij de oorspronkelijke EPB-aangifte een bewijsnota waarin hij aangeeft waarom hij van mening is dat het technisch, functioneel of economisch onmogelijk is om aan deze eis te voldoen.

De EPB-aangever moet in zijn bewijsnota aantonen dat het technisch, functioneel of economisch onmogelijk is, met name met inachtneming van de volgende overwegingen:

1° de onmogelijkheid om te voldoen aan de geluidsnormen;

2° de aard van de bodem;

3° de onmogelijkheid om te voldoen aan de minimale afstanden tot gemeenschappelijke grenzen;

4° de onmogelijkheid om te voldoen aan de luchtkwaliteitsnormen;

5° het ontbreken van voldoende ruimte of volume, in het betrokken gebouw of op het perceel van het gebouw, om een specifiek type generator te plaatsen en/of de brandstof ervan op te slaan;

6° het ontbreken van voldoende zonlicht;

7° overmatige schaduw van de omgeving;

8° de afwezigheid van voldoende oppervlakte op het betrokken gebouw of op het bouwperceel, om zonnepanelen te plaatsen;

9° het ontbreken van een externe warmtevoorziening in de buurt;

10° het ontbreken van een gemeenschap voor hernieuwbare energie in de buurt;

De EPB-aangever die geen bewijsnota bij zijn EPB-aangifte voegt, ziet af van het recht op deze afwijking. ».

Art. 9. In artikel 87 van hetzelfde besluit, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 januari 2023, worden de volgende wijzigingen aangebracht in paragraaf 3:

1° het eerste lid wordt aangevuld met een punt 7°, luidend als volgt:

“7° 0,24 euro per afwijking van 1 MJ in het domein van energie uit hernieuwbare bronnen, berekend overeenkomstig bijlage E”;

2° in het tweede lid, worden de woorden ”en 7°” ingevoegd tussen de woorden ”in lid 1, 1° tot 5°” en de woorden ”, waarbij in voorkomend geval het bedrag van de geldboete bedoeld in lid 1, 6°, gevoegd wordt”;

3° na § 3 wordt een § 3/2 ingevoegd, luidend als volgt:

”3/2. De inbreuken vastgesteld in artikel 59, 2°, van het decreet, voor zover het gaat om de EPB-eisen vastgesteld in artikel 14/3 van dit besluit, worden bestraft met een geldboete van 2.000 euro per verboden systeem, verhoogd met 3.000 euro per door dit systeem bediend PEB-eenheid. ”.

Art. 10. In hetzelfde besluit, wordt bijlage A1, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 19 januari 2022, vervangen door bijlage 1 die bij dit besluit gaat.

Art. 11. In hetzelfde besluit, wordt bijlage A3, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 19 januari 2022, vervangen door bijlage 2 die bij dit besluit gaat.

Art. 12. In hetzelfde besluit, wordt bijlage B1, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 19 januari 2022, gewijzigd overeenkomstig de aanwijzingen in bijlage 3 bij dit besluit.

Art. 13. In hetzelfde besluit, wordt bijlage C2, gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 april 2019, vervangen door bijlage 4 die bij dit besluit gaat.

Art. 14. In hetzelfde besluit, wordt bijlage C3, vervangen bij het besluit van de Waalse Regering van 11 april 2019, vervangen door bijlage 5 die bij dit besluit gaat.

Art. 15. In hetzelfde besluit, wordt bijlage D, laatst gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 23 mei 2019, gewijzigd overeenkomstig de aanwijzingen in bijlage 6 bij dit besluit.

Art. 16. In hetzelfde besluit, in bijlage E, gewijzigd bij het besluit van de Waalse Regering van 11 april 2019, wordt een paragraaf 5 ingevoegd die in bijlage 7 bij dit besluit is opgenomen.

Art. 17. Dit besluit treedt in werking op 1 januari 2026.

De artikelen 10, 11, 12, 13, 14 en 16 zijn van toepassing als de datum van de ontvangstbevestiging van de vergunningsaanvraag na 31 december 2025 valt.

In afwijking van het eerste lid, heeft artikel 15 uitwerking met ingang van 1 september 2024.

Art. 18. De Minister van Energie is belast met de uitvoering van dit besluit.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de Regering:

De Minister-President en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 1 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Bijlage A1 bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.

BEPALINGSMETHODE VAN HET PEIL VAN PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK VAN RESIDENTIËLE EENHEDEN (EPW-methode)

Voorwoord

Deze bijlage beschrijft de methode voor het bepalen van het peil van primair energieverbruik (Ew-peil) van een woongebouw. In dit energieverbruik wordt zowel rekening gehouden met het gebouw als met de installaties voor ruimteverwarming, ventilatie, warm tapwater, koeling en het gebruik van duurzame energie. Deze combinatie van bouwkundige mogelijkheden, installatietechnische keuzen en duurzame energieopwekking stelt de ontwerper in staat de meest geschikte middelen aan te wenden om aan de opgelegde eisen te voldoen.

De minister kan nadere specificaties vastleggen om de impact van atria of geventileerde dubbele gevels op de energieprestatie van een EPW-eenheid te berekenen.

1 Verwijzingen naar andere teksten

1.1 Lijst van de bijlagen bij dit besluit

In deze tekst wordt verwezen naar de bijlagen van dit besluit. De volledige titels van die bijlagen luiden als volgt.

- Bijlage A.1: Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van woongebouwen
- Bijlage A.2: Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van niet-residentiële eenheden
- Bijlage B.1: Referentiedocument voor transmissieverliezen
- Bijlage B.2: Behandeling van bouwknopen
- Bijlage C.1: Maximaal toelaatbare U-waarden of minimaal te realiseren R-waarden
- Bijlage C.2: Ventilatievoorzieningen in woongebouwen
- Bijlage C.3: Ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen
- Bijlage E.1: Bepaling van de administratieve boetes

1.2 Normen

De bijlagen A.1, A.2, B.2, C.1 en C.2 bij dit besluit verwijzen naar volgende normen. Enkel de versie van de norm met de vermelde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet meldt dat zij vervangen is door een andere versie. Normverwijzingen in bijlage C.3VHN bij dit besluit worden in deze bijlage vermeld.

ARI Standard 560:2000	Absorption water chilling and water heating packages (ARI : Air-Conditioning and Refrigeration Institute)
ISO 15099:2003	Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
NBN D 50-001:1991	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
NBN EN 303-5	Heating boilers - Part 5 : Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kW - Terminology, requirements, testing and marking
NBN EN 308:1997	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
NBN EN 410	Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
NBN EN 1873:2016	Prefabricated accessories for roofing - Individual rooflights of plastics - Product specification and test methods
NBN EN 1027:2000	Windows and doors - Watertightness - Test method

NBN EN 12309-2:2000	Gas-fired absorption and adsorption air-conditioning and/or heat pump appliances with a net heat input not exceeding 70 kW - Part 2 : Rational use of energy
NBN EN 12977-3:2012	Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 3 : Performance test methods for solar water heater stores
NBN EN 13141-1	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1 : Externally and internally mounted air transfer devices.
NBN EN 13141-7	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 7 : Performance testing of a mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings
NBN EN 13141-8	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 8 : Performance testing of un-ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for a single room
NBN EN 13229	Foyers ouverts et inserts à combustibles solides - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 13240	Poêles à combustible solide - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 14134:2004	Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems
NBN EN 14785	Appareils de chauffage domestique à convection à granulés de bois - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 14511:2011	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
NBN EN 14825:2013	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance
NBN EN 15250	Appareils de chauffage domestique à combustible solide à libération lente de chaleur - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 16510-1	Appareils de chauffage domestiques à combustion solide - Partie 1 : Exigences générales et méthodes d'essai
NBN EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1 : Rating and performance
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaic devices - Part 1 : measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN EN ISO 9806	Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods
NBN EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations
NBN EN ISO 12241:1998	Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules
NBN EN ISO 13786:2017	Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods
NBN EN ISO 13790:2004	Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)

NBN EN ISO 52022-1	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 1 : Simplified calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing
NBN EN ISO 52022-3	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 3 : Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing

2 Definities

- **Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR)**: een aangrenzende ruimte die buiten een beschermd volume gelegen is en niet verwarmd wordt.
- **Aangrenzende verwarmde ruimte (AVR)**: een aangrenzende ruimte die binnen een beschermd volume gelegen is. Er kunnen drie verschillende contexten onderscheiden worden:
  - AVR grenzend aan het beschermde volume dat in beschouwing genomen wordt. Bijvoorbeeld een ruimte gelegen binnen het beschermde volume van een bestaand gebouw op een belendend perceel of van een bestaand gebouwdeel op eigen perceel. Dit laatste geval kan bijvoorbeeld van toepassing zijn bij de uitbreiding van een gebouw.
  - AVR grenzend aan de EPB-eenheid die in beschouwing genomen wordt. Voorbeelden:
    - een ruimte gelegen in een aangrenzende EPB-eenheid (binnen het eigen beschermde volume);
    - een andere ruimte (waaraan geen energieprestatie-eisen worden gesteld) gelegen binnen het eigen beschermde volume (bv. een gemeenschappelijke traphal in een appartementsgebouw);
    - een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.
  - AVR grenzend aan de energiesector die in beschouwing genomen wordt. Voorbeelden:
    - een ruimte gelegen in een aangrenzende energiesector (binnen dezelfde EPB-eenheid);
    - een ruimte gelegen in een aangrenzende EPB-eenheid;
    - een andere ruimte gelegen binnen het eigen beschermde volume;
    - een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.

    OPMERKING: zie ook § 5.2 voor conventies met betrekking tot ruimten in bestaande aanpalende gebouwen of gebouwdelen.
- **Accumulerende kachel (of kachel met langzame warmteafgifte)**: kachel met zodanige warmteopslagcapaciteit dat deze na het doven van het vuur nog verder warmte kan afgeven. Bij het uitvoeren van een test volgens de norm NBN EN 15250 moet de tijd tussen het bereiken van de maximale oppervlaktetemperatuur en het terugvallen tot het gemiddelde van de maximale oppervlaktetemperatuur en de omgevingstemperatuur minstens 4 uur zijn.
- **Benuttingsfactor van de warmtewinsten**: fractie van de warmtewinsten door bezonning en interne bronnen, die voor een afname van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in het beschermde volume zorgt.
- **Beschermd volume**: het volume van alle ruimten in een gebouw dat thermisch afgeschermd wordt van de buitenomgeving (lucht of water), de grond en alle aangrenzende ruimten die niet tot een beschermd volume behoren.
- **Besluit van 15 mei 2014**: besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.
- **Biobrandstof**: gasvormige of vloeibare brandstoffen die hoofdzakelijk (meer dan 50%) op basis van biomassa zijn geproduceerd, zoals biogas.
- **Bovenste verbrandingswaarde (BVW):** hoeveelheid warmte die door de volledige verbranding van een eenheid brandstof vrijkomt, waarbij wordt verondersteld dat de waterdamp condenseert en dat de bijhorende warmte wordt teruggewonnen.
- **Bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming**: energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor ruimteverwarming aan het verdeelsysteem (of opslagsysteem) voor ruimteverwarming wordt overgedragen.

- **Bruto-energiebehoefte voor warm tapwater**: energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor warm tapwater aan het verdeelsysteem (of opslagsysteem) voor warm tapwater wordt overgedragen.
- **Buitentemperatuur**: gemiddelde temperatuur van de buitenlucht over een bepaalde periode, in deze bijlage 1 maand.
- **Centrale verwarming**: verwarmingssysteem waarbij een warmtegeleidende vloeistof (warmtetransporterend fluïdum of warmteoverdrachtsmedium) de opgewekte warmte naar meer dan één ruimte binnen het beschermde volume transporteert.
- **Collectieve verwarming**: centrale verwarming bestemd voor meer dan één EPB-eenheid.
- **Combilus:** een circulatieleiding die zowel voor warm tapwater als voor ruimteverwarming dienst doet.
- **Deellastrendement:** het opwekkingsrendement van een installatie onder gedeeltelijke belasting.
- **Dunne-film (thin film)**: technologie voor fotovoltaïsche zonne-energie van de tweede generatie; de zonnecellen bestaan uit een stapel dunne laagjes amorf silicium op een substraat (a-Si), of zijn een legering van koper, indium, gallium en selenium (CIGS) of cadmiumtelluride (CdTe).
- **Efficiënte externe warmtelevering**: externe warmtelevering die voldoet aan de voorwaarden in artikel 2, 27° van het EPB-decreet van 28 november 2013.
- **Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming**: eindenergie die nodig is om de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming te dekken.
- **Eindenergieverbruik voor warm tapwater**: eindenergie die nodig is om de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater te dekken.
- **Energiesector**: een geheel van ruimten van het beschermde volume die:
  - tot dezelfde ventilatiezone behoren;
  - van hetzelfde type warmteafgiftesysteem voorzien zijn (tenzij, in geval van centrale verwarming, met het slechtste afgifterendement gerekend wordt);
  - en verwarmd worden met dezelfde warmteopwekker (of in voorkomend geval met dezelfde combinatie van warmteopwekkers).
- **Externe warmtelevering**: levering van warmte die niet opgewekt wordt op het eigen perceel.
- **Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem**: voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in elektriciteit.
- **Fotovoltaïsche zonnepanelen in inbouw (niet geventileerd)**: multifunctioneel constructiedeel, geïntegreerd in de gevel of het dak ter vervanging van klassieke dak- of muurdelen of beglazing; het paneel is evenwijdig aan de wand en verzekert de afdichting ervan.
- **Fotovoltaïsche zonnepanelen in opbouw (geventileerd)**: alle soorten panelen gemonteerd op een specifieke draagconstructie, geplaatst bovenop de schildelen van het gebouw, waardoor luchtcirculatie aan de achterzijde van het paneel mogelijk is. De helling van het paneel kan verschillen van die van de wand waarop dit geplaatst is.
- **Gebruiksoppervlakte**: de vloeroppervlakte, bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 2 van bijlage A.2 bij dit besluit.
- **Gemeenschappelijk fotovoltaïsch zonne-energiesysteem**: voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in elektriciteit, fysiek verbonden met een of meer meters voor de gemeenschappelijke delen van een gebouw of met een gemeenschappelijke meter voor meerdere EPW-eenheden binnen een EPB-project.
- **In serie geschakelde opwekkers**: opwekkers die zodanig aangesloten zijn dat de uitlaat van de warmtegeleidende vloeistof (warmteoverdrachtsmedium) van de eerst geschakelde opwekker, is verbonden met de inlaat van het warmteoverdrachtsmedium van de volgende opwekker. De configuratie waarbij de uitlaat van de eerst geschakelde opwekker is verbonden met de

verdamper van een warmtepomp, wordt niet als een configuratie van in serie geschakelde opwekkers beschouwd.

- **In-/exfiltratiedebiet**: hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid het beschermde volume of een energiesector binnenstroomt door infiltratie en uitstroomt door exfiltratie.
- **Interne warmteopwekking**: de warmte van personen, verlichting, ventilatoren, pompen en alle andere apparatuur, die binnen het beschermde volume vrijkomt.
- **Inwendige scheidingsconstructie**: constructie die of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermde volume en een aangrenzende ruimte, al dan niet verwarmd.
- **Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik**: het jaarlijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming, de bereiding van warm tapwater, (fictieve) koeling, hulpfuncties en, ingeval van kantoren en scholen, ook verlichting, berekend volgens de methode beschreven in deze bijlage voor EPW-eenheden en in bijlage A.2 bij dit besluit voor EPN-eenheden. De primaire energiebesparing die wordt verwezenlijkt door zelf elektriciteit op te wekken met behulp van een fotovoltaïsch systeem of een wkk-installatie wordt in mindering gebracht.
- **Karakteristieke luchtdoorlatendheid**: het luchtdebiet bij een drukverschil van 50 Pa, zoals afgeleid uit de druk- / luchtdebietkarakteristiek van het betreffende woongebouw of berekend volgens de in deze bijlage vermelde methode.
- **Maximaal elektrisch vermogen van een elektromotor (of van een elektromotor-ventilatorcombinatie)**: het maximale elektrisch vermogen dat de elektromotor (of de elektromotor-ventilatorcombinatie) bij continubedrijf kan opnemen, in voorkomend geval met inbegrip van alle voorschakelapparatuur. Het elektrisch vermogen wordt dus gemeten ter hoogte van de netvoeding. Continubedrijf is gedefinieerd in NBN EN 60034-1 (“duty type S1”).
- **Mechanische ventilatie**: ventilatie die door een of meer ventilatoren tot stand gebracht wordt.
- **Natuurlijke ventilatie**: ventilatie die tot stand komt onder invloed van wind en van het temperatuurverschil tussen de lucht buiten en de lucht binnen.
- **Netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming**: energie die nodig zou zijn om het beschermde volume gedurende een zekere periode (in deze bijlage 1 maand) op binnentemperatuur te houden bij gebruik van een installatie waarvan het systeem- en opwekkingsrendement gelijk is aan 1.
- **Netto-energiebehoefte voor warm tapwater**: energie die nodig zou zijn om gedurende een zekere periode (in deze bijlage 1 maand), warm tapwater van koud naar de gewenste temperatuur op te warmen bij gebruik van een installatie waarvan het systeem- en opwekkingsrendement gelijk is aan 1.
- **Nominale stand (van de ventilatie-installatie)**: regelstand (van ventilatoren en/of andere regelorganen) die bedoeld is om de minimaal geëiste debieten te realiseren. Tenzij expliciet anders aangeduid op het bedieningspaneel, geldt de maximale stand als de nominale stand.
- **Onderste verbrandingswaarde (OVW):** hoeveelheid warmte die door de volledige verbranding van een eenheid brandstof vrijkomt, waarbij wordt verondersteld dat de waterdamp niet condenseert en dat de bijhorende warmte niet wordt teruggewonnen.
- **Op afstand bediend verwarmingstoestel (“slave heater”):** een elektrisch toestel voor plaatselijke ruimteverwarming dat niet autonoom kan werken en signalen moet krijgen van een externe hoofdregelaar (de “master controller”), die geen onderdeel is van het product maar ermee verbonden is door een stuurdraad, draadloze verbinding, communicatie via het elektriciteitsnet of een gelijkwaardige techniek, teneinde de emissie van warmte te regelen in de ruimte waarin het product geïnstalleerd is.
- **Opaak**: geen zonnestraling doorlatend (tegenovergestelde van “transparant”).
- **Opwekkingsrendement**: verhouding van de door een warmteopwekker extern afgeleverde warmte tot de verbruikte energie.

- **Peil van primair energieverbruik (E_w-peil)**: verhouding tussen het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van het beschermde volume en een referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, vermenigvuldigd met 100.
- **Plaatselijk ruimteverwarmingstoestel met gesloten voorkant**: een toestel voor plaatselijke ruimteverwarming dat gasvormige of vloeibare brandstoffen gebruikt, waarvan het verbrandingsbed en de verbrandingsgassen luchtdicht zijn afgesloten van de ruimte waarin het product geplaatst is, en dat luchtdicht verbonden is met een schoorsteen of met de uitgang van een open haard of dat een kanaal nodig heeft voor de afvoer van de verbrandingsproducten.
- **Plaatselijk ruimteverwarmingstoestel met open voorkant**: een toestel voor plaatselijke ruimteverwarming dat gasvormige of vloeibare brandstoffen gebruikt, waarvan het verbrandingsbed en de verbrandingsgassen niet luchtdicht zijn afgesloten van de ruimte waarin het product geplaatst is, en dat luchtdicht verbonden is met een schoorsteen of met de uitgang van een open haard of dat een kanaal nodig heeft voor de afvoer van de verbrandingsproducten.
- **Plaatselijke verwarming**: verwarmingssysteem waarbij de warmte wordt afgegeven in de ruimte waar zij wordt opgewekt zonder warmteoverdrachtsmedium te gebruiken om de warmte in de ruimte te verdelen.
- **Prestatiecoëfficiënt (COP)**: de verhouding tussen het verwarmingsvermogen en het opgenomen vermogen van een warmtepomp (COP staat voor coefficient of performance).
- **Regeling:**
  - **Lokale regeling**: de debieten worden voor elke ruimte onafhankelijk geregeld.
  - **Regeling per zone:**
    - de debieten worden voor elke zone afzonderlijk geregeld;
    - de ruimten worden in minstens twee verschillende zone verdeeld, waarvan een of meer dagzones en een of meer nachtzones;
    - alle woonkamers moeten behoren tot de dagzones en alle slaapkamers moeten behoren tot de nachtzones.
  - **Centrale regeling:** de debieten worden tegelijk geregeld voor alle ruimten in de EPW-eenheid.

    Opmerking: in het geval van een vraaggestuurd systeem kan de regeling van de toevoer lokaal, per zone of centraal gebeuren en kan de regeling van de afvoer lokaal, per zone of centraal gebeuren.
- **Seizoensprestatiefactor**: de verhouding tussen de gedurende een zekere periode door een warmtepomp afgegeven warmte en verbruikte energie.
- **Systeemrendement**: fractie van de opgewekte nuttige warmte die effectief wordt benut.
- **Thermisch zonne-energiesysteem**: voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in warmte.
- **Totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte (A_{ch})**: som van de vloeroppervlakken van elke bouwlaag in het beschermde volume, gemeten tussen de buitenvlakken van de buitenmuren. Gebieden met een minimale plafondhoogte van 1,50 m worden meegeteld op voorwaarde dat de betreffende oppervlakte op ten minste één punt een minimale hoogte van 2,20 m heeft.
- **Transformator met galvanische scheiding**: dit transformatortype maakt galvanische scheiding mogelijk van twee soorten circuits zonder enige elektrische verbinding. Een PV-omvormer met transformator beschikt over een galvanische scheiding die een veiligheidsbarrière werpt tussen het circuit met zonnestroom (gelijkstroom of DC) en de netaansluiting (wisselstroom of AC).

- **Transparant**: zonnestraling in min of meerdere mate doorlatend, al dan niet met behoud van een helder beeld (in tegenstelling tot “opaak”). “Transparant” omvat dus zowel het begrip “doorzichtig” als het begrip “doorschijnend”.
- **Transparante scheidingsconstructie**: een scheidingsconstructie die geheel of gedeeltelijk transparant is.
- **Uitwendige scheidingsconstructie**: constructie die of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermde volume en de buitenlucht, de grond of water.
- **Ventilatiedebiet**: hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid door ventilatie wordt toegevoerd.
- **Ventilatiezone**: afgesloten deel van een EPB-eenheid, uitgerust met een onafhankelijk ventilatiesysteem.
- **Verdeelrendement**: fractie van de opgewekte warmte of koude die effectief aan de verwarmingselementen wordt geleverd. Staat bij een gebouwgebonden opwekking de opwekker niet in het gebouw, dan zitten in het verdeelrendement ook de warmteverliezen van de leidingen tussen de plaats van opwekking en het gebouw.
- **Vollastrendement**: het opwekkingsrendement van een warmteopwekkingsinstallatie bij nominaal vermogen.
- **Warmtedoorgangscoëfficiënt**: de warmtedoorgang door een vlak constructiedeel per eenheid van oppervlakte, eenheid van tijd en eenheid van temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide zijden van het deel.
- **Warmtekrachtkoppeling (wkk)**: gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte.
- **Warmteoverdrachtsmedium**: een vloeistof of gas waarmee thermische energie van de ene plaats naar een andere verplaatst wordt, bijvoorbeeld water in een radiatorencircuit of een antivriesoplossing in de warmtewisselaar van een warmtepomp.
- **Warmteverlies**: hoeveelheid warmte die het beschermde volume gemiddeld per tijdseenheid verliest.
- **Warmteverlies door transmissie**: het warmteverlies als gevolg van warmtetransmissie.
- **Warmteverlies door ventilatie**: het warmteverlies als gevolg van het verwarmen van het ventilatie- en infiltratiedebiet in het beschermde volume tot de door de bijlage opgelegde binnentemperatuur.
- **Warmteverliescoëfficiënt door transmissie**: warmteverlies door transmissie via een geheel van scheidingsconstructies per Kelvin temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide kanten ervan.
- **Warmteverliescoëfficiënt door ventilatie**: warmteverlies per Kelvin temperatuurverschil als gevolg van het naverwarmen van het luchtdebiet dat per tijdseenheid door ventilatie en infiltratie het beschermde volume binnenkomt.
- **Warmtewinst:** som van de zonnewinsten die via de transparante scheidingsconstructies het beschermde volume binnenkomen, en van de interne warmteopwekking.
- **Waterlus**: een gesloten watercircuit dat door het gebouw loopt. Dit circuit wordt door een of meer warmtepompen gebruikt als warmtebron of als koudebron. Hierbij wordt door elke aangesloten warmtepomp warmte onttrokken aan of geïnjecteerd in de waterlus.
- **Zonnetoetredingsfactor van een beglazing**: de verhouding tussen de bezonningsstroom die door een beglazing naar binnen komt en de bezonningsstroom die op de beglazing invalt. In de zonnetoetredingsfactor zitten zowel de directe en de diffuse transmissie als de indirecte winsten die het gevolg zijn van de absorptie van de bezonningsstroom. Voor het onderling vergelijken van beglazingssystemen wordt om meettechnische redenen de zonnetoetredingsfactor voor loodrecht invallende directe straling gebruikt.

3 Symbolen, afkortingen en indices

3.1 Symbolen en afkortingen

< betekent: afgeleid van

Symbool	Betekenis	Eenheden
A	(geprojecteerde) oppervlakte	m²
A	lucht	-
AOR	aangrenzende onverwarmde ruimte	-
B	breedte	m
B	antivriesmiddel (< brine)	-
C	compactheid	m
C	effectieve thermische capaciteit	J/K
COP	prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp of koelmachine (< coefficient of performance)	-
D	diameter	m
E	karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik	MJ
E_w	peil van primair energieverbruik	-
EEI	energie-efficiëntie-index	
EER	energie-efficiëntieverhouding van een koelmachine (< energy efficiency ratio)	-
F	(reductie)factor	-
G	term die prestatiewinst weergeeft	-
H	warmteoverdrachtscoëfficiënt	W/K
I	bezonning	MJ/m²
I	indicator (voor oververhitting)	Kh
IAM	hoekafhankelijkscoëfficiënt	-
L	diepte	m
Nu	getal van Nusselt	-
P	omtrek	m
P	vermogen	W
P	druk	Pa
Pr	getal van Prandtl	-
Q	hoeveelheid warmte of energie	MJ
R	warmteweerstand	m².K/W
Re	getal van Reynolds	(-)
RF	reductiefactor	-
SAEF	seizoensenergiefactor van de hulpapparaten van een warmtepomp op gas (< seasonal auxiliary efficiency)	-
SCOP	seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt van een elektrische warmtepomp (< seasonal coefficient of performance)	-
SGUE	seizoensrendement van een warmtepomp op gas (< seasonal gas utility efficiency)	-
SPF	seizoensprestatiefactor	-
U	spanning	V

U	warmtedoorgangscoëfficiënt	W/(m².K)
V	volume	m³
$\dot{V}$	luchtdebiet, ventilatiedebiet	m³/h
W	hoeveelheid elektriciteit	kWh
W	water	-
X	hulpvariabele voor thermische zonne-energiesystemen	-
Y	hulpvariabele voor thermische zonne-energiesystemen	-
a	warmteverliescoëfficiënt	W/(m².K) of W/(m².K²)
a	coëfficiënt, numerieke parameter, gebruiksfactor	-
b	coëfficiënt, numerieke parameter	-
c	correctiefactor	-
c	soortelijke warmte	J/(kg.K)
c	coëfficiënt	-
d	dikte	m
d	nummer van de karakteristieke dag	-
e	dimensieloze factor	-
f	factor	-
g	zonnetoetredingsfactor	-
h	hoogte	m
l	lengte	m
m	vermenigvuldigingsfactor	-
m	rangnummer van de maand	-
n	ventilatievoud	h^{-1}
n	aantal (hoeveelheid)	-
p	afstand	m
q	warmtestroomdichtheid	W/m²
q	volumedebiet	m³/h
r	reductiefactor, correctiefactor	-
s	vermenigvuldigingsfactor	-
t	tijd, tijdstap	s of h
w	vermenigvuldigingsfactor	
z	diepte	m
α	absorptiecoëfficiënt	-
α	hoek	graden
α_h	horizonhoek	graden
$\alpha_v,\alpha_{sL},\alpha_{sR}$	overstekhoeken	graden
β	zonnehoogtehoek	graden
β	verhouding	-
δ	declinatiehoek	graden
Δ…	toeslag op…	…
γ	winst-verliesverhouding	-

η	rendement	-
λ	winst-verliesverhouding	-
λ	warmtegeleidingscoëfficiënt	W/(m.K)
ω	uurhoek	graden
θ	temperatuur	°C
θ	hoek	graden
φ	breedteligging	graden
Φ	warmtestroom, vermogen	W
ρ	volumemassa	kg/m³
τ	tijdconstante	s
Ψ	lijnwarmtedoorgangscoëffiënt	W/(m.K)
χ	invalshoek	graden
χ	puntwarmtedoorgangscoëfficiënt	W/K

3.2 Indices

< betekent: afgeleid van

3D	driedimensionaal
a	jaar
A	aangrenzende verwarmde ruimte (< adjacent)
abs	bij afwezigheid
add	aanvullende ventilatie
add m	aanvullende mechanische ventilatie
add w	aanvullende ventilatie door het openen van ramen
adj	afstelling (< adjustment)
AHU	luchtbehandelingskast (< air handling unit)
al	luchtlaag
all	alles
amb	omgeving (< ambient)
ann	jaarlijks (< annual)
annih	vernietiging (< annihilation)
app	apparaat, toestel
artif	kunstlicht
artif area	kunstlichtdeel
as	actief zonne-energiesysteem (< active solar)

aux	hulp(energie) (< auxiliary)
ave	gemiddeld (< average)
b	water in ketel
B	verwijzing naar optie B
bath	badkamer
bf	keldervloer (< basement floor)
bio	biomassa (< biomass)
boiler	ketel
bw	keldermuur (< basement wall)
c	conventioneel
C	zonnewering
C	verwijzing naar optie C
calc	berekend
CCH	carterverwarming (< crank case heating)
ch	verwarmd
char	karakteristiek
circ	circulatie, circulatieleiding
co	condensor
CO2	CO_2-uitstoot
cogen	warmtekrachtkoppeling (wkk) (< cogeneration)

coldwater	koud water
combi	combilus
compac	compactheid
cons	verbruik
constructions	scheidingsconstructies van het verliesoppervlak
contact	contact
cool	koeling
ct	koeltoren (< cooling tower)
ctrl	regeling
cw	gordijngevel (< curtain wall)
d	dagopening
D	diameter
D	naar buitenlucht en water
D	deur
day	dag
dayl	daglicht
dayl area	daglichtdeel
dc	externe koudelevering (< district cooling)
def	standaard (< default)
demand	energievraag
depth	diepte
design	ontwerp
dh	externe warmtelevering (< district heating)
dif	diffuus
dim	dimensionering
dir	direct
distr	verdeling (< distribution)
duct	luchtkanaal
e	buiten, extern
eb	basisbuitentemperatuur
eff	effectief
elec	elektrisch
electr	elektronisch
em	emissie, uitstoot (< emission)

en	energie
env obst	obstakels uit de omgeving, omgevingsbelemmeringen
envelope	gebouwschil
EPstor	opslag op het niveau van een EPB-eenheid
EPR	EPW-eenheid (< energy performance of residential buildings)
eq	equivalent
ev	verdamper (< evaporator)
evap	verdamping (< evaporation)
exc	uitzondering (< exception)
excess	overtollig
exh	afvoeropening (< exhaust)
extr	afvoer (< extraction)
f	vloer (< floor)
f	raamprofiel (< frame)
f	benutting (< utilisation)
fans	ventilator(en)
fct	functie
final	eindverbruik
first	eerst (geschakeld)
fitting	armatuur
flat	horizontale projectie
flow	debiet
fl.h	vloerverwarming (< floor heating)
free	manueel openen van opengaande delen
g	beglazing (< glazing)
g	(warmte)winst (< gain)
g	grond, vloer (< ground)
gasHP	warmtepomp op gas (< gas heat pump)
GCV	bovenste verbrandingswaarde (< gross caloric value)
gen	opwekking
geo	geocooling

go	beglazing in opengaand deel
gross	bruto
h	hemisferische instraling
h	vocht(igheid)
heat	(ruimte)verwarming
hr	warmteterugwinning (< heat recovery)
hor	horizontaal
HP	warmtepomp (< heat pump)
horshad	beschaduwing door horizon (< horizon shading)
hum	bevochtiging
hx	warmtewisselaar (< heat exchanger)
hyg	hygiënisch
i	intern
i	ordinaal- of ranggetal
i	opaak deel
in	ingaand
in/exfilt	in-/exfiltratie
inst	installatie
instal	geïnstalleerd
insul	isolatie (< insulation)
insulating part	isolerend deel
int	binnen
int	tussentijdse temperatuuraanpassing
j	ordinaal- of ranggetal
January	januari
junctions	bouwknopen
k	ordinaal- of ranggetal
kitchen	keuken
L	lengte
L	warmteverlies (transmissie + ventilatie) (< loss)
l	lineair
leak	lek, ondichtheid
length	leidinglengte
LTHP	lagetemperatuurwarmtepomp volgens EcoDesign (< low temperature heat pump)
light	verlichting
lim	grenswaarde (< limit)
loc	plaats (< localisation)
loop	collectorcircuit
loss	verliezen (< losses)
m	getal, aantal
m	maandelijks (op maandbasis)
max	maximaal
meas	gemeten (< measured)
mech	mechanisch
min	minimaal
mod	modulerend
n	getal, aantal
nat	natuurlijk
nat.gas	aardgas (< natural gas)
ncalc	niet-berekende / niet-ingerekende eenheid (< not calculated)
NCV	onderste verbrandingswaarde (< net calorific value)
net	netto
netw	warmteverdelingsnet (< network)
ngeo	passieve koeling anders dan geocooling
night	nacht
norm	genormaliseerd
nom	nominaal
npref	niet-preferent
nres	niet-residentieel
obst from build	obstakels die vastzitten aan het gebouw, gebouwgebonden belemmeringen
occ	(periode van) bezetting (< occupation)
off	uit
on	aan
oper	in bedrijf (< operating)

operation	rekening houdend met beperkingen op werkingscondities
out	uit
over	overventilatie
overh	oververhitting (< overheating)
p	paneel
p	primair
p	geprojecteerd (< projected)
part	deellast (< part load)
path	weg
perm	permanent
po	opaak paneel in opengaand deel
precool	voorkoeling
pref	preferent
preh	voorverwarming (< preheating)
pres	aanwezig
princ	fundamenteel (< principal)
prim	primair
ps	passief zonne-energiesysteem
pumps	pompen
pv	fotovoltaïsch (< photovoltaic)
r	getal, aantal
r	straling
r	lichtkoepel zonder opstand
rad	radiator
rc	lichtkoepel met opstand
RE	hernieuwbare energie (< renewable energy)
real	reëel
rec	terugwinning (< recovery)
red	reductie
reduc	reductie
ref	referentie
refl	reflectie
req	geëist (< required)
res	residentieel
return	retour

rm	(per) ruimte
rl	lichtkoepel (< rooflight)
ro	ventilatierooster van opaak deel
RTO	regelbare toevoeropening
s	seizoen
s	zon, bezonning
s	via de bodem (< soil)
SB	wachtstand (< stand-by)
se	uit constructie uitgaande warmtestroom
sec	energiesector
setpoint	instelpunt
sh+wh	ruimte- en waterverwarming (< space heating + water heating)
shad	beschaduwd (< shaded)
si	in constructie ingaande warmtestroom
sink	aanrecht
sizing	geen beperkingen op de werkingscondities
slab	vloerplaat
soil	aarde, bodem (< soil)
source	bron
spec	specifiek
sphere	bol
stack	kanaal
stor	opslag
supply	toevoer
switch	schakel(ing), schakelaar
sys	(installatie)systeem
T	transmissie
t	transparant
tap	kraanwerkelement (< tap)
te	van oppervlak tot buitenomgeving
tech	technologie
test	onder testvoorwaarden
th	thermisch
thresh	drempelwaarde (< threshold)

throttle	gasklep
TL	zonder transformator (< transformerless)
TO	thermostaat uit (< thermostat off)
tot	totaal
tr	transparant
tube	buis
tubing	(tap)leidingen
turb	turbulente stroming
U	onverwarmd (< unheated)
unit	wooneenheid of residentiële eenheid
unocc	(periode van) niet-bezetting (< unoccupied)
unshad	onbeschaduwd (< unshaded)
usable	bruikbaar
util	benutting (< utilisation)
V	ventilatie
vent	ventilatie
vert	verticaal
vrf	variabel koelmiddeldebiet (< variable refrigerant flow)
w	venster (< window)
W	water
wall	gevel
wall.h	muurverwarming (< wall heating)
water	warm tapwater of warm water voor sanitaire / huishoudelijke doeleinden
wC	met zonnewering (< with curtain)
well	bron
win	opengaande vensters
woC	zonder zonnewering (< without curtain)
woC	zonder circulatieleiding of combilus
woL	zonder verliezen (< without loss)
ws	combinatie venster + luik
wt	bodem-water-warmtewisselaar
x	kruipruimte of kelder
z	ordinaal- of ranggetal
zone	ventilatiezone

4 Opbouw van de methode

Het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik (E_w-peil) wordt in een aantal stappen bepaald.

In een eerste stap wordt de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater berekend. Daarbij wordt rekening gehouden met de transmissieverliezen, ventilatieverliezen, zonnewinsten, interne warmtewinsten en met het verbruik van warm tapwater. Los daarvan wordt een inschatting gemaakt van het risico op oververhitting.

In een tweede stap wordt de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater omgezet in maandelijkse bruto-energiebehoefte. Hiertoe wordt de nettobehoefte gedeeld door het systeemrendement van de installatie voor respectievelijk ruimteverwarming en bereiding van warm tapwater.

In een derde stap wordt het maandelijkse (eind)energieverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater bepaald. Daarbij trekt men, indien van toepassing, de maandelijkse energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem af van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater. Het aldus verkregen verschil wordt gedeeld door het opwekkingsrendement van de warmteopwekkingsinstallatie. Daarnaast berekent men ook het maandelijkse (eind)energieverbruik voor hulpfuncties en bepaalt men het equivalente maandelijkse (eind)energieverbruik voor koeling. Indien er in het gebouw elektriciteit wordt opgewekt door middel van een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem of een wkk-installatie, wordt de karakteristieke maandelijkse elektriciteitsopwekking berekend.

In een vierde stap wordt het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik berekend. Hiertoe wordt eerst elk maandelijks eindenergieverbruik (voor ruimteverwarming, voor warm tapwater en voor hulpfuncties) vermenigvuldigd met de omrekenfactor voor primaire energie van de betreffende energiedrager om het maandelijkse primaire energieverbruik te bepalen. Voor zelfopgewekte elektriciteit wordt de in de elektrische centrales gerealiseerde primaire energiebesparing berekend door vermenigvuldiging met de van toepassing zijnde omrekenfactor. Vervolgens wordt het karakteristieke maandelijkse primaire energieverbruik, verminderd met de karakteristieke maandelijkse primaire energiebesparing dankzij zelfopgewekte elektriciteit, gesommeerd over de 12 maanden van het jaar.

In een vijfde stap wordt het peil van primair energieverbruik (E_w-peil) berekend, uitgaande van het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, het beschermde volume en de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte (A_{ch}) en de oppervlakte waardoorheen transmissieverliezen optreden ($A_{T,E}$).

Bij diverse rekenstappen bestaat de keuze tussen een “eenvoudige benadering” en een “meer gedetailleerde berekening”. De eenvoudige benadering berust op standaardwaarden. De gedetailleerde berekening vergt bijkomende inputgegevens en de aanlevering van informatie door het bedrijfsleven.

5 Schematisering van het gebouw

5.1 Principe

De energieprestatie heeft vaak betrekking op een deelvolume van een gebouw, afhankelijk van bijvoorbeeld het al dan niet verwarmd (en/of gekoeld) zijn van ruimten, de bestemming van verschillende delen en de eventuele aanwezigheid van verschillende wooneenheden. Voor de bepaling van de energieprestatie wordt het gebouw daarom op conventionele manier opgesplitst in verschillende delen. Elk deelvolume dat op zich aan een energieprestatie-eis voor een woongebouw moet voldoen, wordt een EPW-eenheid genoemd. Zo nodig gebeurt een verdere opsplitsing in ventilatiezones en energiesectoren om verschillende types installaties correct te kunnen meerekenen.

Opmerking:
De opsplitsing van het volledige gebouw dat in beschouwing genomen wordt ter bepaling van de energieprestatie kan verschillen van de opdeling die in voorkomend geval gemaakt dient te worden voor de eis(en) van globale warmte-isolatie (industriële of niet-industriële bestemming van verschillende gebouwdelen).

Bij het ontwerp van de ventilatievoorzieningen (zie de bijlagen C.2 en C.3 bij dit besluit) kan nog een andere indeling van toepassing zijn: in voorkomend geval dient men onderscheid te maken tussen gebouwdelen met enerzijds een residentiële en anderzijds een niet-residentiële bestemming.

5.2 Opdeling van het gebouw

Beschouw het volledige gebouw of de volledige uitbreiding (van een bestaand gebouw) en maak achtereenvolgens de volgende opdelingen:

- Definieer het beschermde volume. Het beschermde volume moet minstens alle ruimten van het beschouwde gebouw of van de beschouwde uitbreiding omvatten die voorzien zijn van warmteafgifte- en/of koudeafgifte-elementen (radiatoren, vloerverwarming, toevoeropeningen voor warme lucht, ventilatorluchtkoelers, enz.).
- Deel het beschermde volume naargelang van het geval op in een of meer delen met elk een van de volgende bestemmingen:
  - tot bewoning bestemd gebouwdeel: hierop zijn de energieprestatie-eisen voor woongebouwen van toepassing;
  - niet-residentiële of utiliteitsbestemmingen waarvoor energieprestatie-eisen van toepassing zijn (zie bijlage A.2 bij dit besluit);
  - andere gebouwbestemmingen: hierop zijn geen energieprestatie-eisen van toepassing, tenzij ze beschouwd worden als onderdeel van een van de vorige twee bestemmingen.
- Beschouw dat deel van het beschermde volume dat tot bewoning bestemd is.
  - Indien dit deel in zijn geheel voor individuele huisvesting (bv. individuele woning) dient, wordt dit volledige deel verder als EPW-eenheid omschreven. Deze EPW-eenheid moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt.
  - Indien er zich in dit deel meer dan een individuele wooneenheid bevindt (bv. individuele appartementen in een flatgebouw), vormt elke wooneenheid op zich een EPW-eenheid die moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt. Collectieve delen van een dergelijk gebouw (bv. gemeenschappelijke traphal en gangen) worden buiten beschouwing gelaten bij de energieprestatiebepaling en dienen niet aan een energieprestatie-

eis te voldoen. (Wel kunnen er andere eisen op deze collectieve delen van toepassing zijn, bijvoorbeeld maximale U-waarden).

- Enkel het energieverbruik van een EPW-eenheid wordt beschouwd in de onderhavige bepalingsmethode. Verdeel dit volume zo nodig of indien gewenst in meerdere ventilatiezones en energiesectoren zoals beschreven in § 5.3.

Opmerking:

Ruimten van het beschouwde gebouw of van de beschouwde uitbreiding die niet in het beschermde volume opgenomen zijn, zijn dus per definitie niet verwarmd.

BELANGRIJK:

Aangrenzende verwarmde ruimten

In het kader van deze regelgeving mag men er steeds van uitgaan dat alle ruimten in bestaande aanpalende gebouwen verwarmde ruimten zijn (ook al is dit materieel gezien niet noodzakelijk het geval).

Bij de bepaling van het peil van primair energieverbruik wordt aangenomen dat er geen warmtestromen optreden doorheen de scheidingsconstructies die in verbinding staan met aangrenzende verwarmde ruimten.

Afgezien van deze scheidingsconstructies die in verbinding staan met aangrenzende verwarmde ruimten, worden bij de bepaling van de energieprestatie verder wel de transmissiestromen in rekening gebracht doorheen alle andere scheidingsconstructies van het beschermde volume, ook al geven deze delen van de gebouwschil uit op een belendend perceel.

5.3 Opdeling van de EPW-eenheid in ventilatiezones en energiesectoren

5.3.1 Principe

Het beschermde volume van de EPW-eenheid wordt opgedeeld in ventilatiezones en energiesectoren aan de hand van de bovenstaande definitie en volgens de hieronder vermelde regels.

5.3.2 Opdeling in ventilatiezones en energiesectoren

Meestal is er in de EPW-eenheid slechts één ventilatie-installatie aanwezig, worden alle individuele ruimten op dezelfde manier verwarmd en zorgt één centraal toestel voor de warmteopwekking. In deze gevallen is geen verdere opdeling van de EPW-eenheid in ventilatiezones en energiesectoren nodig: de volledige EPW-eenheid vormt in dat geval de enige ventilatiezone en de enige energiesector.

Slechts als er wel verschillende types installaties aanwezig zijn (wat veel minder vaak het geval is), moet men een opdeling in ventilatiezones en/of energiesectoren uitvoeren zoals hieronder beschreven.

Ventilatiesystemen worden opgedeeld in vier verschillende types (zie ook de bijlagen C.2 en C.3 bij dit besluit):

- systeem A: natuurlijke ventilatie,
- systeem B: mechanische toevoerventilatie,
- systeem C: mechanische afvoerventilatie,
- systeem D: mechanische toe- en afvoerventilatie.

Indien in verschillende afgesloten delen van de EPW-eenheid onafhankelijke ventilatie-installaties voorkomen van een ander type dan in de indeling hierboven, vormt elk dergelijk deel een ventilatiezone. Een energiesector kan zich niet over verschillende ventilatiezones uitstrekken. Er zijn dus steeds minstens evenveel energiesectoren als ventilatiezones.

Indien in een ruimte plaatselijke verwarming toegepast wordt (bv. lokale elektrische weerstandsverwarming) en er ook warmteafgifte-elementen van een centraal verwarmingssysteem aanwezig zijn, wordt bij de bepaling van de energieprestatie het centrale verwarmingssysteem in deze ruimte buiten beschouwing gelaten: er wordt enkel gekeken naar de kenmerken van het plaatselijke systeem. Voor open haarden en houtkachels is het echter toch het centrale verwarmingssysteem dat in beschouwing genomen wordt.

Indien diverse ruimten van de ventilatiezone op verschillende manieren verwarmd worden (na toepassing van bovenstaande conventie wat gecombineerde centrale en plaatselijke verwarming betreft) en de verschillende systemen daardoor in een andere categorie vallen van Tabel [43], geeft dit aanleiding tot een verdere opdeling in energiesectoren. In geval van centrale verwarming is deze opdeling echter niet verplicht. In dat geval mag in de hele energiesector met het laagste afgifterendement uit Tabel [43]gerekend worden en kan men niet meer opteren voor de gedetailleerde rekenmethode volgens Annexe D bij deze bijlage.

Indien ten slotte meerdere centrale warmteopwekkers verschillende delen van de ventilatiezone apart van warmte voorzien, leidt dit in principe tot een verdere opsplitsing in energiesectoren. Deze opsplitsing is echter niet nodig indien de warmteopwekkers (rekenkundig) hetzelfde opwekkingsrendement hebben (bv. wanneer twee identieke verwarmingsketels gebruikt worden voor verschillende delen van de ventilatiezone).

(Dezelfde opsplitsingsregels gelden evenzeer wanneer elk deel van de ventilatiezone door een combinatie van centrale warmteopwekkers verwarmd wordt in plaats van door één enkel toestel.)

Het verder opdelen van de EPW-eenheid in nóg meer energiesectoren is toegelaten, maar niet verplicht. Een groter aantal energiesectoren geeft gewoonlijk aanleiding tot meer rekenwerk (omdat extra inputgegevens nodig zijn), maar heeft weinig of geen invloed op de berekende waarde voor het karakteristieke jaarlijkse energieverbruik.

Indien in de EPW-eenheid ruimten voorkomen die niet van een warmteafgiftesysteem voorzien zijn (bv. toiletten, gangen, bergruimten, ruimten die niet onmiddellijk in gebruik genomen worden zoals slaapkamers, enz.), dient men deze toe te wijzen aan een energiesector van een aangrenzende ruimte op dezelfde verdieping. Indien in de onverwarmde ruimte in kwestie geen voorzieningen voor de toevoer van verse buitenlucht aanwezig zijn, maar er wel doorstroomopeningen vanuit aangrenzende ruimten zijn (het betreft bijvoorbeeld een doorgangs- of afvoerruimte, of een bergruimte), dan wijst men de ruimte toe aan (een van) de aangrenzende energiesector(en) van waaruit de betreffende ruimte toevoerlucht betrekt. Indien een hele verdieping van de EPW-eenheid onverwarmd is, moet men deze toewijzen aan een energiesector van een aangrenzende verdieping.

Pas de onderhavige bepalingsmethode toe om het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik en de referentiewaarde daarvan voor de EPW-eenheid te bepalen.

5.3.3 Volume en oppervlakten van scheidingsconstructies van een energiesector

Bij de bepaling van het volume $V_{sec\ i}$ en van de oppervlakten van scheidingsconstructies (allebei op basis van de buitenafmetingen) wordt de afbakening tussen twee energiesectoren gevormd door de hartlijn van de tussenliggende scheidingsconstructie.

5.3.4 Afwezigheid van verwarmingssysteem

Indien de EPW-eenheid niet verwarmd wordt en er met andere woorden in de hele EPW-eenheid geen enkele ruimte voorzien is van een warmteafgiftesysteem, moet conventioneel het volgende als verwarmingssysteem beschouwd worden: plaatselijke elektrische convectoren met elektronische regeling in elke ruimte.

6 Indicatoren van het peil van primair energieverbruik

6.1 Peil van primair energieverbruik

Het peil van primair energieverbruik van de EPW-eenheid wordt gegeven door de verhouding van het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid tot een referentiewaarde, vermenigvuldigd met 100:

Eq. 5

$$E_w = 100 \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}} \quad (-)$$

met:

E_w	het peil van primair energieverbruik van de EPW-eenheid, (-);
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, berekend volgens § 13.2, in MJ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}$	de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, in MJ.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

De referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik wordt gegeven door:

Eq. 6

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w} = \begin{pmatrix} E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} \\ + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} \end{pmatrix} \cdot A_{ch} \quad (MJ)$$

waarin:

Eq. 7 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} = Q_{heat,net,ann,ref}/0{,}728$ (MJ/m²)

de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming.

met:

Eq. 8 $Q_{heat,net,ann,ref} = Q_{L,heat,ann,ref} - 4500/A_{ch} - 100$ (MJ/m²)

de referentiewaarde voor de jaarlijkse nettobehoeften voor ruimteverwarming in MJ/m².

waarin:

A_{ch}	de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van de EPW-eenheid, in m²;
$Q_{L,heat,ann,ref}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte als gevolg van transmissie- en ventilatieverliezen, berekend als functie van de compactheid ($V_{EPR}/A_{T,E}$) door de volgende vergelijkingen:

Eq. 9 Als $V_{EPR}/A_{T,E} \leq 1$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 407/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$

Als $1 \leq V_{EPR}/A_{T,E} \leq 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 298/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 109 + 248.b_{hyg,ref}$

Als $V_{EPR}/A_{T,E} > 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 735/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248.b_{hyg,ref}$ (MJ/m²)

met:

$A_{T,E}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die de EPW-eenheid omhullen en waardoorheen transmissieverliezen in beschouwing genomen worden bij de bepaling van de energieprestatie[1] (zie ook § 5.2), in m²;

V_{EPR} het totale volume van de EPW-eenheid, in m³;

$\beta_{hyg,ref}$ de referentiewaarde voor het hygiënische ventilatiedebiet in de EPW-eenheid, in h^{-1}.

Er geldt:

Eq. 10 $V_{EPR} = \sum_i V_{seci}$ (m³)

en:

Eq. 11 $b_{dedic,ref} = 1,5.[0,2 + 0,5.\exp(-A_{ch}/167)]$ (h^{-1})

met:

$V_{sec\ i}$ het volume van energiesector i, in m³.

In de vergelijking voor Eq. 10 moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

Eq. 12 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} = \max[9793,36/A_{ch};3324,5/A_{ch} + 100,95]$ (MJ/m²)

de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik voor warm tapwater.

Eq. 13 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} = 53$ (MJ/m²)

de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik voor hulpfuncties.

[1] Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen de EPW-eenheid en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E}$.

6.2 Specifiek jaarlijks primair energieverbruik

Het specifieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid wordt berekend door de verhouding te nemen tussen het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van die EPW-eenheid en de totale verwarmde en/of geklimatiseerde vloeroppervlakte van die EPW-eenheid:

Eq. 14

$$E_{spec} = \frac{1}{3{,}6} \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{A_{ch}} \quad (kWh/m^2)$$

met:

E_{spec}	het specifieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, in kWh/m² per jaar;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, berekend volgens § 13.2, in MJ;
A_{ch}	de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van de EPW-eenheid, in m².

7 Netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

7.1 Principe

De netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt per energiesector voor alle maanden van het jaar berekend. Hiertoe worden telkenmale de totale maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie bij een conventioneel vastgelegde temperatuur bepaald, alsook de totale maandwinsten door interne warmtewinsten en bezonning. Met behulp van de benuttingsfactor voor de warmtewinsten wordt dan de maandelijkse energiebalans opgesteld.

De maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater wordt forfaitair berekend als functie van het volume van de EPW-eenheid. Hierbij kan warmteterugwinning in rekening gebracht worden. Enkel de volgende verbruikspunten worden in beschouwing genomen:

- de tappunten in de keuken(s);
- de douche(s) en/of het bad (of baden) in de badkamer(s).

Alle andere tappunten van de EPW-eenheid (dus ook wastafel(s) in de badkamer) blijven buiten beschouwing.

7.2 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector

Bepaal de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector als volgt:

Eq. 15 Met $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ groter dan of gelijk aan 2,5 is:

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$$

Met $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ kleiner dan 2,5 is:

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = Q_{L,heat,sec\ i,m} - \eta_{util,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{g,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$	de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i, (-), bepaald volgens § 7.6;
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ;
$Q_{L,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.4;
$\eta_{util,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse benuttingsfactor van de warmtewinsten van energiesector i, (-), bepaald volgens § 7.6;
$Q_{g,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.5.

7.3 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater

De maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een douche of bad i wordt gegeven door:

Eq. 16 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} . f_{bath\ i} . \max\left[64;\ 64 + 0,220 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad \text{(MJ)}$$

De maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een aanrecht i in een keuken[2] wordt gegeven door:

Eq. 17 $$Q_{water,sink\ i,net,m} = r_{water,sink\ i,net} . f_{sink\ i} . \max\left[16;\ 16 + 0,055 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een douche of bad i, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een keukenaanrecht i, in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i door warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$r_{water,sink\ i,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i door warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$f_{bath\ i}$	het aandeel van douche of bad i in de totale netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden in de EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{sink\ i}$	het aandeel van keukenaanrecht i in de totale netto-energiebehoefte voor warm tapwater in de (alle) keuken(s) van de EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, (-);
V_{EPR}	het totale volume van de EPW-eenheid, zie in § 6, in m³;
t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1].

Als er in de EPW-eenheid geen enkele douche en geen enkel bad aanwezig is[3], wordt hiervoor geen verbruik van warm tapwater gerekend. Is er in de EPW-eenheid geen enkel keukenaanrecht aanwezig[3], dan wordt hiervoor evenmin verbruik van warm tapwater gerekend.

De aandelen van de diverse tappunten worden als volgt bepaald:

Eq. 18 $$f_{bath\ i} = 1/N_{bath} \text{ en } f_{sink\ i} = 1/N_{sink} \quad \text{(-)}$$

met:

N_{bath}	het totale aantal douches en baden in de EPW-eenheid;
N_{sink}	het totale aantal keukenaanrechten in een EPW-eenheid.

[2] Eventuele andere tappunten van warm water voor sanitaire / huishoudelijke doeleinden (bv. voor de (vaat)wasmachine) blijven buiten beschouwing. In voorkomend geval worden meerdere aanrechten in een keuken apart beschouwd.

[3] Bijvoorbeeld in geval van uitbreiding waaraan een energieprestatie-eis gesteld wordt.

Tabel [1] : Karakteristiek dagnummer, lengte van de maand, gemiddelde buitentemperatuur en gemiddeld totaal en diffuus zonlicht op een horizontaal vlak zonder schaduw

Maand	Karakteristieke dag	Lengte van de maand t_m (Ms)	Gemiddelde buitentemperatuur van de maand $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m²)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m²)
Januari	15	2,6784	3,2	71,4	51,3
Februari	46	2,4192	3,9	127,0	82,7
Maart	74	2,6784	5,9	245,5	155,1
April	105	2,5920	9,2	371,5	219,2
Mei	135	2,6784	13,3	510,0	293,5
Juni	166	2,5920	16,2	532,4	298,1
Juli	196	2,6784	17,6	517,8	305,8
Augustus	227	2,6784	17,6	456,4	266,7
September	258	2,5920	15,2	326,2	183,6
Oktober	288	2,6784	11,2	194,2	118,3
November	319	2,5920	6,3	89,6	60,5
December	349	2,6784	3,5	54,7	40,2

7.4 Maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie

7.4.1 Principe

De maandelijkse warmteverliezen door transmissie in een energiesector worden verkregen door de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie te vermenigvuldigen met de lengte van de betreffende maand en met het verschil tussen de gemiddelde binnentemperatuur en de maandgemiddelde buitentemperatuur.

De maandelijkse warmteverliezen door ventilatie worden op soortgelijke manier berekend.

7.4.2 Rekenregel

Bepaal de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie als volgt:

Eq. 19 $$Q_{L,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m}$$ (MJ)

met:

Eq. 20 $$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 21 $$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

en met:

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie van energiesector i, in MJ;
$Q_{V,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie van energiesector i, in MJ;
$H_{T,heat,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i, in W/K, bepaald volgens § 7.7;
$H_{V,heat,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i, in W/K, bepaald volgens § 7.8;
18	de door deze bijlage opgelegde rekenwaarde voor de binnentemperatuur, in °C;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, bepaald volgens Tabel [1];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, bepaald volgens Tabel [1].

7.5 Maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking

Bepaal de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking van energiesector i als volgt:

Eq. 22 $$Q_{g,heat,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,heat,sec\ i,m}$$ (MJ)

met:

$Q_{i,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door interne warmteopwekking in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.9;

$Q_{s,heat,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.10.

7.6 Benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten

Bepaal de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten per energiesector als volgt:

Eq. 23

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = a/(a+1) \quad \text{voor } \gamma_{heat,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = \frac{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a}}{1-(\gamma_{heat,sec\ i,m})^{a+1}} \quad \text{in alle andere gevallen} \qquad (-)$$

met:

Eq. 24

$$\gamma_{heat,sec\ i,m} = Q_{g,heat,sec\ i,m} / Q_{L,heat,sec\ i,m} \qquad (-)$$

Eq. 25

$$a = 1 + \frac{\tau_{heat,sec\ i}}{54000} \qquad (-)$$

waarin:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i, (-);

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.5;

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.4;

a een numerieke parameter, (-);

$\tau_{heat,sec\ i}$ de tijdconstante van energiesector i, in s.

Stel de tijdconstante van de energiesector i gelijk aan:

Eq. 26

$$\tau_{heat,sec\ i} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,heat,sec\ i} + H_{V,heat,sec\ i}} \qquad (s)$$

met:

$C_{sec\ i}$ de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, in J/K;

$H_{T,heat,sec\ i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie, in W/K, bepaald volgens § 7.7;

$H_{V,heat,sec\ i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i, in W/K, bepaald volgens § 7.8.

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$, kan bepaald worden via een gedetailleerde of een vereenvoudigde berekening.

7.6.1 Gedetailleerde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector i

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$, wordt bepaald volgens de gedetailleerde methode van de norm NBN EN ISO 13786, voor een periode voor temperatuurschommelingen (T) van één dag (in dit geval komt $C_{sec\ i}$ overeen met C_m in de norm).

7.6.2 Vereenvoudigde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector i

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$, wordt bepaald in drie stappen:

- eerst wordt voor elk constructiedeel van de energiesector de massiviteit bepaald;
- vervolgens wordt het type constructie van de energiesector bepaald als functie van het aandeel aan massieve constructiedelen in de energiesector;
- ten slotte wordt de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$, bepaald als functie van het type constructie van de energiesector.

Stap 1: massiviteit van een constructiedeel

Om te bepalen of een constructiedeel als massief wordt beschouwd, kan een vereenvoudigde of een gedetailleerde methode worden gebruikt.

Vereenvoudigde methode

Een constructiedeel wordt als massief beschouwd indien zijn massa minstens 100 kg/m² bedraagt, bepaald vertrekkende van binnen tot aan een luchtspouw of een laag met een thermische geleidbaarheid kleiner dan 0,20 W/(m.K).

Gedetailleerde methode

Een constructiedeel wordt als massief beschouwd indien zijn specifieke thermische capaciteit (κ_m), berekend volgens de norm NBN EN ISO 13786, groter is dan 45 kJ/m² voor een periode van temperatuurschommelingen (T) van één dag.

Stap 2: type constructie van de energiesector

- De term “zwaar” in deze tabel geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de oppervlakte van de horizontale, hellende en verticale constructiedelen massief is.
- De term “halfzwaar” geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de horizontale constructiedelen massief is zonder afscherming door binnenisolatie, of voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief is.
- De term “matig zwaar” geldt voor energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de horizontale constructiedelen massief is zonder afscherming door binnenisolatie, of voor energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief is.
- De term “licht” geldt voor alle overige energiesectoren.

Een constructiedeel is hier te beschouwen:

- als horizontaal indien zijn helling gelijk is aan 0°;
- als hellend indien zijn helling groter is dan 0° en kleiner is dan 60°;
- als verticaal indien zijn helling groter is dan of gelijk aan 60°.

Stap 3: effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$

Neem voor de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, $C_{sec\ i}$, de waarden van Tabel [41] als functie van het type constructie.

Tabel [41] : Waarde van de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, vereenvoudigde methode

Type bouwwerk	$C_{sec\ i}$ (J/K)
Zwaar	123000 $V_{sec\ i}$
Halfzwaar	87000 $V_{sec\ i}$
Matig zwaar	55000 $V_{sec\ i}$
Licht	37000 $V_{sec\ i}$

met:

$V_{sec\ i}$ het volume van energiesector i, in m^3.

7.7 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

7.7.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie ontwikkelt zich driedimensionaal, net zoals de gebouwgeometrie. Men zou die dan ook driedimensionaal moeten berekenen (zie de norm NBN EN ISO 10211). Dergelijke driedimensionale berekening geldt als referentie.

De driedimensionale referentieberekening wordt in deze bijlage vervangen door een vereenvoudigde berekening. Die gaat ervan uit dat:

- de hoofdcomponent van de transmissieverliezen eendimensionaal is;
- het oppervlak rond het beschermde volume continu is, behalve ter plaatse van de scheidingsconstructies die in verbinding staan met aangrenzende verwarmde ruimten;
- en de scheidingsconstructies vlak zijn.

Elke vlakke scheidingsconstructie met oppervlakte A wordt gekenmerkt door een warmtedoorgangscoëfficiënt U. Alle lijnbouwknopen met lengte l tussen twee scheidingsconstructies krijgen een lijnwarmtedoorgangscoëfficiënt Ψ en alle puntbouwknopen een puntwarmtedoorgangscoëfficiënt χ. Lijn- en puntbouwknopen die eigen zijn aan een scheidingsconstructie en die over het oppervlak ervan verdeeld zijn, worden opgenomen in de warmtedoorgangscoëfficiënt van de betreffende scheidingsconstructie.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie wordt bepaald voor alle scheidingsconstructies tussen de energiesector en de buitenomgeving (lucht of water), de energiesector en de bodem, en de energiesector en de aangrenzende onverwarmde ruimten. Ook als dergelijke scheidingsconstructies uitkomen op een belendend perceel, dient men ze mee in overweging te nemen bij de bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt (zie ook § 5.2). Aangenomen wordt dat er geen transmissieverliezen zijn naar aangrenzende verwarmde ruimten.

7.7.2 Rekenregel

Bepaal de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie per energiesector als volgt:

Eq. 27 $$H_{T,heat,sec\,i} = H_{T,sec\,i}^{constructions} + H_{T,sec\,i}^{junctions} \quad \text{(W/K)}$$

met:

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i, in W/K;

$H_{T,sec\,i}^{junctions}$ de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van energiesector i, in W/K.

Voor nadere toelichting bij de verschillende mogelijkheden om de invloed van zowel lijn- als puntbouwknopen in rekening te brengen, wordt verwezen naar bijlage B.2 bij dit besluit.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i als volgt:

Eq. 28 $$H_{T,sec\,i}^{constructions} = H_{D,sec\,i}^{constructions} + H_{g,sec\,i}^{constructions} + H_{U,sec\,i}^{constructions} \quad \text{(W/K)}$$

met:

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i, in W/K;

$H_{D,sec\,i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door directe transmissie doorheen alle scheidingsconstructies van het verliesoppervlak tussen energiesector i en de buitenlucht en tussen energiesector i en water, in W/K;

$H_{g,sec\,i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i en de bodem, in W/K;

$H_{U,sec\,i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van tussen energiesector i naar buiten via een aangrenzende onverwarmde ruimte, in W/K.

De verschillende termen worden berekend volgens de nadere specificaties in bijlage B.1 bij dit besluit.

Voor componenten waarvan de thermische eigenschappen niet gekend zijn of niet bepaald kunnen worden (bv. complex gestructureerde lagen in wandelementen, enz.), mag steeds aangenomen worden dat de eigen warmteweerstand van de laag of de component gelijk is aan nul. De totale warmtedoorgangscoëfficiënt wordt dan volledig bepaald door de oppervlakteweerstanden met de

binnen- en buitenomgeving (rekening houdend met de ontwikkelde oppervlakte) en eventueel door de warmteweerstanden van de andere lagen van de component.

Houd geen rekening met leidingdoorvoeren (water, gas, elektriciteit, riolering, enz.) en daarmee vergelijkbare elementen in de uitwendige scheidingsconstructies, voor zover de totale oppervlakte ervan niet meer bedraagt dan 0,25% van de totale oppervlakte ($A_{T,E}$) van de betrokken EPW-eenheid waardoorheen transmissieverliezen optreden (dus met uitzondering van scheidingsconstructies die grenzen aan aangrenzende verwarmde ruimten). Genoemde elementen krijgen in dit geval dezelfde U-waarde als de scheidingsconstructies waarin ze zitten.

Voor luiken dient conventioneel aangenomen te worden dat ze 8 uur per dag dicht zijn[4].

7.8 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie

7.8.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie wordt bepaald door de voelbare warmtecapaciteit van 1 m^3 lucht te vermenigvuldigen met de som van volgende luchtdebieten:

- het gemiddelde luchtdebiet als gevolg van in- en exfiltratie;
- het gemiddelde luchtdebiet als gevolg van hygiënische ventilatie, rekening houdend met een eventuele reductiefactor voor voorverwarming of met een vermenigvuldigingsfactor voor voorkoeling;
- in voorkomend geval, het gemiddelde luchtdebiet als gevolg van overventilatie bij toepassing van een warmtepomp op de afgevoerde ventilatielucht voor de bereiding van warm tapwater;
- en, voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, het gemiddelde luchtdebiet als gevolg van ventilatie door het manueel openen van opengaande delen.

Een mechanische afvoer, die tijdens het koken van voeding de waterdamp afvoert, wordt genegeerd. Hetzelfde geldt voor een mechanische afvoer in een toilet of badkamer, wanneer die tijdelijk zorgt voor een hogere afvoer maar niet nodig is om te voldoen aan de ventilatie-eisen in de bijlagen C.2 of C.3 bij dit besluit. Voor het energieverbruik van de ventilatoren bij mechanische systemen wordt verwezen naar § 11.2.

7.8.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i met:

- voor de verwarmingsberekeningen:

Eq. 29 $$H_{V,heat,seci} = H_{V,inf/exfilt,heat,seci} + H_{V,hyg,heat,seci} + H_{V,over,heat,seci} \quad \text{(W/K)}$$

- voor de koelberekeningen:

[4] Indien de luiken niet van binnenuit bediend kunnen worden, is er geen reductie van toepassing.

Eq. 30 $$H_{V,cool,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,cool,seci} + H_{V,hyg,cool,seci,m} \\ + H_{V,over,cool,seci} \end{pmatrix}$$ (W/K)

- voor de berekeningen van de oververhittingsindicator:

Eq. 31 $$H_{V,overh,seci,m} = \begin{pmatrix} H_{V,inf/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} \\ + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci} \end{pmatrix}$$ (W/K)

met:

$H_{V,heat,seci}$ de warmteverliescoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;

$H_{V,cool,seci,m}$ de maandelijkse warmteverliescoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de koelberekeningen, in W/K;

$H_{V,overh,seci,m}$ de maandelijkse warmteverliescoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de berekeningen van de oververhittingsindicator, in W/K;

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$, $H_{V,in/exfilt,cool,seci}$ en $H_{V,in/exfilt,overh,seci}$ de warmteverliescoëfficiënt door in-/exfiltratie respectievelijk voor de bepaling van de verwarmings- en koelbehoeften en voor de oververhittingsindicator, bepaald volgens § 7.8.3, in W/K;

$H_{V,hyg,heat,seci}$ de maandelijkse warmteverliescoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de bepaling van de verwarmingsbehoeften, bepaald volgens § 7.8.5, in W/K;

$H_{V,hyg,cool,seci,m}$ en $H_{V,hyg,overh,seci,m}$ de maandelijkse warmteverliescoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de bepaling van de koelbehoeften en voor de oververhittingsindicator, bepaald volgens § 7.8.5, in W/K;

$H_{V,over,heat,seci}$, $H_{V,over,cool,seci}$ en $H_{V,over,overh,seci}$ de warmteverliescoëfficiënt door overventilatie respectievelijk voor de bepaling van de verwarmings- en koelbehoeften en voor de oververhittingsindicator, bepaald volgens § 7.8.7, in W/K;

$H_{V,free,nat,overh,seci}$ de warmteverliescoëfficiënt door ventilatie als gevolg van het manueel openen van opengaande delen voor de bepaling van de oververhittingsindicator, bepaald volgens § 7.8.8, in W/K.

7.8.3 Warmteverliescoëfficiënt door in-/exfiltratie

De uitdrukkingen voor de warmteverliescoëfficiënt door in-/exfiltratie van energiesector i worden gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

Eq. 32 $$H_{V,in/exfilt,heat,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$$ (W/K)

- voor de koelberekeningen:

Eq. 33 $H_{V,in/exfilt,cool,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ (W/K)

- voor de berekeningen van de oververhittingsindicator:

Eq. 34 $H_{V,in/exfilt,overh,seci} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,overh,seci}$ (W/K)

met:

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$, $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ en $\dot{V}_{in/exfilt,over,seci}$ het in-/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte gebouwschil in energiesector i, respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, zoals hieronder bepaald, in m³/h.

7.8.4 In- en exfiltratiedebiet

Het toe te passen gemiddelde in-/exfiltratiedebiet in energiesector i, in m³/h, wordt op conventionele wijze gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

Eq. 35 $\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- voor de koelberekeningen:

Eq. 36 $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- voor de berekeningen van de oververhittingsindicator:

Eq. 37 als $H_{V,free,nat,overh,seci} = 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,overh} \cdot A_{T,E,seci}$

als $H_{V,free,nat,overh,seci} > 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci} = 0$ (m³/h)

met:

$\dot{v}_{50,heat}$, $\dot{v}_{50,cool}$ en $\dot{v}_{50,overh}$ het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, zoals hieronder bepaald, in m³/(h.m²);

$A_{T,E,seci}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die energiesector i omhullen en waardoorheen transmissieverliezen in beschouwing genomen worden bij de bepaling van de energieprestatie[5] (zie ook § 5 en 7.7), in m².

Indien een luchtdichtheidsmeting uitgevoerd wordt van de volledige EPW-eenheid (of in voorkomend geval van een groter deel van het beschermde volume), geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, $\dot{v}_{50,heat}$ en , $\dot{v}_{50,cool}$ in m³/(h.m²):

[5] Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen de energiesector en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,seci}$.

Eq. 38 $$\dot{v}_{50,heat} = \dot{v}_{50,cool} = \dot{v}_{50,overh} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$$ (m³/(h.m²))

met:

A_{test} de totale oppervlakte (op basis van buitenafmetingen) van de scheidingsconstructies die het volume omhullen, zoals gemeten in de luchtdichtheidstest, met uitzondering van de scheidingsconstructies die grenzen aan aangrenzende verwarmde ruimten, in m²;

$\dot{V}_{50}$ het lekdebiet bij 50 Pa van de uitwendige gebouwschil (buitenomhulling), in m³/h, afgeleid uit de luchtdichtheidstest en gemeten conform de door de minister vastgelegde specificaties.

Zo niet zijn de volgende standaardwaarden van toepassing, in m³/(h.m²):

- voor de verwarmingsberekeningen: $\dot{v}_{50,heat} = 12$;
- voor de koelberekeningen: $\dot{v}_{50,cool} = 0$;
- voor de berekeningen van de oververhittingsindicator: $\dot{v}_{50,overh} = 0$.

De minister kan nadere specificaties vastleggen met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting.

7.8.5 Warmteverliescoëfficiënt door hygiënische ventilatie

De warmteverliescoëfficiënt door hygiënische ventilatie wordt gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

Eq. 39 $$H_{V,hyg,heat,sec\,i} = 0{,}34\ r_{preh,heat,sec\,i}\ \dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$$ (W/K)

- voor de koelberekeningen:

Eq. 40 $$H_{V,hyg,cool,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,cool,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\ \dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$$ (W/K)

- voor de berekeningen van de oververhittingsindicator:

Eq. 41 $$H_{V,hyg,overh,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,overh,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\ \dot{V}_{hyg,overh,sec\,i}$$ (W/K)

met:

$r_{preh,heat,sec\,i}$, $r_{preh,cool,sec\,i}$ en $r_{preh,overh,sec\,i}$ de waarde van de reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto-energiebehoefte respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, berekend volgens Annexe B bij deze bijlage, (-);

$\dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$, $\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ en $\dot{V}_{hyg,overh,seci}$ het hygiënische ventilatiedebiet van energiesector i, respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, zoals hieronder bepaald, in m³/h;

$r_{precool,seci,m}$ een maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van de ventilatielucht voor de koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, berekend volgens Annexe B bij deze bijlage, (-).

7.8.6 Hygiënisch ventilatiedebiet

Bepaal het hygiënische ventilatiedebiet van energiesector i als volgt:

Eq. 42

$$\dot{V}_{hyg,heat,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

Eq. 43

$$\dot{V}_{hyg,cool,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

Eq. 44

$$\dot{V}_{hyg,overh,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci} \quad (m^3/h)$$

met:

V_{EPR} het totale volume van de EPW-eenheid, zie § 6, in m^3;

$f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ en $f_{reduc,vent,overh,seci}$ een reductiefactor voor ventilatie in energiesector i, respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, zoals hieronder bepaald, (-);

$m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ en $m_{overh,sec\ i}$ een vermenigvuldigingsfactor die functie is van het ventilatiesysteem in energiesector i en de uitvoeringskwaliteit ervan, respectievelijk voor de verwarmings- en koelberekeningen en voor de oververhittingsindicator, zoals hieronder bepaald;

$V_{sec\ i}$ het volume van energiesector i, in m^3.

De standaardwaarde voor $f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ en $f_{reduc,vent,overh,seci}$ is 1. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De waarde van de vermenigvuldigingsfactor $m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ en $m_{overh,sec\ i}$ kan variëren tussen 1,0 en 1,5. De standaardwaarde van $m_{heat,sec\ i}$ is 1,5. De standaardwaarde van $m_{cool,sec\ i}$ en $m_{overh,sec\ i}$ is 1,0. Raadpleeg Annexe B bij deze bijlage om gunstigere waarden te bepalen.

7.8.7 Warmteverliescoëfficiënt door overventilatie

De afgevoerde lucht van ventilatiesystemen met mechanische afvoer wordt soms gebruikt als warmtebron van een warmtepomp voor de bereiding van warm tapwater.

In dat geval is overventilatie een feit indien de hoeveelheid afvoerlucht, die voor de goede werking van de warmtepomp op een bepaald ogenblik nodig is, boven het hygiënische ventilatiedebiet op dat ogenblik ligt.

De uitdrukkingen voor de warmteverliescoëfficiënt door overventilatie van energiesector i worden gegeven door:

Eq. 45 $H_{V,over,heat,sec\,i} = H_{V,over,cool,sec\,i} = H_{V,over,overh,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{over,sec\,i}$ (W/K)

met:

$\dot{V}_{over,seci}$ het bijkomende debiet als gevolg van overventilatie in energiesector i, in het geval van systemen met mechanische afvoer, waarbij een warmtepomp de afgevoerde lucht gebruikt als warmtebron voor de bereiding van warm tapwater, zoals hieronder bepaald, in m^3/h.

Het effect van overventilatie wordt nog niet in rekening gebracht en er geldt dus: $\dot{V}_{over,sec\,i} = 0$.

7.8.8 Warmteverliescoëfficiënt door ventilatie als gevolg van het manueel openen van opengaande delen

De uitdrukking voor de warmteverliescoëfficiënt door ventilatie als gevolg van het manueel openen van opengaande delen wordt gegeven door:

Eq. 46 $H_{V,free,nat,overh,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{free,nat,overh,sec\,i}$ (W/K)

met:

$\dot{V}_{free,nat,overh,sec\,i}$ het ventilatiedebiet gebruikt om de oververhittingsindicator te bepalen in het geval van ventilatie door het manueel openen van opengaande delen, bepaald volgens § 7.8.9, in m^3/h.

Het ventilatiedebiet, gebruikt om de oververhittingsindicator te bepalen in het geval van ventilatie door manueel openen van opengaande delen, wordt bepaald op basis van Tabel [37] als functie van het potentieel voor intensieve ventilatie.

Tabel [37] : Ventilatiedebietwaarden door opening van de vensters in functie van het potentieel voor intensieve ventilatie

Potentieel voor intensieve ventilatie	$\dot{V}_{free,nat,overh,seci}$ **(m³/h)**
Potentieel voor intensieve ventilatie onbestaand	0
Potentieel voor intensieve ventilatie zeer laag	0,15 . V_{seci}
Potentieel voor intensieve ventilatie laag	0,20 . V_{seci}
Potentieel voor intensieve ventilatie middelmatig	0,40 . V_{seci}
Potentieel voor intensieve ventilatie hoog	0,55 . V_{seci}
Potentieel voor intensieve ventilatie zeer hoog	0,70 . V_{seci}
Potentieel voor intensieve ventilatie maximaal	1,10 . V_{seci}

7.8.9 Potentieel voor intensieve ventilatie

Het potentieel voor intensieve ventilatie wordt bepaald voor de volledige EPW-eenheid op basis van het organigram in Figuur [2] hieronder, waarbij de verschillende termen aansluitend gedefinieerd worden:

Figuur [2] : potentieel voor intensieve ventilatie

Een opening voor intensieve ventilatie is opgebouwd uit één opengaand element of een combinatie van meerdere opengaande elementen van het type venster, vulpaneel, deur, vensterdeur of rooster, waarvan het gecombineerde oppervlak dat lucht doorlaat groter is dan 6,4% van de totale nettovloeroppervlakte van het lokaal waar ze geplaatst wordt.

De toegankelijkheid van buitenaf van een opening voor intensieve ventilatie wordt bepaald volgens de door de minister opgestelde regels. Bij gebrek daaraan wordt een opening standaard verondersteld toegankelijk te zijn vanaf de buitenomgeving van het gebouw.

Een opening voor intensieve ventilatie wordt als beveiligd beschouwd wanneer ze de mogelijkheid biedt tot een vaste open stand die lucht doorlaat over een hoogte of breedte die niet meer bedraagt dan 15 cm of wanneer ze uitgerust is met een vast systeem of een mobiel systeem dat vaste standen biedt waardoor de opening wordt onderverdeeld in elementen waarvan de hoogte of breedte voor luchtdoorgang niet meer bedraagt dan 15 cm. De impact van de aanwezigheid van het beveiligingselement op de oppervlakte waardoor lucht kan stromen en de bijhorende reductie van het luchtdebiet worden verwaarloosd.

Een opening voor intensieve ventilatie maakt modulering van de opengaande oppervlakte mogelijk als ze minstens een vaste openingsconfiguratie biedt tussen de volledig open en de volledige dichte configuratie.

Een opening is uitgerust met een systeem voor automatische modulering indien ze voorzien is van een robotiseringssysteem waarvan de beheermodule de gegevens van een binnentemperatuursonde bevat.

Een EPW-eenheid wordt geconfigureerd om een groot intensief ventilatievermogen te bieden als ze ventilatie mogelijk maakt ofwel doorheen openingen verspreid over minstens twee gevels waarvan de oriëntatie met minstens 90° verschilt, ofwel door schoorsteeneffect via openingen waarvan de gemiddelde hoogtes minstens 3 m van elkaar verwijderd zijn volgens een verticale as.

7.9 Maandelijkse interne warmtewinsten

7.9.1 Principe

Interne warmtewinsten worden gevormd door alle warmte die in een energiesector opgewekt wordt door interne bronnen, met uitzondering van het ruimteverwarmingssysteem: bijvoorbeeld de warmteafgifte door personen, verlichting en apparatuur. In het kader van de regelgeving wordt de waarde ervan forfaitair vastgelegd. In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijkgesteld aan nul.

7.9.2 Rekenregel

Bepaal de interne warmtewinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als volgt:

Eq. 50 als $V_{EPR} \leq 192\ m^3$: $Q_{i,seci,m} = (1,41 . V_{EPR} + 78) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$

als $V_{EPR} > 192\ m^3$: $Q_{i,seci,m} = (0,67 . V_{EPR} + 220) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$ (MJ)

met:

V_{EPR} het totale volume van de EPW-eenheid, zie § 6, in m³;

$V_{sec\ i}$ het volume van energiesector i, in m³;

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1].

7.10 Maandelijkse zonnewinsten

7.10.1 Principe

De zonnewinsten voor een bepaalde maand bestaan uit de som van drie termen:

- zonnewinsten door de transparante scheidingsconstructies met uitzondering van glasbouwsteenwanden;
- zonnewinsten door de ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen;
- zonnewinsten afkomstig van aangrenzende onverwarmde ruimten.

Met buiten- of binnenlucht geventileerde passieve zonne-energiesystemen dienen op basis van vooraf door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag behandeld te worden en volgens bijlage F van de norm NBN EN 13790.

7.10.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als volgt:

Eq. 51

$$Q_{s,heat,sec\ i,m} = \sum_{j=1}^{m} Q_{s,heat,tr,m,j} + \sum_{k=1}^{n} Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^{p} Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{s,heat,tr,m,j}$ de zonnewinst door transparante scheidingsconstructie j gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens § 7.10.3;

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ de zonnewinst door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens § 7.10.4;

$Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l}$ het deel van de zonnewinst van de aangrenzende onverwarmde ruimte l gedurende de beschouwde maand, dat indirect aan energiesector i ten goede komt, in MJ, bepaald volgens Annexe A en Annexe C bij deze bijlage.

Hierbij dient gesommeerd te worden over alle transparante scheidingsconstructies j met uitzondering van glasbouwsteenwanden, alle ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen k en alle aangrenzende onverwarmde ruimten l van energiesector i. Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten wordt verwezen naar Annexe A bij deze bijlage.

De index “heat” (d.w.z. de waarde gebruikt voor de bepaling van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming) wordt vervangen door de index “cool” voor de bepaling van de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling en door de index “overh” voor de bepaling van de oververhittingsindicator.

7.10.3 Zonnewinsten door een transparante scheidingsconstructie

7.10.3.1 Principe

De grootte van de zonnewinsten door een transparante scheidingsconstructie hangt af van de afscherming door gebouwvreemde en gebouwgebonden omgevingselementen, door vaste zonneweringen en door beweegbare zonneweringen. De afscherming door omgevingselementen

wordt in rekening gebracht bij de berekening van de invallende bezonning; de afscherming door een zonnewering via aanpassing van de zonnetoetredingsfactor g.

7.10.3.2 Rekenregel

De zonnewinsten door transparante scheidingsconstructie j, $Q_{s,heat,tr,m,j}$, worden gegeven door:

Eq. 52 $$Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$$ (MJ)

met:

0,95	de reductiefactor voor vervuiling;
$g_{m,j}$	de maandelijkse zonnetoetredingsfactor van transparante scheidingsconstructie j, bepaald volgens § 7.10.3.3, (-);
$A_{g,j}$	de beglaasde oppervlakte van transparante scheidingsconstructie j, in m²;
$I_{s,m,j,shad}$	de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage.

Voor lichtkoepels / lichtstraten wordt de beglaasde oppervlakte $A_{g,j}$ in Eq. 52 $Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad}$ vervangen door de oppervlakte van de horizontale projectie van het doorschijnende buitenoppervlak $A_{t,flat}$ zoals gedefinieerd in de norm NBN EN 1873.

Indien de transparante scheidingsconstructie j een venster is en de U-waarde ervan bepaald wordt met de vereenvoudigde methode, neem dan steeds:

Eq. 53 Als $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0,7 . A_{w,d,j}$

Als $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0,8 . A_{w,d,j}$ (m²)

met:

$A_{w,d,j}$	de oppervlakte van de dagopening van venster j, in m².

7.10.3.3 Maandelijkse zonnetoetredingsfactor $g_{m,j}$ van een transparante scheidingsconstructie

7.10.3.3.1 Principe

De maandelijkse zonnetoetredingsfactor van een transparante scheidingsconstructie ($g_{m,j}$) wordt bepaald door de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel ervan en de aard van de zonnewering. Daarbij dient men onderscheid te maken tussen binnenzonnewering, buitenzonnewering en tussenzonnewering. Binnenzonnewering bevindt zich aan de binnenkant van de transparante scheidingsconstructie, buitenzonnewering aan de buitenkant en tussenzonnewering tussen de glasruiten die samen het transparante deel vormen. Buitenzonneweringen kunnen in het vlak en buiten het vlak van de transparante scheidingsconstructie staan. Luiken, rolluiken, zonneblinden en jaloezieën zijn voorbeelden van zonneweringen in het vlak van de transparante scheidingsconstructie. Markiezen, uitvalschermen en knikarmschermen zijn voorbeelden van zonneweringen buiten het vlak van de transparante scheidingsconstructie. Een zonnewering die

uitsluitend uit bouwkundige afschermingen bestaat, wordt behandeld als een gebouwgebonden omgevingselement. Verder kunnen zonneweringen vast, handbediend of automatisch zijn (belangrijk onderscheid ter bepaling van de gebruiksfactor $a_{C,m,j}$). Bij een vaste zonnewering is de positie onveranderlijk; handbediende en automatische zonneweringen kennen minstens twee standen. Automatische bediening vereist een automatische gestuurde activator (bv. een motor) en minstens een zonnesensor per geveloriëntatie of een afwezigheidssensor die de zonnewering sluit bij afwezigheid. Voor een tussenzonnewering waarbij de tussenruimte met binnen- of buitenlucht geventileerd wordt, dient de zonnetoetredingsfactor bepaald te worden via een gelijkwaardigheidsaanvraag.

7.10.3.3.2 Rekenregel

Bepaal de gemiddelde zonnetoetredingsfactor van een transparante scheidingsconstructie als volgt:

Eq. 54 $$g_{m,j} = 0,9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp}$$ (-)

met:

0,9	een vaste waarde voor de invalshoekcorrectie, (-);
F_c	de reductiefactor voor zonnewering, (-), bepaald volgens § 7.10.3.4;
$a_{c,m}$	de maandelijkse gebruiksfactor van de zonnewering, (-), bepaald volgens § 7.10.3.5;
$g_{g,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor van de beglazing bij normale inval, (-), bepaald volgens de norm NBN EN 410 (waar de factor is opgenomen met het symbool g).

Indien een transparante scheidingsconstructie uitgerust is met meerdere beweegbare zonneweringssystemen (bv. binnen- en buitenzonnewering), dient men voor de verwarmingsberekeningen het systeem met de hoogste F_c-waarde in beschouwing te nemen. Voor de evaluatie van het oververhittingsrisico en de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling dient men het systeem met de laagste F_c-waarde in beschouwing te nemen.

7.10.3.4 Reductiefactor F_C voor zonnewering

7.10.3.4.1 Zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

De reductiefactor voor een zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie wordt gegeven door de verhouding tussen de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie van transparant deel en zonnewering en de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van enkel het transparante deel:

Eq. 55 $$F_C = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}}$$ (-)

met:

$g_{g+C,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie transparant deel en zonnewering, (-), bepaald volgens de normen NBN EN ISO 52022-1, NBN EN ISO 52022-3 (waar de factor is opgenomen met het symbool en de index g_{tot}) of volgens de norm ISO 15099. De norm NBN EN ISO 52022-1 mag enkel toegepast worden indien voldaan is aan alle daarin vastgelegde voorwaarden;

$g_{g,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor bij normale inval voor het transparante deel van de transparante scheidingsconstructie, (-), bepaald volgens de norm NBN EN 410 (waar de factor is opgenomen met het symbool g).

Indien $g_{g+C,\perp}$ niet opgegeven wordt, dienen de standaardwaarden van Tabel [3] gebruikt te worden. Deze waarden zijn onafhankelijk van de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel en blijven over het hele jaar constant.

Tabel [3] : Standaardwaarden voor reductiefactor F_C voor een zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

Système de protection solaire	F_C
Protection solaire extérieure	0,50
Protection solaire intégrée non ventilée	0,60
Protection solaire intérieure	0,90
Tous les autres cas	1,00

7.10.3.4.2 Zonnewering niet in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

Enkel zonneweringen met een (oppervlaktegemiddelde) zonnetransmissiefactor $\tau_{e,dir,h}$ (loodrechte inval, hemisferische transmissie) van minder dan 30% worden in beschouwing genomen. Zonneweringen die niet aan dit criterium voldoen worden genegeerd.

De maandgemiddelde reductiefactor F_c voor zonnewering niet in het vlak van de transparante scheidingsconstructie wordt gegeven door de verhouding tussen de maandelijkse zonne-instraling op de door de zonnewering beschaduwde transparante scheidingsconstructie en de maandelijkse zonne-instraling op de onbeschaduwde transparante scheidingsconstructie:

Eq. 56 $$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

met:

$I_{s,m,j,shad,wC}$ de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing van zowel de vaste obstakels als de zonnewering, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage. Dit vergt de bepaling van de verticale overstekhoek α_v. De zonnewering wordt daarbij als opaak behandeld;

$I_{s,m,j,shad,woC}$ de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand, enkel rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage.

7.10.3.5 Maandelijkse gebruiksfactor $a_{c,m}$

De maandelijkse gebruiksfactor $a_{c,m}$ dient bepaald te worden per transparante scheidingsconstructie, als functie van het type bediening (manueel of automatisch) en als functie van de oriëntatie φ_j en de helling θ_j van de beglaasde oppervlakte j.

Stel bij een vaste zonnewering, $a_{c,m}$ steeds gelijk aan 1.

Ontleen in geval van een beweegbare zonnewering $a_{C,m}$ aan Tabel [4]. De tabellen C1 en C2 zijn opgenomen in Annexe C bij deze bijlage. De waarde varieert al naargelang het gaat om de bepaling van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming of -koeling, of van de oververhittingsindicator.

Tabel [4] : Gemiddelde gebruiksfactor $a_{C,m}$, in functie van het berekeningstype

Berekening / Bediening	Verwarming	Afkoeling	Oververhitting
Manueel	0,0	0,2	Tabellen C1
Automatisch	0,0	max(0 ;Tabellen C2 verminderd met 0,1)	Tabellen C2

7.10.4 Zonnewinsten door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem

7.10.4.1 Definities

Een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem is een constructie die bestaat uit een transparant buitendeel en een opaak binnendeel, waarbij in de (eventueel) aanwezige luchtspouw(en) geen stroming van buiten- of binnenlucht optreedt. Voorbeelden hiervan zijn (massieve) wanden met voorzetbeglazing, al dan niet in combinatie met extra transparante isolatie.

7.10.4.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinst van ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand als volgt:

Eq. 57 $$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad}$$ (MJ)

met:

$g_{eff,t,m,k}$ de effectieve zonnetoetredingsfactor van het systeem k, zoals hieronder bepaald, (-);

$A_{ps,g,k}$ de transparante oppervlakte van passief zonne-energiesysteem k, in m²;

$I_{s,m,k,shad}$ de bezonning op systeem k voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage.

Bepaal $g_{eff,t,m,k}$ met:

- voor voorzetconstructies met een niet verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie, is de effectieve waarde evenredig met de absorptie van het opake deel:

Eq. 58 $$g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \frac{U}{U_{te}}$$ (-)

- voor voorzetconstructies met een verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie (bv. constructies waarin een absorber geïntegreerd is), wordt de op basis van metingen bepaalde waarde aangepast om rekening te houden met de warmteweerstand van de (ongeventileerde) luchtspouw tussen de voorzetconstructie en het opake deel:

Eq. 59 $$g_{eff,t,m,k} = \left(R_{se} + R_t\right) \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \cdot U$$ (-)

met:

Eq. 60 $$U = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si}\right)$$ (W/m².K)

Eq. 61 $$U_{te} = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al}\right)$$ (W/m².K)

en met:

α	de absorptiecoëfficiënt van het opake deel, (-);
$g_{t,h}$	de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie bij diffuse, hemisferische zonnestraling, (-);
$c_{m,k}$	een coëfficiënt ontleend aan Tabel [5], (-);
$g_{t,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie onder normale invalshoek, (-);
U	de warmtedoorgangscoëfficiënt van het constructiedeel, van binnen naar buiten, in W/m².K;
U_{te}	de externe warmtedoorgangscoëfficiënt van het constructiedeel, vanaf het oppervlak dat grenst aan de voorzetconstructie tot de buitenomgeving, in W/m².K;
R_{se}	de externe thermische oppervlakteweerstand, in m².K/W;
R_t	de thermische weerstand van de voorzetconstructie, in m².K/W;
R_{si}	de interne thermische oppervlakteweerstand, in m².K/W;
R_{al}	de warmteweerstand van de (ongeventileerde) luchtlaag tussen het opake deel en de voorzetconstructie, in m².K/W;
R_i	de warmteweerstand van het opake bouwdeel achter de voorzetconstructie, in m².K/W.

Tabel [5] : Coëfficienten $c_{m,k}$ voor de berekening van de effectieve zonnetoetredingsfactor van een transparante isolatie op grond van de waarden gemeten voor de loodrechte en hemisferische inval (voor de verticale muren)

	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Julil	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Z	-0,105	-0,067	-0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	-0,054	-0,093	-0,105
ZW/ZO	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
W/O	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NW/NO	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000

8 Oververhittingsrisico en koeling

8.1 Principe

In een koel klimaat zoals in België blijft bij een juiste combinatie van bouwkundige en bewoningsingrepen de kans op zomerse oververhitting in woongebouwen klein genoeg om het zonder actieve koeling te kunnen stellen. Het volstaat de oppervlakte van de transparante scheidingsconstructies niet te groot te nemen, indien nodig buitenzonnewering aan te brengen, de binnenwanden, plafonds en vloeren een voldoende hoge, toegankelijke thermische massa mee te geven en 's nachts extra te ventileren.

Komen er toch klachten, dan zijn die doorgaans kamer- of ruimtegebonden. De zonnewinsten per kamer of ruimte, de interne warmtewinsten, de toegankelijke thermische massa, de ventilatiemogelijkheden en de gewenste temperatuur (die bijvoorbeeld anders is in een badkamer dan in een slaapkamer) bepalen mee de kans op oververhitting in die kamer of ruimte en de eventuele beslissing om toch te zorgen voor actieve koeling. Een evaluatie van het oververhittingsrisico zou bijgevolg op kamer- of ruimteniveau moeten gebeuren. In het kader van deze bijlage wordt een sterk vereenvoudigde methode gebruikt, waarbij de oververhitting per energiesector ingeschat wordt zonder definitief uitsluitsel te geven over de mogelijke oververhitting in een kamer of ruimte.

De berekening gebeurt in drie stappen.

In een eerste stap wordt per energiesector een conventionele inschatting gemaakt van het risico op oververhitting. Als indicator voor het oververhittingsrisico worden de genormaliseerde overtollige warmtewinsten in beschouwing genomen.

Het feit dat de oververhittingsindicator onder de toegelaten maximale waarde blijft, biedt op zich echter nog helemaal geen absolute garantie dat er achteraf geen oververhittingsproblemen zullen optreden. Wanneer de indicator niet veel onder de maximale waarde ligt, blijft er een reëel risico op oververhitting bestaan. Indien er achteraf toch oververhittingsproblemen optreden, is de kans reëel dat er dan alsnog een installatie voor actieve koeling geplaatst wordt, met het daarmee samenhangende energieverbruik. Om tijdens het ontwerp en de bouw al op evenwichtige wijze met de invloed van dit energieverbruik op de energieprestatie van het gebouw rekening te kunnen houden, wordt het begrip fictieve koeling ingevoerd. Zo wordt op conventionele wijze geanticipeerd op het eventueel latere gebruik van een koelinstallatie.

In een tweede stap wordt daarom als functie van de oververhittingsindicator een soort conventionele waarschijnlijkheid gedefinieerd dat er achteraf alsnog actieve koeling geplaatst wordt. Twee gevallen kunnen zich voordoen:

- Indien er al van in het begin een actieve koelinstallatie aanwezig is, wordt de koelbehoefte vanzelfsprekend volledig ingerekend. De waarschijnlijkheid op plaatsing van een koelinstallatie is dan gelijk aan 1, ongeacht de grootte van de oververhittingsindicator.
- Indien er tijdens de bouw geen actieve koeling geplaatst wordt, neemt men een drempelwaarde voor de oververhittingsindicator in beschouwing. Beneden deze drempelwaarde wordt het gevaar op oververhitting zo klein geacht dat de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling achteraf gelijk aan nul genomen wordt. Tussen de drempelwaarde en de toegelaten maximale waarde wordt conventioneel een lineaire toename van de waarschijnlijkheid tussen 0 en 1 aangenomen.

Indien de conventionele waarschijnlijkheid verschilt van nul, wordt in een derde stap de netto-energiebehoefte voor koeling berekend aan de hand van de overtollige warmtewinsten boven de instelwaarde voor koeling. Daarvoor wordt conventioneel de rekenwaarde van 23°C genomen. Indien het comfort tijdens de zomer gewaarborgd wordt door actieve koeling, wordt aangenomen dat de bewoners in mindere mate gebruik zullen maken van eventuele zonnewering of van de mogelijkheden tot intensieve (nachtelijke) ventilatie. Deze voorzieningen worden daarom anders beoordeeld dan bij de evaluatie van het risico op oververhitting.

8.2 Bepaling van de oververhittingsindicator

Stel de oververhittingsindicator per energiesector i, respectievelijk per EPB-eenheid, gelijk aan de jaarlijkse genormaliseerde overtollige warmtewinsten per energiesector i, respectievelijk per EPB-eenheid, ten opzichte van de insteltemperatuur voor koeling. Deze vormen de som van de overeenkomstige maandelijkse waarden:

Eq. 62
$$I_{overh,sec\ i} = Q_{excess\ norm,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,sec\ i,m} \quad \text{(Kh)}$$

Eq. 419
$$I_{overh,EPR} = Q_{excess\ norm,EPR,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,EPR,m} \quad \text{(Kh)}$$

met:

Eq. 394
$$Q_{excess\ norm,\ sec\ i,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ sec\ i,m}\right) \cdot \left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{g,overh,\ sec\ i,m}}{H_{T,overh,\ sec\ i,m} + H_{V,overh,\ sec\ i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad \text{(Kh)}$$

Eq. 420
$$Q_{excess\ norm,\ EPR\ ,m} = \frac{\left(1-\eta_{util,overh,\ EPR\ ,m}\right) \cdot \sum_i\left[\left(1-f_{cool,geo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{g,overh,\ sec\ i,m}\right]}{\sum_i\left(H_{T,overh,\ sec\ i,m} + H_{V,overh,\ sec\ i,m}\right)} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad \text{(Kh)}$$

en met:

Eq. 64
$$Q_{g,overh,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,overh,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 421
$$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = a_{sec\ i,m} / \left(a_{sec\ i,m}+1\right) \quad \text{voor } \gamma_{overh,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{seci,\ m}}}{1-\left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_{sec\ i,m}+1}} \quad \text{voor de andere gevallen} \quad \text{(-)}$$

Eq. 422
$$\eta_{util,overh,EPR,m} = a_{EPR,m} / \left(a_{EPR,m}+1\right) \quad \text{voor } \gamma_{overh,EPR,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,EPR,m} = \frac{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}}}{1-\left(\gamma_{overh,EPR,m}\right)^{a_{EPR,m}+1}} \quad \text{voor de andere gevallen} \quad \text{(-)}$$

met:

Eq. 66 $$\gamma_{overh,sec\ i,m} = Q_{g,overh,sec\ i,m} / Q_{L,overh,sec\ i,m}$$ (-)

Eq. 423 $$\gamma_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i Q_{g,overh,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{L,overh,sec\ i,m}}$$ (-)

Eq. 424 $$a_{sec\ i,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,sec\ i,m}}{54000}$$ (-)

Eq. 425 $$a_{EPR,m} = 1 + \frac{\tau_{overh,EPR,m}}{54000}$$ (-)

Eq. 68 $$Q_{L,overh,sec\ i,m} = Q_{T,overh,sec\ i,m} + Q_{V,overh,sec\ i,m}$$ (MJ)

Eq. 69 $$Q_{T,overh,sec\ i,m} = H_{T,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$$ (MJ)

Eq. 70 $$Q_{V,overh,sec\ i,m} = H_{V,overh,sec\ i,m} . (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) . t_m$$ (MJ)

Eq. 71 $$\tau_{overh,sec\ i,m} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}}$$ (s)

Eq. 426 $$\tau_{overh,EPR,m} = \frac{\sum_i C_{sec\ i}}{\sum_i \left(H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}\right)}$$ (s)

met:

$\eta_{util,overh,sec\ i,m}$ de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i, voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, (-);

$Q_{g,overh,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

$Q_{i,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door interne warmteopwekking in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.9.2;

$Q_{s,overh,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ, bepaald volgens § 7.10;

$\gamma_{overh,sec\ i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, (-);

$Q_{L,overh,sec\ i,m}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

a_m	een numerieke parameter;
$Q_{T,overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
$Q_{V,overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur ter berekening van de netto-energiebehoefte voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, gelijk te nemen aan 1°C;
$H_{T,overh,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, zoals hieronder bepaald;
$H_{V,overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, bepaald volgens § 7.8.2;
$\tau_{overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in s;
$C_{sec\ i}$	de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, in J/K, bepaald volgens § 7.6;
t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];
$f_{cool,geo,sec\ i,m}$	de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een op geocooling gebaseerd koelsysteem aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § **Error! Reference source not found.**, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

$H_{T,overh,sec\ i}$ wordt bepaald volgens § 7.7.2. Indien echter de invloed van bouwknopen forfaitair ingerekend wordt (volgens optie C van bijlage B.2 bij dit besluit), wordt deze forfaitaire toeslag buiten beschouwing gelaten bij de berekening van de oververhittingsindicator.

8.3 Conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling

Bij de bepaling van de energieprestatie wordt als waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling conventioneel de volgende waarde gehanteerd (zie § 8.1 voor nadere toelichting):

- indien energiesector i gekoppeld is aan een actieve koelmachine of aan een systeem van externe koudelevering waaraan koude geleverd wordt door een actieve koelmachine, geldt: $p_{cool,sec\ i} = 1$ (-)
- indien geen actieve koeling geplaatst is in energiesector i, geldt:

Eq. 72 $$p_{cool,sec\ i} = \max\left\{0; \min\left(\frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}; 1\right)\right\} \quad (-)$$

met:

$I_{overh,thresh}$ de drempelwaarde waarboven men bij de bepaling van de energieprestatie rekening moet houden met een risico op plaatsing achteraf van actieve koeling. Neem deze waarde gelijk aan 1000 Kh;

$I_{overh,max}$ de maximaal toegelaten waarde voor de oververhittingsindicator. Neem deze waarde gelijk aan 6500 Kh.

8.4 Lege paragraaf

Deze paragraaf is bewust leeg gelaten.

8.5 Ruimtekoeling

Bepaal de netto-energiebehoefte voor koeling per maand en per energiesector i als volgt:

Eq. 446

$$Q_{cool,net,sec\ i,m} = p_{cool,sec\ i} \cdot \left(1 - f_{cool,geo,sec\ i,m} - f_{cool,ngeo,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$p_{cool,sec\ i}$ de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling, bepaald volgens § 8.3, (-);

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, in MJ, zoals hieronder bepaald;

$f_{cool,geo,sec\ i,m}$ de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een op geocooling gebaseerd koelsysteem, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § 8.6.1, (-);

$f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een passief koelsysteem anders dan geocooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § 8.6.2, (-).

Bepaal de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling $Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ als volgt:

Eq. 74 indien $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ groter is dan of gelijk aan 2,5:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = 0$$

indien $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ kleiner is dan 2,5:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = Q_{g,cool,sec\ i,m} - \eta_{util,cool,sec\ i,m} \cdot Q_{L,cool,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

Eq. 75 $$Q_{g,cool,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,cool,seci,m}$$ (MJ)

Eq. 76 $$\eta_{util,cool,sec\ i,m} = a_m / (1 + a_m)$$ voor $\lambda_{cool,sec\ i,m} = 1$

$$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^{a_m}}{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^{a_m+1}}$$ voor de andere gevallen (-)

en:

Eq. 77 $$\lambda_{cool,seci,m} = Q_{L,cool,seci,m} / Q_{g,cool,seci,m}$$ (-)

Eq. 78 $$a_m = 1 + \frac{\tau_{cool,seci,m}}{54000}$$ (-)

Eq. 79 $$Q_{L,cool,seci,m} = Q_{T,cool,seci,m} + Q_{V,cool,seci,m}$$ (MJ)

Eq. 80 $$Q_{T,cool,seci,m} = H_{T,cool,seci} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 81 $$Q_{V,cool,seci,m} = H_{V,cool,seci,m} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 82 $$\tau_{cool,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,cool,seci} + H_{V,cool,seci,m}}$$ (s)

met:

$\eta_{util,cool,sec\ i,m}$	de benuttingsfactor van de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i, voor de bepaling van de koelbehoefte, (-);
$Q_{g,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteopwekking in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
$Q_{i,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinsten door interne warmteopwekking in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.9.2;
$Q_{s,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinsten door bezonning in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ, bepaald volgens § 7.10;
$\lambda_{cool,sec\ i,m}$	de verhouding tussen de maandelijkse warmteverliezen en de maandelijkse warmtewinsten in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, (-);
$Q_{L,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
a_m	een numerieke parameter;
$Q_{T,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;

$Q_{V,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto-energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C;
$H_{T,cool,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K. Neem deze waarde gelijk aan $H_{T,overh,sec\ i}$ zoals bepaald in § 8.2;
$H_{V,cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K, bepaald volgens § 7.8;
$\tau_{cool,sec\ i,m}$	de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in s;
$C_{sec\ i}$	de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, in J/K, bepaald volgens § 7.6;
23	de door deze bijlage opgelegde binnentemperatuur voor de bepaling van de koelbehoefte, in °C;
t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1].

<u>Opmerking</u>:

Voor het klimaat in België is de koelbehoefte in sterke mate afhankelijk van de weersomstandigheden op het gegeven ogenblik. De koelbehoefte van een gemiddeld meteorologisch jaar is niet gelijk aan de gemiddelde koelbehoefte over verschillende jaren omdat warme jaren relatief zwaarder doorwegen. Bij de berekeningen wordt met dit verschijnsel rekening gehouden door de temperaturen wat hoger te nemen dan het langjarige gemiddelde.

8.6 Passieve koelsystemen

Passieve koeling is koeling zonder bijkomende actieve koeling door een koelmachine. Voor residentiële eenheden (wooneenheden) wordt passieve koeling als volgt in rekening gebracht.

8.6.1 Op geocooling gebaseerde koelsystemen

In wooneenheden wordt bij de koelberekeningen de techniek van geocooling in rekening gebracht, gekoppeld aan een gesloten systeem met verticale bodem-water-warmtewisselaar of aan een open systeem dat grondwater uit diepe watervoerende lagen (aquifers) gebruikt en een geothermische warmtepomp voor ruimteverwarming. Wanneer deze techniek van geocooling gekoppeld wordt via een systeem van externe koudelevering, wordt deze op dezelfde manier ingerekend als een systeem op de eigen site. Geocooling maakt het mogelijk om het koelwater te koelen door gebruik te maken van een diep ingegraven warmtewisselaar of van grondwater, zonder bijkomende actieve koeling door een compressiekoelmachine. Het koelwater wordt rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering aan de wooneenheden geleverd. Vervolgens circuleert het koelwater door een koelvloer, wat de mogelijkheid biedt om de binnentemperatuur te verlagen.

Deze techniek van geocooling voorziet in een fractie van de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling. Deze fractie, $f_{cool,geo,sec\ i,m}$ genoemd, kan variëren tussen 0 en 1.

Het rekenprincipe voor de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een op geocooling gebaseerd koelsysteem, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, is als volgt.

Is er geen op geocooling gebaseerd koelsysteem geïnstalleerd, dan geldt $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Indien een actieve koelmachine koude levert aan een systeem van externe koudelevering dat zelf koude levert aan de betreffende energiesector, geldt eveneens $f_{cool,geo,sec\ i,m} = 0$. Deze waarde geldt tevens als standaardwaarde.

Indien een op geocooling gebaseerd koelsysteem, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering met een verticale bodem-water-warmtewisselaar of met grondwater, koude levert aan de betreffende energiesector, wordt $f_{cool,geo,seci,m}$ bepaald zoals hieronder beschreven. Indien een op geocooling gebaseerd koelsysteem gekoppeld aan bodem-water-warmtewisselaar van een ander type (bv. horizontale bodem-water-warmtewisselaar) koude levert aan de betreffende energiesector, geldt de standaardwaarde. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Bij de bepaling van $f_{cool,geo,sec\ i,m}$ wordt rekening gehouden met twee beperkende factoren:

- De capaciteit van de ondergrond om de door het gebouw gevraagde koelenergie te leveren. Op jaarbasis kan immers slechts een beperkte hoeveelheid koelenergie onttrokken worden aan de bodem. Hetzelfde geldt voor open systemen die grondwater gebruiken, gezien de wenselijkheid om het thermische evenwicht van de bodem in stand te houden. In deze rekenmethode wordt die beperking ingerekend aan de hand van de factor $f_{cool,geo,GHX}$;.
- De capaciteit van de koelvloer om de door het gebouw gevraagde koelenergie te leveren. De beschikbare vloeroppervlakte die bruikbaar is als koelvloer, bepaalt immers het maximale vermogen van dit afgiftesysteem. Een te kleine beschikbare oppervlakte kan dus het potentieel van geocooling beperken. In deze rekenmethode wordt die beperking ingerekend aan de hand van de factor $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$.

Bepaal als volgt de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een op geocooling gebaseerd koelsysteem met verticale bodem-water-warmtewisselaar of met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i:

Eq. 396 $f_{cool,geo,sec\ i,m} = \min(f_{cool,geo,GHX}\ ;\ f_{cool,geo,slab,sec\ i,m})$ (-)

met:

$f_{cool,geo,GHX}$ de verhouding, op jaarbasis, tussen de koelenergie die aan energiesector i geleverd wordt door een op geocooling gebaseerd koelsysteem en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, enkel rekening houdend met de capaciteit van de bodemwarmtewisselaar of met het thermische evenwicht van de watervoerende lagen (aquifers) als beperkende factor, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die aan energiesector i geleverd wordt door een op geocooling gebaseerd koelsysteem en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, enkel

rekening houdend met de beperking door de beschikbare vloeroppervlakte die bruikbaar is als koelvloer, zoals hieronder bepaald, (-).

De factor $f_{cool,geo,GHX}$ hangt af van de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling, van de totale jaarlijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater en van de jaarlijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en wordt als volgt bepaald:

- voor gesloten systemen met verticale bodem-water-warmtewisselaar op de site of via een systeem van externe koudelevering:

Eq. 397 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1\ ;\ \frac{\max\left(4000\ ;\ 0{,}3.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)\right)}{\sum_j \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}}\right) \quad (-)$$

- voor open systemen met grondwater op de site of via een systeem van externe koudelevering:

Eq. 428 $$f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1\ ;\ \frac{0{,}8.\left(\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}\right)}{\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}\right) \quad (-)$$

met:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;

$Q_{water,gross,m}$ de totale maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten die aangesloten zijn op het systeem, in MJ, zoals hieronder bepaald;

$Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}$ de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector j, bepaald volgens § 8.5, in MJ.

Voor systemen op de site of systemen van externe koudelevering die gekoeld worden door een combinatie van gesloten systemen met verticale bodem-water-warmtewisselaar en open systemen met grondwater wordt de factor $f_{cool,geo,GHX}$ bepaald als het minimum van de factoren $f_{cool,geo,GHX}$ van de desbetreffende systemen.

Er moet gesommeerd worden over:

- alle energiesectoren i in de EPW-eenheid die, rechtstreeks of via een systeem van externe warmtelevering, bediend worden door de geothermische warmtepomp die gekoppeld is aan het op geocooling gebaseerde koelsysteem;
- alle energiesectoren j in de EPW-eenheid die, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, bediend worden door het op geocooling gebaseerde koelsysteem.

Bepaal de totale maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten als volgt:

Eq. 398 $$Q_{water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m} \quad (MJ)$$

waarin:

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle douches of baden j en alle aanrechten k van de EPW-eenheid die, rechtstreeks of via een systeem van externe warmtelevering, van warm tapwater voorzien worden door de geothermische warmtepomp die gekoppeld is aan het op geocooling gebaseerde koelsysteem.

De term $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ hangt af van de koelbehoefte van energiesector i en van de beschikbare vloeroppervlakte die bruikbaar is als koelvloer en wordt als volgt bepaald:

Eq. 399 Als $\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$ gelijk is aan 0, geldt:

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=0 \quad (-)$$

Voor alle andere gevallen geldt:

$$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}=\min\left(1\ ;\ \frac{\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}}{\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}}\right) \cdot f_{cool,slab,control} \quad (-)$$

met:

$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde vermogen dat afgegeven wordt door de koelvloer in energiesector i, in W, zoals hieronder bepaald;

$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde gevraagde koelvermogen in energiesector i, in W, zoals hieronder bepaald;

$f_{cool,slab,control}$ een factor die rekening houdt met de effectiviteit van het regelsysteem, conventioneel vastgelegd op 0,9, (-).

Bepaal het maandgemiddelde gevraagde koelvermogen in energiesector i als volgt:

Eq. 400 $$\dot{Q}_{cool,sec\ i,m}=\frac{Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}{t_m} \quad (W)$$

met:

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § 8.5, in MJ;

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1].

Bepaal het door de koelvloer afgegeven maandgemiddelde vermogen als volgt:

Eq. 401 $$\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m}=A_{cool,slab,sec\ i}.U_{cool,slab}.f_{cool,slab,usable}.(23-\theta_{w,ave,slab,m})^{n_{slab,cool}} \quad (W)$$

met:

$A_{cool,slab,sec\ i}$ de oppervlakte van de koelvloer in energiesector i, in m²;

$U_{cool,slab}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de koelvloer, in W/(m².K), conventioneel vastgelegd op 4,66 W/m²K;

$f_{cool,slab,usable}$ een factor die rekening houdt met de reëel beschikbare oppervlakte van de koelvloer voor afgifte via straling, conventioneel vastgelegd op 0,8, (-);

23	de door deze bijlage opgelegde binnentemperatuur voor de bepaling van de koelbehoefte, in °C;
$n_{slab,cool}$	een parameter om het afgegeven vermogen van een koelvloer te berekenen, conventioneel vastgelegd op 0,95, (-);
$\theta_{w,ave,slab,m}$	de maandgemiddelde temperatuur van het koelwater in de koelvloer, in °C, zoals gegeven in Tabel [42].

Tabel [42] : Waarden van de gemiddelde maandelijkse watertemperatuur in de koelvloer

Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
23	23	23	21	19,5	18,5	18,5	18,5	19,5	21	23	23

8.6.2 Passieve koelsystemen anders dan geocooling

Voor wooneenheden zijn er ook andere passieve koelsystemen mogelijk dan bodemwarmtewisselaars en warmtewisselaars voor grondwater, zoals passieve koeling via oppervlaktewater. Deze passieve koelsystemen worden in rekening gebracht met de factor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$. Deze factor is de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een niet op geocooling gebaseerd passief koelsysteem met verticale bodem-water-warmtewisselaar of met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i.

Deze factor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ kan variëren tussen 0 en 1. De standaardwaarde is 0. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels. Bij gebrek daaraan moet gerekend worden met de standaardwaarde.

9 Bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

9.1 Woord vooraf

Met de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater worden de systemen voor warmteopslag, warmteverdeling, warmteafgifte en regeling bij ruimteverwarming en warm tapwater in de beoordeling betrokken. De bruto-energiebehoefte stelt de energie voor die door de warmteopwekkingsinstallaties overgedragen wordt aan het systeem van warmteverdeling (of warmteopslag) voor ruimteverwarming en aan het verdeelsysteem van warm tapwater.

Een installatie voor ruimteverwarming bestaat uit:

- een warmteopwekkingsinstallatie. Bij centrale verwarming zijn dat (water)ketels, (warmelucht)generatoren, warmtepompen of wkk-installaties. Bij plaatselijke verwarming gebeurt de warmteopwekking in de systemen van warmteafgifte zelf;
- eventueel een warmteopslagsysteem;
- een systeem van warmteverdeling. Bij een hydraulische centrale verwarming zijn dat leidingen, bij luchtverwarming kanalen. Plaatselijke verwarming heeft geen systeem van warmteverdeling;
- een systeem van warmteafgifte. Radiatoren, convectoren, vloerleidingen, plafondleidingen, muurleidingen of roosters bij centrale verwarming, kachels, warmtestralers of convectoren bij plaatselijke verwarming;
- de regeling van elk van deze systemen.

De bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming omvat de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en alle verliezen die optreden bij de warmteopslag, warmteverdeling, warmteafgifte alsook bij de regeling van elk van deze systemen. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend.

Als in een energiesector meerdere waarden van een bepaald deelrendement van toepassing zijn (bv. in Tabel [43]), dient voor de volledige energiesector met de meest negatieve waarde gerekend te worden. (Desgewenst mag de energiesector uiteraard wel opgesplitst worden in meerdere kleinere energiesectoren.)

Een installatie voor warm tapwater bestaat uit:

- een warmteopwekkingsinstallatie. Men onderscheidt twee types: installaties voor de ogenblikkelijke bereiding van warm tapwater (doorstroomtoestellen) en installaties met warmteopslag (warmwatervoorraadtoestellen). In beide gevallen kan de warmteopwekker voor ruimteverwarming de warmte leveren ofwel hebben ruimteverwarming en warm tapwater elk een eigen warmteopwekker;
- een systeem voor warmteverdeling.

De bruto-energiebehoefte voor warm tapwater omvat de netto-energiebehoefte voor warm tapwater en alle verliezen die bij de verdeling ervan optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend. Indien meer dan één warmteopwekkingsinstallatie voor de bereiding van warm tapwater instaat, wordt elke installatie gekoppeld aan de tappunten die ze bedient.

9.2 Maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

9.2.1 Principe

De maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i wordt bepaald door de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming te delen door het maandgemiddelde systeemrendement voor ruimteverwarming. Dit maandgemiddelde systeemrendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die het warmteafgiftesysteem maandelijks aan de energiesector afgeeft en de warmte die de bijbehorende warmteopwekkingsinstallatie maandelijks overdraagt aan het systeem van warmteverdeling (en, indien van toepassing, warmteopslag). Het verschil tussen beide wordt o.a. door de volgende verliesstromen bepaald:

- de niet-teruggewonnen opslag- en verdeelverliezen;
- een bijkomende verliesstroom doorheen de uitwendige scheidingsconstructies achter, onder of boven het verwarmingselement;
- een bijkomende verliesstroom als gevolg van temperatuurstratificatie (laagvorming), waardoor op referentiehoogte de resulterende temperatuur lager ligt dan op plafondhoogte;
- een bijkomende verliesstroom door het feit dat in de wat lage, maar constante binnentemperatuur van 18°C nachtelijke temperatuurverlaging en gedifferentieerde dagtemperaturen verrekend zitten, en dat de regeling niet zomaar in staat is de gewenste differentiatie te realiseren;
- een bijkomende verliesstroom doordat de gebouwgebruikers de instelwaarde minus de temperatuurdifferentiaal als gewenste temperatuur zien.

Bereken de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming als volgt:

Eq. 83 $$Q_{heat,gross,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{sys,heat,sec\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\eta_{sys,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde systeemrendement voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.2, (-).

De bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesectoren die bediend worden door een “combilus”, wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

9.2.2 Maandgemiddeld systeemrendement

9.2.2.1 Principe

Het hierboven gedefinieerde maandgemiddelde systeemrendement bestaat op zijn beurt uit het product van het maandgemiddelde afgifte-, verdeel- en opslagrendement:

Eq. 84 $$\eta_{sys,heat,sec\ i,m} = \eta_{em,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{stor,heat,sec\ i,m} \quad \text{(-)}$$

met:

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde afgifterendement van energiesector i, (-), bepaald volgens § 9.2.2.2;

$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde verdeelrendement van energiesector i, (-), bepaald volgens § 9.2.2.3;

$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddelde opslagrendement van energiesector i, (-), bepaald volgens § 9.2.2.4.

Het maandgemiddelde afgifterendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de totale warmte die ze maandelijks afgeven. Hierin zitten zowel de niet-bruikbare warmteverliezen van deze elementen als de verliezen door onvolmaakte regeling.

Het maandgemiddelde verdeelrendement stelt de verhouding voor tussen de warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de warmte die door de warmteopwekkingsinstallatie(s) en/of het (de) opslagvat(en) maandelijks aan het systeem van warmteverdeling overgedragen wordt.

In geval van opslag van thermische energie in een buffervat stelt het maandgemiddelde opslagrendement de verhouding voor tussen de warmte die maandelijks aan het verdeelsysteem afgegeven wordt en de warmte die door de warmteopwekkingsinstallatie(s) maandelijks aan het (de) opslagvat(en) overgedragen wordt.

9.2.2.2 Afgifterendement

Neem als eenvoudige benadering de waarden van Tabel [43]. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Annexe D bij deze bijlage.

Indien er in geval van centrale verwarming meer dan één afgiftesysteem in de energiesector aanwezig is, neem dan het systeem met het slechtste afgifterendement uit Tabel [43] in beschouwing. In dit geval is het niet langer mogelijk gebruik te maken van Annexe D bij deze bijlage.

Indien er in een energiesector meerdere types plaatselijke verwarming aanwezig zijn, is een verdere opdeling in energiesectoren verplicht, zodat er in elke energiesector slechts één type aanwezig blijft (zie ook § 5.3).

Tabel [43] : Berekeningswaarden voor het afgifterendement

Centrale verwarming		
Regulering van de binnentemperatuur	Vertrektemperatuurregeling van het kringwater of van de lucht	
	Constante instelwaarde	Variabele instelwaarde
Bediening van de temperatuur per lokaal	0,87 (1)	0,89 (1)
Overige	0,85 (1)	0,87 (1)
Lokale verwarming waarvoor het productierendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.2.4		
Houtkachel		0,82
Steenkoolkachel		0,82
Mazoutkachel		0,87
Gaskachel		0,87
Radiator of elektrische convector, zonder elektronische regulering (bv, met bimetaal)		0,90
Radiator of elektrische convector, met elektronische regulering		0,96
Elektrische accuverwarming, zonder externe sensor (bv, manuele instelling)		0,85
Elektrische accuverwarming, met externe sensor		0,92
Afstandsbediende verwarming ("slave heater")		0,85
Elektrische verwarming met weerstand ingebouwd in de plankenvloer, de muur of het plafond		0,87
Lokale verwarming waarvoor het productierendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.2.3		
Elektrische weerstand ingebouwd in een scheidingsconstructie (plankenvloer, muur of plafond) dat in contact staat met het buitenmilieu		0,87
Alle overige types lokale verwarming		0,91
Collectieve verwarming		

Indien meerdere wooneenheden over een gemeenschappelijke warmteopwekkingsinstallatie beschikken, dienen de bovenstaande waarden (voor centrale verwarming) als volgt verminderd te worden:

- indien de verwarmingskosten individueel per wooneenheid afgerekend worden op basis van een afzonderlijke meting van het reële verbruik: vermenigvuldig de van toepassing zijnde waarde hierboven met factor 0,95;
- indien geen dergelijke geïndividualiseerde afrekening van de reële verwarmingskosten gebeurt: vermenigvuldig de van toepassing zijnde waarde hierboven met factor 0,85.

Opmerking: de aanwezigheid of afwezigheid van een individuele afrekening moet afzonderlijk voor elke wooneenheid geëvalueerd worden.

(1) Indien een of meer warmteafgifte-elementen in de energiesector (gedeeltelijk) vóór beglazing opgesteld staan, wordt het rendement verlaagd met 0,08.

Bij centrale verwarmingssystemen dient men onderscheid te maken naargelang van de vertrektemperatuurregeling in het verdeelsysteem[6]:

- ofwel is de instelwaarde constant;
- ofwel verandert de instelwaarde automatisch (bv. afhankelijk van de buitentemperatuur).

Een regeling behoort tot de categorie “temperatuurgestuurd per ruimte” indien in alle ruimten van de betreffende energiesector de warmteafgifte zodanig geregeld is dat de warmtetoevoer automatisch afgesloten wordt zodra de ingestelde binnentemperatuur bereikt is. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door middel van thermostatische kranen op alle afgifte-elementen en/of van een thermostaatregeling in elke ruimte. Gewone afsluitkranen op radiatoren vallen niet in de categorie “temperatuurgestuurd”.

9.2.2.3 Verdeelrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijkse verdeelrendement de constante waarden van Tabel [7]. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Annexe E bij deze bijlage.

Tabel [7] : Distributierendement

Vverwarmingsinstallatie	$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$
Lokale verwarming	1,00
Centrale warmwater of warmeluchtverwarming, collectieve verwarming	
• Alle leidingen of buizen liggen binnen de isolatielaag van het beschermde volume	1,00
• Leidingen of buizen liggen gedeeltelijk binnen de isolatielaag van het beschermde volume	0,95

[6] Een variabele instelwaarde kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden met behulp van een glijdende keteltemperatuurregeling of met behulp van een driewegkraan onmiddellijk na de ketel mits die uitgerust is met een automatische regeling met variabel instelpunt (setpoint).

9.2.2.4 Opslagrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijkse opslagrendement de constante waarden van tabel [8].

Tabel [8] : Opslagrendement

Warmteopslag voor verwarming in een (of meerdere) buffertanks	$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$
Niet aanwezig	1,00
Wel aanwezig	
• Binnen in beschermd volume	1,00
• Buiten beschermd volume	0,97

9.3 Maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater

9.3.1 Principe

De maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater wordt bepaald door de netto-energiebehoefte te delen door het bijbehorende maandgemiddelde systeemrendement:

Eq. 85

$$Q_{water,bathi,gross,m} = r_{water,bathi,gross} \cdot \frac{Q_{water,bathi,net,m}}{\eta_{sys,bathi,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 86

$$Q_{water,sink\ i,gross,m} = r_{water,sink\ i,gross} \cdot \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{sys,sink\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, in MJ, bepaald volgens § 7.3;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, in MJ, bepaald volgens § 7.3;
$\eta_{sys,bath\ i,m}$	het maandgemiddelde systeemrendement voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 9.3.2.2, (-);
$\eta_{sys,sink\ i,m}$	het maandgemiddelde systeemrendement voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 9.3.2.2, (-);
$r_{water,bath\ i,gross}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i door warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels, (-). De standaardwaarde is gelijk aan 1;
$r_{water,sink\ i,gross}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i door warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels, (-). De standaardwaarde is gelijk aan 1.

De reductiefactoren $r_{water,gross}$ kunnen niet toegepast worden als warm tapwater voor douche, bad of keukenaanrecht uit een circulatieleiding betrokken wordt. In dit geval dient men een beroep te doen op het beginsel van de gelijkwaardigheid.

De bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van tappunten die bediend worden door een “combilus” wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

9.3.2 Systeemrendement voor warm tapwater

9.3.2.1 Principe

Het systeemrendement voor warm tapwater hangt af van de wijze waarop warm tapwater verdeeld en afgetapt wordt. Bij elke afname wordt in de intussen afgekoelde tapleidingen koud water verdrongen door warm water. Ook na die eerste doorspoeling blijft het warme water afkoelen wanneer dit door de tapleidingen stroomt. Installaties met circulatieleiding kennen een warmteverlies dat evenredig is met de lengte van deze leiding. De circulatieleiding kan zowel betrekking hebben op één EPW-

eenheid (bv. een eengezinswoning) als op meerdere EPW-eenheden (bv. de verschillende wooneenheden in een appartementsgebouw met gemeenschappelijke, centrale bereiding van warm tapwater).

9.3.2.2 Rekenregel

Bepaal het systeemrendement voor badkamers en keukens als volgt:

- zonder circulatieleiding:

Eq. 87

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \quad (-)$$

- met circulatieleiding:

Eq. 88

$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{water,circk,m}$$

$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{water,circk,m} \quad (-)$$

met:

$\eta_{tubing,bath\ i}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i, zoals hieronder bepaald, (-);

$\eta_{tubing,sink\ i}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i, zoals hieronder bepaald, (-);

$\eta_{water,circ\ k,m}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding k, zoals hieronder bepaald, (-).

Bepaal de bijdrage van de tapleidingen als volgt:

Eq. 284

$$\eta_{tubing,bath\ i} = \frac{100}{100 + l_{tubing,bath\ i}/r_{water,bath\ i,net}} \quad (-)$$

Eq. 285

$$\eta_{tubing,sink\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,sink\ i}/r_{water,sink\ i,net}} \quad (-)$$

met:

$l_{tubing,bath\ i}$ de lengte van de leidingen naar douche of bad i, in m. Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het aansluitpunt van de betreffende warmteopwekker(s) voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende badkamer. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden. Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van

de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende badkamer. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;

$r_{water,bath\ i,net}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i door warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);

$l_{tubing,sink\ i}$ de lengte van de leidingen naar keukenaanrecht i, in m. Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen de betreffende warmteopwekker(s) voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende keuken. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden. Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende keuken. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;

$r_{water,sink\ i,net}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i door warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels, (-).

Als standaardwaarden gelden:

- $l_{tubing,bath\ i}$ = 10 m
- $l_{tubing,sink\ i}$ = 20 m

Bepaal de bijdrage van circulatieleiding k als volgt:

Eq. 286

$$\eta_{water,circ\ k,m} = \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot f_{insul,circ\ k} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

met:

$$Q_{waterout,circk,m} = \sum_i \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i}} + \sum_i \frac{Q_{water,other\ i,net,m}}{\eta_{tubing,other\ i}} + \sum_l Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m} + \sum_m Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} + \sum_n Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$$

Eq. 287 (MJ)

en:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$f_{insul,circ\ k}$ een correctiefactor om rekening te houden met het effect van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van circulatieleiding k, zoals hieronder bepaald als functie van de eigenschappen van de circulatieleiding, (-);

$l_{circ\ k,j}$	de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m;
$\theta_{amb,m,j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j, in °C: - indien het leidingsegment binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{amb,m,j} = 18$; - indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$; - indien het leidingsegment buiten ligt, geldt: $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$; waarin: $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];
$R_{l,j}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, in m.K/W, bepaald volgens § E.3 in deze bijlage;
$Q_{water,bath\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, in MJ, bepaald volgens § 7.3 voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, in MJ, bepaald volgens § 7.3 voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden;
$Q_{water,other\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een ander tappunt i voor warm water, in MJ, bepaald volgens § 5.10 van bijlage A.2;
$\eta_{tubing,other\ i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar een ander tappunt i voor warm water, (-), bepaald volgens § 6.5 van bijlage A.2;
$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, in MJ, zoals hieronder bepaald;
$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad m gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, in MJ, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, zoals hieronder bepaald;
$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, in MJ, zoals hieronder bepaald.

Uitzondering: indien $Q_{water\ out,\ circ\ k,\ m}$ gelijk is aan 0, wordt $\eta_{water,circ\ k,m}$ gelijkgesteld aan 1.

Voor de bepaling van $\eta_{water,circ\ k,m}$ moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k.

Voor de bepaling van $Q_{water\ out,circ\ k,m}$ moet gesommeerd worden over:

- alle douches, baden en keukenaanrechten i gelegen in een EPW- of EPN-eenheid en aangesloten op circulatieleiding k;
- alle andere tappunten i voor warm water, gelegen in een EPN-eenheid en aangesloten op circulatieleiding k;
- alle wooneenheden l die geen EPW-eenheid zijn en die aangesloten zijn op circulatieleiding k;
- alle douches en baden m en keukenaanrechten n gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, en aangesloten op circulatieleiding k.

De correctiefactor $f_{insul,circ\ k}$ hangt af van de eigenschappen van de circulatieleiding en appendages. Drie gevallen worden onderscheiden.

Geval 1

Indien de circulatieleiding en appendages aan elk van volgende voorwaarden voldoen, dan is $f_{insul,circ\ k} = 1,1$.

- De isolatie van elke bocht (*) is van hetzelfde materiaal en heeft dezelfde dikte als de isolatie van de aangrenzende rechte leidingstukken en is zodanig aangebracht dat de isolatie nergens onderbroken wordt.
- Geen enkele beugel ter bevestiging van de leiding onderbreekt de isolatie.
- De isolatie van de hoofdleiding wordt ter plaatse van geen enkele aftakking (*) onderbroken en de thermische isolatie van de tapleidingen, indien van toepassing, sluit aan op die van de hoofdleiding.
- Elk kraanwerkelement (**) heeft een equivalente warmteweerstand, waarvoor geldt:

Eq. 288 $$R_{eq,tap} \geq \max(R_{l,j})$$ (m.K/W)

met:

$R_{eq,tap}$ de equivalente warmteweerstand van het warmte-isolatiemateriaal van het kraanwerkelement, zoals hieronder bepaald, in m.K/W;

$R_{l,j}$ de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j waarop het kraanwerkelement aangesloten wordt, zoals bepaald in § E.3, in m.K/W.

Neem het maximum over alle leidingsegmenten j die aangesloten zijn op het kraanwerkelement.

- Elk pomphuis is voorzien van een mantel bestaande uit isolatiemateriaal met warmtegeleidingscoëfficiënt $\lambda_{insul,pumps}$ en minimale isolatiedikte i $d_{insul,pumps}$ waarvoor geldt:

Eq. 289 $$\frac{d_{insul,pumps}}{\lambda_{insul,pumps}} \geq 0,5$$ (m.K/W)

met:

$d_{insul,pumps}$ de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van het isolerende omhulsel van de pomp, waarbij beweegbare bedieningsstukken, afleesschermen en

delen die specifiek bedoeld zijn om de pompelektronica tegen oververhitting te beschermen (koelvinnen) buiten beschouwing gelaten worden, in m;

$\lambda_{insul,pumps}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de omhullende warmte-isolatie rond de pomp, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K).

NOTA (*) Voor de volledige circulatieleiding mag voor n_{exc} bochten of aftakkingen afgeweken worden van bovenstaande eisen, waarbij n_{exc} wordt bepaald zoals hieronder beschreven.

NOTA (**) Kraanwerkelement: volgende onderdelen worden in deze bijlage als (te isoleren) kraanwerkelement beschouwd: collector, afsluitkraan, regelkraan, aftapkraan, spuikraan, stopkraan, terugslagklep, slibafscheider of vergaarbak en evenwichtsfles.

Geval 2

Indien geval 1 niet van toepassing is, maar de circulatieleiding en appendages aan elk van volgende voorwaarden voldoen, geldt: $f_{insul,circ\ k} = 1,3$.

- De isolatie van elke bocht (*) is van hetzelfde materiaal en heeft dezelfde dikte als de isolatie van de aangrenzende rechte leidingstukken en is zodanig aangebracht dat de isolatie nergens onderbroken wordt.
- Geen enkele beugel ter bevestiging van de leiding onderbreekt de isolatie.
- De isolatie van de hoofdleiding wordt ter plaatse van geen enkele aftakking (*) onderbroken en de thermische isolatie van de tapleidingen, indien van toepassing, sluit aan op die van de hoofdleiding

NOTA (*) Voor de volledige circulatieleiding mag voor n_{exc} bochten of aftakkingen afgeweken worden van bovenstaande eisen, waarbij n_{exc} wordt bepaald zoals hieronder beschreven.

Geval 3

In alle andere gevallen geldt: $f_{insul,circ\ k} = 2$. Dit is tevens de standaardwaarde.

Bepaal de equivalente warmteweerstand van een kraanwerkelement, $R_{eq,tap}$, als volgt:

Eq. 290
$$R_{eq,tap} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{insul,tap}} \ln\left(\frac{D_{e,eq,tap}}{D_{i,eq,tap}}\right) + \frac{1}{h_{se,tap} \cdot \pi \cdot D_{e,eq,tap}} \quad \text{(m.K/W)}$$

met:

Eq. 291
$$D_{e,eq,tap} = D_{i,eq,tap} + 2 \cdot d_{insul,tap} \quad \text{(m)}$$

Eq. 292
$$D_{i,eq,tap} = \max(D_{i,j}) \quad \text{(m)}$$

en:

$\lambda_{insul,tap}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond het kraanwerkelement, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$D_{e,eq,tap}$ de equivalente buitendiameter van de isolatie rond het kraanwerkelement, in m;

$D_{i,eq,tap}$ de equivalente buitendiameter van het ongeïsoleerde kraanwerkelement, in m;

$d_{insul,tap}$ de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van het isolerend omhulsel van het kraanwerkelement, waarbij de bedieningsorganen buiten beschouwing gelaten worden, in m;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment j waarop het kraanwerkelement aangesloten wordt, in m;

$h_{se,tap}$ de totale externe warmtedoorgangscoëfficiënt (door convectie + door straling) van het kraanwerkelement, in W/(m².K), gelijk te nemen aan:
- binnen het beschermde volume: $h_{se,tap} = 8$;
- in een aangrenzende onverwarmde ruimte: $h_{se,tap} = 10$;
- buiten: $h_{se,tap} = 25$.

Neem het maximum over alle leidingsegmenten j die aangesloten zijn op het kraanwerkelement.

Het aantal bochten of aftakkingen waarvoor afgeweken mag worden van de isolatie-eisen, n_{exc}, wordt als volgt bepaald:

Eq. 293

$$n_{exc} = \frac{\sum_j l_{circ\,k,j}}{100} \quad (-)$$

met:

$l_{circ\,k,j}$ de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k. Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

Bepaal als volgt de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, $Q_{water,ncalc,res,unit\,l,gross\,woC,m}$:

Eq. 294

$$Q_{water,ncalc,res,unit\,l,gross\,woC,m} = \frac{\max\left[64;\,64 + 0{,}220 \cdot \left(V_{unit\,l} - 192\right)\right] \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,res,unit\,l}} \quad (MJ)$$

met:

$V_{unit\,l}$ het totale volume van wooneenheid l, in m³;

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$\eta_{tubing,ncalc,res,unit\,l}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de leidingen voor warm tapwater in wooneenheid l, (-), bepaald als $\eta_{tubing,bath\,i}$ waarbij conventioneel aangenomen wordt dat:
- $r_{water,bath\,i,net} = 1$ en
- $l_{tubing,bath\,i} = 5$ m.

Als standaardwaarde geldt: $V_{unit\,l} = 0$.

Bepaal als volgt de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad m gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, $Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m}$:

Eq. 295

$$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} = \frac{213 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}} \quad \text{(MJ)}$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$\eta_{tubing,ncalc,nres,bath\ m}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de leidingen voor warm tapwater naar douche of bad m, (-), bepaald als $\eta_{tubing,bath\ i}$ waarbij conventioneel aangenomen wordt dat:

- $r_{water,bath\ i,net} = 1$ en
- $l_{tubing,bath\ i} = 5$ m.

Bepaal als volgt de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, $Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$:

Eq. 296

$$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} = \frac{A_{f,sink} \cdot 30,53 \cdot t_m}{\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$A_{f,sink}$ de gebruiksoppervlakte van de ruimten nodig voor de bereiding van maaltijden in de keuken waar aanrecht n zich bevindt, in m², bepaald volgens § 5.10.2 van bijlage A.2;

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$\eta_{tubing,ncalc,nres,sink\ n}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de leidingen voor warm tapwater naar keukenaanrecht n, (-), bepaald als $\eta_{tubing,sink\ i}$ waarbij conventioneel aangenomen wordt dat:

- $r_{water,sink\ i,net} = 1$ en
- $l_{tubing,sink\ i} = 5$ m.

10 Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling

10.1 Woord vooraf

De warmteopwekkers worden meegenomen in de beoordeling van het eindenergieverbruik. Dat gebeurt doorgaans via het opwekkingsrendement, berekend op basis van een of meer karakteristieken van de warmteopwekker. In voorkomend geval wordt gelijktijdig rekening gehouden met de nuttige bijdrage van thermische zonne-energiesystemen. Voor koeling geldt een specifieke procedure.

Bij de uitbreiding van een gebouw kunnen zich volgende gevallen voordoen:

- indien de uitbreiding verwarmd wordt met nieuwe warmteopwekkers die onafhankelijk van de bestaande toestellen werken, wordt onderstaande procedure onverminderd toegepast;
- indien er nieuwe warmteopwekkers geplaatst worden die in combinatie met de bestaande toestellen werken, dient onderstaande procedure toegepast te worden waarbij de bestaande toestellen buiten beschouwing blijven;
- indien er geen bijkomende toestellen geplaatst worden, maar er enkel gebruik wordt gemaakt van bestaande toestellen, wordt de procedure toegepast op de bestaande toestellen. Als niet alle benodigde informatie beschikbaar is, kan men rekenen met standaardwaarden.

10.2 Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

10.2.1 Principe

De energie die nodig is om een energiesector te verwarmen kan door één opwekker geleverd worden dan wel door een combinatie van parallel of in serie geschakelde opwekkers. In dit laatste geval wordt het formalisme ingevoerd van enerzijds een preferent geschakeld toestel en, anderzijds, een of meer niet-preferent geschakelde toestellen. In het (meest gebruikelijke) geval dat er slechts één opwekker is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor de niet-preferente opwekker(s).

Dit principe geldt ook voor hybride warmtepompen (d.w.z. de combinatie van een warmtepomp en een ketel) of warmtepompen met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming. In beide gevallen worden de twee opwekkers als parallel geschakelde toestellen beschouwd. Uitzondering: indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.2, is de invloed van de elektrische weerstand al in dit opwekkingsrendement begrepen en wordt het toestel toch als unieke opwekker beschouwd.

10.2.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, zonder de hulpenergie mee te tellen, wordt per maand en per energiesector gegeven door:

- voor de preferente warmteopwekker(s):

Eq. 93

$$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- voor de niet-preferente warmteopwekker(s) k:

Eq. 328

$$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$f_{heat,m,pref}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferente warmteopwekker(s) geleverd wordt, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{heat,m,npref\ k}$	de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking door de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{as,heat,sec\ i,m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens § 10.4, (-);
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2, in MJ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 10.2.3, (-);
$\eta_{gen,heat,npref\ k}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, bepaald volgens § 10.2.3, (-).

Voor de groepering van toestellen en de opdeling in preferente en niet-preferente warmteopwekkers gelden dezelfde regels als omschreven in § 7.1 en § 7.2.1 van bijlage A.2 bij dit besluit.

Bepaal als volgt de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferente warmteopwekker(s) geleverd wordt:

- indien er slechts één type toestel is, geldt: $f_{heat,m,pref} = 1$;
- zo niet:
  - indien de preferente warmteopwekker geen wkk-installatie op de site is, noch een warmtepomp met buitenlucht als warmtebron, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [34]. Bij toepassing van Tabel [34] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd;
  - indien de preferente warmteopwekker een wkk-installatie op de site is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [10];
  - indien de preferente warmteopwekker een warmtepomp met buitenlucht als warmtebron is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [35]. Bij toepassing van Tabel [35] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd.

Bij het gebruik van deze tabellen geldt de regeling van de preferente en niet-preferente toestellen als “piekvermogenaanvulregeling” indien de niet-preferente toestellen enkel aanvullend in werking treden tijdens periodes waarin de vermogensvraag groter is dan door het preferente toestel geleverd kan worden, en indien bovendien tijdens die periodes het preferente toestel op vol vermogen in werking blijft. Indien het preferente toestel in die periodes uitgeschakeld wordt en in alle andere gevallen, geldt de “piekvermogenschakelregeling”.

Een preferent toestel wordt als “modulerend” beschouwd indien het aan minstens een van de volgende voorwaarden voldoet:

- het door het toestel afgeleverde vermogen kan gemoduleerd worden onder 80% van het nominale vermogen, als reactie op een variërende warmtevraag;
- de warmteopwekker is aangesloten op een systeem van oppervlakteverwarming (vloer-, muur- of plafondverwarming);
- de warmteopwekker is aangesloten op een opslagvat met een volume groter dan of gelijk aan $V_{min,i}$, zoals hieronder bepaald.

Indien het toestel aan geen van de bovenstaande voorwaarden voldoet, wordt het beschouwd als toestel "met beperkte moduleerbaarheid".

Bepaal het minimale opslagvolume $V_{min,i}$ als volgt:

Eq. 402

$$V_{min,i} = \frac{0,44 \times P_{gen,heat,\ pref,i}}{(\theta_{pref,i} - \theta_{return,design,i})} \quad (m^3)$$

waarin:

$P_{gen,heat,pref,i}$	het totale nominale vermogen van preferente warmteopwekker i, in kW;
$\theta_{pref,i}$	de temperatuur waarop preferente opwekker i warmte aflevert aan het opslagvat, in °C;
$\theta_{return,design,i}$	de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem waaraan preferente opwekker i warmte levert, zoals bepaald in § 10.2.3.2, in °C.

Opmerking: indien $\theta_{return,design,i}$ groter is dan of gelijk aan $\theta_{pref,i}$, blijft het opslagvat buiten beschouwing en wordt automatisch aangenomen dat niet voldaan is aan de betreffende voorwaarde voor moduleerbaarheid.

De waarden voor $f_{heat,m,pref}$ worden steeds uitgedrukt als functie van hulpvariabele x_m. Bepaal deze hulpvariabele zoals uiteengezet in § 7.3.1 van bijlage A.3 bij dit besluit.

Het eindenergieverbruik van door een "combilus" bediende energiesectoren wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

Tabel [34] : Maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferente warmteopwekker(s) geleverd wordt, $f_{heat,m,pref}$ – gevallen waarin het preferente opweksysteem noch een preferente warmtekrachtkoppeling is, noch een warmtepomp is die de buitenlucht als warmtebron gebruikt

Hulpvariabele x_m	Modulerend preferent toestel		Preferent toestel met beperkte modulering	
	Piek-vermogen-aanvulregeling	Piekvermogen-schakelregeling	Piek-vermogen-aanvulregeling	Piekvermogen-schakelregeling
x_m = 0	1,00	1,00	0	0
x_m = 0,05	0,99	1,00	0	0
x_m = 0,15	0,97	0,99	0,04	0,06
x_m = 0,25	0,93	0,99	0,08	0,14
x_m = 0,35	0,87	0,97	0,15	0,25
x_m = 0,45	0,78	0,96	0,20	0,38
x_m = 0,55	0,62	0,92	0,19	0,49
x_m = 0,65	0,48	0,86	0,16	0,55
x_m = 0,75	0,35	0,79	0,13	0,56
x_m = 0,85	0,28	0,74	0,11	0,57
x_m = 0,95	0,25	0,71	0,10	0,56
x_m = 1,05	0,16	0,63	0,06	0,53
x_m = 1,15	0,15	0,61	0,06	0,52
x_m = 1,25	0,14	0,59	0,06	0,52
x_m = 1,35	0,09	0,51	0	0,45
x_m = 1,45	0,08	0,47	0	0,41
x_m = 1,55	0,07	0,46	0	0,41
x_m = 1,65	0,07	0,46	0	0,40
x_m = 1,75	0,06	0,44	0	0,40
x_m = 1,85	0,05	0,44	0	0,37
x_m = 1,95	0	0,39	0	0,33
x_m = 2,05	0	0,36	0	0,32
x_m = 2,15	0	0,35	0	0,31
x_m = 2,25	0	0,34	0	0,29
x_m = 2,35	0	0,31	0	0,28
x_m = 2,45	0	0,30	0	0,28
x_m = 2,55	0	0,30	0	0,28
x_m = 2,65	0	0,30	0	0,27
x_m = 2,75	0	0,28	0	0,26

x_m = 2,85	0	0,28	0	0,26
x_m = 2,95	0	0,27	0	0,26
x_m = 3,00	0	0,25	0	0,24
3,00 < x_m	0	0,25	0	0,24

Tabel [10] : Maandelijkse fractie van de totale warmte aangeleverd door de preferente opwekker(s), $f_{heat,m,pref}$ – geval waarin het preferent opweksysteem een warmtekrachtkoppeling is

Geval		Maandelijkse fractie
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,3$	0
	$0,3 \leq x_m < 0,9$	$\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$
	$0,9 \leq x_m < 1,3$	$0,43 \cdot x_m + 0,013$
	$1,3 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,35$	$1,66 \cdot x_m - 0,083$
	$0,35 \leq x_m < 0,9$	$0,36 \cdot x_m + 0,376$
	$0,9 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$

De symbolen in deze tabel worden als volgt bepaald :

$V_{stor,cogen}$ het watervolume in het opslagvat dat dient voor de opslag van warmte aangeleverd door de warmtekrachtkoppeling in m³ ;

$V_{stor,30\ min}$ het minimale watervolume in het opslagvat dat nodig is om de opwekking door de warmtekrachtkoppeling ter plaatse ten volle te laten draaien tijdens 30 minuten nécessaire pour couvrir pendant 30 minutes la production de l'installation de cogénération sur site à pleine puissance, zoals bepaald in § A.6 van bijlage A.3 bij dit besluit, in m³.

Tabel [35] : Maandelijkse fractie van de totale warmte die door de preferente generator(en) wordt aangeleverd, $f_{heat,m,pref}$ – wanneer het preferente opweksysteem een warmtepomp is die buitenlucht als warmtebron gebruikt

Regulering	Piek vermogenaanvulregeling						Piekvermogenschakelregeling					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
x_m = 0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
x_m = 0,05	0,73	0,82	0,91	0,97	0,99	0,99	0,73	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00
x_m = 0,15	0,65	0,79	0,89	0,94	0,97	0,97	0,65	0,80	0,90	0,96	0,99	0,99
x_m = 0,25	0,53	0,68	0,79	0,85	0,93	0,93	0,53	0,70	0,81	0,89	0,98	0,99
x_m = 0,35	0,40	0,54	0,66	0,73	0,83	0,84	0,41	0,56	0,69	0,79	0,92	0,96
x_m = 0,45	0,33	0,45	0,56	0,64	0,73	0,75	0,34	0,48	0,61	0,72	0,88	0,93
x_m = 0,55	0,30	0,41	0,50	0,56	0,62	0,63	0,33	0,46	0,59	0,70	0,84	0,89
x_m = 0,65	0,27	0,35	0,42	0,46	0,51	0,52	0,31	0,44	0,56	0,66	0,80	0,84
x_m = 0,75	0,23	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,31	0,42	0,54	0,63	0,74	0,78
x_m = 0,85	0,20	0,25	0,29	0,31	0,34	0,34	0,31	0,42	0,53	0,61	0,71	0,74
x_m = 0,95	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,30	0,40	0,49	0,57	0,67	0,71
x_m = 1,05	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,21	0,28	0,38	0,46	0,53	0,62	0,64
x_m = 1,15	0,12	0,15	0,17	0,18	0,20	0,20	0,26	0,36	0,45	0,51	0,60	0,62
x_m = 1,25	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,25	0,33	0,41	0,48	0,57	0,60
x_m = 1,35	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,25	0,33	0,40	0,45	0,52	0,53
x_m = 1,45	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09	0,10	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,49
x_m = 1,55	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,65	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,75	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,85	0	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47
x_m = 1,95	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,05	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40
x_m = 2,15	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,40
x_m = 2,25	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,36
x_m = 2,35	0	0	0	0	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32
x_m = 2,45	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,55	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,65	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32
x_m = 2,75	0	0	0	0	0	0	0,10	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30

x_m = 2,80	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25
2,80 < x_m	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25

Bepaal X_{HP} als volgt:

- als het opwekkingsrendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.2:

Eq. 329 $X_{HP} = f_{\theta,em} \cdot SCOP_{on}$ (-)

- als het opwekkingsrendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.3:

Eq. 330 $X_{HP} = f_{\theta,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

met:

$f_{\theta,em}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of, indien van toepassing, warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor $SCOP_{on}$ is berekend, bepaald volgens § 10.2.3.3.2, (-);

$SCOP_{on}$ de prestatiecoëfficiënt van de elektrische warmtepomp in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.2, (-);

$f_{\theta,heat}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of, indien van toepassing, warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, (-);

COP_{test} de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, (-).

Indien er voor de beschouwde energiesector één niet-preferente warmteopwekker is, of indien alle niet-preferente warmteopwekkers volgens § 10.2.3 hetzelfde opwekkingsrendement hebben (en dezelfde energiedrager gebruiken), dan wordt de maandelijkse fractie voor verwarming voor de niet-preferente opwekker(s) k als volgt bepaald:

Eq. 298 $f_{heat,m,npref\,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

Indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers met verschillende opwekkingsrendementen volgens § 10.2.3 zijn (en/of ze verschillende energiedragers gebruiken), dan worden de maandelijkse fracties voor verwarming van de niet-preferente opwekker(s) k als volgt bepaald:

Eq. 299 $f_{heat,m,npref\,k}=(1-f_{heat,m,pref}).\frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\sum_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

waarin:

$f_{heat,m,npref\,k}$ de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking door de niet-preferente warmteopwekker(s) k, (-);

$f_{heat,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking door de preferente warmteopwekker(s), (-);

$P_{gen,heat,npref\,k}$ het totale nominale vermogen van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k.

NOTA 1 Bij ketels waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.2.2, wordt het nominale vermogen bepaald als de nuttige warmteafgifte P volgens Verordening (EU) nr. 813/2013.

NOTA 2 Bij ketels waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.2.4, is het nominale vermogen als bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.

NOTA 3 Het thermisch vermogen van elektrische warmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.3.2, wordt bepaald als:

- de nominale warmteafgifte P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen die gebruikmaken van water als warmteoverdrachtsmedium;
- de ontwerpbelasting voor verwarming $P_{designh}$ volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen die gebruikmaken van lucht als warmteoverdrachtsmedium;
- de ontwerpbelasting voor verwarming $P_{design,h}$ volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW maar niet meer dan 1 MW en die gebruikmaken van lucht als warmteoverdrachtsmedium.

NOTA 4 Het thermisch vermogen van elektrische warmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.3.3, wordt bepaald volgens de norm NBN EN 14511 bij de in § 10.2.3.3.3 vastgelegde testomstandigheden.

NOTA 5 Het thermisch vermogen van gassorptiewarmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.4.2, wordt bepaald als de nominale warmteafgifte P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013.

NOTA 6 Het thermisch vermogen van een wkk-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

10.2.3 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en bevochtiging

10.2.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de warmtelevering door de warmteopwekkingsinstallatie aan het systeem voor warmteverdeling en de energie die nodig is voor het opwekken van die warmte.

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming wordt waar mogelijk bepaald op basis van productgegevens die op geharmoniseerde wijze vastgelegd worden binnen de Europese Unie.

Daarom wordt in deze tekst verwezen naar volgende Europese Richtlijnen:

- Richtlijn 2009/125/EG van 21 oktober 2009 betreffende de totstandbrenging van een kader voor het vaststellen van eisen inzake ecologisch ontwerp voor energiegerelateerde producten (zogenoemde “EcoDesign-richtlijn”);
- Richtlijn 2012/27/EU van 25 oktober 2012 betreffende energie-efficiëntie, tot wijziging van Richtlijnen 2009/125/EG en 2010/30/EU en houdende intrekking van de Richtlijnen 2004/8/EG en 2006/32/EG;

en meer in het bijzonder naar de verordeningen tot aanvulling van die richtlijnen:

- Verordening (EU) nr. 206/2012 van de Commissie van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft;
- Verordening (EU) nr. 813/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft;
- Verordening (EU) 2015/1188 van de Commissie van 28 april 2015 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor toestellen voor lokale ruimteverwarming betreft;
- Verordening (EU) 2016/2281 van de Commissie van 30 november 2016 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende de totstandbrenging van een kader voor het vaststellen van eisen inzake ecologisch ontwerp voor energiegerelateerde producten, wat betreft eisen inzake ecologisch ontwerp voor luchtverwarmingsproducten, koelproducten, hogetemperatuurproces-chillers en ventilatorluchtkoelers;
- Verordening (EU) 2015/1189 van de Commissie van 28 april 2015 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat de eisen inzake ecologisch ontwerp voor verwarmingsketels voor vaste brandstoffen betreft;

en ook naar de volgende mededelingen tot verdere aanvulling van die richtlijnen:

- Mededeling 2012/C 172/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Verordening van de Commissie (EU) nr. 206/2012 van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft en van Gedelegeerde Verordening (EU) van de Commissie nr. 626/2011 van 4 mei 2011 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van airconditioners;
- Mededeling 2014/C 110/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Verordening van de Commissie (EU) nr. 206/2012 van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft en van Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 626/2011 van de Commissie van 4 mei 2011 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van airconditioners;
- Mededeling 2014/C 207/02 van de Commissie in het kader van de tenuitvoerlegging van Verordening (EU) nr. 813/2013 van de Commissie tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft, en van Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 van de Commissie ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van ruimteverwarmingstoestellen, combinatieverwarmingstoestellen, pakketten van ruimteverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties en pakketten van combinatieverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties betreft;
- Mededeling 2017/C 076/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Gedelegeerde Verordening (EU) 2015/1187 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van verwarmingsketels voor vaste brandstoffen en pakketten bestaande uit een verwarmingsketel voor vaste brandstoffen, aanvullende verwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties (NB: dit document is ook nuttig voor een goed begrip van Verordening (EU) 2015/1189).

De bepaling van het opwekkingsrendement, zoals vermeld in dit hoofdstuk, is ook van toepassing voor de warmteopwekking ten behoeve van bevochtiging (zie § 7.5.1 in bijlage A.3 bij dit besluit).

Voor zover nog niet meegenomen in het hier berekende opwekkingsrendement, wordt het elektrische hulpenergieverbruik ingerekend volgens § 11.

10.2.3.2 Opwekkingsrendement van warmteopwekkers die geen warmtepomp zijn

10.2.3.2.1 Principe

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van onderstaande warmteopwekkers:

- ketels van type B1, enkel voor ruimteverwarming, werkend op gasvormige of vloeibare brandstoffen (met uitzondering van biobrandstoffen), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen van niet meer dan 10 kW;
- combinatieketels van type B1, bestemd voor ruimteverwarming en bereiding van warm tapwater, werkend op gasvormige of vloeibare brandstoffen (met uitzondering van biobrandstoffen), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen van niet meer dan 30 kW;
- ketels niet van type B1, werkend op gasvormige of vloeibare brandstoffen (met uitzondering van biobrandstoffen), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen van niet meer dan 400 kW;
- ketels werkend op vaste brandstoffen, op de markt gebracht vanaf 01/01/2020 en met een nominaal vermogen van niet meer dan 500 kW;

volgens § 10.2.3.2.2.

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van plaatselijke verwarmingstoestellen die werken op gas, vloeibare brandstoffen of elektriciteit (met uitzondering van op afstand bediende verwarmingstoestellen of “slave heaters”), op de markt gebracht na 01/01/2018 en met een nominaal vermogen van niet meer dan 50 kW, volgens § 10.2.3.2.3.

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van alle andere verwarmingstoestellen die geen warmtepomp zijn volgens § 10.2.3.2.4.

10.2.3.2.2 Opwekkingsrendement van ketels op basis van gegevens uit Verordening (EU) nr.°813/2013 of Verordening (EU) 2015/1189

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een ketel die voldoet aan de in § 10.2.3.2.1 vermelde voorwaarden als volgt.

- Voor condenserende ketels:

Eq. 331
$$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \left\{ \eta_{part,GCV} + \left[\frac{f_{NCV/GCV} \cdot 0,003}{\cdot \left(\theta_{part,GCV} - \theta_{ave,boiler}\right)} \right] \right\} - a_{loc} - a_{perm} \quad (-)$$

- Voor niet-condenserende ketels:

Eq. 332
$$\eta_{gen,heat} = f_{dim,gen,heat} \cdot \eta_{part,GCV} - a_{loc} - a_{perm} \quad (-)$$

met:

$f_{dim,gen,heat}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Annexe F van deze bijlage, (-);

$\eta_{part,GCV}$ het deellastrendement (ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde):

- voor ketels op gas of gasolie betreft dit het nuttig rendement bij 30% van de nominale warmteafgifte, η_1 genoemd in Verordening (EU) nr. 813/2013, (-),
- voor ketels op vaste brandstoffen betreft dit het nuttig rendement bij 30% of 50% van de nominale warmteafgifte, η_p genoemd in Verordening (EU) 2015/1189, (-).

Uitzondering: voor handmatig gestookte verwarmingsketels voor vaste brandstoffen die niet in continumodus kunnen functioneren bij 50% of minder van de nominale warmteafgifte, is η_p niet beschikbaar. In dat geval mag men gebruikmaken van het nuttig rendement bij nominale warmteafgifte, η_n genoemd in Verordening (EU) 2015/1189, (-);

$\theta_{part,GCV}$ de ketelinlaattemperatuur waarbij het deellastrendement $\eta_{part,GCV}$ bepaald is, in °C;

$\theta_{ave,boiler}$ de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals bepaald in § 10.2.3.2.4, in °C;

a_{loc} een correctiefactor die rekening houdt met de opstellingsplaats van de warmteopwekker, (-). Indien het toestel buiten het beschermde volume opgesteld is of als men de opstellingsplaats van het toestel niet kent, is deze factor gelijk aan 0,02. Als het toestel binnen het beschermde volume opgesteld is, wordt deze factor gelijkgesteld aan 0,00;

a_{perm} een correctiefactor die rekening houdt met het al dan niet permanent warm houden van de ketel, (-). Indien de ketel uitgerust is met een regeling die de ketel permanent warm houdt, dus ook gedurende periodes zonder warmtevraag[7] (de ketel kan m.a.w. tussen twee bedrijfsperioden van de brander niet onbeperkt afkoelen om uiteindelijk op omgevingstemperatuur te komen), of als men niet weet hoe de ketel precies geregeld wordt, is deze factor gelijk aan 0,05. In het andere geval wordt de factor gelijkgesteld aan 0,00.

De standaardwaarde voor het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van de in deze paragraaf behandelde ketels is 0,73, verminderd met de reductiefactoren a_{loc} en a_{perm}.

10.2.3.2.3 Opwekkingsrendement van plaatselijke ruimteverwarmingstoestellen op basis van gegevens uit Verordening (EU) 2015/1188

Bepaal als volgt het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een plaatselijk ruimteverwarmingstoestel dat voldoet aan de in § 10.2.3.2.1 vermelde voorwaarden:

- voor toestellen op gas of op vloeibare brandstoffen:

[7] Ongeacht of de keteltemperatuur constant blijft of toch beperkt kan dalen tot een lager temperatuurniveau (maar niet helemaal tot op omgevingstemperatuur).

Eq. 403 $\eta_{gen,heat} = f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$ (-)

- voor toestellen op elektriciteit:

Eq. 404 $\eta_{gen,heat} = 2,5 \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s$ (-)

waarin:

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Annexe F in deze bijlage;

η_s de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming bepaald volgens Verordening (EU) 2015/1188, (-).

De standaardwaarde voor de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming η_s van de plaatselijke ruimteverwarmingstoestellen die in deze paragraaf behandeld worden, is:

- voor toestellen op gas of op vloeibare brandstoffen met open voorkant: 0,42;
- voor toestellen op gas of op vloeibare brandstoffen met gesloten voorkant: 0,72;
- voor toestellen op elektriciteit: 0,31.

10.2.3.2.4 Opwekkingsrendement van warmteopwekkers waarbij geen gegevens uit Verordening (EU) nr. 813/2013 en Verordening (EU) 2015/1188 in overweging genomen worden

Ontleen het opwekkingsrendement aan Tabel [44]. Voor de meeste toesteltypes worden de standaardwaarden vermeld in de derde kolom van de tabel.

Tabel [44] : Opwekrendement voor de verwarming $\eta_{gen,heat}$

Centrale verwarming	**Gedetailleerde berekening**	**Standaard-waarden**
Warmwaterketel met condensatie(1)(2)	$f_{dim,gen,heat}.f_{NCV/GCV}.[\eta_{part,NCV} + 0,003 . (\theta_{part,NCV} - \theta_{ave,boiler})]$	0,73
Warmwaterketel zonder condensatie(1)(2)	$f_{dim,gen,heat}.f_{NCV/GCV}.\eta_{part,NCV}$	0,73
Heteluchtgenerator (1)	$f_{dim,gen,heat}.f_{NCV/GCV}.\eta_{part,NCV}$	0,73
Gemengde installatie ter plaatse	$f_{dim,gen,heat}.\varepsilon_{cogen,th}$	(5)
Externe warmte-aanlevering	$\eta_{heat,dh}$	0,97
Elekktrische verwarming via weerstand (1)	1,00	1,00

Lokale verwarming (3)	**Gedetailleerde berekening**	**Standaard-waarden**	**Vaste waarden**
Steenkool- of houtkkachel (pelletkachel uitgezonderd) met open haard	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,30	-
Steenkool- of houtkkachel (pelletkachel uitgezonderd) met gesloten haard	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,60	-
Pelletkachel met nominaal vermogen hoger dan 50 kW	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,77
Pelletkachel met nominaal vermogen lager dan of gelijk aan 50 kW	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,65	-
Mazoutkachel	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,80
Gaskachel	-	-	$f_{NCV/GCV}$.0,83
Elektrische verwarming via weerstand	-	-	1,00
Bijzondere gevallen			
Equivalentie (4)			

(1) Als het toestel buiten het beschermd volume geplaatst is, moet het verkregen rendement met 0.02 verminderd worden.

(2) Als de ketel is uitgerust met een regeling die de ketel continu op temperatuur houdt, dus ook tijdens periodes zonder warmtevraag[8] (d.w.z. tussen twee brandingsperiodes van de brander kan de ketel niet onbeperkt afkoelen tot uiteindelijk de omgevingstemperatuur), moet het rendement met 0,05 worden verminderd. Als niet precies bekend is hoe de ketel wordt geregeld, wordt ervan uitgegaan dat een dergelijk regelsysteem aanwezig is (en dat de ketel niet kan afkoelen).

(3) Indien de fabrikant voor het productievermogen van een lokale verwarmingseenheid een waarde kan opgeven die is bepaald volgens door de minister vastgestelde regels, mag deze waarde worden gebruikt in plaats van de bovenstaande standaardwaarde.

(4) Afwijkingen van bovenstaande categorieën moeten worden behandeld op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag of, indien deze bestaan, volgens regels die door de minister worden vastgesteld. Bij gebrek daaraan kan ook een standaardwaarde van 0,73 worden gebruikt.

(5) Het thermisch rendement van een warmtekrachtkoppeling wordt bepaald overeenkomstig § A.2 van bijlage A.3 bij dit besluit. De eventuele standaardwaarde wordt in die paragraaf vermeld.

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

$f_{dim,gen,heat}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Annexe F bij deze bijlage, (-);

$\eta_{part,NCV}$ het deellastrendement (ten opzichte van de onderste verbrandingswaarde) bij 30% van de nominale warmteafgifte, (-). Uitzonderingen:

- voor niet-condenserende ketels op vaste brandstoffen met een nominaal vermogen kleiner dan of gelijk aan 500 kW mag het rendement bij 50% belasting of bij 100% belasting gehanteerd worden voor zover dit bepaald wordt volgens de norm NBN EN 303-5;
- voor luchtverwarmers, voor ketels op vaste brandstoffen met een nominaal vermogen van meer dan 500 kW en voor condenserende ketels op vaste brandstoffen met een nominaal vermogen kleiner dan of gelijk aan 500 kW waarvoor het rendement bij 30% belasting niet meetbaar is, mag de waarde bij 100% belasting gehanteerd worden;

$\theta_{part,NCV}$ de ketelinlaattemperatuur waarbij het deellastrendement $\eta_{part,NCV}$ bepaald is, in °C;

$\theta_{ave,boiler}$ de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\varepsilon_{cogen,th}$ het thermisch omzettingsrendement voor een wkk-installatie op de site, zoals bepaald in § A.2 van bijlage A.3 bij dit besluit;

$\eta_{heat,dh}$ het rendement voor externe warmtelevering, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels;

η_{nom} het nuttig rendement bij nominale warmteafgifte, bepaald volgens:

- de norm NBN EN 13240 of de norm NBN EN 16510-1 voor hout- en kolenkachels met open voorkant (met uitzondering van pelletkachels);
- de norm NBN EN 13229 of de norm NBN EN 16510-1 voor hout- en kolenkachels met gesloten voorkant (met uitzondering van pelletkachels);
- de norm NBN EN 15250 voor accumulerende hout- of kolenkachels (met uitzondering van pelletkachels);
- de norm NBN EN 14785 voor houtpelletkachels.

Bepaal voor condenserende ketels de seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur met:

Eq. 429 $\theta_{ave,boiler} = 6{,}4 + 0{,}63 \cdot \theta_{in,design}$ (°C)

waarin:

$\theta_{ave,boiler}$ de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, in °C;

$\theta_{in,design}$ de ketelinlaattemperatuur bij ontwerpomstandigheden, zoals hieronder bepaald, in °C.

Bepaal de ketelinlaattemperatuur bij ontwerpomstandigheden $\theta_{in,design}$ als volgt:

- voor ketels die in serie zijn geschakeld met een of meer andere warmteopwekkers en waarvan de inlaat van het warmteoverdrachtsmedium niet verbonden is met het afgiftesysteem maar met de uitlaat van het warmteoverdrachtsmedium van een andere warmteopwekker, geldt:

Eq. 430 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right) \quad (°C)$$

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 431 $$\theta_{in,design} = \theta_{return,design} \quad (°C)$$

waarin:

$\theta_{return,design}$ de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in °C;

$\theta_{supply,design}$ de vertrektemperatuur naar het warmteafgiftesysteem bij ontwerpomstandigheden, in °C. Hierbij dient men niet alleen rekening te houden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur);

$f_{heat,m,first}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de eerst geschakelde[8] warmteopwekker(s) van een aantal opwekkers in serie geleverd wordt, bepaald als $f_{heat,m,pref}$ in § 10.2.2 waarbij de eerst geschakelde warmteopwekker(s) als preferente opwekker(s) beschouwd wordt (worden), (-);

$x_{m,first}$ de hulpvariabele voor het bepalen van de fractie van de warmtevraag die gedekt wordt door de eerst geschakelde warmteopwekker(s), bepaald als x_m in § 7.3.1 van de bijlage betreffende de EPN-methode, waarbij de eerst geschakelde warmteopwekker(s) als preferente opwekker(s) beschouwd wordt (worden), (-).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar.

De standaardwaarde voor de ontwerpretourtemperatuur van het afgiftesysteem is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als standaardwaarde voor de vertrektemperatuur van het afgiftesysteem mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{supply,design}$ = 55°C genomen worden en voor alle andere afgiftesystemen $\theta_{supply,design}$ = 90°C. Als in één energiesector beide types afgiftesystemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerpretourtemperatuur en vertrektemperatuur in beschouwing genomen worden[9]. Betere waarden kunnen ingebracht worden volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

---

[8] Dit is de opwekker waarvan de inlaat aangesloten is op de retour(leiding) van het afgiftesysteem. De eerst geschakelde opwekker is niet per se de preferente opwekker. Is dit wel het geval, dan geldt: $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. In het andere geval moet een nieuwe berekening uitgevoerd worden om te bepalen welke fractie door de eerst geschakelde opwekker gedekt wordt.

[9] Het is altijd mogelijk de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem in overweging te nemen.

10.2.3.3 Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen

10.2.3.3.1 Principe

Elektrische warmtepompen[10] kunnen hun warmte onttrekken aan verschillende warmtebronnen:

- de bodem via een warmteoverdrachtsmedium: de warmtepomp pompt een warmteoverdrachtsmedium (meestal een antivriesoplossing, bv. een water-glycolmengsel) door een ingegraven verticale of horizontale warmtewisselaar. De warmte die dit warmteoverdrachtsmedium aan de bodem onttrekt, wordt afgestaan aan de verdamper;
- de bodem via directe verdamping: de verdamper in de bodem onttrekt door geleiding voelbare warmte (en eventueel latente warmte, nl. door bevriezing) rechtstreeks aan de bodem zonder tussenkomst van een tussenmedium voor warmteoverdracht;
- grondwater, oppervlaktewater of gelijkaardig: water wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt teruggepompt in zijn oorspronkelijke omgeving;
- buitenlucht: de buitenlucht wordt met behulp van een ventilator over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- afvoerlucht: de afvoerlucht van het ventilatiesysteem wordt over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- andere.

Elektrische warmtepompen kunnen hun warmte afgeven aan water of lucht of aan de gebouwstructuur (waarbij condensoren in de gebouwstructuur (meestal vloeren, eventueel ook andere scheidingsconstructies, zoals muren of plafonds) ingebed worden en de warmte rechtstreeks aan de gebouwstructuur afgeven (zonder tussenkomst van een tussenmedium voor warmteoverdracht, zoals lucht of water)).

Het opwekkingsrendement

---

[10] **Opmerking**:

Onder warmtepompen worden in deze tekst actieve machines verstaan die warmte opnemen vanuit een bron op lage temperatuur en die deze warmte afgeven op een hogere temperatuur voor ruimteverwarming, bevochtiging of de bereiding van warm tapwater. Een dergelijke temperatuurverhoging van de warmte gebeurt noodzakelijkerwijs met toevoeging van (een beperktere hoeveelheid) hoogwaardige energie.

Bij ventilatiesystemen is het ook mogelijk met passieve warmtewisselaars warmte uit de afvoerlucht aan de (koudere) toevoerlucht over te dragen. De warmteoverdracht gebeurt in dit geval op volledig natuurlijke wijze van hoge naar lage temperatuur zonder toevoeging van extra energie (afgezien van een kleine hoeveelheid extra hulpenergie, bv. wat extra verbruik door de ventilatoren om het extra drukverlies van de warmtewisselaar te overwinnen). Dergelijke toestellen bestaan in verschillende varianten (bv. kruis- of tegenstroom-platenwarmtewisselaars, roterende warmtewisselaars, warmtewisselaars met pijpenbundel, regeneratieve systemen, enz.) en worden hier aangeduid met de algemene term warmteterugwinapparaat. De energetische evaluatie van warmteterugwinapparaten wordt uitgevoerd bij de behandeling van de ventilatieverliezen in § 7.4.

Wanneer warmtepompen toegepast worden op de ventilatielucht, worden ze vaak gecombineerd met warmteterugwinapparaten. Normaal gezien is dit uit energetisch oogpunt gunstiger. Om dubbeltellingen te vermijden, mag de in dit hoofdstuk gebruikte prestatiecoëfficiënt van de warmtepomp enkel betrekking hebben op de warmtepomp zelf zonder het effect van het warmteterugwinapparaat mee te tellen, vermits dit laatste expliciet ingerekend wordt in het hoofdstuk betreffende de ventilatie. De combinatie van de evaluatie van de warmtepomp in de strikte betekenis van dit hoofdstuk en van het warmteterugwinapparaat in het hoofdstuk betreffende de ventilatie, geeft een correcte beoordeling van het gecombineerde systeem in zijn geheel bij de bepaling van het karakteristieke energieverbruik.

- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 26/09/2015, met een nominaal vermogen van niet meer dan 400 kW en met:
  - de bodem via een warmteoverdrachtsmedium als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium, of
  - water als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium, of
  - buitenlucht als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium;
- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 01/01/2013, met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met buitenlucht als warmtebron en lucht als warmteoverdrachtsmedium;
- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 01/01/2018, met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW maar niet meer dan 1 MW en met buitenlucht als warmtebron en lucht als warmteoverdrachtsmedium

wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2.

Het opwekkingsrendement van andere types elektrische warmtepompen wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.3.

De standaardwaarde voor $\eta_{gen,heat}$ voor elektrische warmtepompen die lucht gebruiken als warmtebron én als warmteoverdrachtsmedium bedraagt:

- 3,30 als de buiten- en binneneenheden na 01/01/2018 op de markt gebracht zijn en een nominaal vermogen tussen 12 kW en 1 MW hebben en als de fabrikant geen technische documentatie volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor de effectief toegepaste combinatie aanlevert maar wel voor een of meer andere combinaties van hetzelfde type buiteneenheid met hetzelfde type binneneenheid;
- als de buiten- en binneneenheden een nominaal vermogen hebben van niet meer dan 12 kW en als de fabrikant geen technische documentatie volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor de effectief toegepaste combinatie aanlevert maar wel voor een of meer andere combinaties van hetzelfde type buiteneenheid met hetzelfde type binneneenheid, dan geldt als standaardwaarde:
  - 3,00 als de buiten- en binneneenheden na 01/01/2013 op de markt gebracht zijn;
  - 3,40 als de buiten- en binneneenheden na 01/01/2014 op de markt gebracht zijn;
- 1,25 in alle andere gevallen.

Voor elektrische warmtepompen van alle andere types is de standaardwaarde voor $\eta_{gen,heat}$ gelijk aan 2,00.

10.2.3.3.2 Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen op basis van gegevens uit Verordening (EU) nr. 206/2012, Verordening (EU) nr. 813/2013 of Verordening (EU) 2016/2281

Bepaal als volgt het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van elektrische warmtepompen die voldoen aan de in § 10.2.3.3.1 vermelde voorwaarden:

Eq. 333

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{\frac{P_{nom} \cdot t_{on}}{SCOP_{inst}} + P_{TO} \cdot t_{TO} + P_{CCH} \cdot t_{CCH} + P_{off} \cdot t_{off} + P_{SB} \cdot t_{SB}} \quad (-)$$

waarin:

P_{nom} de nominale warmteafgifte van de elektrische warmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium, als $P_{designh}$ volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium of als $P_{rated,h}$ volgens Verordening (EU) nr. 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;

t_{on} de tijd dat de warmtepomp in de aan-stand staat, ontleend aan Tabel [38] naargelang van het type warmtepomp, in h;

$SCOP_{inst}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus van de elektrische warmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, zoals hieronder bepaald, (-);

P_{TO} het opgenomen vermogen van de elektrisch warmtepomp op het ogenblik dat de verwarmingsfunctie ingeschakeld is, maar de elektrische warmtepomp niet operationeel is omdat er geen warmtevraag is, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium, volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium en volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;

t_{TO} de tijd dat de verwarmingsfunctie ingeschakeld is, maar de elektrische warmtepomp niet operationeel is omdat er geen warmtevraag is, ontleend aan Tabel [38] naargelang van het type warmtepomp, in h;

P_{CCH} het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp op het ogenblik dat het toestel geactiveerd is om te voorkomen dat koelmiddel naar de compressor loopt, bepaald als P_{CK} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium, volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium en volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;

t_{CCH} de tijd dat de elektrische warmtepomp geactiveerd is om te vermijden dat koelmiddel naar de compressor loopt, ontleend aan Tabel [38] naargelang van het warmtepomptype, in h;

P_{off} het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp in uitstand, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium, volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium en volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;

t_{off} de tijd dat de elektrische warmtepomp in de uit-stand staat, ontleend aan Tabel [38] naargelang van het type warmtepomp, in h;

P_{SB}	het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp in stand-by-stand, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium, volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van niet meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium en volgens Verordening (EU) 2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen van meer dan 12 kW en met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;
t_{SB}	de tijd dat de elektrische warmtepomp in de stand-by-stand staat, ontleend aan Tabel [38] naargelang van het type warmtepomp, in h.

Tabel [38] : Duur t_{on}, t_{TO}, t_{CCH}, t_{off} en t_{SB}, in u, in functie van het type warmtepomp

Type warmtepomp						
Warmtedrager	**Actieve afkoeling (*) ?**	**t_{on} (u)**	**t_{TO} (u)**	**t_{CCH} (u)**	**t_{off} (u)**	**t_{SB} (u)**
Water	Nee	2066	178	3850	3672	0
	Ja	2066	178	178	0	0
Lucht	Nee	1400	179	3851	3672	0
	Ja	1400	179	179	0	0
(*)Nee = warmtepomp die niet wordt gebruikt als actieve koeling (in omkeerbare modus)/ Ja = warmtepomp die wordt gebruikt als actieve koeling (in omkeerbare modus)						

Bepaal de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, rekening houdend met de invloed van de installatie, $SCOP_{inst}$, als volgt:

Eq. 334
$$SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

met:

$f_{\theta,em}$ — een correctiefactor voor het verschil tussen de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor $SCOP_{on}$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{\theta,source}$ — een correctiefactor voor het verschil tussen de (conventionele) temperatuur van de warmtebron en de inlaattemperatuur van de verdamper waarvoor $SCOP_{on}$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{\Delta\theta}$ — een correctiefactor voor het verschil tussen enerzijds het temperatuurverschil over de condensor van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en, anderzijds, het temperatuurverschil van het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

f_{pumps} — een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, bepaald op de in § 10.2.3.3.3 gestelde wijze, (-);

f_{AHU} — een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is bepaald. f_{AHU} komt enkel in aanmerking bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt bepaald op de in § 10.2.3.3.3 gestelde wijze, (-);

$f_{dim,gen,heat}$ — een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

$SCOP_{on}$ — de prestatiecoëfficiënt in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden van de elektrische warmtepomp, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-).

Voor elektrische warmtepompen met lucht als warmteoverdrachtsmedium en met twee luchtkanalen wordt $SCOP_{on}$ als volgt bepaald:

Eq. 335 $SCOP_{on} = 0{,}7 \cdot COP_{nom}$ (-)

waarin:

COP_{nom} de nominale prestatiecoëfficiënt van de elektrische warmtepomp, bepaald als COP_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 en rekening houdend met Mededeling 2012/C 172/01 en met Mededeling 2014/C 110/01, (-).

Voor andere elektrische warmtepompen met lucht als warmteoverdrachtsmedium komt $SCOP_{on}$ overeen met:

- indien het nominale vermogen niet groter is dan 12 kW: $SCOP_{on}$ volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 en rekening houdend met Mededeling 2012/C 172/01 en met Mededeling 2014/C 110/01;
- indien het nominale vermogen groter is dan 12 kW: $SCOP_{on}$ volgens Verordening (EU) 2016/2281.

Voor alle elektrische warmtepompen met lucht als warmteoverdrachtsmedium, geldt:

Eq. 336 $f_{\theta,em} = 1$ (-)

Voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium wordt $SCOP_{on}$ bepaald op basis van Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02. In het kader van de Europese verordening wordt aangegeven of de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is. In dat geval wordt $SCOP_{on}$ bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C. Indien de warmtepomp geen lagetemperatuurwarmtepomp is, wordt $SCOP_{on}$ bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C. Als men niet weet bij welke temperatuur $SCOP_{on}$ bepaald werd, wordt verondersteld dat de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is en dat de opgegeven $SCOP_{on}$ bepaald werd voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C.

Het temperatuurregime waarvoor $SCOP_{on}$ opgegeven wordt, bepaalt hoe men $SCOP_{on}$, $f_{\theta,em}$ en $f_{\Delta\theta}$ moet bepalen. Volgende gevallen kunnen zich voordoen.

- Als de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

Eq. 337 $SCOP_{on} = SCOP_{on,35°C}$ (-)

Eq. 432 $f_{\theta,em} = 1 + 0{,}02 \cdot (35 - \theta_{out,LTHP})$ (-)

Eq. 406 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Als de warmtepomp geen lagetemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

Eq. 339 $SCOP_{on} = SCOP_{on,55°C}$ (-)

Eq. 433 $f_{\theta,em} = 1 + 0,02 \cdot (55 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 407 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \,.\, (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

waarin:

$SCOP_{on,35°C}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus van de elektrische warmtepomp, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

$SCOP_{on,55°C}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus van de elektrische warmtepomp, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C;

$\theta_{out,LTHP}$ de uitlaattemperatuur van de lagetemperatuurwarmtepomp bij ontwerpomstandigheden, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\Delta\theta_{design}$ het temperatuurverschil in °C tussen het vertrek en de retour van het afgiftesysteem (in voorkomend geval rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C. De standaardwaarde is 0°C.

De uitlaattemperatuur van een lagetemperatuurwarmtepomp bij ontwerpomstandigheden, $\theta_{out,LTHP}$, wordt gegeven door:

Eq. 434 $\theta_{out,LTHP} = \min(\theta_{out,design}; 60°C)$ (°C)

met:

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C.

Bij de bepaling van $SCOP_{on}$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 moet men aangeven voor welke warmtebron $SCOP_{on}$ bepaald wordt: lucht, water of pekel. De warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ en de warmtebron in de reële installatie bepalen de waarde van $f_{\theta,source}$. Volgende gevallen kunnen zich voordoen.

- Voor warmtepompen die toegepast worden met de bodem of water als warmtebron, geldt:

Eq. 343 $f_{\theta,source} = 1 + 0,018 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

waarin:

$\theta_{source,design}$ de temperatuur van de warmtebron in de reële installatie, in °C, conventioneel vastgelegd als functie van de warmtebron:

- 2°C als de warmtebron oppervlaktewater of afvalwater uit de riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie is;

- 10°C als de warmtebron grondwater of een waterlus is;
- 0°C als de warmtebron de bodem is (via een warmtewisselaar);
- vast te leggen door de minister voor andere warmtebronnen;

$\theta_{source,test}$ de temperatuur van de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013, in °C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ water is of als de warmtebron niet gekend is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 10°C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ pekel is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 0°C.

- Voor warmtepompen die toegepast worden met buitenlucht als warmtebron, geldt:

Eq. 344 $f_{\theta,source} = 1$ (-)

10.2.3.3.3 Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen niet gebaseerd op gegevens uit een Europese verordening

Bepaal als volgt het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{gen,heat}$, voor elektrische warmtepompen die niet onder het toepassingsgebied van § 10.2.3.3.2 vallen:

Eq. 96 $\eta_{gen,heat} = SPF$ (-)

met:

Eq. 345 $SPF = f_{\theta,heat} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot COP_{test}$ (-)

waarin:

$f_{\theta,heat}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en de uitlaattemperatuur van de condensor in de test volgens de norm NBN EN 14511, in geval van warmteoverdracht met water, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{\Delta\theta}$ een correctiefactor voor het verschil tussen enerzijds het temperatuurverschil over de condensor van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en, anderzijds, het temperatuurverschil van het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

f_{pumps} een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

f_{AHU} een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is bepaald. f_{AHU} komt enkel in aanmerking bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{dim,gen,heat}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

COP_{test} de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp bepaald volgens de norm NBN EN 14511 bij de in Tabel [12] hieronder beschreven testomstandigheden, (-):

Tabel [12] : Testvoorwaarden voor de bepaling van COP_{test}

Warme bron	Warmte-afgifte	Testvoor-waarden
Op basis van tabel 3 van de norm NBN EN 14511-2		
Buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A2/A20
Buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	A2/A2
Enkel buitenlucht	alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinningsapparaat	A2/A20
Enkel buitenlucht, zonder gebruik van een toestel voor warmteterugwinning	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A20/A20
Enkel afgevoerde lucht, zonder gebruik van een toestel voor warmteterugwinning	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	A20/A2
Enkel afgevoerde lucht, met gebruik van een toestel voor warmteterugwinning	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A2/A20
Op basis van tabel 5 van norm NBN EN 14511-2		
vloer via een hydraulisch circuit	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	B0/A20
vloer via een hydraulisch circuit	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	B0/A2
vloer via een hydraulisch circuit	alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinningsapparaat	B0/A20
vloer via grondwater	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	W10/A20
vloer via grondwater	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	W10/A2
vloer via grondwater	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	W10/A20
Op basis van tabel 7 van norm NBN EN 14511-2		
vloer via een hydraulisch circuit	water	B0/W35
vloer via grondwater	water	W10/W35

Warme bron	Warmte-emissie	Test-voorwaarden
Op basis van tabel 12 van norm NBN EN 14511-2		

Warme bron	Warmte-emissie	Test-voorwaarden
Buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	water	A2/W35
Enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinningstoestel	water	A20/W35
waarbij : A lucht als vector (lucht). Het volgende getal is de temperatuur aan de droge bol, in °C. B tussenmedium met een vriestemperatuur lager dan die van water (pekel). Het volgende getal is de inlaattemperatuur van de verdamper, in °C. W water als vector (water). Het volgende getal is de inlaattemperatuur van de verdamper of de uitlaattemperatuur van de condensor, in °C.		

NOTA: sommige testomstandigheden komen overeen met de “standard rating conditions” in de norm NBN EN 14511-2, andere met de “application rating conditions”. De meeste testomstandigheden voor de directe opwarming van buitenlucht vormen een toevoeging: die specifieke combinaties of temperatuuromstandigheden komen niet als zodanig ter sprake in de norm.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties vastleggen om COP_{test} en/of $\eta_{gen,heat}$ te berekenen.

Bepaal de correctiefactor $f_{\theta,heat}$ als volgt:

- indien lucht als warmteoverdrachtsmedium: $f_{\theta,heat} = 1$;
- indien water als warmteoverdrachtsmedium, wordt $f_{\theta,heat}$ gegeven door:

Eq. 435 $$f_{\theta,heat} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(43 - \theta_{out,design}\right)$$ (-)

met:

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, bepaald op de hieronder gestelde wijze, in °C.

Bepaal de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden $\theta_{out,design}$ als volgt:

- voor warmtepompen die in serie zijn geschakeld met een of meer andere warmteopwekkers en waarvan de inlaat van het warmteoverdrachtsmedium verbonden is met het afgiftesysteem maar waarvan de uitlaat van het warmteoverdrachtsmedium niet verbonden is met het afgiftesysteem (of de opslag) maar wel met de inlaat van het warmteoverdrachtsmedium van een andere warmteopwekker, geldt:

Eq. 436 $$\theta_{out,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot \left(\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}\right)$$ (°C)

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 437 $$\theta_{out,design} = \theta_{return,design}$$ (°C)

waarin:

$\theta_{return,design}$ de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in °C;

$\theta_{supply,design}$ de vertrektemperatuur naar het warmteafgiftesysteem bij ontwerpomstandigheden, in °C. Hierbij dient men niet alleen rekening te houden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur);

$f_{heat,m,first}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de eerst geschakelde[11] warmteopwekker(s) van een aantal opwekkers in serie geleverd wordt, bepaald als $f_{heat,m,pref}$ in § 10.2.2 en waarbij de eerst geschakelde warmteopwekker(s) als preferente opwekker(s) beschouwd wordt (worden), (-);

$x_{m,first}$ de hulpvariabele voor het bepalen van de fractie van de warmtevraag die gedekt wordt door de eerst geschakelde warmteopwekker(s), bepaald als x_m in § 7.3.1 van de bijlage betreffende de EPN-methode, waarbij de eerst geschakelde warmteopwekker(s) als preferente opwekker(s) beschouwd wordt (worden), (-).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar.

De standaardwaarde voor de ontwerpretourtemperatuur van het afgiftesysteem is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als standaardwaarde voor de vertrektemperatuur van het afgiftesysteem mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{supply,design}$ = 55°C genomen worden en voor alle andere warmteafgiftesystemen, $\theta_{supply,design}$ = 90°C. Als in één energiesector beide types afgiftesystemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerpretourtemperatuur en vertrektemperatuur in beschouwing genomen worden[12]. Betere waarden kunnen ingebracht worden volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Bepaal de correctiefactor $f_{\Delta\theta}$ als volgt:

- indien lucht als warmteoverdrachtsmedium: $f_{\Delta\theta} = 1$;
- indien water als warmteoverdrachtsmedium, wordt $f_{\Delta\theta}$ gegeven door:

Eq. 99 $$f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(\Delta\theta_{design} - \Delta\theta_{test}\right) \quad (-)$$

met:

$\Delta\theta_{design}$ het temperatuurverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp (in voorkomend geval rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, bepaald op de hieronder gestelde wijze, in °C;

$\Delta\theta_{test}$ de temperatuurstijging van het water over de condensor bij het testen volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 als het opwekkingsrendement van de warmtepomp

[11] Dit is de opwekker waarvan de inlaat aangesloten is op de retour(leiding) van het afgiftesysteem. De eerst geschakelde opwekker is niet per se de preferente opwekker. Is dit wel het geval, dan geldt: $f_{heat,m,first} = f_{heat,m,pref}$. In het andere geval moet een nieuwe berekening uitgevoerd worden om te bepalen welke fractie door de eerst geschakelde opwekker gedekt wordt.

[12] Het is altijd mogelijk de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem in overweging te nemen.

bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.2, of bij het testen volgens de norm NBN EN 14511 als het opwekkingsrendement van de warmtepomp bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.3, in °C.

Als standaardwaarde mag $f_{\Delta\theta}$ = 0,93 genomen worden.

Bepaal het temperatuurverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp, $\Delta\theta_{design}$, als volgt:

Eq. 438 $\Delta\theta_{design}=(\theta_{out,design}-\theta_{in,design})$ (°C)

met:

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, bepaald op de hierboven gestelde wijze, in °C;

$\theta_{in,design}$ de inlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.2.4, in °C.

Bepaal de correctiefactor f_{pumps} als volgt:

- als er geen pomp voor de warmtetoevoer naar de verdamper is: f_{pumps} = 1 (d.w.z. lucht als warmtebron of directe verdamping in de bodem);
- als het elektrisch vermogen van (een van) de pomp(en) niet gekend is: f_{pumps} = 5/6;
- als het elektrisch vermogen van de (of van alle) pomp(en) (P_{pumps}, in kW) wel gekend is en het opwekkingsrendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.2:

$$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \cdot SCOP_{on} \Big/ P_{nom}}$$

Eq. 346 (-)

- Als het elektrisch vermogen van de (of alle) pomp(en) (P_{pumps}, in kW) wel gekend is en het opwekkingsrendement bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.3:

$$f_{pumps} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{pumps,j}\right) \Big/ P_{HP}}$$

Eq. 347 (-)

met:

$P_{pumps,j}$ het elektrisch vermogen van pomp j voor warmtetoevoer naar de verdamper, in kW;

$SCOP_{on}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden van de elektrische warmtepomp, bepaald op de in § 10.2.3.3.2 gestelde wijze, (-);

P_{nom} de nominale warmteafgifte van de elektrische warmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 voor warmtepompen met water als warmteoverdrachtsmedium of als $P_{designh}$ volgens Verordening (EU) nr. 206/2012 voor warmtepompen met lucht als warmteoverdrachtsmedium, in kW;

P_{HP} het elektrisch vermogen (in kW) van de warmtepomp volgens de norm NBN EN 14511 bij dezelfde testomstandigheden als waarbij COP_{test} bepaald is.

Er moet gesommeerd worden over alle pompen j die instaan voor de warmtetoevoer naar de verdamper van de warmtepomp.

Bepaal de correctiefactor f_{AHU} als volgt:

- Indien afgevoerde ventilatielucht als enige warmtebron gebruikt wordt (zonder voorafgaande menging met buitenlucht) en toegevoerde ventilatielucht als enig warmteoverdrachtsmedium gebruikt wordt (zonder recirculatie van ruimtelucht):

Eq. 101

$$f_{AHU} = \frac{0,51 + 0,7 \min\left(\dot{V}_{supply}; \dot{V}_{extr}\right)/\dot{V}_{max}}{0,51 + 0,7\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als standaardwaarde mag $f_{AHU} = 0,51$ genomen worden.

- Indien afgevoerde ventilatielucht als enige warmtebron gebruikt wordt (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), waarbij er niet alleen warmteafgifte aan de toegevoerde ventilatielucht is:

Eq. 102

$$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{extr}/\dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als standaardwaarde mag $f_{AHU} = 0,75$ genomen worden.

- Indien toegevoerde ventilatielucht als enig warmteoverdrachtsmedium gebruikt wordt (zonder recirculatie van ruimtelucht), waarbij de afgevoerde ventilatielucht niet de enige warmtebron is:

Eq. 103

$$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{supply}/\dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als standaardwaarde mag $f_{AHU} = 0,75$ genomen worden.

- In alle andere gevallen geldt: $f_{AHU}=1$;

met:

$\dot{V}_{max}$	het maximale luchtdebiet in de installatie zoals opgegeven door de fabrikant, in m^3/h. Geeft de fabrikant een debietbereik op, neem dan de grootste waarde;
$\dot{V}_{test}$	het luchtdebiet in de installatie bij de test volgens de norm NBN EN 14511, in m^3/h;
$\dot{V}_{extr}$	het ontwerpafvoerdebiet in de installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid;
$\dot{V}_{supply}$	het ontwerptoevoerdebiet in de installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid.

10.2.3.4 Opwekkingsrendement van warmtepompen op gas

10.2.3.4.1 Principe

Warmtepompen op gas kunnen volgens twee principes werken:

- warmtepompen met gasaangedreven motor;
- gassorptiewarmtepompen.

Net als elektrische warmtepompen kunnen warmtepompen op gas hun warmte onttrekken aan verschillende warmtebronnen:

- de bodem via een warmteoverdrachtsmedium: de warmtepomp pompt een warmteoverdrachtsmedium (meestal een antivriesoplossing, bv. een water-glycolmengsel) door een ingegraven verticale of horizontale warmtewisselaar. De warmte die dit warmteoverdrachtsmedium aan de bodem onttrekt, wordt afgestaan aan de verdamper;
- de bodem via directe verdamping: de verdamper in de bodem onttrekt door geleiding voelbare warmte (en eventueel latente warmte, nl. door bevriezing) rechtstreeks aan de bodem zonder tussenkomst van een tussenmedium voor warmteoverdracht;
- grondwater, oppervlaktewater of gelijkaardig: water wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt teruggepompt in zijn oorspronkelijke omgeving;
- buitenlucht: de buitenlucht wordt met behulp van een ventilator over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- afvoerlucht: de afvoerlucht van het ventilatiesysteem wordt over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- andere.

Warmtepompen op gas kunnen hun warmte afgeven aan water of lucht of aan de gebouwstructuur (waarbij condensoren in de gebouwstructuur (meestal vloeren, eventueel ook andere scheidingsconstructies, zoals muren of plafonds) ingebed worden en de warmte rechtstreeks aan de gebouwstructuur afgeven (zonder tussenkomst van een tussenmedium voor warmteoverdracht, zoals lucht of water)).

Het opwekkingsrendement van gassorptiewarmtepompen op de markt gebracht vanaf 26/09/2015, met een nominaal vermogen van niet meer dan 400 kW en met:

- de bodem via een warmteoverdrachtsmedium als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium, of
- water als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium, of
- buitenlucht als warmtebron en water als warmteoverdrachtsmedium;

wordt bepaald volgens § 10.2.3.4.2.

Het opwekkingsrendement van warmtepompen met gasaangedreven motor wordt bepaald volgens § 10.2.3.4.3.

Het opwekkingsrendement van andere warmtepompen op gas wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De standaardwaarde voor $\eta_{gen,heat}$ voor warmtepompen op gas met lucht als warmtebron én als warmteoverdrachtsmedium bedraagt 0,5. Voor alle andere types warmtepompen op gas is de standaardwaarde voor $\eta_{gen,heat}$ gelijk aan 0,8.

10.2.3.4.2 Opwekkingsrendement van gassorptiewarmtepompen op basis van gegevens uit Verordening (EU) nr. 813/2013

Bepaal als volgt het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een gassorptiewarmtepomp die voldoet aan de in § 10.2.3.4.1 vermelde voorwaarden:

Eq. 348

$$\eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom,gasHP}}{\left(\left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot P_{nom,gasHP} + f_{p,elec} \cdot \left(\sum_j P_{pumps,gasHP,j}\right)\right)} \quad (-)$$

waarin:

$P_{nom,gasHP}$ de nominale warmteafgifte van de gassorptiewarmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013, in kW;

$f_{p,nat.gas}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van aardgas, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$SGUE_{inst}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{p,elec}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$SAEF_{heat}$ de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$P_{pumps,gasHP,j}$ het elektrisch vermogen van pomp j voor warmtetoevoer naar de verdamper, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle pompen j die instaan voor de warmtetoevoer naar de verdamper van de gassorptiewarmtepomp. De sommatie is gelijk aan nul indien er geen pomp is die instaat voor de warmtetoevoer naar de verdamper. Indien het vermogen van een of meer pompen niet gekend is, wordt de sommatie bepaald als:

Eq. 349

$$\sum_j P_{pumps,gasHP,j} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}}\right) \cdot \frac{P_{nom,gasHP}}{f_{p,elec}} \quad (kW)$$

met:

$f_{p,nat.gas}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van aardgas, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$SGUE_{inst}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{p,elec}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$SAEF_{heat}$ de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$P_{nom,gasHP}$ de nominale warmteafgifte van de gassorptiewarmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Verordening (EU) nr. 813/2013, in kW.

Bepaal als volgt het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van installatie, $SGUE_{inst}$:

Eq. 350 $$SGUE_{inst} = f_{\theta,em,gasHP} \cdot f_{\theta,source,gasHP} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SGUE_{heat} \quad (-)$$

waarin:

$f_{\theta,em,gasHP}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of, indien van toepassing, warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor $SGUE_h$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{\theta,source,gasHP}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de (conventionele) temperatuur van de warmtebron en de inlaattemperatuur van de verdamper waarvoor $SGUE_h$ is berekend, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

$f_{\Delta\theta}$ een correctiefactor voor enerzijds het verschil in temperatuurvariatie van het systeem van warmteafgifte (of, indien van toepassing, warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden en, anderzijds, van het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is berekend, in geval van warmtetransport met water, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);

f_{AHU} een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ is bepaald. f_{AHU} komt enkel in aanmerking bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt bepaald op de in § 10.2.3.3.3 gestelde wijze, (-);

$f_{dim,gen,heat}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

$SGUE_{heat}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-).

$SGUE_{heat}$ wordt bepaald op basis van $SGUE_h$ vastgelegd in Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02. In het kader van de Europese verordening wordt aangegeven of de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is. In dat geval wordt $SGUE_h$ bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C. Indien de warmtepomp geen lagetemperatuurwarmtepomp is, moet $SGUE_h$ bepaald worden voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C. Als niet bekend is bij welke temperatuur $SGUE_{heat}$ bepaald werd, wordt verondersteld dat de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is en dat de opgegeven $SGUE_h$ bepaald werd voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C.

Het temperatuurregime waarvoor $SGUE_h$ volgens de Europese verordening opgegeven wordt, bepaalt hoe men $SGUE_{heat}$, $f_{\theta,em,gasHP}$ en $f_{\Delta\theta}$ moet bepalen. Volgende gevallen kunnen zich voordoen.

- Als de warmtepomp een lagetemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

Eq. 351 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,35°C}$ (-)

Eq. 439 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01.(35 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 409 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 5)$ (-)

- Als de warmtepomp geen lagetemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

Eq. 353 $SGUE_{heat} = SGUE_{heat,55°C}$ (-)

Eq. 440 $f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01.(55 - \theta_{out,design})$ (-)

Eq. 410 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 . (\Delta\theta_{design} - 8)$ (-)

waarin:

$SGUE_{heat,35°C}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C, bepaald als $SGUE_h$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

$SGUE_{heat,55°C}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C, bepaald als $SGUE_h$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C;

$\Delta\theta_{design}$ het temperatuurverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp (in voorkomend geval rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C. De standaardwaarde is 0°C.

Bij de bepaling van $SGUE_h$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 moet men aangeven voor welke warmtebron $SGUE_h$ werd bepaald: lucht, water of pekel. De warmtebron bij de bepaling van $SGUE_{on}$ en de warmtebron in de reële installatie bepalen de waarde van $f_{\theta,source,gasHP}$. Volgende gevallen kunnen zich voordoen.

- Voor gassorptiewarmtepompen die toegepast worden met de bodem of water als warmtebron, geldt:

Eq. 357 $f_{\theta,source,gasHP} = 1 + 0,015 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test})$ (-)

waarin:

$\theta_{source,design}$ de temperatuur van de warmtebron in de reële installatie, in °C, conventioneel vastgelegd als functie van de warmtebron:

- 2°C als de warmtebron oppervlaktewater of afvalwater uit de riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie is;
- 10°C als de warmtebron grondwater of een waterlus is;
- 0°C als de warmtebron de bodem is (via een warmtewisselaar);
- vast te leggen door de minister voor andere warmtebronnen;

$\theta_{source,test}$ de temperatuur van de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ volgens Verordening (EU) nr. 813/2013, in °C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ water is of als de warmtebron niet gekend is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 10°C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ pekel is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 0°C.

- Voor gassorptiewarmtepompen die toegepast worden met buitenlucht als warmtebron, geldt:

Eq. 358 $f_{\theta,source,gasHP} = 1$ (-)

Bepaal de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, $SAEF_{heat}$, als volgt:

Eq. 411 $$SAEF_{heat} = \frac{CC \cdot (\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps}) \cdot SGUE_{heat}}{SGUE_{heat} - (\eta_s + 0{,}025 + a_{pumps})}$$ (-)

waarin:

CC de omrekeningscoëfficiënt [voor elektriciteit], zoals vastgelegd in Verordening (EU) nr. 813/2013, (-);

η_s de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming van de gassorptiewarmtepomp, bepaald volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

a_{pumps} een correctiefactor die bij de bepaling van het rendement volgens Verordening (EU) nr. 813/2013 forfaitair rekening houdt met de impact van het energieverbruik van externe pompen, gelijkgesteld aan 0,00 voor gassorptiewarmtepompen met lucht als warmtebron en gelijkgesteld aan 0,05 voor de andere gassorptiewarmtepompen, (-);

$SGUE_{heat}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, bepaald op de hierboven gestelde wijze, (-).

10.2.3.4.3 Opwekkingsrendement van warmtepompen met gasaangedreven motor

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van warmtepompen met gasaangedreven motor als volgt, onafhankelijk van de warmtebron of de toepassing:

Eq. 360 $\eta_{gen,heat} = 1{,}20$ (-)

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties vastleggen om $\eta_{gen,heat}$ te berekenen.

10.3 Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater

10.3.1 Principe

De energie die nodig is om warm tapwater te bereiden kan door één opwekker geleverd worden dan wel door een combinatie van parallel of in serie geschakelde opwekkers. Voor de verschillende tappunten in de badkamer en de keuken kan men in voorkomend geval verschillende opwekkers (of een combinatie van opwekkers) gebruiken. Voor het geval dat er meerdere opwekkers zijn, wordt net zoals bij ruimteverwarming het formalisme ingevoerd van een preferent geschakeld toestel en een of meer niet-preferent geschakelde toestellen. In het (meest gebruikelijke) geval dat er slechts één opwekker is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor het niet-preferente toestel.

Dit principe geldt ook voor hybride warmtepompen (d.w.z. de combinatie van een warmtepomp en een ketel) of warmtepompen met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming. In beide gevallen worden de twee opwekkers als parallel geschakelde toestellen beschouwd. Uitzondering: indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming bepaald wordt volgens § 10.3.3.4.1 en de elektrische weerstand geactiveerd werd bij de test volgens de betreffende Europese verordening, dan wordt het toestel toch als één opwekker beschouwd. Indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming bepaald wordt volgens § 10.3.3.4.1 en de elektrische weerstand niet geactiveerd werd bij de test volgens de betreffende Europese verordening, dan geldt deze uitzondering niet en wordt met behoud van het formalisme preferent/niet-preferent het opwekkingsrendement van de elektrische weerstand bepaald volgens § 10.3.3.4.2.

10.3.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater wordt per maand gegeven door:

- voor de preferente warmteopwekker(s):

Eq. 104
$$Q_{water,bath\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,bath\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 106
$$Q_{water,sink\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,sink\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- voor de niet-preferente warmteopwekker(s) k:

Eq. 361
$$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 362

$$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} = \frac{f_{water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k} \cdot \eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{water,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de preferente warmteopwekker(s), met de index “bath i” of, naargelang van het geval, “sink i”, (-):

- indien er slechts één toestel is, geldt: $f_{water,m,pref} = 1$;
- indien er meerdere warmteopwekkers zijn en die ook instaan voor ruimteverwarming, geldt: $f_{water,m,pref} = f_{heat,m,pref}$;
- indien er meerdere warmteopwekkers zijn en die alleen voor de bereiding van warm tapwater instaan, ontleen dan de waarde aan Tabel [36];

$f_{water,m,npref\ k}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de niet-preferente warmteopwekker(s) k, met de index “bath i” of, naargelang van het geval, “sink i”, (-):

- indien er slechts één toestel is, geldt:

Eq. 302 $f_{water,m,npref\ k} = 1 - f_{water,m,pref}$ (-)

- indien er meerdere warmteopwekkers zijn en die ook voor ruimteverwarming instaan, geldt de waarde van $f_{water,m,npref\ k}$ zoals bepaald in § 10.2.2;
- indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers zijn en die alleen voor de bereiding van warm tapwater instaan, bepaal dan de waarde van $f_{water,m,npref\ k}$ zoals hieronder aangegeven;

$f_{as,m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens § 10.4 met de indices “water,bath i” en “water,sink i” voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche / bad en keukenaanrecht;

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref\ k}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref\ k}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$ en $\eta_{stor,water,bath\ i,m,npref\ k}$ het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad i, afhankelijk van de gebruikte index

"pref" of "npref k" verbonden met respectievelijk de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$ en $\eta_{stor,water,sink\ i,m,npref\ k}$ het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i, afhankelijk van de gebruikte index "pref" of "npref k" verbonden met respectievelijk de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 10.3.3, (-).

In het (meest gebruikelijke) geval dat de warmwatertank verbonden is met de preferente warmteopwekker(s) en de niet-preferente opwekker(s) k, geldt, met de index "bath i" of, naargelang van het geval, "sink i":

Eq. 255 $\eta_{stor,water,m,pref} = \eta_{stor,water,m,npref\ k}$ (-)

De waarden voor $f_{water,m,pref}$ in Tabel [36] worden uitgedrukt als functie van hulpvariabele x_m, bepaald volgens § 7.3.1 van bijlage A.2 bij dit besluit.

Tabel [36] : Maandelijkse fracties van de totale warmte aangeleverd door de preferente opwekker(s) voor de productie van sanitair warm water, $f_{water,m,pref}$

Hulpvariabele x_m	Maandelijkse fractie
$x_m = 0$	1,00
$x_m = 0,05$	1,00
$x_m = 0,15$	0,99
$x_m = 0,25$	0,98
$x_m = 0,35$	0,96
$x_m = 0,45$	0,93
$x_m = 0,55$	0,93
$x_m = 0,65$	0,90
$x_m = 0,75$	0,69
$x_m = 0,85$	0,56
$x_m = 0,95$	0,51
$x_m = 1,0$	0,48
$1,0 < x_m$	$0,4765.x_m^{-0.998}$

Indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers met verschillende opwekkingsrendementen volgens § 10.2.3 zijn (en/of ze verschillende energiedragers gebruiken) die enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, dan worden de maandelijkse fracties voor de bereiding van warm tapwater van de niet-preferente opwekker(s) k bepaald volgens:

Eq. 303 $f_{water,m,npref,k}=(1-f_{water,m,pref}).\frac{P_{gen,water,npref,k}}{\sum_k P_{gen,water,npref,k}}$ (-)

waarin:

$f_{water,m,npref\ k}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de niet-preferente warmteopwekker(s) k, (-);
$f_{water,m,pref}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de preferente warmteopwekker(s), (-);
$P_{gen,water,npref\ k}$	het totale nominale vermogen van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k.

NOTA 1 Het nominale ketelvermogen is het nominale vermogen als bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.

NOTA 2 Het thermisch vermogen van warmtepompen wordt bepaald volgens de norm NBN EN 14511, bij de testomstandigheden vastgelegd in § 10.2.3.3.

NOTA 3 Het thermisch vermogen van een wkk-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater van tappunten die bediend worden door een “combilus”, wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

10.3.3 Opwekkingsrendement en opslagrendement voor warm tapwater

10.3.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement en het opslagrendement voor warm tapwater worden, waar mogelijk, bepaald met behulp van productgegevens die op geharmoniseerde wijze vastgelegd worden binnen de Europese Unie.

Daarom wordt in deze tekst verwezen naar twee Europese Richtlijnen:

- Richtlijn 2009/125/EG van 21 oktober 2009 betreffende de totstandbrenging van een kader voor het vaststellen van eisen inzake ecologisch ontwerp voor energiegerelateerde producten (zogenoemde “EcoDesign-richtlijn”);
- Richtlijn 2010/30/EU van 19 mei 2010 betreffende de vermelding van het energieverbruik en het verbruik van andere hulpbronnen op de etikettering en in de standaardproductinformatie van energiegerelateerde producten;

en meer in het bijzonder naar de (gedelegeerde) verordeningen die deze richtlijnen aanvullen:

- Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 van de Commissie van 18 februari 2013, ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van ruimteverwarmingstoestellen, combinatieverwarmingstoestellen, pakketten van ruimteverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties en pakketten van combinatieverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties betreft;
- Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013 van de Commissie van 18 februari 2013, ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van waterverwarmingstoestellen, warmwatertanks en pakketten van waterverwarmingstoestellen en zonne-energie-installaties betreft;

- Verordening (EU) nr. 813/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft;
- Verordening (EU) nr. 814/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013, tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor waterverwarmingstoestellen en warmwatertanks betreft.

Het elektrische hulpenergieverbruik voor warm tapwater is in voorkomend geval begrepen in het opwekkingsrendement.

10.3.3.2 Indeling van systemen voor de bereiding van warm tapwater

Systemen voor de bereiding van warm tapwater kunnen ingedeeld worden in verschillende categorieën:

- systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013, d.w.z. behoudens de daarin vermelde uitzonderingen, de warmteopwekkingssystemen voor ruimteverwarming en warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 70 kW;
- systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) nr. 813/2013, d.w.z. behoudens de daarin vermelde uitzonderingen, de warmteopwekkingssystemen voor ruimteverwarming en warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 400 kW;
- systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013, d.w.z. behoudens de daarin vermelde uitzonderingen, de systemen die uitsluitend warmte leveren voor de bereiding van warm tapwater, met een nominaal vermogen niet groter dan 70 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 500 liter;
- systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) nr. 814/2013, d.w.z. behoudens de daarin vermelde uitzonderingen, de systemen die uitsluitend warmte leveren voor de bereiding van warm tapwater, met een nominaal vermogen niet groter dan 400 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 2000 liter;
- systemen die niet onderworpen zijn aan een van de voornoemde verordeningen. Hieronder vallen bijvoorbeeld warmteopwekkers die specifiek ontworpen zijn voor het gebruik van gasvormige of vloeibare brandstoffen afkomstig van biomassa, of van vaste brandstoffen (bv. pellets, kolen), warmtekrachtkoppelings- of wkk-installaties met een elektrisch vermogen groter dan of gelijk aan 50 kW.

10.3.3.3 Benodigde gegevens voor de berekening van het opwekkings- en het opslagrendement voor warm tapwater

De gecursiveerde en onderstreepte begrippen zijn gedefinieerd in de toepasselijke verordening (enkel bij de eerste vermelding wordt het begrip gecursiveerd en onderstreept).

De in beschouwing te nemen klimaatomstandigheden zijn de *gemiddelde klimaatomstandigheden*, zoals vastgelegd in de voornoemde verordeningen.

10.3.3.3.1 Systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 of aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013

Voor systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 of Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013, zijn de nodige inputgegevens ter berekening van het opwekkings- en het opslagrendement, zoals vastgelegd in Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 en Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013:

- de *energie-efficiëntie voor waterverwarming* η_{wh}, in % of, indien niet beschikbaar, de *energie-efficiëntieklasse voor waterverwarming*;
- het *opgegeven capaciteitsprofiel*;
- indien van toepassing: het *warmhoudverlies* [van een *warmwatertank*] S, in W.

Deze gegevens kunnen afkomstig zijn van:

- een etiket zoals vastgelegd in bijlage III bij de toepasselijke verordening;
- een productkaart conform bijlage IV bij de toepasselijke verordening;
- technische documentatie conform bijlage V bij de toepasselijke verordening;
- "informatie die moet worden verstrekt" in de gevallen als bedoeld in bijlage VI bij de toepasselijke verordening.

Voor *waterverwarmingstoestellen op zonne-energie* is de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, de energie-efficiëntieklasse) de *energie-efficiëntie voor waterverwarming van de warmtegenerator* $\eta_{wh,nonsol}$, zoals vastgelegd in bijlage VIII bij de toepasselijke verordening. De prestaties van de zonnecollector worden dan ingerekend volgens § 10.4. Als $\eta_{wh,nonsol}$ echter niet beschikbaar is, wordt de zonneboiler (d.w.z. het waterverwarmingstoestel op zonne-energie) ingerekend volgens § 10.3.3.3.3 en 10.3.3.4.2, zelfs als ze onderworpen is aan een van de voornoemde verordeningen.

Voor *combinaties van waterverwarmingstoestel en zonne-energie-installatie* wordt enkel de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, de energie-efficiëntieklasse) van het waterverwarmingstoestel in beschouwing genomen, zonder rekening te houden met de zonne-energie-installatie. De prestaties daarvan worden dan ingerekend volgens § 10.4.

Indien de energie-efficiëntie voor waterverwarming η_{wh} niet gekend is, maar wel de energie-efficiëntieklasse, mag als waarde voor η_{wh} de minimale energie-efficiëntie van de energie-efficiëntieklasse voor het corresponderende opgegeven capaciteitsprofiel worden gehanteerd, zoals vastgelegd in Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 en Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013 en overgenomen in Tabel [30].

Tabel [30] : Minimale energie-efficiëntie η_{wh} , in %, van de energie-efficiëntieklassen voor warm water, volgens de opgegeven aftapprofielen, volgens gedelegeerde verordeningen (EU) nr811/2013 en (EU) nr812/2013

		Opgegeven aftapprofiel							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Energie-efficiëntieklasse	A^{+++}	62	62	69	90	163	188	200	213
	A^{++}	53	53	61	72	130	150	160	170
	A^{+}	44	44	53	55	100	115	123	131

	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40
	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

OPMERKING 1 Krachtens Verordening (EU) nr. 813/2013 en Verordening (EU) nr. 814/2013 is het sinds 26 september 2015 niet meer toegestaan om boilers op de markt te brengen waarvan de energie-efficiëntie lager is dan de minimale energie-efficiëntie van klasse E (behalve in de uitzonderingsgevallen die zijn vastgelegd in Verordening (EU) nr. 814/2013).

OPMERKING 2 Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 en Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013 definiëren een klasse G voor systemen waarvan de energie-efficiëntie lager is dan de minimale energie-efficiëntie van klasse F. Gezien opmerking 1 hierboven en de standaardwaarde waarnaar hieronder wordt verwezen, is deze klasse niet opgenomen in tabel [30].

Indien voor een waterverwarmingstoestel noch de energie-efficiëntie, noch de energie-efficiëntieklasse gekend is, of als het opgegeven capaciteitsprofiel niet gekend is, dan is de standaardwaarde η_{wh} = 22% van toepassing.

10.3.3.3.2 Systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) nr. 813/2013 of aan Verordening (EU) nr. 814/2013

Dit betreft systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) nr. 813/2013 of Verordening (EU) nr. 814/2013 maar die niet onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 of Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013, d.w.z. systemen met een vermogen dat groter is dan 70 kW maar niet groter dan 400 kW of met een opslagvolume dat groter is dan 500 liter maar niet groter dan 2000 liter. Voor deze systemen zijn de nodige inputgegevens voor de bepaling van het opwekkings- en het opslagrendement als volgt, zoals vastgelegd in Verordening (EU) nr. 813/2013 en Verordening (EU) nr. 814/2013:

- de energie-efficiëntie voor waterverwarming η_{wh}, in %;
- het opgegeven capaciteitsprofiel;
- indien van toepassing: het warmhoudverlies [van een warmwatertank] S, in W.

Deze gegevens kunnen afkomstig zijn uit de technische documentatie of een andere informatiebron die voldoet aan de eisen van artikel 4 en bijlage II bij de toepasselijke verordening.

Voor combinaties van waterverwarmingstoestel en zonne-energie-installatie wordt enkel de energie-efficiëntie van het waterverwarmingstoestel in beschouwing genomen, zonder rekening te houden met de zonne-energie-installatie. De prestaties daarvan worden dan ingerekend volgens § 10.4.

Indien voor een waterverwarmingstoestel de energie-efficiëntie of het opgegeven capaciteitsprofiel niet gekend is, dan is de standaardwaarde η_{wh} = 32% van toepassing.

10.3.3.3.3 Systemen die niet onderworpen zijn aan de voornoemde verordeningen

Voor systemen die niet onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013, Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013, Verordening (EU) nr. 813/2013 of Verordening (EU) nr. 814/2013, zijn geen specifieke gegevens nodig. Het opwekkings- en het opslagrendement worden bepaald als functie van de algemene eigenschappen van het systeem.

10.3.3.4 Rekenregels voor het opwekkings- en het opslagrendement voor warm tapwater

10.3.3.4.1 Systemen die onderworpen zijn aan de voornoemde verordeningen

Opwekkingsrendement $\eta_{gen,water}$

Voor systemen voor de bereiding van warm tapwater die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013, Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 812/2013, Verordening (EU) nr. 813/2013 of Verordening (EU) nr. 814/2013, wordt het opwekkingsrendement (ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde) $\eta_{gen,water}$ bepaald volgens Eq. 256.

Eq. 256 voor een energiedrager die verschillend is van elektriciteit:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water}$$

voor de energiedrager elektriciteit:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot CC \cdot f_{stor>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water} \quad (-)$$

met:

η_{wh}	de energie-efficiëntie voor waterverwarming, uitgedrukt ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde, in %, bepaald volgens § 10.3.3.3.1 of § 10.3.3.3.2;
CC	de omrekeningscoëfficiënt [voor elektriciteit], zoals vastgelegd in de voornoemde verordeningen, (-);
$f_{stor>gen,water}$	een correctiefactor die rekening houdt met de invloed van warmteopslag op het opwekkingsrendement, (-), zoals hieronder uiteengezet;
$f_{dim,gen,water}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het systeem voor de bereiding van warm tapwater, (-); momenteel wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00.

Correctiefactor $f_{stor>gen,water}$ en opslagrendement $\eta_{stor,water}$

Indien er geen warmteopslag is (ogenblikkelijke opwarming) of indien de energie-efficiëntie voor waterverwarming is bepaald met inbegrip van de warmteopslag (bv. warmwatertank geïntegreerd in het waterverwarmingstoestel), dan geldt:

- $f_{stor>gen,water} = 1,00$;
- $\eta_{stor,water} = 1,00$.

Indien er wel warmteopslag is en de energie-efficiëntie voor waterverwarming is bepaald zonder rekening te houden met de aanwezigheid van de warmteopslag (bv. afzonderlijke warmwatertank) of indien onbekend is of de energie-efficiëntie voor waterverwarming al dan niet bepaald is met inbegrip van de warmteopslag, dan geldt:

- $f_{stor>gen,water} = 1,02$;
- $\eta_{stor,water,m}$ wordt maandelijks bepaald volgens:

Eq. 257 $$\eta_{stor,water,m} = \frac{Q_{stor,water,gross,m}}{(Q_{stor,water,gross,m} + Q_{loss,stor,water,m})}$$ (-)

waarin:

$Q_{stor,water,gross,m}$ de totale maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten die aangesloten zijn op de warmwatertank, in MJ, bepaald volgens Eq. 258;

$Q_{loss,stor,water,m}$ de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, in MJ, bepaald volgens Eq. 259;

met:

Eq. 258 $$Q_{stor,water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m}$$ (MJ)

waarin:

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle douches of baden j en alle keukenaanrechten k die aangesloten zijn op de warmwatertank.

De maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank worden als volgt bepaald:

- Als de warmwatertank opgewarmd wordt door een monovalent thermisch zonne-energiesysteem waarvan de prestatie is bepaald volgens § 10.4, dan geldt: $Q_{loss,stor,water,m} = 0\ MJ.$
- Als de warmwatertank deels opgewarmd wordt door een bivalent thermisch zonne-energiesysteem waarvan de prestatie is bepaald volgens § 10.4, dan geldt:

Eq. 363 $$Q_{loss,stor,water,m} = 0,4 \cdot S.t_m$$ (MJ)

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 259 $$Q_{loss,stor,water,m} = S.t_m$$ (MJ)

met:

S het warmhoudverlies van de met de opwekker verbonden warmwatertank, in W, zoals bepaald in § 10.3.3.3 of, bij gebrek daaraan, bepaald volgens Eq. 260;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel [1].

Indien het warmhoudverlies S niet gekend is, dient onderstaande standaardwaarde gebruikt te worden:

Eq. 260 $$S = 31 + 16,66\ .\ V^{0,4}$$ (W)

met:

V het volume van de warmwatertank, in liter.

Indien het volume van de warmwatertank niet gekend is, dient de volgende standaardwaarde gebruikt te worden: V = 2000 liter.

10.3.3.4.2 Systemen die niet onderworpen zijn aan de voornoemde verordeningen

Voor systemen die niet onderworpen zijn aan de voornoemde verordeningen, worden het opwekkings- en het opslagrendement niet afzonderlijk maar gezamenlijk bepaald. De onderstaande rekenwaarden zijn van toepassing zowel voor warmteopwekkers enkel voor warm tapwater als voor warmteopwekkers voor ruimteverwarming én toevoer van warm tapwater.

Andere toestellen dan verbrandingstoestellen en warmtepompen

Voor andere toestellen dan verbrandingstoestellen en warmtepompen is het product van het opwekkingsrendement $\eta_{gen,water}$ en het opslagrendement $\eta_{stor,water}$ opgenomen in Tabel [49].

Tabel [49] : Berekeningswaarden voor ($\eta_{gen,water}$. $\eta_{stor,water}$) andere toestellen dan verbrandingsapparaten en warmtepompen

	chauffage instantané[13]	avec stockage de chaleur[14]
Elektrische weerstandsverwarming	0,75	0,70
Gemengde installatie ter plaatse (1)	$\varepsilon_{cogen,th}$	$\varepsilon_{cogen,th}$ – 0,05
Externe warmte-aanlevering (1)	$\eta_{water,dh}$	$\eta_{water,dh}$ – 0,05
Overige gevallen	Equivalentie (2)	

(1) Deze cijfers geven al het rendement weer ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde.

(2) Afwijkingen van bovenstaande categorieën moeten op basis van gelijkwaardigheid behandeld worden of volgens de in voorkomend geval door de minister vastgelegde regels.

In de tabel zijn de symbolen als volgt gedefinieerd:

$\varepsilon_{cogen,th}$ het thermisch omzettingsrendement voor een wkk-installatie op de site, zoals bepaald in § A.2 van bijlage A.2 bij dit besluit;

[13] Opwekkingsinstallaties die water ogenblikkelijk opwarmen (doorstroomtoestellen), genereren slechts warmte wanneer er warm water voor sanitaire / huishoudelijke doeleinden getapt wordt, zonder dat er ergens in de installatie warmteopslag plaatsvindt. Zodra er geen warm water meer getapt wordt, stopt in die installaties ook de warmteopwekking volledig en koelt het hele systeem af tot op omgevingstemperatuur (tenzij er in de tussentijd opnieuw warm water getapt wordt).

[14] Opwekkingsinstallaties met warmteopslag (warmwatervoorraadtoestellen) houden een hoeveelheid warmte beschikbaar in een voorraad- of opslagvat, ook wanneer er geen warm water getapt wordt. De warmteopslag is zowel mogelijk in de vorm van warm tapwater zelf, als in de vorm van ketelwater; in dit laatste geval wordt het tapwater zelf via een doorstroomwarmtewisselaar opgewarmd op het exacte ogenblik dat water getapt wordt. Ook als de installatie niet permanent warmte beschikbaar houdt, maar onbelemmerd kan afkoelen gedurende bepaalde periodes (bv. 's nachts) blijft hetzelfde product van het opwekkings- en het opslagrendement van toepassing.

$\eta_{water,dh}$ het in beschouwing te nemen rendement voor externe warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater, in detail te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels en standaard gelijk aan 0,97.

Verbrandingstoestellen en warmtepompen

Bepaal voor verbrandingstoestellen en warmtepompen het product $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water}$ als volgt:

Eq. 441 $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stor,water} = f_p \cdot \eta_{tot,water}$ (-)

met:

$\eta_{tot,water}$ de conventionele energie-efficiëntie voor waterverwarming, rekening houdend met de opslag, zoals hieronder bepaald, (-);

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de beschouwde warmteopwekker, zoals vastgelegd in bijlage F bij deze bijlage.

Ontleen de conventionele energie-efficiëntie voor waterverwarming, rekening houdend met de opslag, $\eta_{tot,water}$, aan Tabel [50] of aan Tabel [51] naargelang van de situatie.

Tabel [50] is van toepassing in de volgende gevallen:

1. toestellen die enkel één EPW-eenheid bedienen (ongeacht het vermogen en het eventuele opslagvolume);
2. toestellen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 70 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 500 liter, die enkel één EPN-eenheid bedienen;
3. toestellen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 70 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 500 liter, die meerdere EPB-eenheden bedienen.

Tabel [51] is van toepassing in alle andere gevallen.

Tabel [50] : Berekeningswaarden voor $\eta_{tot,water}$ – gevallen 1, 2 en 3

Type warmwaterboiler(s)	Zonder boiler	Boiler(s) die niet rechtstreeks door verbranding worden verwarmd		Boiler(s) die rechtstreeks door verbranding worden verwarmd(1)
Dikte x van boilerisolatie in mm / Type toestel	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm ou épaisseur inconnue	0 mm ≤ x
Niet condensatieketel	0,60	0,54	0,45	0,45
Condensatieketel	0,70	0,63	0,52	
Warmtepomp	0,86	0,77	0,64	-

(1) zonder gebruik van tussenvloeistof

Tabel [51] : Berekeningswaarden voor $\eta_{tot,water}$ – overig geval

Type warmwaterboiler(s)	Zonder boiler	Boiler(s) die niet rechtstreeks door verbranding worden verwarmd		Boiler(s) die rechtstreeks door verbranding worden verwarmd(1)
Dikte x van boilerisolatie in mm / Type toestel	---	20 mm ≤ x	0 mm ≤ x < 20 mm ou épaisseur inconnue	0 mm ≤ x
Niet condensatieketel	0,75	0,67	0,56	0,50
Condensatieketel	0,85	0,76	0,63	
Warmtepomp	1,03	0,92	0,77	-
(1) zonder gebruik van tussenvloeistof				

NOTA Deze cijfers geven al het rendement weer ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde.

10.4 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem

Enkel kwalitatieve thermische zonne-energiesystemen worden in beschouwing genomen voor de berekening van de maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem. De minister kan nadere regels vastleggen om de kwaliteit van het thermische zonne-energiesysteem te bepalen. De minister kan bepalen aan welke voorwaarden een thermisch zonne-energiesysteem moet voldoen om beschouwd te worden als een kwalitatief thermisch zonne-energiesysteem.

Indien het thermische zonne-energiesysteem (ook) dient voor de opwarming van het water van een zwembad in een wooneenheid wordt het niet in beschouwing genomen en worden $f_{as,heat,sec\ i,m}$, $f_{as,hum,i,m}$, $f_{as,water,bath\ i,m}$, $f_{as,water,sink\ i,m}$ en $f_{as,water,other\ i,m}$ gelijk aan nul genomen.

Bepaal de maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

- indien het systeem zowel voor ruimteverwarming als voor warm tapwater dient: volgens § 10.4.1;
- indien het systeem enkel voor de bereiding van warm tapwater dient: volgens § 10.4.2;
- indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de ruimteverwarming in energiesector i, is de waarde voor $f_{as,heat,sec\ i,m}$ gelijk aan nul;
- indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de warmtelevering aan bevochtigingstoestel i, is de waarde voor $f_{as,hum,i,m}$ gelijk aan nul;
- indien een specifieke stroom van warm tapwater (van douche of bad i, respectievelijk van keukenaanrecht i of een ander tappunt i) niet met behulp van een thermisch zonne-energiesysteem

voorverwarmd wordt, is de betreffende waarde voor $f_{as,water,bath\ i,m}$ en/of $f_{as,water,sink\ i,m}$ en/of $f_{as,water,other\ i,m}$ gelijk aan nul.

De standaardwaarde voor f_{as} is voor elke energiedrager gelijk aan nul.

10.4.1 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en bereiding van warm tapwater

Bepaal de maandelijkse nuttige energiebijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag van de installatie) van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en bereiding van warm tapwater als volgt.

Eq. 364 Als $\sum_j A_{as,j} > 6m^2$: $f_{as,heat,seci,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,heat,m}}{Q_{as,demand,heat,m}}\right); 1\right\}$

Als $\sum_j A_{as,j} \leq 6m^2$: $f_{as,heat,seci,m} = 0$ (-)

en:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m}$$

Eq. 365 $$= \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\}$$ (-)

Bij het toepassen van bovenstaande formules geldt bovendien steeds:

Eq. 366 Als $Q_{as,demand,heat,m} = 0$, dan $f_{as,heat,sec\ i,m} = 0$. (-)

Eq. 367 Als $Q_{as,demand,water,m} = 0$, dan $f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0$. (-)

waarin:

Eq. 368 $$Q_{as,demand,heat,m} = \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_q Q_{hum,net,q,m}$$ (MJ)

Eq. 369 $$Q_{as,demand,water,m} = \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l \frac{Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}} + \sum_n \frac{Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}} + \sum_o \frac{Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}}$$ (MJ)

met:

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_a), in m²;

$Q_{as,out,heat,m}$ de maandelijkse nuttige zonne-energie voor ruimteverwarming geleverd door het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.4, in MJ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;

$Q_{as,out,water,m}$ de maandelijkse nuttige zonne-energie voor de bereiding van warm tapwater geleverd door het thermische zonne-energiesysteem, rekening houdend met de verliezen van de warmwatertank, zoals bepaald in § 10.4.3, in MJ;

$Q_{as,demand,water,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;

$Q_{hum,net,q,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een bevochtigingstoestel q, bepaald volgens § 5.11 van bijlage A.2, in MJ;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van bijlage A.2 voor EPN-eenheden, in MJ;

$Q_{water,bath\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad k, in MJ, bepaald volgens § 9.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage A.2 voor EPN-eenheden;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 9.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage A.2 voor EPN-eenheden;

$Q_{water,other\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van een ander tappunt k voor warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 6.5 van bijlage A.2;

$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}$ de maandelijkse bijdrage aan het systeemrendement van de verliezen van circulatieleiding p in wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zoals bepaald in § 9.3.2;

$Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad n gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}$ de maandelijkse bijdrage aan het systeemrendement van de verliezen van circulatieleiding p die douche of bad n bedient gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zoals bepaald in § 9.3.2;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht o gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding / combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}$ de maandelijkse bijdrage aan het systeemrendement van de verliezen van circulatieleiding p die keukenaanrecht o bedient gelegen in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming dat geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zoals bepaald in § 9.3.2.

Er moet gesommeerd worden over:

- alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is;
- alle energiesectoren i, gelegen in EPW- of EPN-eenheden en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert;
- alle bevochtigingstoestellen q, gelegen in EPN-eenheden en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert;
- alle douches, baden en keukenaanrechten k, gelegen in EPW- of EPN-eenheden en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert voor de bereiding van warm tapwater;
- alle andere tappunten k voor warm tapwater, gelegen in EPN-eenheden en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert voor de bereiding van warm tapwater;
- alle wooneenheden l, die geen EPW-eenheid zijn en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert;
- alle douches en baden n en keukenaanrechten o, die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevinden en waaraan het thermische zonne-energiesysteem warmte levert voor de bereiding van warm tapwater.

10.4.2 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater

Bepaal de maandelijkse nuttige bijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag van de installatie) van een thermisch zonne-energiesysteem dat enkel bijdraagt aan de bereiding van warm tapwater als volgt:

Eq. 370 Als $Q_{as,demand,water,m} = 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0 \quad (-)$$

Als $Q_{as,demand,water,m} \neq 0$:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\} \quad (-)$$

met:

$Q_{as,out,water,m}$ de maandelijkse nuttige zonne-energie voor de bereiding van warm tapwater geleverd door het thermische zonne-energiesysteem, rekening houdend met de verliezen van de warmwatertank, zoals bepaald in § 10.4.3, in MJ;

$Q_{as,demand,water,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ, zoals bepaald in § 10.4.1.

10.4.3 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater, rekening houdend met de opslagverliezen

Bepaal de maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater, rekening houdend met de opslagverliezen, als volgt:

Eq. 371

$$Q_{as,out,water,m} = Q_{as,woL,water,m} - Q_{as,loss,stor,water,m} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

Eq. 372

$$Q_{as,woL,water,m} = \max\left\{0\ ;\ \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,water,m} - 0,070 \cdot X_{as,water,m} \\ -0,265 \cdot Y^2_{as,water,m} + 0,002 \cdot X^2_{as,waterm} \\ +0,023 \cdot Y^3_{as,water,m} \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,water,m}\right\} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{as,woL,water,m}$	de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermische zonne-energiesysteem kan worden geleverd, zonder de verliezen van de warmwatertank, in MJ;
$Q_{as,loss,stor,water,m}$	de maandelijkse opslagverliezen voor warm tapwater van het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.3, in MJ;
$Y_{as,water,m}$	de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.2, (-);
$X_{as,water,m}$	de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.1, (-);
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

10.4.3.1 Hulpvariabele X ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door een thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 373 Als het thermische zonne-energiesysteem alleen warm tapwater levert of als $\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2$:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8 + 3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m}} \quad \text{(-)}$$

In de andere gevallen:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j}\right) \cdot H_{as,loop} \cdot \begin{pmatrix} 58,8+3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{pmatrix} \cdot f_{as,stor} \cdot t_m\right)}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;
$H_{as,loop}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit (zonnecollector + leidingen), zoals hieronder bepaald, in W/(m².K);
$\theta_{coldwater,m}$	de maandelijkse koudwatertemperatuur, conventioneel gelijkgesteld aan 10°C;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
$f_{as,stor}$	de correctiefactor voor de capaciteit van de warmwatertank, zoals hieronder bepaald, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit als volgt:

$$H_{as,loop} = a_1 + a_2 \cdot 40 + \frac{\left(5+0,5 \cdot \sum_j A_{as,j}\right)}{\sum_j A_{as,j}}$$

Eq. 374 (W/(m².K))

met:

a_1	de warmteverliescoëfficiënt van de zonnecollector, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, in W/(m².K); De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39]; Indien meerdere zonnecollectoren op hetzelfde circuit aangesloten zijn, wordt hier de hoogste warmteverliescoëfficiënt toegepast;
a_2	het temperatuurafhankelijke deel van de warmteverliescoëfficiënt van de zonnecollector, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, in W/(m².K²); De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39]. Indien meerdere zonnecollectoren op hetzelfde circuit aangesloten zijn, wordt hier het hoogste temperatuurafhankelijke deel van de warmteverliescoëfficiënt toegepast;

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m².

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

Bepaal de correctiefactor voor de capaciteit van de warmwatertank, voor warm tapwater, als volgt:

Eq. 375

$$f_{as,stor} = \left(\frac{75 \cdot \sum_j A_{as,j}}{f_{stor,sys} \cdot V_{as,stor}} \right)^{0,25} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;

$f_{stor,sys}$ een correctiefactor die rekening houdt met het systeemtype, (-). Voor monovalente systemen is deze factor gelijk aan 1, voor bivalente systemen is deze factor gelijk aan 0,6;

$V_{as,stor}$ het totale volume van de warmwatertank van het thermische zonne-energiesysteem (inclusief het deel dat eventueel door een back-upverwarmer verwarmd wordt), in liter.

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

Tabel [39] : Standaardwaarden van de kenmerken van sensoren

Parameters	Sensor glasoppervlakte	(CPC)Vacuümbuizen	(Caloduc) Vacuümbuizen
$\eta_{0,j}$	0,70	0,60	0,70
a_1	4,00	3,00	1,25
a_2	0,03	0,02	0,01
IAM_j	0,83	0,83	0,89

10.4.3.2 Hulpvariabele Y ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door een thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y ter ondersteuning van de bereiding van warm tapwater door een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 376 Als het thermische zonne-energiesysteem alleen warm tapwater levert of als

$$\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2 : \quad Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

In de andere gevallen:

$$Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;
$I_{as,m,shad,j}$	de bezonning op zonnecollector j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage;
IAM_j	de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van zonnecollector j, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39];
$\eta_{0,j}$	het rendement van zonnecollector j indien er geen warmteverlies naar de omgeving is (optisch rendement of piekrendement), bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

10.4.3.3 Maandelijkse opslagverliezen voor warm tapwater van het thermische zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse opslagverliezen voor warm tapwater van het thermische zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 377 Als het thermische zonne-energiesysteem alleen warm tapwater levert of als

$$\sum_j A_{as,j} \leq 6\ m^2 :$$

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\begin{array}{c}\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}\\ -\theta_{as,stor,amb,m}\end{array}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

In de andere gevallen:

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max\left\{0;\left(H_{as,stor}\cdot f_{stor,sys}\cdot\left(\begin{array}{c}\theta_{coldwater,m}+(60-\theta_{coldwater,m})\cdot f_{as,woL,water,m}\\ -\theta_{as,stor,amb,m}\end{array}\right)\cdot f_{as,woL,water,m}\cdot t_m\cdot\left(\frac{Q_{as,demand,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}+Q_{as,demand,heat,m}}\right)\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

Eq. 378

$$f_{as,woL,water,m} = \min\left(1;\frac{Q_{as,woL,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right) \quad \text{(-)}$$

met:

$H_{as,stor}$	de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmwatertank, zoals hieronder bepaald, in W/K;
$f_{stor,sys}$	een correctiefactor die rekening houdt met het systeemtype, (-). Voor monovalente systemen is deze factor gelijk aan 1, voor bivalente systemen is deze factor gelijk aan 0,6;
$\theta_{coldwater,m}$	de maandelijkse koudwatertemperatuur, conventioneel gelijkgesteld aan 10°C;
$f_{as,woL,water,m}$	de maandelijkse nuttige zonnefractie (als aandeel van de totale warmtevraag) van het thermische zonne-energiesysteem voor de bereiding van warm tapwater, zonder rekening te houden met de verliezen van de warmwatertank, (-);
$\theta_{as,stor,amb,m}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur in de ruimte waar de warmwatertank opgesteld is, in °C: - indien de warmwatertank binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = 18$; - indien de warmwatertank in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$; - indien de warmwatertank buiten ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = \theta_{e,m}$; waarin: $\theta_{e,m}$: de gemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;

$Q_{as,woL,water,m}$ de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermische zonne-energiesysteem kan worden geleverd, zonder de verliezen van de warmwaterbank, zoals bepaald in § 10.4.3, in MJ.

Bepaal de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmwatertank, $H_{as,stor}$, als volgt:

Als $V_{as,stor} \leq 2000$, bepaal $H_{as,stor}$ dan volgens de norm NBN EN 12977-3 of standaard volgens de formule:

Eq. 379
$$H_{as,stor} = \frac{31 + 16,66 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

Als: $V_{as,stor} > 2000$:

Eq. 380
$$H_{as,stor} = \frac{16,66 + 8,33 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad \text{(W/K)}$$

met:

$V_{as,stor}$ het totale volume van de warmwatertank van het thermische zonne-energiesysteem (inclusief het deel dat eventueel dat door een back-upverwarmer verwarmd wordt), in liter.

10.4.4 Maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 381
$$Q_{as,out,heat,m} = \max\left\{0; \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,heat,m} - 0,070 \cdot X_{as,heat,m} \\ - 0,265 \cdot Y_{as,heat,m}^2 + 0,002 \cdot X_{as,heat,m}^2 \\ + 0,023 \cdot Y_{as,heat,m}^3 \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,heat,m}\right\} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Y_{as,heat,m}$ de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y ter ondersteuning van ruimteverwarming door het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.4.2, (-);

$X_{as,heat,m}$	de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X ter ondersteuning van ruimteverwarming door het thermische zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.4.1, (-);
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

10.4.4.1 Hulpvariabele X ter ondersteuning van ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de hulpvariabele X ter ondersteuning van ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 382

$$X_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j}\right] \cdot H_{as,loop} \cdot \left(88,75 - \theta_{e,m}\right) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;
$H_{as,loop}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit (zonnecollector + leidingen), zoals bepaald in § 10.4.3.1, in W/(m².K);
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
$f_{as,stor}$	de correctiefactor voor de capaciteit van de warmwatertank, zoals hieronder bepaald, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

10.4.4.2 Hulpvariabele Y ter ondersteuning van ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de hulpvariabele Y ter ondersteuning van ruimteverwarming door een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 383

$$Y_{as,heat,m} = \frac{0{,}9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j} \right]}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;
$I_{as,m,shad,j}$	de bezonning op zonnecollector j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage;
IAM_j	de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van zonnecollector j, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39];
$\eta_{0,j}$	het rendement van zonnecollector j indien er geen warmteverlies naar de omgeving is (optisch rendement of piekrendement), bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). De standaardwaarden zijn, naargelang van het collectortype, terug te vinden in Tabel [39];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermische zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

10.5 Equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling

Indien er teveel overtollige warmtewinsten optreden, is het risico op oververhitting groot. Zelfs indien er bij de bouw geen actieve koeling geplaatst wordt, blijft de kans bestaan dat deze achteraf toch nog geïnstalleerd wordt. Daarom wordt er ook in die gevallen een equivalent fictief koelverbruik in rekening gebracht (zie hoofdstuk 8).

Bepaal het equivalente maandelijkse elektriciteitsverbruik voor koeling als volgt:

Eq. 115

$$Q_{cool,final,sec\ i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec\ i,m}}{8{,}1} \quad (kWh)$$

met:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, berekend volgens § 8.5;
8,1	het product van het forfaitair vastgelegde systeemrendement (0,9), een forfaitair vastgelegde EER van het koelsysteem (2,5) en de omrekenfactor van MJ naar kWh (3,6).

11 Maandelijks hulpenergieverbruik

11.1 Maandelijks energieverbruik voor de hulpfuncties

11.1.1 Elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie

11.1.1.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 13.5.

Bij koeling hoeft er geen hulpenergie voor distributie in rekening gebracht te worden. Conventioneel wordt aangenomen dat dit al ingerekend werd bij de bepaling van het equivalente maandelijkse energieverbruik voor koeling (zie § 10.5).

11.1.1.2 Rekenregel voor hulpenergieverbruik voor distributie

11.1.1.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijkse hulpenergieverbruik voor distributie als volgt:

Eq. 304 $$W_{aux,dis,m} = \sum_j P_{pumps,dis,\ instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{aux,dis,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie in de EPW-eenheid, in kWh;
$P_{pumps,dis,instal,j}$	de waarde voor het geïnstalleerde vermogen van pomp j ten dienste van de beschouwde EPW-eenheid, zoals bepaald in § 11.1.1.3, in W;
$t_{on,dis,j,m}$	de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor distributie, zoals bepaald in § 11.1.1.4, in Ms.

Er moet gesommeerd worden over alle circulatiepompen j die de EPW-eenheid bedienen.

11.1.1.2.2 Uitzonderingen

Noodcirculatiepompen zijn redundant voor het systeem. Hun hulpenergieverbruik dient dus niet in rekening gebracht te worden.

11.1.1.3 Bepaling van het geïnstalleerde vermogen $P_{pumps,dis,instal,j}$

$P_{pumps,dis,instal,j}$ is het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j, in W, en wordt bepaald als volgt:

- voor natlopende circulatiepompen: het gemiddeld opgemeten elektrisch vermogen op 100% van het debiet, genaamd $P_{L,100\%}$, volgens Verordening (EG) nr. 641/2009;
- voor drooglopende circulatiepompen waarvan de elektromotor gescheiden is van de rotor: het maximale elektrisch vermogen dat de elektromotor kan afgeven in continubedrijf, bepaald volgens de norm NBN EN 60034-1 voor “duty type S1”.

Bij gebrek aan de productgegevens kunnen de volgende standaardwaarden gebruikt worden, naargelang van het distributietype:

- In geval van warmtedistributie voor ruimteverwarming:

Eq. 305 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX(70 ; 0{,}084 \cdot \sum_i V_{sec\,i})$ (W)

met:

$V_{sec\,i}$ het volume van energiesector i, in m^3.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j bediend worden.

- In geval van warmtedistributie voor de bereiding van warm tapwater (circulatieleiding):

Eq. 306 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25 ; \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} . f_{insul,circ\,k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\,k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$ (W)

- Bij combinatie van warmtedistributie voor de bereiding van warm tapwater met warmtedistributie voor ruimteverwarming (combilus):

Eq. 307 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} . f_{insul,circ\,k} \cdot \frac{\sum_j \frac{l_{circ\,k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right)$ (W)

waarin:

Δp_{pumps}	de minimale opvoerhoogte, in Pa, zoals hieronder bepaald;
$f_{insul,circ\,k}$	een correctiefactor om rekening te houden met het effect van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van circulatieleiding k, zoals bepaald in § 9.3.2;
$l_{circ\,k,j}$	de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m;
η_{pumps}	het rendement van de circulatiepomp. Dit wordt conventioneel gelijk aan 0,2,(-) genomen;
$\theta_{amb,January,j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j voor de maand januari, in °C, zoals bepaald in § 9.3.2.2;
$R_{l,j}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, in m.K/W, bepaald volgens § E.3;
ρ_W	de densiteit van water, in kg/m³. Conventioneel gelijk genomen aan 998 kg/m³;
c_W	de specifieke thermische capaciteit van water, in J/(kg.K). Conventioneel gelijk genomen aan 4182 J/(kg.K);
$\Delta\theta$	het temperatuurverschil tussen vertrek en retour, in K. Conventioneel gelijk genomen aan 5 K.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k die bediend worden door circulatiepomp j.

De minimale opvoerhoogte wordt gegeven door:

Eq. 308 $\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300$ (Pa)

met:

$l_{circ\ k,l}$ de lengte van segment l van circulatieleiding k, in m.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten l van circulatieleiding k die door circulatiepomp j bediend worden.

Als een circulatiepomp meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan het pompvermogen ($P_{pumps,dis,instal,j}$) proportioneel over deze EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de brutowarmtebehoefte van de respectieve eenheden. In geval van warmtedistributie voor ruimteverwarming dient de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming gebruikt te worden. In geval van warmtedistributie voor bereiding van warm tapwater (circulatieleiding) of voor een combilus dient de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater gebruikt te worden.

11.1.1.4 Bepaling van de aan-tijd $t_{on,dis,j,m}$

Bepaal de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j, $t_{on,dis,j,m}$, in Ms, naargelang van het distributietype, als volgt.

- Voor circulatiepompen voor warmtedistributie voor de bereiding van warm tapwater (circulatieleiding) en circulatiepompen in combilusinstallaties die het hele jaar door gebruikt worden, geldt:

Eq. 309 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Voor circulatiepompen in combilusinstallaties die enkel in het winterseizoen gebruikt worden, geldt:
  - In maanden dat $Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$:

Eq. 447 $t_{on,dis,j,m} = 0$ (Ms)

  - In alle andere maanden:

Eq. 448 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

- Voor circulatiepompen voor warmtedistributie voor ruimteverwarming geldt:

Eq. 310 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\ sec\ i})$ (Ms)

met:

t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$	de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald op de hieronder gestelde wijze, in Ms.

Bepaal de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie voor ruimteverwarming in energiesector i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$, als volgt:

- voor een natlopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit-regeling) waarvan de EEI gekend is:

Eq. 311 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- voor een drooglopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling):

Eq. 312 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right) \quad \text{(Ms)}$$

- voor een pomp met aan/uit-regeling of een natlopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling) waarvan de EEI niet gekend is:

Eq. 313 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad \text{(Ms)}$$

- in alle andere gevallen of indien de regeling onbekend is:

Eq. 314 $$t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \quad \text{(Ms)}$$

waarin:

$t_{heat,sec\ i,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem van energiesector i, in Ms, bepaald volgens § D.1;
EEI	de energie-efficiëntie-index uit Verordening (EG) nr. 641/2009, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

11.1.2 Elektrisch hulpenergieverbruik voor opwekking

11.1.2.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijkse elektrisch hulpenergieverbruik van de hulpfuncties voor warmteopwekking bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 13.5.

Bij koeling hoeft er geen hulpenergie voor warmteopwekking in rekening gebracht te worden. Deze is al begrepen in het forfaitair vastgelegde opwekkingsrendement.

11.1.2.2 Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor opwekking

11.1.2.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor opwekking in de EPW-eenheid, $W_{aux,gen,m}$, als volgt:

Eq. 315 $W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m}$ (kWh)

met:

$W_{throttle/fans,gen,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de gaskleppen en/of ventilatoren van de opwekkers van de beschouwde EPW-eenheid, zoals bepaald in § 11.1.2.3, in kWh;

$W_{electr,gen,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor elektronica en ontstekers van de opwekkers van de beschouwde EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, in kWh.

$W_{electr,gen,m}$ wordt bepaald als:

Eq. 316 $W_{electr,gen,\,m} = \sum_j P_{electr,gen,\,j} \cdot \frac{t_m}{3,6}$ (kWh)

met:

$P_{electr,gen,j}$ het "stand-by" verliesvermogen van de elektronica voor de opwekking, in W. Per opwekker j wordt het "stand-by" verliesvermogen gelijk genomen aan 10 W;

t_m de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet telkens gesommeerd worden over alle opwekkers j die de EPW-eenheid bedienen.

Indien een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, dan dient het "stand-by" verliesvermogen proportioneel verdeeld te worden op basis van de totale bruto-energiebehoefte van de respectieve EPN- en/of EPW-eenheden. Als de opwekker enkel voor ruimteverwarming zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming. Als de opwekker enkel voor de bereiding van warm tapwater zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater. Zorgt de opwekker voor beide, dan moet de verdeling gebeuren op basis van de som van de bruto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Als de opwekker zorgt voor bevochtiging van een of meer EPN-eenheden, dient bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de bruto-energiebehoefte voor bevochtiging van de bediende EPN-eenheden telkens opgeteld te worden bij de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en/of bereiding van warm tapwater.

Als de opwekker warmte levert aan een absorptiekoelmachine die een of meer EPN-eenheden bedient, moet bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de aan de absorptiekoelmachine geleverde warmte die nodig is om de koelvraag van de bediende EPN-eenheden te dekken, telkens opgeteld worden bij de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en/of bereiding van warm tapwater en/of bevochtiging. De aan de absorptiekoelmachine geleverde warmte wordt voor elke bediende EPN-eenheid bepaald als de bijdrage van de absorptiekoelmachine aan de bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling, $Q_{cool,gross}$, gedeeld door de energie-efficiëntieverhouding in koelmodus (= koelrendement), EER_{nom}.

11.1.2.2.2 Uitzonderingen

Voor warmteopwekkers voor warm tapwater waarvan het opwekkings- en het opslagrendement berekend worden volgens § 10.3.3.4.1 en voor warmteopwekkers voor ruimteverwarming waarvan het opwekkingsrendement berekend wordt volgens § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 of § 10.2.3.4.3, is het elektrische hulpenergieverbruik voor de warmteopwekker al in rekening gebracht en hoeft dit dus niet meegeteld te worden in Eq. 315.

Het eventuele hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen, met uitzondering van pelletkachels met een nominaal vermogen van hoogstens 50 kW, kolenkachels en houtkachels die geen pelletkachel zijn, waarvan het opwekkingsrendement bepaald is volgens § 10.2.3.2.4, is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en wordt bijgevolg niet meer opnieuw ingerekend.

11.1.2.3 Bepaling van het maandelijkse elektriciteitsverbruik van gaskleppen en/of ventilatoren $W_{throttle/fans,gen,m}$

11.1.2.3.1 Algemene rekenregel

Bepaal $W_{throttle/fans,gen,m}$ als volgt:

Eq. 317 $$W_{throttle/fans,\,gen,\,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$P_{throttle/fans,gen,spec}$	het specifieke vermogen voor opwekking voor de opwekkers die uitgerust zijn met een ventilator en/of gasklep, gelijk genomen aan 1 W/kW;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	het nominale vermogen van opwekker j, in kW;
$t_{on,gen,j,m}$	de maandelijkse werkingstijd van de gasklep en/of ventilator ten dienste van opwekker j, zoals bepaald in § 11.1.2.3.2, in Ms.

Er moet telkens gesommeerd worden over alle opwekkers j die de EPW-eenheid bedienen en die gebruikmaken van een gasklep en/of ventilator.

Indien een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, moet in formule Eq. 317 het nominale vermogen van de opwekker proportioneel over de betreffende EPN- en/of EPW-eenheden verdeeld worden op basis van de totale bruto-energiebehoefte van de respectieve eenheden. Als de opwekker enkel voor ruimteverwarming zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming. Als de opwekker enkel voor de bereiding van warm tapwater zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater. Zorgt de opwekker voor beide, dan moet de verdeling gebeuren op basis van de som van de bruto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater.

11.1.2.3.2 Bepaling van de aan-tijd $t_{on,gen,j,m}$

Bepaal $t_{on,gen,j,m}$ als volgt:

Eq. 318 $$t_{on,gen,j,m} = MIN\left(t_m \; ; \frac{\left(\begin{array}{c} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad (Ms)$$

waarin:

t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 10.2.2 van deze bijlage voor EPW-eenheden of met § 7.2.1 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden;
$Q_{water,bath\ l,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor douche of bad k, bepaald volgens § 9.3.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 10.3.2 van deze bijlage voor EPW-eenheden of met § 7.6 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden;
$Q_{water,sink\ l,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor keukenaanrecht k, bepaald volgens § 9.3.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 10.3.2 van deze bijlage voor EPW-eenheden of met § 7.6 van bijlage A.3 voor EPN-eenheden;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor een ander tappunt k, bepaald volgens § 6.5 van bijlage A.3, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 7.6 van bijlage A.3;
$Q_{hum,net,l,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel l, bepaald volgens § 5.11 van bijlage A.3, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 7.2.1 van bijlage A.3;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector n, geleverd door de absorptiekoelmachine en bepaald volgens § 6.2 van A.3, in MJ, voor zover deze behoefte door absorptiekoelmachine o gedekt wordt in overeenstemming met § 7.2.2 van bijlage A.3 en voor zover de warmte aan absorptiekoelmachine o door opwekker j geleverd wordt in overeenstemming met § 7.2.1 van bijlage A.3;
$EER_{nom,o}$	de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement) van absorptiekoelmachine o, bepaald zoals vastgelegd in § 7.5.2 van bijlage A.3, (-);
$P_{throttle/fans,gen,j}$	het nominale vermogen van opwekker j, in kW.

Er moet altijd gesommeerd worden over:

- alle energiesectoren i (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door opwekker j bediend worden;

- alle douches of baden k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) en/of keukenaanrechten k die door opwekker j bediend worden;
- alle keukenaanrechten k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle andere tappunten k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle bevochtigingstoestellen l (in een EPN-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle energiesectoren n (in een EPN-eenheid) die door absorptiekoelmachine o bediend worden en over alle koelmachines o die door opwekker j bediend worden.

11.1.3 Hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem

Bij de bepaling van het elektrische hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem, wordt enkel het verbruik van de pomp(en) van het collectorcircuit beschouwd. Als er geen thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW- of EPN-eenheid is, of als het thermische zonne-energiesysteem niet in beschouwing genomen wordt, is het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik gelijk aan nul. Is dat niet het geval, bepaal dan het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW- of EPN-eenheid als volgt:

$$W_{aux,as,m} = \left(\sum_k P_{pumps,as,k}\right) \cdot \frac{\left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)}{\sum_m \left(\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}\right)} \cdot \frac{t_{on,as,a}}{3,6}$$

Eq. 384 (kWh)

met:

$P_{pumps,as,k}$	het geïnstalleerde vermogen van de primaire pomp in collectorcircuit k, zoals hieronder bepaald, in W;
$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m²;
$I_{as,m,shad,j}$	de bezonning op zonnecollector j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage;
$t_{on,as,a}$	de jaarlijkse werkingstijd van de collectorpomp(en), conventioneel vastgelegd op 7,2 Ms (2000 uur).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar en over alle circulatiepompen k en alle zonnecollectoren j van het thermische zonne-energiesysteem.

Als het thermische zonne-energiesysteem meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, moet het vermogen van de pomp(en) ($P_{pumps,as,k}$) proportioneel over deze EPW- en/of EPN-eenheden verdeeld worden op basis van de brutowarmtevraag van de respectieve eenheden waaraan het systeem bijdraagt.

Bepaal het geïnstalleerde vermogen van de pomp in collectorcircuit k als volgt:

- voor natlopende pompen: het gemiddeld opgemeten elektrisch vermogen op 100% van het debiet, genaamd $P_{L,100\%}$, volgens Verordening (EG) nr. 641/2009;
- voor drooglopende circulatiepompen waarvan de elektromotor gescheiden is van de rotor: het maximale elektrisch vermogen dat de elektromotor kan opnemen in continubedrijf, bepaald volgens de norm NBN EN 60034-1 voor "duty type S1".

Alternatief mag het vermogen van de pomp(en) worden bepaald als:

Eq. 385 $$\sum_k P_{pumps,as,k} = 25 + 2 \cdot \sum_j A_{as,j}$$ (W)

met:

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van zonnecollector j van het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte opgenomen is met het symbool en de index A_G), in m².

Er moet gesommeerd worden over alle zonnecollectoren j waaruit het thermische zonne-energiesysteem samengesteld is.

11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

11.2.1 Principe

Bij de berekening van het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren wordt rekening gehouden met ventilatoren in mechanische systemen voor hygiënische ventilatie en/of in luchtverwarmingssystemen, met uitzondering van afvoerventilatoren in een systeem A of B die in overeenstemming zijn met opmerking "3)" in § 4.3.1.3 van de norm NBN D50-001.

De volgende ventilatoren worden bijgevolg niet ingerekend: bijkomende ventilatoren voor andere toepassingen (bv. een dampkap) en ventilatoren voor ventilatie die enkel ruimten zonder hygiënische ventilatie-eisen bedienen.

Voor de berekening van het elektriciteitsverbruik wordt de keuze gelaten tussen een vereenvoudigde berekening (methode 1 – zie § 11.2.2) en een gedetailleerde berekening (methode 2 en methode 3 – zie § 11.2.3). De keuze voor methode 1, 2 of 3 wordt gemaakt voor de volledige EPW-eenheid.

Met "ventilatiemodus" wordt in de volgende paragrafen bedoeld dat de ventilator enkel functioneert voor hygiënische ventilatie en dus voor het toevoeren van buitenlucht (of in voorkomend geval gerecirculeerde lucht naar de woonkamer) of voor het afvoeren van lucht naar buiten. Met "verwarmingsmodus" wordt bedoeld dat de ventilator functioneert om opgewarmde ((deels) gerecirculeerde) lucht naar de bediende ruimten te transporteren, al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie.

11.2.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren – vereenvoudigde berekening (methode 1)

Als gekozen wordt voor de vereenvoudigde berekening, wordt het totale maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilatoren in de EPW-eenheid gegeven door:

Eq. 261 $$W_{aux,fans,m} = \sum_{z} W_{aux,fans,zonez,m}$$ (kWh)

met:

$W_{aux,fans,zone\ z,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilatoren in ventilatiezone z, in kWh, zoals hieronder bepaald.

Er moet gesommeerd worden over alle ventilatiezones in de EPW-eenheid.

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilatoren per ventilatiezone als volgt:

Eq. 262 $$W_{aux,fans,zonez,m} = t_m \cdot \left(f_{vent,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,vent,zonez} + f_{heat,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,heat,zonez}\right)/3,6$$ (kWh)

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];

$f_{vent,zone\ z,m}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z in ventilatiemodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.3, (-);

$\Phi_{fans,vent,zone\ z}$ de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren die in ventilatiezone z in ventilatiemodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.1, in W;

$f_{heat,zone\ z,m}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z in verwarmingsmodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.3, (-);

$\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren die in ventilatiezone z in verwarmingsmodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.2, in W.

11.2.2.1 Standaardrekenwaarde voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus

Bepaal de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren die in ventilatiezone z in ventilatiemodus functioneren als volgt:

Eq. 412 $$\Phi_{fans,vent,zone\ z} = f_1 \cdot \left[0.3 + 0.75 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot \sum V_{sec\ i}$$ (W)

met:

f_1 een specifieke vermogenfactor, ontleend aan Tabel [47], in W/(m³/h);

V_{EPR} het totale volume van de EPW-eenheid, zie § 6, in m³;

$V_{sec\ i}$ het volume van energiesector i, in m³.

Er moet gesommeerd worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

Tabel [47] : Standaardrekenwaarden voor de specifieke vermogensfactor in ventilatiemodus

Type ventilatiesysteem	specifieke vermogensfactor f_1 (W/(m³/h))
Natuurlijke toe- en afvoer	0
Eenvoudige mechanische ventilatie door inblazen of afzuigen	0,37
Dubbele luchtstroommechanisme	0,95
Eenvoudige mechanische extractie met gebruik van teruggevoerde lucht als warmtebron voor een warmtepomp	0,44
Dubbele luchtstroommechanisme met gebruik van teruggevoerde lucht als warmtebron voor een warmtepomp	1,12

11.2.2.2 Standaardrekenwaarde voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus

De rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren die in ventilatiezone z in verwarmingsmodus functioneren, wordt gegeven door Tabel [48].

Tabel [48] : Standaardberekeningswaarden voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus ($V_{sec\ i}$: volume van energiesector i)

Installatie	Type regulering van de ventilator	Vermogen $\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ (W)
Geen luchtverwarming	n.v.t.	0
Luchtverwarming	Geen regeling of geen automatische regeling	$1,56 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$
	Automatische regeling	$1,05 \cdot \Sigma V_{sec\ i}$

Er moet gesommeerd worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

11.2.2.3 Bepaling van de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiemodus of in verwarmingsmodus functioneren

De conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z respectievelijk in ventilatie- of in verwarmingsmodus functioneren, wordt gegeven door:

- indien de ventilatoren in ventilatiezone z alleen voor luchtverwarming dienen en niet instaan voor hygiënische ventilatie, geldt voor alle maanden:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 0$
  - $f_{heat,zone\ z,m}$ zoals bepaald met Eq. 264
- indien de ventilatoren in ventilatiezone z alleen voor hygiënische ventilatie dienen en niet instaan voor luchtverwarming, geldt voor alle maanden:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 1$
  - $f_{heat,zone\ z,m} = 0$
- indien er in ventilatiezone z ventilatoren opgesteld staan die zowel voor hygiënische ventilatie als voor luchtverwarming instaan (of ventilatoren die beide functies vervullen), geldt voor elke maand m:

Eq. 263 $f_{vent,zone\ z,m} = 1 - f_{heat,zone\ z,m}$ (-)

Eq. 264
$$f_{heat,zone\ z,m} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,zone\ z} \cdot t_m\right)\right]$$
(-)

met:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;
$P_{nom,zone\ z}$	de som van de nominale vermogens van de luchtverwarmers die ventilatiezone z bedienen, in kW;
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i in ventilatiezone z.

11.2.3 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren – gedetailleerde berekening

Als gekozen wordt voor de gedetailleerde berekening, wordt het totale maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilatoren in de EPW-eenheid gegeven door:

Eq. 265
$$W_{aux,fans,m} = \sum_j W_{aux,fans,m,j}$$
(kWh)

met:

$W_{aux,fans,m,j}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilator(groep) j, in kWh, zoals hieronder bepaald.

Er moet gesommeerd worden over alle ventilator(groep)en j die bijdragen tot de hygiënische ventilatie van de EPW-eenheid (toevoer en/of afvoer en/of recirculatie) en over alle ventilatoren die instaan voor luchtverwarming (al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie).

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van ventilator(groep) j als volgt:

Eq. 266 $$W_{aux,fans,m,j} = t_m \cdot \left(f_{vent,m,j} \cdot \Phi_{fans,vent,j} + f_{heat,m,j} \cdot \Phi_{fans,heat,j}\right) / 3,6$$ (kWh)

met:

t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$f_{vent,m,j}$	de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiemodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.3.3, (-);
$\Phi_{fans,vent,m,j}$	de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in ventilatiemodus, bepaald volgens § 11.2.3.1, in W;
$f_{heat,m,j}$	de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in verwarmingsmodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.3.3, (-);
$\Phi_{fans,heat,m,j}$	de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in verwarmingsmodus, bepaald volgens § 11.2.3.2, in W.

11.2.3.1 Rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus – gedetailleerde berekening

Bepaal de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus naar keuze volgens een van de volgende twee opties:

- optie “methode 2”: bepaling van de rekenwaarde op een representatief werkingspunt op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen (§ 11.2.3.1.1);
- optie “methode 3”: bepaling van de rekenwaarde op een representatief punt op basis van het gemeten elektrisch vermogen (§ 11.2.3.1.2).

Als een ventilator(groep) meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN[15]) bedient (bv. een centraal systeem voor meerdere appartementen), wordt de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilatiezone z bepaald door vermenigvuldiging van:

- de totale rekenwaarde, zoals hieronder bepaald;
- de verhouding tussen het maximum van de geëiste debieten van de beschouwde EPW-eenheid en de som van de maxima van de geëiste debieten van alle ventilatiezones die door de betreffende ventilator bediend worden.

Indien een ventilator(groep) ook zorgt voor de toevoer en/of afvoer in ruimten zonder hygiënische ventilatie-eisen, mag er voor deze ruimten geen enkele (bijkomende) vermindering in rekening gebracht worden.

[15] Als de ventilator ook niet-residentiële bestemmingen bedient, moet het ontwerpdebiet in beschouwing genomen worden in plaats van het maximum van de geëiste debieten.

11.2.3.1.1 Optie "methode 2": bepaling van de rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen

De rekenwaarde wordt tegelijk bepaald voor alle ventilatoren die samen een ventilatiezone bedienen.

Indien een ventilator(groep) meerdere ventilatiezones en/of EPB-eenheden (EPW of EPN) bedient, wordt de rekenwaarde tegelijkertijd bepaald voor alle ventilatoren die de betreffende ventilatiezones en/of EPB-eenheden bedienen.

De methode bestaat uit twee stappen:

Stap 1: bepaling van de debietverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand

Bepaal de debietverhouding $\beta_{\dot{V}}$ zoals beschreven in § 11.2.3.1.3.

Stap 2: bepaling van het elektrisch vermogen op het representatieve werkingspunt

Bepaal het elektrisch vermogen in ventilatiemodus van elke ventilator(groep) j op het representatieve werkingspunt als volgt:

Eq. 267 $$\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,max,j}$$ (W)

met:

$f_{ctrl,j}$ een reductiefactor die rekening houdt met het type debietregeling van het systeem voor ventilator(groep) j, met inbegrip van vraaggestuurde ventilatie, bepaald volgens § 11.2.3.1.4, (-);

$P_{fans,max,j}$ het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor of van de elektromotor-ventilatorcombinatie van ventilator(groep) j, in W.

Voor de definitie van maximaal elektrisch vermogen wordt verwezen naar § 2.

11.2.3.1.2 Optie "methode 3": bepaling van de rekenwaarde op basis van het gemeten elektrisch vermogen in nominale stand

De rekenwaarde wordt tegelijk bepaald voor alle ventilatoren die samen een of meer ventilatiezones bedienen.

Als een ventilator(groep) meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) bedient, wordt de rekenwaarde tegelijkertijd bepaald voor alle ventilatoren die de betreffende EPB-eenheden bedienen.

De methode bestaat uit drie stappen, in voorkomend geval met bijbehorende voorwaarden:

Stap 1: plaatsen in nominale stand en meten van de debieten en het opgenomen elektrisch vermogen

Alle ventilatoren worden in nominale stand geplaatst. In alle door de ventilatoren bediende ruimten meet men vervolgens het mechanisch toegevoerde buitenluchtdebiet $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$ (voor woonkamers, in voorkomend geval met inbegrip van het recirculatiedebiet) en/of het mechanisch afgevoerde debiet naar buiten $\dot{V}_{mech.extr,rmr}$. Voor elke ventilator(groep) wordt vervolgens het in situ opgenomen elektrisch vermogen, $P_{fans,nom,j}$, gemeten volgens de door de minister vastgelegde regels.

Voor elke ruimte r waarin door de ventilator(groep)(en) mechanisch debiet toegevoerd wordt, moet gelden:

Eq. 268 $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ (m³/h)

Voor elke ruimte r waaruit door de ventilator(groep)(en) mechanisch debiet afgevoerd wordt, moet gelden:

Eq. 269 $\dot{V}_{mech.extr,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,extr,rm\ r}$ (m³/h)

met:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	het geëiste toevoerdebiet van buitenlucht in ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$\dot{V}_{req,extr,rm\ r}$	het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$	het toevoerdebiet van buitenlucht in ruimte r, zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, voor woonkamers, in voorkomend geval met inbegrip van het recirculatiedebiet, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$\dot{V}_{mech.extr,rm\ r}$	het afvoerdebiet naar buiten van ruimte r, zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Indien niet aan deze voorwaarden is voldaan, kies dan voor methode 2 of voor methode 1 (vereenvoudigde berekening).

Stap 2: bepaling van de debietverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand

Bepaal de debietverhouding $\beta_{\dot{V}}$ zoals beschreven in § 11.2.3.1.3.

De debietverhouding $\beta_{\dot{V}}$ moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1. Indien niet aan deze voorwaarde is voldaan, kies dan voor methode 2 of voor methode 1 (vereenvoudigde berekening).

Stap 3: bepaling van het elektrisch vermogen op het representatieve werkingspunt

Bepaal het elektrisch vermogen in ventilatiemodus van elke ventilator(groep) j op het representatieve werkingspunt als volgt:

Eq. 270 $\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,nom,j}$ (W)

met:

$f_{ctrl,j}$	een reductiefactor die rekening houdt met het type debietregeling van het systeem voor ventilator(groep) j, met inbegrip van vraaggestuurde ventilatie, bepaald volgens § 11.2.3.1.4, (-);
$P_{fans,nom,j}$	het opgenomen elektrisch vermogen van de ventilator(groep) j gemeten in nominale stand, zoals bepaald in stap 1, in W.

11.2.3.1.3 Bepaling van de debietverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand

Bepaal de debietverhouding $\beta_{\dot{V}}$ als volgt:

- Als gekozen wordt voor de optie “methode 2”:
  - In geval van ventilatiesysteem B:

Eq. 271
$$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{req,supply,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - In geval van ventilatiesysteem C:

Eq. 272
$$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{req,extr,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - In geval van ventilatiesysteem D:

Eq. 442
$$\beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

- Als gekozen wordt voor de optie “methode 3”:
  - In geval van ventilatiesysteem B:

Eq. 274
$$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.supply,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - In geval van ventilatiesysteem C:

Eq. 275
$$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.extr,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - In geval van ventilatiesysteem D:

Eq. 443
$$\beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

met:

$\dot{V}_{req,zonez}$ het maximum van de geëiste debieten van ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ het geëiste toevoerdebiet van buitenlucht in ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$ het toevoerdebiet van buitenlucht in ruimte r, zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, voor woonkamers, in voorkomend geval met inbegrip van het recirculatiedebiet, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$ het afvoerdebiet naar buiten van ruimte r, zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r en alle ventilatiezones z en/of EPB-eenheden (EPW of EPN) die door de ventilator(groep) worden bediend.

Bepaal het maximum van de geëiste debieten van ventilatiezone z als volgt:

Eq. 277

$$\dot{V}_{req,zonez} = \max\left(\sum_{r}\dot{V}_{req,supply,rmr};\sum_{r}\dot{V}_{req,extr,rmr}\right) \quad (m^3/h)$$

met:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ het geëiste toevoerdebiet van buitenlucht in ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten in ventilatiezone z.

11.2.3.1.4 Reductiefactor voor het type debietregeling (en vraaggestuurde ventilatie)

De reductiefactor, $f_{ctrl,j}$, die rekening houdt met het type debietregeling van het systeem voor ventilator(groep) j, met inbegrip van vraaggestuurde ventilatie, wordt bepaald als functie van de regelstrategie van het ventilatiesysteem en het type toerentalregeling van de ventilator, zoals gespecificeerd in

Tabel [33].

Als de reductiefactor, $f_{ctrl,j}$, wordt bepaald voor een ventilatorgroep j die meerdere ventilatoren bevat, kan de regelstrategie van het ventilatiesysteem en/of het type toerentalregeling van de ventilator verschillend zijn voor deze diverse ventilatoren. In dat geval is de reductiefactor, $f_{ctrl,j}$, van de ventilatorgroep j de hoogste van de verschillende reductiefactoren, $f_{ctrl,j}$, afzonderlijk bepaald voor elke ventilator in de betreffende ventilatorgroep.

Tabel [33] : Rekenformules $f_{ctrl,j}$ voor verschillende configuraties

Regelingsstrategie ventilatiesysteem / Type variatie van de rotatiesnelheid van de ventilator	Regeling door variabele rotatiesnelheid en variabele druk	Regeling door variabele rotatiesnelheid en constante druk	Smoring en alle overige types van regling
EC-motor met commutatieregeling Of Asynchrone AC-motor met frequentieregeling	$0.2+0.8\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
AC-motor met spanningsregeling (via transformator of halfgeleiders)	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
Alle andere soorten motor- of ventilatorregeling	1	1	1

met:

Eq. 278 $$f_{reduc} = f_{reduc,vent,heat,zonez}$$ (-)

en met:

$\beta_{\dot{V}}$ de debietverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand, zoals bepaald in § 11.2.3.1.3, (-);

f_{reduc} een reductiefactor voor ventilatie in ventilatiezone z, voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren, (-);

$f_{reduc,vent,heat,zonez}$ een reductiefactor voor ventilatie in ventilatiezone z, voor de verwarmingsberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.6, (-).

Om te behoren tot de regelstrategie “variabele toerentalregeling en variabele druk”, moet aan de volgende voorwaarden voldaan worden:

- Indien het enkel een toerentalregeling betreft:
  - ventilator j mag slechts één EPW-eenheid bedienen;
  - het toevoer- of afvoerkanaalnet waartoe ventilator j behoort mag enkel geregeld worden door toerentalregeling van ventilator j, zonder enig smoororgaan (manueel of automatisch) voor de regeling van dit net (lokaal, per zone, centraal of manueel);
  - bij manuele regeling moet ventilator j manueel regelbaar zijn met een regelknop die toegankelijk is in de betrokken EPW-eenheid, met minstens drie regelstanden.
- Indien het een toerentalregeling in combinatie met smoring betreft:
  - ventilator j mag een of meer EPW-eenheden bedienen;

- het toevoer- of afvoerkanaalnet waartoe ventilator j behoort moet uitgerust zijn met automatische ventielen voor lokale regeling, regeling per zone of centrale regeling voor dit net:
  - bij lokale regeling moet elke door ventilator j bediende ruimte uitgerust zijn met een automatisch ventiel;
  - bij regeling per zone moet elke door ventilator j bediende ruimte uitgerust zijn een automatisch ventiel;
  - bij centrale regeling (alleen als ventilator j meerdere EPW-eenheden bedient) moet elke door ventilator j bediende EPW-eenheid uitgerust zijn met een automatisch ventiel;
- het toerental van ventilator j en de opening van de verschillende automatische ventielen van het toevoer- of afvoerkanaalnet waartoe ventilator j behoort, moeten op gecombineerde wijze geregeld worden zodat er altijd minstens één ventiel in volledig open stand staat.

Om te behoren tot de regelstrategie "variabele toerentalregeling en constante druk", moet aan de volgende voorwaarden voldaan worden:

- ventilator j moet een ventilator zijn met een automatische regeling die een constante druk levert;
- het toevoer- of afvoerkanaalnet waartoe ventilator j behoort moet uitgerust zijn met ventielen voor lokale regeling, regeling per zone, centrale of manuele regeling voor dit net:
  - lokale regeling of regeling per zone:
    - ventilator j mag een of meer EPW-eenheden bedienen;
    - bij lokale regeling moet elke door ventilator j bediende ruimte uitgerust zijn met een automatisch ventiel;
    - bij regeling per zone moet elke door ventilator j bediende ruimte uitgerust zijn een automatisch ventiel;
  - centrale of manuele regeling:
    - ventilator j moet meerdere EPW-eenheden bedienen;
    - bij centrale regeling moet elke door ventilator j bediende EPW-eenheid uitgerust zijn met een automatisch ventiel;
    - bij manuele regeling moet elke door ventilator j bediende EPW-eenheid uitgerust zijn met een ventiel dat manueel regelbaar is met een regelknop die toegankelijk is in de betrokken EPW-eenheid, met minstens drie regelstanden.

11.2.3.2 Rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus – gedetailleerde berekening

Bepaal het elektrisch vermogen van elke ventilator(groep) j in verwarmingsmodus als volgt:

Eq. 279 $$\Phi_{fans,heat,j} = P_{fans,max,j}$$ (W)

met:

$P_{fans,max,j}$ het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor of van de elektromotor-ventilatorcombinatie van ventilator(groep) j, in W.

Voor de definitie van maximaal elektrisch vermogen wordt verwezen naar § 2.

Als een ventilator(groep) voor meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) instaat voor luchtverwarming (bv. een centraal systeem voor meerdere appartementen), wordt de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen bepaald door vermenigvuldiging van:

- de totale rekenwaarde, zoals hierboven bepaald;
- de verhouding tussen het maximale ontwerpdebiet van de beschouwde EPW-eenheid en het maximale totale ontwerpdebiet van de betreffende ventilator.

11.2.3.3 Bepaling van de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiemodus of in verwarmingsmodus functioneren

De conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat ventilator j respectievelijk in ventilatie- of in verwarmingsmodus functioneert, wordt gegeven door:

- indien ventilator j enkel voor luchtverwarming dient en niet instaat voor hygiënische ventilatie, dan geldt voor alle maanden:
  - $f_{vent,m,j} = 0$
  - $f_{heat,m,j}$ zoals bepaald met Eq. 281
- indien ventilator j enkel voor hygiënische ventilatie dient en niet instaat voor luchtverwarming, dan geldt voor alle maanden:
  - $f_{vent,m,j} = 1$
  - $f_{heat,m,j} = 0$
- indien ventilator j instaat voor zowel hygiënische ventilatie als luchtverwarming, dan geldt voor elke maand m:

Eq. 280 $f_{vent,m,j} = 1 - f_{heat,m,j}$ (-)

Eq. 281
$$f_{heat,m,j} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,j} \cdot t_m\right)\right]$$
(-)

met:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;
$P_{nom,j}$	het nominale vermogen van de luchtverwarmer[16], in kW;
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid die door ventilator j van luchtverwarming voorzien worden.

Indien ventilator j ook ruimten buiten de beschouwde EPW-eenheid verwarmt, wordt de teller (d.w.z. de maandelijkse bruto-energiebehoefte) vermenigvuldigd met de verhouding van het totale door ventilator j verwarmde volume tot de som van de volumes van de energiesectoren i binnen de beschouwde EPW-eenheid die verwarmd worden door ventilator j.

[16] Indien één ventilator meerdere luchtverwarmers bedient, moet voor $P_{nom,j}$ de som van de nominale vermogens van alle toestellen genomen worden.

11.3 Maandelijks elektriciteitsverbruik voor voorkoeling van toevoerlucht

Het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor voorkoeling van toevoerlucht wordt gegeven door:

Eq. 124

$$W_{aux,precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{soil/water,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar, zoals bepaald in § 11.3.1, in kWh;

$W_{evap,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling, zoals bepaald in § 11.3.2. in kWh.

Voor andere technologieën dient $W_{aux,precool,m}$ bepaald te worden volgens door de minister vastgelegde regels.

11.3.1 Maandelijks elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar als volgt:

Eq. 125

$$W_{soil/water,m} = \left[0,278 . t_m . w_{soil/water,m} . \left(\frac{\dot{V}_W}{3600} . f . \frac{L_{tube}}{D_{tube}} . 500 . \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2 + 150 . \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600} \right) \right] \quad \text{(kWh)}$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$w_{soil/water,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de bodem-water-warmtewisselaar inrekent, bepaald volgens § B.3, (-);

$\dot{V}_W$ het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h;

f een frictiefactor:

Eq. 126 Als Re < 2300:

$$f = \frac{64}{Re}$$

In alle andere gevallen geldt:

$$f = \left(1,58 . \ln(Re) - 3,28\right)^{-2} \quad \text{(-)}$$

met:

Re het getal van Reynolds, bepaald volgens § B.3, (-);

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;

L_{tube} de lengte van de grondbuis, in m;

n_{tube} het aantal parallelle buizen;

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ het hygiënische ventilatiedebiet in energiesector i, voor de koelberekeningen, bepaald volgens § 7.8.5, in m³/h.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z die aangesloten zijn op de warmtewisselaar.

11.3.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling

Het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling wordt gegeven door:

Eq. 127

$$W_{evap,m} = 0{,}278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{evap,m} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];

$w_{evap,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van het systeem voor verdampingskoeling inrekent, bepaald volgens § B.3.3, (-);

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ het hygiënische ventilatiedebiet in energiesector i, voor de koelberekeningen, bepaald volgens § 7.8.5, in m³/h.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z die aangesloten zijn op het systeem voor verdampingskoeling.

11.4 Maandelijks elektriciteitsverbruik van passieve koelsystemen

Het maandelijkse elektriciteitsverbruik van passieve koelsystemen wordt gegeven door:

Eq. 449

$$W_{aux,cool,geo+ngeo,m} = \sum_i \frac{1}{3{,}6} \cdot \left(\frac{1}{12} + f_{aux,dc,sec\,i}\right) \cdot (f_{cool,geo,sec\,i,m} + f_{cool,ngeo,sec\,i,m}) \cdot Q_{cool,net,princ,sec\,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$Q_{cool,net,princ,sec\,i,m}$ de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 8.5;

$f_{cool,geo,sec\,i,m}$ de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een op geocooling gebaseerd koelsysteem, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § 8.6.1, (-);

$f_{cool,ngeo,sec\,i,m}$ de verhouding, op maandbasis, tussen de koelenergie die door een niet op geocooling gebaseerd passief koelsysteem, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i geleverd wordt en de

	fundamentele netto-energiebehoefte voor koeling van energiesector i, bepaald volgens § 8.6.2, (-);
12	de EER van het op geocooling gebaseerde koelsysteem, conventioneel vastgelegd op 12;
$f_{aux,dc,sec\ i}$	de factor voor het hulpenergieverbruik van een systeem van externe koudelevering, zoals hieronder bepaald, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren van de EPW-eenheid die bediend worden door op geocooling gebaseerde koelsystemen.

Bepaal de factor $f_{aux,dc,sec\ i}$ als volgt:

- als een passief koelsysteem via externe koudelevering koelenergie levert aan energiesector i, wordt $f_{aux,dc,sec\ i}$ gelijk genomen aan 0,04;
- in alle andere gevallen wordt $f_{aux,dc,sec\ i}$ gelijk genomen aan 0.

12 Maandelijkse elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site en wkk-installaties op de site

12.1 Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

12.1.1 Principe

De maandelijkse elektriciteitsopwekking door een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem op de site wordt bepaald door de op het systeem invallende maandelijkse bezonning te vermenigvuldigen met het omzettingsrendement. Afgezien van de bepaling van de opbrengst, is de rekenmethode vergelijkbaar met die voor thermische zonne-energiesystemen. Wel is de impact van schaduwwerking of beschaduwing groter. Zodra verschillende delen van het PV-veld verschillende oriëntaties, hellingshoeken of beschaduwing hebben, moeten ze als verschillende systemen berekend worden.

Alleen fotovoltaïsche zonne-energiesystemen gelegen op het perceel van het gebouw met de betreffende EPW-eenheid worden in beschouwing genomen. Dit wil zeggen dat de panelen geplaatst zijn op het dak of op de gevel van het hoofdgebouw of van een hulpgebouw dan wel rechtstreeks op de grond geplaatst zijn (bv. volgpanelen).

Als een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem gedeeld wordt door meerdere EPB-eenheden (EPW / wooneenheden en/of EPN / niet-residentiële eenheden) en/of gebouwdelen die geen afzonderlijke (al dan niet verwarmde) EPB-eenheid vormen, wordt de opwekking verdeeld over de verschillende volumes naar rata van hun volume V_{EPR} of V_{EPNR} in verhouding tot het totale volume van de gebouwdelen die de opwekking door het gemeenschappelijke fotovoltaïsche zonne-energiesysteem delen.

12.1.2 Rekenregel

Bereken de maandelijkse elektriciteitsopwekking van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem i, in kWh, als volgt:

Eq. 128

$$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$P_{pv,i}$	het piekvermogen van het fotovoltaïsche systeem i, in W, bij een bezonningsstroom van 1000 W/m², bepaald volgens de norm NBN EN 60904-1, of volgens normen zoals IEC 61215 of IEC 61646, die uitdrukkelijk verwijzen naar de normenreeks IEC 60904;
$RF_{pv,i}$	reductiefactor van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem, berekend volgens § 12.1.4, (-);
$c_{pv,i}$	de correctiefactor voor beschaduwing, berekend volgens § 12.1.3;
$I_{s,m,i,shad}$	de zonne-instraling op het oppervlak van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage.

12.1.3 Correctiefactor voor beschaduwing

Bepaal de correctiefactor voor beschaduwing als volgt:

Eq. 129 $$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right)$$ (-)

met:

$I_{s,m,i,shad}$ de zonne-instraling op het oppervlak van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing van de vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage;

$I_{s,m,i,horshad}$ de zonne-instraling op het oppervlak van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, enkel rekening houdend met de beschaduwing van de horizon, in MJ/m², bepaald volgens Annexe C bij deze bijlage. De andere obstakels (overstekken en gelijkwaardige afschermingen) worden bij deze berekening dus buiten beschouwing gelaten.

In tegenstelling tot de regel die voor transparante scheidingsconstructies en thermische zonne-energiesystemen geldt, kan niet gerekend worden met de standaardwaarden F_S zoals gegeven in Annexe C bij deze bijlage. Detailingave van de beschaduwing is altijd verplicht voor fotovoltaïsche zonne-energiesystemen.

(Zijn er afgezien van de horizon geen extra obstakels die voor beschaduwing zorgen, dan geldt $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i} = 1$, en is er dus geen vermindering van de opbrengst.)

12.1.4 Reductiefactor van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem

Bepaal de reductiefactor van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem als volgt:

Eq. 427 $$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i}$$ (-)

met:

$G_{tech,pv,i}$ de prestatiewinst door de keuze voor dunne-filmtechnologie, (-), opgelijst in Tabel [40];

$G_{TL,pv,i}$ de prestatiewinst door de afwezigheid van transformator met galvanische scheiding in de omvormer, (-), opgelijst in Tabel [40];

$G_{inst,pv,I}$ de prestatiewinst door de manier van integratie (opbouw) in de schildelen van het gebouw, (-), opgelijst in Tabel [40].

Tabel [40] : Waarden van de parameters opgenomen in de berekening van de reductiefactor van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem $RF_{pv,i}$

Parameters	Kenmerk	Waarde (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Mono- of polykristallijne technologieën	0,00
	Dunne-filmtechnologieën	0,02

$G_{TL,pv,i}$	Omvormer met galvanisch gescheiden transformator	0,00
	Transformatorloze omvormer met galvanische isolatie(**)	0,01
$G_{inst,pv,I}$	Zonnepanelen geïntegreerd in de gevel van het gebouw	0,00
	Zonnepanelen niet geïntegreerd in de gevel van het gebouw	0,01
(*)Het type technologie dat wordt gebruikt, staat vermeld op het technische gegevensblad van de modules. (**) Transformerloos (zonder transformator) “TL” wordt meestal vermeld in de technische gegevens van de omvormer (onder “Topologie”).		

12.2 Warmtekrachtkoppeling (wkk)

12.2.1 Principe

In een wkk-installatie wordt gelijktijdig warmte en elektriciteit opgewekt. Het eindenergieverbruik (d.w.z. het brandstofverbruik) van de wkk-installatie wordt berekend in § 10.2.2 en § 10.3.2. In dit hoofdstuk wordt de elektriciteitsopwekking door de wkk-installatie bepaald. In § 13.8 wordt dit omgerekend naar de uitgespaarde hoeveelheid primaire energie.

12.2.2 Elektriciteitsopwekking

Bepaal de hoeveelheid elektriciteit die door wkk-installatie i op de site opgewekt wordt als volgt:

Eq. 130

$$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ het elektrische omzettingsrendement van de wkk-installatie, zoals bepaald in § A.2 van bijlage A.2 bij dit besluit;

$Q_{cogen,final,i,m}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van wkk-installatie i, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Bepaal het maandelijkse eindenergieverbruik van wkk-installatie i, overeenkomend met de hoeveelheid nuttige warmte die de installatie aan het gebouw kan leveren, als volgt:

Eq. 131

$$\begin{aligned} Q_{cogen,final,i,m} = & \sum_i f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} / \eta_{gen,heat,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,bathi,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bathi,m}) \cdot Q_{water,bathi,gross,m} / \eta_{gen,water,bathi,m,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,sinki,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sinki,m}) \cdot Q_{water,sinki,gross,m} / \eta_{gen,water,sinki,m,cogen} \end{aligned} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{heat,m,pref}$	het aandeel van de wkk-installatie in de warmtelevering van energiesector i, bepaald volgens § 10.2.2;
$f_{as,m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, bepaald volgens § 10.4. Met de index “heat, sec i” voor de warmtebehoefte van energiesector i en de indices “water,bath i” en “water,sink i” voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche of bad i en keukenaanrecht i;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;
$\eta_{gen,heat,cogen}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de wkk-installatie, bepaald volgens § 10.2.3, (-);
$f_{water,bath\ i,m,pref}$	het aandeel van de wkk-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.2;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,cogen}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de wkk-installatie voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);
$f_{water,sink\ i,m,pref}$	het aandeel van de wkk-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,cogen}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de wkk-installatie voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.3, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid die verwarmd worden met wkk-installatie i, en over alle douches, baden en keukenaanrechten i van de EPW-eenheid waaraan wkk-installatie i warmte voor de bereiding van warm tapwater levert.

13 Karakteristiek primair energieverbruik

13.1 Woord vooraf

Door de omzetting van eindenergieverbruik in primair energieverbruik worden de omrekenfactoren voor primaire energie in de energiebalans geïntroduceerd. Alle deeltermen worden vervolgens opgeteld om het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik te bepalen. Voor elektriciteit opgewekt door fotovoltaïsche of door wkk-installaties op de site wordt een bonus ingerekend die overeenkomt met de besparing aan brandstof in elektrische centrales.

13.2 Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik

Bepaal het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid als volgt:

Eq. 132

$$E_{\text{char ann prim en cons}} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} \\ + E_{p,cool,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$E_{p,heat,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 13.3;
$E_{p,water,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 13.4;
$E_{p,aux,m}$	het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik, in MJ, bepaald volgens § 13.5;
$E_{p,cool,m}$	het equivalente maandelijkse primaire energieverbruik voor koeling, in MJ, bepaald volgens § 13.6;
$E_{p,pv,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 13.7;
$E_{p,cogen,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site, in MJ, bepaald volgens § 13.8.

13.3 Primair energieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimteverwarming als volgt:

Eq. 386

$$E_{p,heat,m} = \sum_{i} \begin{pmatrix} f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{p,nprefk} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,nprefk} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{p,pref}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$f_{p,npref\ k}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming in energiesector i, met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2, in MJ;
$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor ruimteverwarming in energiesector i, met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

13.4 Primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor de bereiding van warm tapwater als volgt:

Eq. 387

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} \right) \right) + \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\ k} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} \right) \right)$$

(MJ)

met:

$f_{p,pref}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s) , zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$f_{p,npref\ k}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.2, en MJ;
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle douches en baden i en alle keukenaanrechten i van de EPW-eenheid.

13.5 Primair hulpenergieverbruik

Bepaal het primaire hulpenergieverbruik, $E_{p,aux,m}$, als volgt:

Eq. 450

$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{c} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} \\ + W_{aux,as,m} + W_{aux,precool,m} + W_{aux,cool,geo+ngeo,m} \end{array} \right) \quad \text{(MJ)}$$

met:

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de betreffende energiedrager, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$W_{aux,fans,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor ventilatoren in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.2, in kWh;
$W_{aux,dis,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.1, in kWh;
$W_{aux,gen,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor opwekking in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.2, in kWh;
$W_{aux,as,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.3, in kWh;
$W_{aux,precool,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor voorkoeling van toevoerlucht, bepaald volgens § 11.3, in kWh;
$W_{aux,cool,geo+ngeo,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koelsystemen op basis van passieve koelsystemen, bepaald volgens § 11.4, in kWh.

13.6 Equivalent primair energieverbruik voor koeling

Bepaal het equivalente maandelijkse primaire energieverbruik voor koeling als volgt:

Eq. 136

$$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{cool,final,sec\ i,m}$	het equivalente maandelijkse eindenergieverbruik voor koeling, bepaald volgens § 10.5, in kWh;
f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

13.7 Primaire energiebesparing dankzij elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen als volgt:

Eq. 137

$$E_{p,pv,m} = \sum_{i} \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i} \right)$$

(MJ)

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$W_{PV,m,i}$ de maandelijkse elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i, bepaald volgens § 12.1.2, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i, rekening houdend met de in § 12.1.1 vastgelegde distributieregels.

13.8 Primaire energiebesparing dankzij elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site als volgt:

Eq. 138

$$E_{p,cogen,m} = \sum_{i} \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i} \right)$$

(MJ)

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor zelfopgewekte elektriciteit door middel van de wkk-installatie, zoals vastgelegd in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$W_{cogen,i,m}$ de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit opgewekt door wkk-installatie i op de site, bepaald volgens § 12.2.2, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle wkk-installaties i op de site van de EPW-eenheid.

14 CO_2-uitstoot

14.1 Woord vooraf

Het eindenergieverbruik is samengesteld uit een deel verbruikte brandstoffen en een deel verbruikte elektriciteit. Dit gaat gepaard met een zekere CO_2-uitstoot. Elektriciteit die wordt opgewekt door fotovoltaïsche installaties en/of wkk-installaties zorgt voor een lagere CO_2-uitstoot bij de conventionele elektriciteitsopwekking en wordt daarom afgetrokken. Deze CO_2-uitstoot kan worden berekend per gedeeltelijk verbruik en daarna worden opgeteld om de karakteristieke jaarlijkse CO_2-uitstoot te verkrijgen.

De CO_2-emissiefactoren (fCO_2) van verschillende energiedragers zijn opgenomen in Annexe F bij deze bijlage.

14.2 Karakteristieke jaarlijkse CO_2-uitstoot

Bereken de karakteristieke jaarlijkse CO_2-uitstoot die het gevolg is van het energieverbruik van de EPW-eenheid als volgt:

Eq. 241

$$CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} \\ + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m} \end{pmatrix} \quad \text{(kg)}$$

$CO_{2,heat,m}$	de maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van ruimteverwarming, bepaald volgens § 14.3, in kg;
$CO_{2,water,m}$	de maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van de bereiding van warm tapwater, bepaald volgens § 14.4, in kg;
$CO_{2,aux,m}$	de maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van hulpfuncties, bepaald volgens § 14.5, in kg;
$CO_{2,cool,m}$	de equivalente maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van koeling, bepaald volgens § 14.6, in kg;
$CO_{2,PV,m}$	de maandelijks vermeden CO_2-uitstoot dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site, bepaald volgens § 14.7, in kg;
$CO_{2,cogen,m}$	de maandelijks vermeden CO_2-uitstoot dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site, bepaald volgens § 14.8, in kg.

14.3 Maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van ruimteverwarming

Bereken de maandelijkse CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid door ruimteverwarming als volgt:

Eq. 389

$$CO_{2,heat,m} = \sum_{i} \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{heat,fin,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_{k} \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{heatf,inal,sec\ i,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

met:

$f_{CO2,pref}$	de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager(s) van de preferente warmteopwekker(s), zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming in energiesector i, met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2 (MJ);
$f_{CO2,npref\ k}$	de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe FAnnexe F bij deze bijlage, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,npref\ k}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager(s) van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor ruimteverwarming in energiesector i, met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2 (MJ).

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

14.4 Maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van de bereiding van warm tapwater

Bereken de maandelijkse CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van de bereiding van warm tapwater als volgt:

$$CO_{2,water,m} = \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right) + \sum_i \left(\begin{array}{c} f_{CO2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(f_{CO2,npref\ k} \cdot f_{NCV/GCV,npref\ k} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k} \right) \end{array} \right)$$

Eq. 390 (kg)

met:

$f_{CO2,pref}$	de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager(s) van de preferente warmteopwekker(s), zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.2, en MJ;
$f_{CO2,npref\ k}$	de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,pref}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sink\ i,final,m,npref\ k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle douches en baden i en alle keukenaanrechten i van de EPW-eenheid.

14.5 Maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van hulpenergieverbruik

Bereken de maandelijkse CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van hulpfuncties als volgt:

Eq. 320

$$CO_{2,aux,m} = f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{c} W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} \\ + W_{aux,gen,m} + W_{aux,precool,m} \end{array} \right) \quad \text{(kg)}$$

met:

f_{CO2}	de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de beschouwde opwekker, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage; in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);
$W_{aux,fans,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor de ventilatoren in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.2, in kWh;
$W_{aux,dis,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.1, in kWh;
$W_{aux,gen,m}$	het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor opwekking in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.2, in kWh;

$W_{aux,precool,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor voorkoeling van toevoerlucht, bepaald volgens § 11.3, in kWh.

14.6 Maandelijkse CO_2-uitstoot als gevolg van koeling

Bereken de equivalente maandelijkse CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van koeling als volgt:

Eq. 245

$$CO_{2,cool,m} = \sum_i (s_{cool,i} \cdot f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final\,sec\,i,m})$$

(kg)

met:

$s_{cool,i}$ een vermenigvuldigingsfactor die per energiesector i bepaald wordt en waarvan de waarde gelijk is aan:

1, indien actieve koeling effectief geplaatst is;

0, indien geen actieve koeling geplaatst is;

f_{CO2} de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de beschouwde opwekker, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage; in (kg/MJ);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$Q_{cool,final,sec\,i,m}$ het equivalente maandelijkse eindenergieverbruik voor koeling, bepaald volgens § 10.5, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

14.7 Maandelijks vermeden CO_2-uitstoot dankzij elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site

Bereken de maandelijks vermeden CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site als volgt:

Eq. 246

$$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{PV,m,i}\right)$$

(kg)

met:

f_{CO2} de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de beschouwde opwekker, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage; in (kg/MJ);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$W_{PV,m,i}$ de maandelijkse elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i, bepaald volgens § 12.1.2, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i op de site van de EPW-eenheid, rekening houdend met de in § 12.1.1 vastgelegde distributieregels.

14.8 Maandelijks vermeden CO_2-uitstoot dankzij elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site

Bereken de maandelijks vermeden CO_2-uitstoot van de EPW-eenheid dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site als volgt:

Eq. 247

$$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}\right) \quad \text{(kg)}$$

met:

f_{CO2} de CO_2-emissiefactor van de energiedrager van de beschouwde opwekker, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, in (kg/MJ);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Annexe F bij deze bijlage, (-);

$W_{cogen,i,m}$ de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit opgewekt door wkk-installatie i op de site, bepaald volgens § 12.2.2, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle wkk-installaties i op de site van de EPW-eenheid.

15 Jaarlijks percentage hernieuwbare energie

15.1 Inleiding

De berekeningsmethode voor het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid wordt hieronder uiteengezet.

De volgende energietechnologieën worden in overweging genomen om dit jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid te berekenen:

- elektrische warmtepompen;
- elektrische energie die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa;
- elektrische energie die opgewekt wordt in een hernieuwbare energiegemeenschap;
- thermische energie die voorkomt uit biomassa (ongeacht of het gaat om een biomassaketel, biomassakachel of wkk-installatie die werkt met vaste biomassa);
- thermische zonne-energie;
- efficiënte externe warmtelevering.

Warmtepompen op gas worden niet meegerekend in het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid.

De elektriciteitsopwekking in situ door een wkk-installatie die niet werkt op vaste biomassa, wordt niet gevaloriseerd in de berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid.

De minister kan andere hernieuwbare energietechnologieën bepalen en nadere rekenregels vastleggen om ze in beschouwing te nemen ter berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid.

Voor een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer, wordt het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie berekend door ook rekening te houden met een valorisatie van niet-verbruikte energie in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van het gebouw zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis.

15.2 Berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid

Bereken het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPW-eenheid als volgt:

Eq. 451 $$\%_{RE} = 100 \,.\, \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \,.\, \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}} \quad (-)$$

met:

$Q_{RE,tech}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van de EPW-eenheid, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, in MJ, bepaald volgens **Eq. 452** hieronder;

Q_{tot} de jaarlijkse hoeveelheid verbruikte energie in de EPW-eenheid, in MJ, bepaald volgens **Eq. 453** hieronder;

$Q_{RE,sav}$ de jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van de EPW-eenheid, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire

energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald volgens **Eq. 454** hieronder. Deze niet-verbruikte hoeveelheid energie kan alleen gevaloriseerd worden voor de EPW-eenheden die deel uitmaken van een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer;

Q_{lim} de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald volgens **Eq. 455** hieronder.

Het resultaat moet naar beneden afgerond worden tot op één eenheid.

Bereken de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van de EPW-eenheid, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, als volgt:

Eq. 452 $Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$ (MJ)

met:

$Q_{RE\ th,HP}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door elektrische warmtepompen, in MJ, bepaald volgens § 15.4;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie van de EPW-eenheid die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa, in MJ, bepaald volgens § 15.5;

$Q_{RE\ el,REC}$ het aandeel van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie die opgewekt wordt in een hernieuwbare energiegemeenschap waaraan de EPW-eenheid deelneemt, in MJ, bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$Q_{RE\ th,bio}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door opwekkers die werken met biomassa, in MJ, bepaald volgens § 15.6;

$Q_{RE\ th,as}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 15.7;

$Q_{RE\ th,dh}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt en afkomstig is van efficiënte externe warmtelevering, in MJ, bepaald volgens § 15.8.

Bereken de jaarlijkse hoeveelheid energie die in een EPW-eenheid verbruikt wordt als volgt:

Eq. 453 $Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right) + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as}\right)$ (MJ)

met:

$E_{p,heat,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 13.3;

$E_{p,water,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 13.4;

$E_{p,aux,m}$ het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik van de EPW-eenheid, in MJ, bepaald volgens § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ het equivalente maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor koeling, in MJ, bepaald volgens § 13.6;

$Q_{RE\ th,HP}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door elektrische warmtepompen, in MJ, bepaald volgens § 15.4;

$Q_{RE\ th,as}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 15.7.

De jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van de EPW-eenheid, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, wordt als volgt bepaald:

Eq. 454 $$Q_{RE,sav} = \max\left[0\ ;\ Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m}\right)\right] \quad \text{(MJ)}$$

met:

Q_{lim} de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald volgens **Eq. 455** hieronder;

$E_{p,heat,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 13.3;

$E_{p,water,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 13.4;

$E_{p,aux,m}$ het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik van de EPW-eenheid, in MJ, bepaald volgens § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ het equivalente maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor koeling, in MJ, bepaald volgens § 13.6.

Deze niet-verbruikte hoeveelheid energie kan alleen gevaloriseerd worden voor de EPW-eenheden die deel uitmaken van een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer.

De grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, wordt als volgt bepaald:

Eq. 455 $$Q_{lim} = 3{,}6\ .\ A_{ch}\ .\ E_{spec,req} \quad \text{(MJ)}$$

met:

A_{ch} de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van de EPW-eenheid, in m²;

$E_{spec,req}$ de waarde van de na te leven eis voor het specifieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, in kWh/m² per jaar, vastgelegd in artikel 10/2, § 1, 3° van het besluit.

15.3 Beoordelingen op schaal van het gebouw

15.1

15.2

15.3

15.3.1 Berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van het gebouw

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie, zoals beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 456 $$\%_{RE,VP} = 100 \,.\, \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \,.\, \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}} \quad (-)$$

met:

$Q_{RE,tech,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van EPB-eenheid i, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens **Eq. 452** hierboven;
- voor een EPN-eenheid: volgens § 11.2 van bijlage A.3;

$Q_{tot,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid verbruikte energie in EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens **Eq. 453** hierboven;
- voor een EPN-eenheid: volgens § 11.2 van bijlage A.3;

$Q_{RE,sav,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van EPB-eenheid i, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens **Eq. 454** hierboven;
- voor een EPN-eenheid: volgens § 11.2 van bijlage A.3;

$Q_{lim,i}$ de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens **Eq. 455** hierboven;
- in geval van EPN-eenheid: volgens § 11.2 van bijlage A.3.

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume.

Het resultaat moet naar beneden afgerond worden tot op één eenheid.

15.3.2 Berekening van het peil van primair energieverbruik en van het specifieke jaarlijkse primaire energieverbruik op schaal van het gebouw, in geval van afwijking om technische redenen

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt het in geval van afwijking om technische redenen te berekenen peil van primair energieverbruik, beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 457 $E_{W,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}}{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}}$ (-)

met:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$ het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens § 13.2;
- voor een EPN-eenheid: volgens § 10.2 van bijlage A.3;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w,i}$ de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens Eq. 6;
- voor een EPN-eenheid: volgens bijlage C bij bijlage A.3.

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume die in aanmerking komen voor de afwijking om technische redenen.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt de in geval van afwijking om technische redenen na te leven eis betreffende het peil van primair energieverbruik, beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 458 $E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} \cdot E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$ (-)

met:

$E_{W,req,i}$ de waarde van de na te leven eis voor het peil van primair energieverbruik van EPB-eenheid i, zijnde:
- voor een EPW-eenheid: de waarde vastgelegd in art. 14/1, § 2, 1° van het besluit;
- voor een EPN-eenheid: de waarde vastgelegd in art. 14/1, § 3 van het besluit;

$A_{ch,i}$ de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van EPB-eenheid i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume die in aanmerking komen voor de afwijking om technische redenen.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

Als meerdere EPW-eenheden in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt het in geval van afwijking om technische redenen te berekenen specifieke jaarlijkse primaire energieverbruik, beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 459 $E_{spec,VP} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\sum_i E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}}{\sum_i A_{ch,i}}$ (kWh/m²)

met:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,i}$	het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPW-eenheid i, in MJ, bepaald volgens § 13.2;
$A_{ch,i}$	de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van EPW-eenheid i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle EPW-eenheden van het beschermde volume die in aanmerking komen voor de afwijking om technische redenen.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

15.4 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPW-eenheid door elektrische warmtepompen

Bepaal de hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die door elektrische warmtepompen verbruikt wordt in de EPW-eenheid, als volgt:

Eq. 460

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} \sum_i \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \right) \\ + \sum_i \sum_l \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{heat,m,npref\ l} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \right) \\ + \sum_j \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,\ bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,\ gross,m} \right) \\ + \sum_j \sum_l \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,\ bath\ j,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ l} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,\ gross,m} \right) \\ + \sum_k \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \right) \\ + \sum_k \sum_l \max\left[0 ; \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,\ sink\ k,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ l}}\right)\right] \cdot \left(w_{HP,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ l} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,\ gross,m} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

met:

$f_{p,env}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de hernieuwbare energie afkomstig van de omgeving, (-), zoals vastgelegd in bijlage F bij deze bijlage;

$\eta_{gen,heat,pref}$ het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), (-), bepaald volgens § 10.2.3;

$w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een elektrische warmtepomp instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPW-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref l"):

- indien ja: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{heat,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferente warmteopwekker(s), (-), bepaald volgens § 10.2.2;

$f_{as,[\ldots],m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, met de index "heat,sec i" voor ruimteverwarming in energiesector i en respectievelijk met de indexen "water,bath j" en "water,sink k" voor de bereiding van warm tapwater voor douche / bad j en keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 10.4;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 9.2.1;

$\eta_{gen,heat,npref\ l}$ het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) l, (-), bepaald volgens § 10.2.3;

$f_{heat,m,npref\ l}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de niet-preferente warmteopwekker(s) 1, (-), zoals bepaald volgens § 10.2.2;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, (-), bepaald volgens § 10.3.3;

$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$ het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad j, verbonden met de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s) l (volgens de index "pref" of "npref l"), (-), bepaald volgens § 10.3.3;

$w_{HP,water,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een elektrische warmtepomp instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index "bath j" of, naargelang van het geval, "sink i", via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref l"):

- indien ja: $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{water,[\ldots],m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de preferente warmteopwekker(s), met index "bath j" of, naargelang van het geval, "sink i", (-), bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 9.3.1;

$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ l}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) 1 voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, (-), bepaald volgens § 10.3.3;

$f_{water,[\ldots]m,npref\ l}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de niet-preferente warmteopwekker(s) 1, met index "bath j" of, naargelang van het geval, "sink i", (-), bepaald volgens § 10.3.2;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 10.3.3;

$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$ het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht k, verbonden met de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s) l (volgens de index "pref" of "npref l"), (-), bepaald volgens § 10.3.3;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 9.3.1;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ l}$ het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) 1 voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 10.3.3.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers 1, alle energiesectoren i, douches of baden j en over alle keukenaanrechten k van de EPW-eenheid en voor alle maanden m.

15.5 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid in situ opgewekte hernieuwbare elektrische energie van de EPW-eenheid

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie van de EPW-eenheid die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa, als volgt:

Eq. 461 $$Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

met:

$E_{p,pv,m}$ de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 13.7;

$E_{p,cogen,m}$ de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site, in MJ, bepaald volgens § 13.8.

15.6 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPW-eenheid door opwekkers die werken met biomassa

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door opwekkers die werken met biomassa, als volgt:

Eq. 462

$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_l w_{bio,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_l w_{bio,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_l w_{bio,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ l} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

met:

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een opwekker die werkt met biomassa instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPW-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref l”):

- indien ja: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,pref}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente opwekker(s), (-) , zoals vastgelegd in bijlage F van deze bijlage;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 10.2.2;

$f_{p,npref\ l}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) l, (-) , zoals vastgelegd in bijlage F bij deze bijlage;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 10.2.2;

$w_{bio,water,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een opwekker die werkt met biomassa instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index “bath j” of, naargelang van het geval, “sink i”, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref l”):

- indien ja: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);

- indien nee: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers 1, alle energiesectoren i, douches of baden j en over alle keukenaanrechten k van de EPW-eenheid en voor alle maanden m.

15.7 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPW-eenheid door thermische zonne-energiesystemen

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPW-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, als volgt:

Eq. 463 $$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,\ sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{p,env}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de hernieuwbare energie afkomstig van de omgeving, (-) , zoals vastgelegd in bijlage F bij deze bijlage;

$f_{as,[\ldots],m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, met de index “heat,sec i” voor ruimteverwarming in energiesector i en respectievelijk met de indexen “water,bath j” en “water,sink k” voor de bereiding van warm tapwater voor douche / bad j en keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 10.4;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 9.2.1;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 9.3.1;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 9.3.1.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i, over alle douches of baden j en over alle keukenaanrechten k van de EPW-eenheid en voor alle maanden m.

15.8 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie in de EPW-eenheid verbruikt en afkomstig van efficiënte externe warmtelevering

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie in de EPW-eenheid verbruikt en afkomstig van efficiënte externe warmtelevering, als volgt:

Eq. 464 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \begin{pmatrix} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_l \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_l \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_l \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ l} \cdot f_{p,dh,m,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l} \right) \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{RE\ th,dh,m}$ — het maandelijks beoordeelde aandeel van hernieuwbare thermische energie van het systeem voor efficiënte externe warmtelevering, (-), bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ — een wegingsfactor die bepaalt of een efficiënte externe warmtelevering instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPW-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref l"):

- indien ja: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ — de maandelijks beoordeelde omrekenfactor naar equivalente primaire energie van het systeem voor efficiënte externe warmtelevering naargelang dit geïdentificeerd wordt als preferente of niet-preferente warmteopwekker (volgens de index "pref" of "npref l"), (-), bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 10.2.2;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ l}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 10.2.2;

$w_{dh,water,[\ldots]}$ — een wegingsfactor die bepaalt of een efficiënte externe warmtelevering. instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index "bath j" of, naargelang van het geval, "sink i", via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref l"):

- indien ja: $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ l}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2;
$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ l}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) l voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 10.3.2.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers 1, alle energiesectoren i, douches of baden j en over alle keukenaanrechten k van de EPW-eenheid en voor alle maanden m.

Annexe A Behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten

Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten bij de bepaling van de energieprestatie, worden standaard de volgende twee vereenvoudigde mogelijkheden toegepast.

A.1 Mogelijkheid 1

Het is altijd toegelaten de buitengeometrie van de aangrenzende onverwarmde ruimten buiten beschouwing te laten.

- Voor de bepaling van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt aangenomen dat de temperatuur van de aangrenzende onverwarmde ruimten gelijk is aan de buitentemperatuur (d.w.z. reductiefactor b = 1). Er wordt geen doorzonning naar het beschermde volume in beschouwing genomen.
- Voor de berekening van de oververhittingsindicator en de bepaling van de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling wordt aangenomen dat de aangrenzende onverwarmde ruimte zich op dezelfde temperatuur bevindt als het beschermde volume (d.w.z. reductiefactor b = 0). Er worden met andere woorden geen transmissiewarmtestromen van het beschermde volume naar de aangrenzende onverwarmde ruimte in beschouwing genomen. Voor de bezonning wordt aangenomen dat de aangrenzende onverwarmde ruimte geen belemmering vormt.

A.2 Mogelijkheid 2

Deze mogelijkheid is enkel van toepassing indien de aangrenzende onverwarmde ruimte maar aan één energiesector grenst en indien er geen hygiënische ventilatie tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en het beschermde volume optreedt.

Voor de gevallen waarbij de aangrenzende onverwarmde ruimte aan meerdere energiesectoren grenst, kan de minister nadere regels bepalen om de aangrenzende onverwarmde ruimte op te delen in een aantal kleinere, fictieve aangrenzende onverwarmde ruimten die elk op zich maar aan één energiesector grenzen.

Wanneer meerdere aangrenzende onverwarmde ruimten ook onderling aan elkaar grenzen wordt conventioneel aangenomen dat er geen warmtetransmissie of luchtuitwisseling (hygiënisch of door in-/exfiltratie) tussen de aangrenzende onverwarmde ruimten plaatsvindt. Tevens wordt de scheidingsconstructie als opaak beschouwd.

In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijkgesteld aan nul.

Reductiefactor b wordt berekend volgens de nadere specificaties in bijlage B1 bij dit besluit. Voor de behandeling van de bouwknopen gelden dezelfde regels als in § 7.4 (onderscheid tussen enerzijds verwarmingsberekeningen en, anderzijds, berekeningen voor koeling en oververhitting).

De indirecte zonnewinsten van de aangrenzende energiesector (zie § 7.10.2) zijn gelijk aan de fractie (1-b) van de geabsorbeerde zonnewinsten in de aangrenzende onverwarmde ruimten. Zowel de reductiefactor b als de zonnewinsten kunnen verschillen voor enerzijds de berekeningen voor ruimteverwarming en, anderzijds, de berekeningen voor de oververhittingsindicator en

ruimtekoeling, omwille van een verschil in ventilatievoud en/of de gebruiksfactor van eventuele zonnewering.

Directe doorzonning van de aangrenzende onverwarmde ruimte wordt enkel beschouwd indien loodrecht op het middelpunt van de transparante scheidingsconstructie tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en het beschermde volume ook de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde ruimte transparant is. Bij bepaling van de beschaduwingshoeken van de transparante scheidingsconstructie tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en het beschermde volume wordt rekening gehouden met de geometrie van de aangrenzende onverwarmde ruimte (bv. opaak dak). De invallende bezonning op de transparante scheidingsconstructie tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en het beschermde volume wordt verminderd met het product $0,95 \cdot F_F \cdot g_g$ van de tegenoverliggende transparante buitenmuur. De directe doorzonning van de aangrenzende onverwarmde ruimte wordt in mindering gebracht van de totale binnenkomende zonnewinsten van de aangrenzende onverwarmde ruimte om de daarin geabsorbeerde zonnewinsten te bepalen.

Annexe B Hygiënisch ventilatiedebiet

Een beperkt volume met niet-residentiële bestemming kan deel uitmaken van een EPW-eenheid.

Voor het gedeelte van een gebouw met woonbestemming moeten de ventilatievoorzieningen voldoen aan de eisen als bedoeld in bijlage C.2 bij dit besluit. Deze leggen minimale ontwerpdebieten op. Hieronder wordt voor residentiële of woongedeelten met "geëist debiet" het minimale ontwerpdebiet in bijlage C.2 bij dit besluit bedoeld. Telkens als hieronder sprake is van "geëist buitenluchttoevoerdebiet" wordt het minimale ontwerptoevoerdebiet van de woonkamer integraal meegeteld (er wordt dus conventioneel verondersteld dat er geen recirculatie wordt toegepast).

De ventilatievoorzieningen van niet-residentiële gedeelten van een gebouw moeten voldoen aan de eisen als bedoeld in bijlage C.3 bij dit besluit. Hierin worden minimale ontwerpdebieten opgelegd (overeenkomend met een bepaalde minimale bezetting en een beoogde minimale luchtkwaliteit) waarvoor men de ventilatievoorzieningen moet ontwerpen. Het bouwteam mag hogere ontwerpdebieten vastleggen, overeenkomend met een hogere bezettingsgraad, een betere gewenste luchtkwaliteit, enz. Voor niet-residentiële gedeelten wordt hieronder met de term "geëist debiet" verwezen naar de door het bouwteam vastgelegde debieten.

In deze bijlage B worden verschillende termen van mechanische systemen in de zogenoemde "nominale" stand geëvalueerd. De nominale stand (van de ventilatie-installatie) wordt gedefinieerd in § 2.

De vermenigvuldigingsfactor m en de reductiefactor r voor voorverwarming worden per ventilatiezone bepaald. Ruimten van de EPW-eenheid waaraan geen eisen gesteld worden qua buitenluchttoevoer, doorvoer of afvoer naar buiten, worden samengenomen met een aangrenzende ventilatiezone. In geval van meerdere aangrenzende ventilatiezones worden deze ruimten samengenomen met die zones waarmee ze in voorkomend geval in contact staan via inwendige verbindingen. Indien er geen dergelijke verbindingen zijn, staat de keuze vrij.

Overeenkomstig de in § 5.3 vastgelegde regels voor de opsplitsing van een EPW-eenheid in energiesectoren kan een energiesector zich niet over meerdere ventilatiezones uitstrekken, aangezien een energiesector met hetzelfde type ventilatiesysteem uitgerust moet zijn. Wel kan een ventilatiezone uit verschillende energiesectoren bestaan, bijvoorbeeld omdat verschillende delen verschillende warmteafgiftesystemen hebben (bv. een woning met één enkel ventilatiesysteem, maar met radiatoren op de eerste verdieping en vloerverwarming op de begane grond).

De minister kan de regels vastleggen die men moet naleven bij debietmetingen per ruimte en die gebruikt worden in de gedetailleerde berekening van de factoren $m_{sec\ i}$ en r_{preh}.

B.1 Bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ voor het debiet

De vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ van energiesector i is gelijk aan de vermenigvuldigingsfactor van de ventilatiezone z waarvan de energiesector deel uitmaakt:

Eq. 139 $m_{heat,sec\ i} = m_{cool,sec\ i} = m_{overh,sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$ (-)

Bepaal de vermenigvuldigingsfactor van ventilatiezone z op de hieronder beschreven wijze.

B.1.1 Natuurlijke ventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt voor deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- met betrekking tot de toevoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen;
- met betrekking tot de afvoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen;
  - de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen.

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 140

$$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,zone\ z} + r_{leak,stack,zone\ z}}{r_{nat.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,zone\ z,def} + r_{leak,stack,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z}$	een correctiefactor voor de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{nat.supply,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{nat.exh,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{leak,\ stack,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.1.1 *Correctiefactor $r_{nat.supply,zone\ z}$*

Natuurlijke toevoeropeningen die getest zijn conform de norm NBN EN 13141-1 kunnen in een bepaalde klasse ingedeeld worden volgens Tabel [18]. Hierbij wordt beoordeeld in welke mate het debiet constant blijft bij variatie van het drukverschil.

Koppel de correctiefactor $r_{nat.supply,zone\ z}$ van ventilatiezone z conventioneel aan de indeling in klassen zoals aangegeven in Tabel [19]. De regelbare toevoeropening (RTO) met de hoogste correctiefactor bepaalt de waarde voor de volledige ventilatiezone. De standaardwaarde is 0,20.

Tabel [18] : Instelklasse in functie van het drukverschil

Drukverschil P	Debiet in functie van nominaal debiet op 2 Pa (q_N)				
(Pa)	Classe P_0	Classe P_1	Classe P_2	Classe P_3	Classe P_4
$0 \leq P < 2$ Pa		$\geq 0{,}8\square(P/2)$ en $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8\square(P/2)$ en $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8\square(P/2)$ en $\leq 1{,}20q_N$	$\geq 0{,}8\square(P/2)$ en $\leq 1{,}20q_N$
2 Pa	q_N	q_N	q_N	q_N	q_N
$2 < P < 5$ Pa	Voldoet niet aan klasse P_1	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}8q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}8q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}2q_N$
5 - 10 Pa		$\geq 0{,}70q_N$ en $\leq 2{,}3q_N$	$\geq 0{,}70q_N$ en $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}70q_N$ en $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}2q_N$
10 – 25 Pa		$\geq 0{,}50q_N$ en $\leq 3{,}0q_N$	$\geq 0{,}50q_N$ en $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}50q_N$ en $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}80q_N$ en $\leq 1{,}2q_N$
25 – 50 Pa		$\geq 0{,}30q_N$ en $\leq 3{,}0q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ en $\leq 2{,}0q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ en $\leq 1{,}5q_N$	$\geq 0{,}30q_N$ en $\leq 1{,}5q_N$
50 - 100 Pa		$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$	$\leq 2{,}0q_N$
100 - 200 Pa		$\leq 4{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$	$\leq 3{,}0q_N$

Tabel [19] : Correctiefactor $r_{nat.supply,zone\ z}$

Klasse van instelbare toevoeropening	$r_{nat.supply,zone\ z}$
P0	0,20
P1	0,18
P2	0,14
P3	0,08
P4	0,02

B.1.1.2 *Correctiefactor $r_{nat.exh,zone\ z}$*

Natuurlijke afvoeropeningen die niet zelfregelend zijn, krijgen als waarde: $r_{nat.exh,zone\ z} = 0{,}20$.
Dit is ook de standaardwaarde.
Betere waarden kunnen bepaald worden volgens door de minister vastgelegde regels.

B.1.1.3 *Correctiefactor $r_{leak,stack,zone\ z}$*

Bereken $r_{leak,stack,zone\ z}$ van ventilatiezone z conventioneel als volgt:

Eq. 141

$$r_{leak,stack,zone\ z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone\ z}} \quad (-)$$

met:

$\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$ het conventionele lekdebiet van natuurlijk afvoerkanaal k in ventilatiezone z, in m^3/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{req,exh,zone\ z}$ het geëiste totale afvoerdebiet van de ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van elke individuele ruimte, in m^3/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle natuurlijke afvoerkanalen k die aanwezig zijn in ventilatiezone z. Bepaal het lekdebiet $\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$ van een natuurlijk afvoerkanaal k bij de werkingsdruk volgens de door de minister bepaalde procedure of, bij gebrek daarvan, conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134. De conventioneel in beschouwing te nemen werkingsdruk is 2 Pa.

Neem in het geval dat geen meetresultaten voorgelegd worden, $r_{leak,stack,zone\ z} = 0{,}025$. Dit is de standaardwaarde.

B.1.2 Enkelstrooms mechanische toevoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt voor deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- met betrekking tot de toevoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen;
  - de luchtondichtheid van de mechanische toevoerkanalen;
- met betrekking tot de afvoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen;
  - de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen.

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 142

$$m_{zone\ z} = 1{,}0 + 0{,}5 \cdot \left(\frac{r_{mech.supply,zone\ z} + r_{nat.exh,zone\ z} + r_{leak,stack,zone\ z}}{r_{mech.supply,zone\ z,def} + r_{nat.exh,zone\ z,def} + r_{leak,stack,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{mech.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in elke individuele ruimte en de luchtondichtheid van de mechanische toevoerkanalen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in § B.1.1, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z}$	een correctiefactor voor de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in ventilatiezone z, zoals bepaald in § B.1.1, (-);
$r_{mech.supply,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{mech.supply,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{nat.exh,zone\ z}$, zoals bepaald in § B.1.1, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{leak,stack,zone\ z}$, zoals bepaald in § B.1.1, (-).

B.1.2.1 *Correctiefactor $r_{mech.supply,zone\ z}$*

Bereken $r_{mech.supply,zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 143

$$r_{mech.supply,zone\ z} = r_{adj.mech.supply,zone\ z} + \frac{\sum_{l} \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} \quad (-)$$

met:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$	de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l in ventilatiezone z, in de nominale stand van de ventilatie-installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid, zoals hieronder bepaald;
$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$	het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m^3/h, afgerond op de eenheid.

In de tweede term moet gesommeerd worden over alle toevoerkanaalnetten l in ventilatiezone z.

Bepaal de correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (in de nominale stand van de ventilatie-installatie) van de mechanische toevoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

  $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0{,}20$

  Dit is de standaardwaarde.

- Indien in ventilatiezone z de debieten (in de nominale stand van de ventilatie-installatie) van alle mechanische toevoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten (inclusief de recirculatiedebieten) tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

  $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten (inclusief de recirculatiedebieten) minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar een of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

Eq. 144

$$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0{,}20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} - 1{,}20\right\}\right] \quad (-)$$

  waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}$, in m³/h, afgerond op de eenheid) gesommeerd moeten worden over alle toevoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ is het geëiste totale mechanische toevoerdebiet in ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m³/h, afgerond op de eenheid;

- zo niet:

  $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0{,}20$

Bepaal de lekverliezen van alle toevoerkanaalnetten bij de werkingsdruk in ventilatiezone z als volgt:

- door elk toevoerkanaalnet te meten. De metingen worden uitgevoerd volgens de door de minister bepaalde procedure of, bij gebrek daaraan, conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134;
- de standaardwaarde bedraagt:

Eq. 145

$$\sum_k \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,k} = 0{,}18 \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

  Deze waarde is van toepassing:

  - indien voorgaande meting niet voor alle toevoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
  - indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze standaardwaarde.

B.1.3 Enkelstrooms mechanische afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt voor deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- met betrekking tot de toevoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen;
- met betrekking tot de afvoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen;

- de luchtondichtheid van de mechanische afvoerkanalen.

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 146

$$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \times \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{mech.extr,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{mech.extr,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in § B.1.1, (-);
$r_{mech.extr,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtondichtheid van de mechanische afvoerkanalen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{nat.supply,zone\ z}$, zoals bepaald in § B.1.1, (-);
$r_{mech.extr,zone\ z,def}$	de standaardwaarde voor $r_{mech.extr,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.3.1 *Correctiefactor $r_{mech.extr,zone\ z}$*

Bereken $r_{mech.extr,zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 147

$$r_{mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} \quad (-)$$

met:

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);
$\dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m in ventilatiezone z, in de nominale stand van de ventilatie-installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid, zoals hieronder bepaald;
$\dot{V}_{req,\ mech.extr,\ zone\ z}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van elke individuele ruimte, in m^3/h, afgerond op de eenheid.

In de tweede term moet gesommeerd worden over alle afvoerkanaalnetten m in ventilatiezone z.

Bepaal de correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (in de nominale stand van de ventilatie-installatie) van de mechanische afvoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

  $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0,20$

Dit is de standaardwaarde.

- indien in ventilatiezone z de debieten (in de nominale stand van de ventilatie-installatie) van alle mechanische afvoeropeningen gemeten zijn, geldt:
  - indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

    $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0$

  - indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar een of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

Eq. 148

$$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0{,}20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} - 1{,}20\right\}\right] \quad (-)$$

waarbij alle per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}$, in m³/h, afgerond op de eenheid) gesommeerd moeten worden over alle afvoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ is het geëiste totale mechanische afvoerdebiet in ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van elke individuele ruimte, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Zo niet geldt:

$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0{,}20$

Bepaal de lekverliezen van alle afvoerkanaalnetten bij de werkingsdruk in ventilatiezone z als volgt:

- door elk afvoerkanaalnet te meten. De metingen worden uitgevoerd volgens de door de minister bepaalde procedure of, bij gebrek daarvan, conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134;
- de standaardwaarde bedraagt:

Eq. 149

$$\sum_l \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,l} = 0{,}18 \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

Deze waarde is van toepassing:

- indien voorgaande meting niet voor alle afvoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
- indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze standaardwaarde.

B.1.4 Dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt voor deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- met betrekking tot de toevoer:

- de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen;
- de luchtondichtheid van de mechanische toevoerkanalen;

- met betrekking tot de afvoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen;
  - de luchtondichtheid van de mechanische afvoerkanalen.

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 150
$$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{all\ mech,zone\ z}}{r_{all\ mech,zone\ z,def}}$$
(-)

met:

$r_{all\ mech,zone\ z}$ een correctiefactor voor het gebrek aan luchtdichtheid van de toe- en afvoerkanalen en de eventueel gebrekkige afstelling van de toe- en afvoeropeningen in elke individuele ruimte van ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald, (-);

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ de standaardwaarde voor $r_{all\ mech,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.4.1 *Correctiefactor $r_{all\ mech,zone\ z}$*

Bereken $r_{all\ mech,zone\ z}$ per ventilatiezone z als volgt:

Eq. 151
$$r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max\left(\dot{V}_{calc,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z}\right)}{\max\left(\dot{V}_{req,mech.supply,\ zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}\right)}$$
(-)

met:

Eq. 152
$$\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} = r_{adj,mech.supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} + \sum_{l} \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l}$$
(m^3/h)

Eq. 153
$$\dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} + \sum_{m} \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$$
(m^3/h)

met:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in § B.1.2, (-);

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l in ventilatiezone z, in de nominale stand van de ventilatie-installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid, zoals bepaald in § B.1.2;

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m^3/h, afgerond op de eenheid;

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in § B.1.3, (-);
$\dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m in ventilatiezone z, in de nominale stand van de ventilatie-installatie, in m^3/h, afgerond op de eenheid, zoals bepaald in § B.1.3;
$\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m^3/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle toevoerkanaalnetten l en alle afvoerkanaalnetten m in ventilatiezone z.

B.2 Reductiefactor voor voorverwarming

De reductiefactor voor voorverwarming r van energiesector i is gelijk aan de reductiefactor voor voorverwarming van de ventilatiezone z waarvan de energiesector i deel uitmaakt:

Eq. 154 $r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$

Eq. 155 $r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Eq. 156 $r_{preh,overh,sec\ i} = r_{preh,overh,zone\ z}$

Bepaal de reductiefactor voor voorverwarming van ventilatiezone z door middel van een warmteterugwinapparaat op de hieronder beschreven wijze. Voorverwarming via doorgang doorheen een aangrenzende onverwarmde ruimte en/of doorheen een ondergronds aanvoerkanaal moet behandeld worden volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Als er geen voorverwarming plaatsvindt, is de waarde voor r in elk van de gevallen gelijk aan 1.

Een warmtepomp die de afvoerlucht als warmtebron gebruikt, wordt niet in deze bijlage behandeld:

- als de warmtepomp dient voor ruimteverwarming, gebeurt de inrekening volgens § 10.2.3.3;
- als de warmtepomp dient voor de bereiding van warm tapwater, gebeurt de inrekening volgens § 10.3.3.

Warmteterugwinapparaat in geval van dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie

In een ventilatiezone z met dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie is het mogelijk de toevoer van buitenlucht in min of meerdere mate voor te verwarmen met behulp van een warmtewisselaar die warmte onttrekt aan de afvoerlucht naar buiten. Toevoerlucht van buiten kan eventueel via verschillende luchtinlaten in ventilatiezone z binnengebracht worden. In dat geval is het mogelijk dat niet alle luchttoevoeren voorverwarmd worden. Omgekeerd kan de mechanische afvoer naar buiten eventueel via verschillende luchtuitlaten plaatsvinden en is het mogelijk dat op sommige van deze luchtstromen geen warmteterugwinning plaatsvindt. Indien ten slotte het totale mechanische toevoerdebiet verschilt van het totale mechanische afvoerdebiet in ventilatiezone z, zal

er noodzakelijkerwijs een ongecontroleerde extra luchtstroom (naar binnen of naar buiten) doorheen de gebouwschil optreden[17].

Ventilatoren met automatische debietregeling hebben een gunstige invloed op de reductiefactor voor voorverwarming, omdat de debietbalans behouden kan worden, ook wanneer de werkingsomstandigheden veranderen (bv. door vervuiling van filters, enz.). Automatische debietregeling is een producteigenschap die vastgesteld wordt voor alle ventilatoren van een ventilatorgroep en die inhoudt dat een regeling ervoor zorgt dat het geleverde debiet niet meer dan 5% afwijkt van de instelwaarde. Deze producteigenschap moet voor elke ventilator van de groep aan de hand van debietmetingen gecontroleerd worden voor het volledige debiet- en drukbereik van de ventilator.

In de meeste gevallen kan de reductiefactor voor ruimteverwarming als gevolg van de voorverwarming van de buitenluchttoevoer in ventilatiezone z door warmteterugwinning aan de hand van de volgende formule bepaald worden:

$$r_{preh,heat,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

Eq. 157 (-)

met:

$e_{heat,hr,p}$ een dimensieloze factor die de mate van warmteterugwinning op plaats p aangeeft, bepaald als volgt:

- indien de toevoerstroom van buitenlucht p niet voorverwarmd wordt, geldt: $e_{heat,hr,p} = 0$;
- indien de toevoerstroom van buitenlucht p wel voorverwarmd wordt met behulp van een warmteterugwinapparaat, geldt: $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Bepaal de factor r_p op de hieronder beschreven wijze. Het thermisch rendement $\eta_{test,p}$ van het warmteterugwinapparaat op plaats p wordt bepaald zoals beschreven in Annexe G bij deze bijlage. Een waarde voor het thermisch rendement mag slechts gebruikt worden op voorwaarde dat zowel $\dot{V}_{in,p}$ als $\dot{V}_{out,p}$ niet groter is dan het volumedebiet tijdens de proef, zoals gedefinieerd in Annexe G bij deze bijlage;

$\dot{V}_{in,p}$ het ingaande luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald op de hieronder beschreven wijze;

$\dot{V}_{out,p}$ het uitgaande luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald op de hieronder beschreven wijze.

Er moet gesommeerd worden over alle plaatsen p in ventilatiezone z waar mechanische buitenluchttoevoer en/of mechanische afvoer naar buiten plaatsvindt.

[17] Eenvoudigheidshalve wordt, net als in § 7.8.2, de mogelijke interactie tussen de in-/exfiltratieterm en de term voor hygiënische ventilatie conventioneel buiten beschouwing gelaten.

Bepaal het ingaande buitenluchtdebiet op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:

Eq. 158 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

waarbij de instelwaarde van het ingaande debiet op plaats p in de nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h, afgerond op de eenheid;

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 159 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ (m³/h)

Voor de bepaling van de lekverliezen van het toevoerkanaalnet $\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$, in m³/h, afgerond op de eenheid, gelden dezelfde regels als bij enkelstrooms mechanische toevoerventilatie (zie § B.1.2). Is geen meetwaarde van de lekverliezen beschikbaar, dan wordt de waarde ervan gelijkgesteld aan nul.

Worden de toevoerdebieten in de nominale stand van de ventilatie-installatie effectief gemeten in alle ruimten die via plaats p van buitenlucht voorzien worden, gebruik dan voor $\dot{V}_{mechsupply,p}$ de som van deze meetwaarden, in m³/h, afgerond op de eenheid. Stel in het andere geval $\dot{V}_{mechsupply,p}$ gelijk aan de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten per ruimte, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, houd dan voor de bepaling van de reductiefactor voor voorverwarming geen rekening met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal het luchtafvoerdebiet naar buiten op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:

Eq. 160 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

waarbij de instelwaarde van het uitgaande debiet op plaats p in de nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h, afgerond op de eenheid;

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 161 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extr\,duct,p}$ (m³/h)

Voor de bepaling van de lekverliezen van het afvoerkanaalnet $\dot{V}_{leak,extrductp}$, in m³/h, afgerond op de eenheid, gelden dezelfde regels als bij enkelstrooms mechanische afvoerventilatie (zie § B.1.3). Is geen meetwaarde van de lekverliezen beschikbaar, dan wordt de waarde ervan gelijkgesteld aan nul.

Worden de afvoerdebieten in de nominale stand van de ventilatie-installatie effectief gemeten in alle ruimten van waaruit via plaats p lucht naar buiten afgezogen wordt, gebruik dan voor $\dot{V}_{mechextr,p}$ de som van deze meetwaarden, in m³/h, afgerond op de eenheid. Stel in het andere geval $\dot{V}_{mechextr,p}$ gelijk aan de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, houd dan voor de bepaling van de reductiefactor voor voorverwarming geen rekening met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal r_p als volgt in het geval dat er warmteterugwinning is op plaats p:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:
  r_p=0,95

- voor alle andere gevallen geldt:
  r_p=0,85

Bepaal de reductiefactor voor de berekening van het oververhittingsrisico en de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling als volgt:

$$r_{preh,overh,zone\ z} = r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p};\dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

Eq. 162 (-)

waarbij de verschillende termen dezelfde zijn als hierboven, met uitzondering van $e_{cool,hr,p}$, waarvan de waarde als volgt bepaald wordt:

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is waarbij de doorgang doorheen de warmtewisselaar volledig afgesloten wordt, of op een andere manier volledig gedeactiveerd kan worden (bv. door een roterend warmtewiel stil te zetten), geldt:

Eq. 163 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is maar de doorgang doorheen de warmtewisselaar daarbij niet volledig afgesloten wordt of niet op een andere manier volledig gedeactiveerd wordt, geldt:

Eq. 164 $e_{cool,hr,p} = 0,5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- in alle andere gevallen geldt:

Eq. 165 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

B.3 Voorkoeling van ventilatielucht

B.3.1 Rekenregel

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor $r_{precool,seci,m}$ voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht om te voorzien in de koelbehoefte en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico in energiesector i is gelijk aan de maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van de ventilatiezone z waarvan de energiesector deel uitmaakt:

Eq. 166 $r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$ (-)

Indien er geen systeem voor voorkoeling van ventilatielucht in ventilatiezone z is, of indien slechts een gedeelte van het hygiënische ventilatiedebiet van ventilatiezone z gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, dan is $r_{precool,zone\ z,m}$ gelijk aan 1.

Indien meerdere EPB-eenheden gebruikmaken van hetzelfde systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, dan is de standaardwaarde voor $r_{precool,zone\ z,m}$ gelijk aan 1. Gunstigere waarden zijn te bepalen op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Indien er wel een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht aanwezig is en het hygiënische ventilatiedebiet van ventilatiezone z volledig gekoeld wordt met behulp van dit systeem, bepaal dan $r_{precool,zone\ z,m}$ als volgt:

Eq. 167
$$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)}{23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)}$$ (-)

met:

$e_{precool,m}$	de maandelijkse effectiviteit van het betreffende voorkoelsysteem, (-);
$\theta_{precool,ref,max,m}$	de referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling, in °C;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, ontleend aan Tabel [1];
$\Delta\theta_{e,m}$	een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto-energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Voor twee types technologieën wordt een uitdrukking voor $e_{precool,m}$ en $\theta_{precool,ref,max,m}$ uitgewerkt in volgende paragrafen. Voor andere technologieën dient $r_{precool,zone\ z,m}$ bepaald te worden volgens door de minister vastgelegde regels.

B.3.2 Bodem-water-warmtewisselaar

In de bodem geplaatste warmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of op te warmen (voorkoeling / voorverwarming). Hierbij wordt de thermische massa van aarde gebruikt om warmte over te dragen. Op voldoende diepte is de grondtemperatuur stabiel. Dit wil zeggen dat de toegevoerde ventilatielucht in de zomer afgekoeld en in de winter opgewarmd kan worden. Bij bodem-water-warmtewisselaars wordt water door een reeks buizen geleid, die via een collector

aan een luchtbatterij gekoppeld zijn. De lucht wordt opgewarmd of gekoeld door het water dat door een pomp in circulatie gebracht wordt via de buizen.

B.3.2.1 *Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem*

Voor een bodem-water-warmtewisselaar is de standaardwaarde:

Eq. 168 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m}$$ (-)

met:

$w_{soil/water,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de bodem-water-warmtewisselaar inrekent, (-):

Eq. 169 als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ stel dan $w_{soil/water,m} = 0$

als $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ stel dan $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ stel dan $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

waarin:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];

$\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuizen, zoals bepaald in § B.3.2.2, in °C.

B.3.2.2 *Referentietemperatuur voor maximale temperatuurverlaging $\theta_{precool,ref,max,m}$*

De referentietemperatuur voor de bepaling van de prestatie van de bodem-water-warmtewisselaar wordt gegeven door:

Eq. 170 $$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt}\theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W}\left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right)}{\left(1 - \frac{0{,}34\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt} - 1}\right)}$$ (°C)

met:

$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$ het hygiënische ventilatiedebiet van energiesector i, voor de koelberekeningen, zoals bepaald volgens § 7.8.4, in m³/h;

$\dot{V}_w$ het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h;

e_{wt} de effectiviteit van de bodem-water-warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald;

$\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuizen, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];

$\Delta\theta_{e,m}$ een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto-energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z die aangesloten zijn op de bodem-water-warmtewisselaar.

Voor de bepaling van de maandgemiddelde bodemtemperatuur $\theta_{soil,m}$, moet men onderscheid maken tussen horizontale en verticale grondbuizen:

- horizontale grondbuizen: ontleen de maandgemiddelde bodemtemperatuur aan
- Tabel [20];
- verticale grondbuizen: bepaal de maandgemiddelde bodemtemperatuur met onderstaande formule:

Eq. 171

$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$, $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ en $\theta_{soil,5m,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur op respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte, ontleend aan Tabel [20], in °C;

$L_{soil/water}$ de maximale diepte van de grondbuis, in m.

Tabel [20] : Gemiddelde grondtemperatuur voor de bepaling van $\theta_{soil,m}$

	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Voor tussenliggende diepten wordt de tabel geïnterpoleerd.

De effectiviteit van de bodem-water-warmtewisselaar wordt gegeven door:

Eq. 172

$$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_W}} \quad (-)$$

met:

α_{wt} de warmtedoorgangscoëfficiënt van de buizen in de bodem-water-warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/m².K;

A_{wt} de warmte-uitwisselingsoppervlakte van de buizen, zoals hieronder bepaald, in m²;

$\dot{V}_w$ het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h.

De warmtedoorgangscoëfficiënt van de buizen α_{wt} wordt gegeven door:

Eq. 173

$$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube} \right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) \right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1}$$

(W/(m².K))

met:

α_i	de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de buis van de warmtewisselaar voor voorkoeling, zoals hieronder bepaald, in W/m².K;
t_{soil}	de in rekening gebrachte dikte van het grondmassief rond de buis, zoals hieronder bepaald, in m;
D_{tube}	de binnendiameter van de buis, in m;
t_{tube}	de wanddikte van de buis, in m;
λ_{tube}	de thermische geleidbaarheid van de buis, in W/m.K;
λ_{soil}	de thermische geleidbaarheid van de grond, gelijk te nemen aan 2, in W/m.K.

De inwendige convectiecoëfficiënt wordt gegeven door:

- voor water:

Eq. 174

$$\alpha_i = 0{,}58 \frac{Nu}{D_{tube}}$$

(W/(m².K))

voor een water-glycoloplossing (alle types):

Eq. 175

$$\alpha_i = 0{,}43 \frac{Nu}{D_{tube}}$$

(W/(m².K))

met:

Eq. 176

$$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5\right)^{1/5}$$

(-)

Eq. 177

$$Nu_{lam} = \left[3{,}66^3 + 1{,}61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$

(-)

met:

Eq. 178

$$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12{,}7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$

(-)

met:

Eq. 179

$$f_{turb} = \left(1{,}58 \cdot \ln Re - 3{,}28\right)^{-2}$$

(-)

met:

- voor water:

Eq. 180

$$Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}} \quad (-)$$

Pr = 7

- voor een water-glycoloplossing (alle types):

Eq. 181

$$Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}} \quad (-)$$

Pr = 12,5

De in rekening gebrachte dikte van het grondmassief rond de buis, t_{soil}, wordt gegeven door:

Eq. 182

$$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ als } p_{tube} - D_{tube} < 0{,}5$$

$$t_{soil} = 0{,}25 \text{ als } p_{tube} - D_{tube} \geq 0{,}5 \quad (m)$$

met:

p_{tube} de afstand tussen de parallelle buizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m.

De warmte-uitwisselingsoppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

Eq. 183

$$A_{wt} = \pi . D_{tube} . L_{tube} . n_{tube} \quad (m^2)$$

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m;

L_{tube} de lengte van de buis, in m;

n_{tube} het aantal parallelle buizen, (-).

B.3.3 Verdampingskoeling

Verdampingskoeling (of adiabate koeling) berust in principe op een methode om door injectie van water de toevoerlucht van een gebouw te koelen. Er bestaat een groot aantal variaties van deze technologie, met verschillende voorbehandelingen en terugwinningstechnologieën. De prestaties van verdampingskoelsystemen lopen sterk uiteen naargelang van de wijze waarop deze systemen ontworpen zijn.

Indien gewoon water in de toe- of afgevoerde ventilatielucht geïnjecteerd wordt, pas dan de onderstaande methode toe. Bepaal voor andere, complexere systemen de factor $r_{precool,zone\ z,m}$ volgens het beginsel van gelijkwaardigheid.

B.3.3.1 *Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem*

Voor verdampingskoeling is de standaardwaarde voor de effectiviteit:

Eq. 184 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

met:

$w_{evap,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van het verdampingskoelsysteem inrekent, (-):

Eq. 185 als $Q_{cool,net,m} \leq 0$ stel dan $w_{evap,m} = 0$

als $Q_{cool,net,m} > 0$ stel dan $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

met:

$Q_{cool,net,seci,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald zonder het beschouwde verdampingskoelsysteem in rekening te brengen, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z die gebruikmaken van verdampingskoeling.

B.3.3.2 *Referentietemperatuur voor maximale temperatuurverlaging $\theta_{precool,ref,max,m}$*

Indien gewoon water in de toe- of afgevoerde ventilatielucht geïnjecteerd wordt, is de referentietemperatuur gelijk aan de natteboltemperatuur van de respectieve luchtstroom. De standaardwaarde voor $\theta_{precool,ref,max,m}$ wordt gelijkgesteld aan de maandgemiddelde natteboltemperatuur ontleend aan Tabel [21].

Tabel [21] : Maandelijkse gemiddelde vochtige temperatuur (°C)

Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Maandelijkse bezonning

C.1 Inleiding

In deze bijlage worden de rekenalgoritmes beschreven voor de berekening van de maandelijkse bezonning op een willekeurig oppervlak j. De bezonning wordt berekend bij transparante scheidingsconstructies, passieve zonne-energiesystemen, thermische zonnecollectoren en fotovoltaïsche zonne-energiesystemen. Voor de gebruiker is enkel § C.2 van belang, waar gedefinieerd wordt hoe beschaduwing gekarakteriseerd wordt.

De helling θ_j van vlak j is de in graden uitgedrukte hoek tussen de verticaal (loodlijn) en de normaal op vlak j. Voor een horizontaal oppervlak is de helling 0°, voor een verticaal oppervlak 90°.

De oriëntatie $\square_j$ is de in graden uitgedrukte hoek tussen het zuiden en de horizontale projectie van de normaal op vlak j. In de richting van het westen is de oriëntatie positief, in de richting van het oosten negatief.

C.2 Schematisering van de beschaduwing

C.2.1 Algemeen

Een zonontvangend oppervlak j kan beschaduwd worden door gebouwvreemde omgevingselementen, obstakels of belemmeringen genoemd, en door gebouwgebonden elementen, horizontale of verticale overstekken genoemd. Belemmeringen schermen de directe zonnestraling af als de zon onder een bepaalde hoogte daalt. Horizontale overstekken schermen de directe zonnestraling af als de zon boven een bepaalde hoogte staat en zijdelingse overstekken schermen de directe zonnestraling af als de uurhoek kleiner of groter is dan een bepaalde waarde. Belemmeringen zijn de omringende gebouwen, bomen en heuvels. Overstekken bestaan uit overstekende dakranden, balkons, horizontale luifels en doorschietende zijmuren.

C.2.2 Geometrie van een belemmering

Belemmeringen worden geschematiseerd door één vlak, verticaal belemmeringsvlak genoemd. De horizonhoek α_h is de hoek tussen het horizontale vlak en de verbindingslijn van het middelpunt van het zonontvangend vlak met de bovenrand van het verticale belemmeringsvlak.

C.2.3 Geometrie van overstekken

Overstekken worden geschematiseerd door één horizontaal overstekvlak en twee verticale overstekvlakken, gedefinieerd via een verticale overstekhoek α_v (0° bij afwezigheid van een horizontale overstek, maximale waarde 180°), via een linker overstekhoek α_{sL} (0° bij afwezigheid van een linker overstek, maximale waarde 180°) en via een rechter overstekhoek α_{sR} (0° bij afwezigheid van een rechter overstek, maximale waarde 180°) zoals aangegeven in Figuur [1].

Toelichting: de overstekgrenzen vormen een rechthoek op een groothoekfoto (genomen met een fisheye-objectief) vanuit het middelpunt van het beschouwde vlak in de richting loodrecht op dat vlak. Deze rechthoek wordt vlakhemel genoemd en komt overeen met het deel van de hemel dat vanuit het vlak zichtbaar is.

Figuur [1]: Geometrie van overstekken

C.2.4 Standaardwaarden

Indien standaardwaarden gebruikt worden moeten deze van toepassing zijn op alle hoeken van het zonontvangend vlak. Gebruik voor vaste afschermhoeken de volgende standaardwaarden:

- voor verwarmingsberekeningen en zonnecollectoren:
  - horizonhoek α_h: 25°
  - linker overstekhoek α_{sL}, rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek α_v: 0°
- voor de koelbehoefte en oververhittingsindicator:
  - horizonhoek α_h: 15°
  - linker overstekhoek α_{sL}, rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek α_v: 0°

Ter herinnering: voor fotovoltaïsche installaties gelden deze standaardwaarden niet en is het verplicht de beschaduwing steeds in detail in te geven (zie § 12.1).

C.3 Maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd vlak

C.3.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, onbeschaduwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonning:

Eq. 186 $$I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad}$$ (MJ/m²)

met:

$I_{s,dir,m,j,unshad}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,unshad}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,unshad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

C.3.2 Directe bezonning

De maandelijkse directe bezonning wordt berekend op basis van een karakteristieke dag voor de maand. Dit is de vijftiende dag van elke maand. Het dagnummer van de karakteristieke dag geeft het aantal dagen vanaf 1 januari (365 dagen), zie Tabel [1].

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak als volgt:

Eq. 187

$$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor}\right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad \text{(MJ/m²)}$$

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1];

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1];

$Q_{s,dir,char,j}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak j voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m².dag);

$Q_{s,dir,char,hor}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak j voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m².dag).

Bereken de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak en de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand als volgt:

Eq. 188

$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\left\{0 \,;\, \left[q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,j} \times \Delta\omega\right]\right\} \quad \text{(J/(m².dag))}$$

Eq. 189

$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\left\{0 \,;\, \left[q_{s,dir,n} \,.\, \cos \chi_{s,hor} \,.\, \Delta\omega\right]\right\} \quad \text{(J/(m².dag))}$$

met:

$q_{s,dir,n}$ de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting voor de karakteristieke dag van maand, in W/m², zoals hieronder berekend;

ω de uurhoek (180° om middernacht, 90° om 6 uur, 0° op het middaguur, -90° om 18 uur);

$\Delta\omega$ de stap in uurhoek, in ° (1 uur = 15°);

ω_1 de kleinste uurhoek ('s morgens) waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ en $\cos\chi_{s,j}$ groter zijn dan nul;

ω_2	de kleinste uurhoek ('s avonds) waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ en $\cos\chi_{s,j}$ nog groter zijn dan nul;
ω_3	de kleinste uurhoek ('s morgens) waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter is dan nul;
ω_4	de grootste uurhoek ('s avonds) waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ nog groter is dan nul;
$\chi_{s.j}$	de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op vlak j, in graden, zoals hieronder berekend;
$\chi_{s.hor}$	de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op het horizontale vlak, in graden, zoals hieronder berekend;
240	de omrekenfactor van uurhoek naar s.

Neem als tijdstap bij de berekening een uurhoek van 15°.

Bepaal voor de karakteristieke dag van elke maand per uur de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting als volgt:

Eq. 190
$$q_{s,dir,n} = \max\left[0;1353.\left(1+0,033.\cos\left(\frac{360.d}{365}\right)\right).\exp\left(-m_{path}.d_R.T_L\right)\right] \quad (W/m^2)$$

met:

d	het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1];
m_{path}	de wegfactor, in m^{-1};
d_R	de optische weglengte, in m;
T_L	de troebelheidsfactor van de atmosfeer, (-).

De wegfactor, de optische weglengte en de troebelheidsfactor worden gegeven door:

Eq. 416
$$m_{path} = \frac{0,992}{\sin(\beta) + 0,15.(\beta + 3,885)^{-1,253}} \quad (m^{-1})$$

Eq. 192
$$d_R = 1,4899 - 2,1099\cos(\beta) + 0,6322\cos(2.\beta) + 0,0253\cos(3.\beta) - 1,0022\sin(\beta) + 1,0077\sin(2.\beta) - 0,2606\sin(3.\beta) \quad (m)$$

Eq. 417
$$T_L = 3,372 + 0,053.\beta - 0,296.\cos(30.m) \quad (-)$$

met:

β	de zonnehoogtehoek, in graden;
m	het rangnummer van de maand (januari is 1, februari 2, enz.). Het argument van de cos(inus) is uitgedrukt in graden.

De zonnehoogtehoek is gelijk aan:

Eq. 194
$$\beta = \max\left[0;90 - \arccos\left[\cos\varphi.\cos\delta.\cos\omega + \sin\varphi.\sin\delta\right]\right] \quad (°)$$

met:

φ	de breedteligging, voor Ukkel +50,8°;

δ de declinatiehoek voor elk van de karakteristieke dagen, in graden, gelijk aan

Eq. 195 $$\delta = \arcsin\left[-\sin(23,45).\cos\left(\frac{360}{365}.(d+10)\right)\right]$$ (°)

met:

d het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1].

Bepaal de invalshoek van de zon op het vlak j en op het horizontale vlak als volgt:

Eq. 418 $$\cos(\chi_{s,j}) = \begin{pmatrix} 0,775.\left[\sin(\delta).\cos(\theta_j)+\cos(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j).\cos(\varpi)\right] \\ -0,632.\left[\sin(\delta).\sin(\theta_j).\cos(\phi_j)-\cos(\delta).\cos(\theta_j).\cos(\varpi)\right] \\ +\left[\cos(\delta).\sin(\theta_j).\sin(-\phi_j).\sin(\varpi)\right] \end{pmatrix}$$ (-)

Eq. 197 $$\chi_{s.hor} = 90 - \beta$$ (-)

C.3.3 Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd vlak als volgt:

Eq. 198 $$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor}.\ c_m.\left(\frac{1+\cos\theta_j}{2}\right)$$ (MJ/m²)

met:

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1];

c_m een correctiefactor voor het anisotrope karakter van diffuse straling, zie Tabel [22] hieronder;

θ_j de helling van vlak j, in graden (d.w.z. de hoek tussen de verticaal (loodlijn) en de normaal op vlak j).

Tabel [22] : Correctiefactor c_m voor het anisotrope karakter van de diffuse straling

		Oriëntatie (°)								
		0 (S)	±22,5	±45	±67,5	±90 (E/O)	±112,5	±135	±157,5	±180 (N)
Helling (°)	0 (H)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	22,5	1,03	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
	45	1,05	1,04	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,92	0,92
	67,5	1,06	1,05	1,03	0,99	0,94	0,90	0,86	0,84	0,83
	90 (V)	1,06	1,04	1,00	0,94	0,87	0,81	0,76	0,73	0,71
	112,5	0,98	0,97	0,92	0,85	0,76	0,68	0,63	0,60	0,60
	135	0,80	0,78	0,74	0,67	0,59	0,53	0,49	0,47	0,47
	157,5	0,58	0,56	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40	0,34
	180	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een tweede stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

C.3.4 Gereflecteerde bezonning

Bepaal de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een onbeschaduwd vlak als volgt:

Eq. 199
$$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos\theta_j}{2} \right) \quad (MJ/m^2)$$

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

C.4 Maandelijkse bezonning op een beschaduwd vlak

C.4.1 Voor een horizonhoek $\alpha_h \leq 60°$

C.4.1.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, beschaduwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonning:

Eq. 200
$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (MJ/m^2)$$

met:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

C.4.1.2 *Directe bezonning*

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op het beschaduwde vlak ($I_{s,dir,m,j,shad}$) op dezelfde wijze als voor een onbeschaduwd vlak. Pas bij de berekening van de dagelijkse directe bezonning op het beschouwde vlak voor de karakteristieke dag van de betreffende maand wel de volgende regels toe voor elke uurhoek waarbij de zon boven de horizon staat:

- Stel voor uurhoeken tussen ω_1 en ω_2, waarvoor de zonnehoogte β kleiner is dan de horizonhoek α_h, de directe bezonning gelijk aan nul.
- Voer voor de overige uurhoeken een bolcoördinatentransformatie uit voor de azimutale hoek van de zon γ_s en de zonnehoogte β naar een assenstelsel waarvoor de belemmeringen gedefinieerd worden. Dit resulteert in de getransformeerde hoeken γ_s' en β'.
- Indien het punt (γ_s', β') buiten de vlakhemel valt wordt de directe bezonning gelijkgesteld aan nul. Zo niet wordt de directe bezonning gelijkgesteld aan de onbeschaduwde waarde.

De azimutale hoek van de zon γ_s wordt gegeven door:

Eq. 201

$$\gamma_s = -\mathrm{sign}(\omega) . \arccos\left(\frac{\cos(\chi_{s,hor}) . \sin(\varphi) - \sin(\delta)}{\sin(\chi_{s,hor}) . \cos(\varphi)}\right) \quad (-)$$

C.4.1.3 *Diffuse bezonning*

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een beschaduwd vlak als volgt:

Eq. 202

$$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} . \left(\frac{1+\cos(\theta_j)}{2}\right) . c_m . c_n \quad (MJ/m^2)$$

Eq. 203

$$c_n = \frac{\left(\left(\frac{180-\theta_j}{90}\right) . (1-\sin(\alpha_h)) - (1-\cos(\alpha_v))\right) . (180-\alpha_{sL}-\alpha_{sR})}{2 . (180-\theta_j)} \quad (-)$$

met:

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

Indien de formule ter bepaling van c_n leidt tot een negatief getal, stel dan $c_n = 0$.

C.4.1.4 *Gereflecteerde bezonning*

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een willekeurig vlak als volgt:

Eq. 204 $$I_{s,refl,m,j,shad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right)$$ (MJ/m²)

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

C.4.2 Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60°$

Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60°$ wordt onderscheid gemaakt tussen obstakels die vastzitten aan het gebouw (= gebouwgebonden belemmeringen) en obstakels uit de omgeving (= omgevingsbelemmeringen).

Bereken de maandelijkse bezonning van een beschaduwd vlak j als volgt:

Eq. 205 $$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$$ (MJ/m²)

met:

$F_{s,m,j,env\ obst}$ de beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving, (-);

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ de bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, rekening houdend met de beschaduwing door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m².

C.4.2.1 *Bezonning $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$*

De bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, rekening houdend met de beschaduwing door obstakels die vastzitten aan het gebouw, $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$, wordt als volgt berekend.

Hierbij wordt uitgegaan van een bezonning $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ die gelijk is aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonning door enkel rekening te houden met obstakels die vastzitten aan het gebouw (horizonhoek $\alpha_h = 0°$):

Eq. 206 $$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$ (MJ/m²)

met:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,dif,m,j,shad}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,shad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m².

C.4.2.2 *Beschaduwingsfactor*

De beschaduwingsfactor $F_{s,m,j,env\ obst}$ wordt berekend door lineaire interpolatie op basis van de volgende vergelijking:

Eq. 207
$$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60°} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

waarin:

$F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ de beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van 60°.

Ontleen de waarden voor $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ aan de tabellen C0, als functie van de oriëntatie en de helling van het beglaasde oppervlak.

C.4.2.3 *Beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van 60°*

Dit deel bevat de tabellen C0 met de maandelijkse waarden voor de beschaduwingsfactoren $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ voor een reeks oriëntaties en hellingen van beglaasde oppervlakken.

De waarden worden gegeven voor een horizonhoek van 60°, zijnde de hoek vanaf dewelke de gedetailleerde manier van inrekenen van de beschaduwing gewijzigd is.

Voor niet in de tabellen vermelde oriëntaties en hellingen moet eerst geïnterpoleerd worden volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een tweede stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Voor hellingshoeken groter dan 90° zijn de waarden voor een hellingshoek van 90° van toepassing.

Tabel C0: **Beschaduwingsfactoren – Obstructiehoek 60°**

Tableau C0/ Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Février	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juin	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juillet	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Octobre	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tableaux C0 : Facteurs d'ombrage – Angle d'obstruction de 60°

Tableau C0 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Février	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juillet	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Octobre	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tableau C0/ Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Février	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mars	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juin	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juillet	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tableau C0 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Mars	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Avril	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mai	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juin	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Septembre	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Octobre	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Novembre	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Février	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Mars	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Avril	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mai	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juin	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juillet	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Août	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Septembre	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Octobre	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Mars	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Avril	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juin	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Septembre	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Octobre	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Février	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Mars	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Avril	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mai	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juin	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juillet	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Août	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Septembre	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Octobre	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Décembre	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tableau C0 / Orientation ϕ = -45° (SUD - EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Février	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juillet	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Novembre	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Facteur d'utilisation $a_{c,m,j}$: tableaux

Les tableaux C1 à C3 reprennent les valeurs mensuelles des facteurs d'utilisation $a_{c,m,j}$ des protections solaires pour une série d'orientations et d'inclinaisons de surfaces ensoleillées.

Pour les orientations et les inclinaisons non reprises dans les tableaux C1 à C3, il faut faire une interpolation linéaire, en premier lieu suivant l'orientation, ensuite suivant l'inclinaison.

Pour les inclinaisons supérieures à 90°, les valeurs pour un angle d'inclinaison de 90° sont d'application.

Tableaux C1 : Facteurs d'utilisation – Commande manuelle (résidentiel et non résidentiel) – Commande automatique (non résidentiel, pour calculs de chauffage)

Tableau C1 /Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Février	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Mars	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
Avril	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mai	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juin	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Août	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
Septembre	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Octobre	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
Novembre	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
Décembre	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tableau C1 / Orientation ϕ = 30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Février	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Mars	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
Avril	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mai	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Août	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
Septembre	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
Novembre	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
Décembre	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Février	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Mars	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
Avril	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mai	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juin	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juillet	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Août	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
Novembre	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
Décembre	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Orientation ϕ = 60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Février	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Mars	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
Avril	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mai	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juillet	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Octobre	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
Novembre	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
Décembre	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tableau C1 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Février	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Mars	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
Avril	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mai	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juin	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juillet	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Août	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
Septembre	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Octobre	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
Novembre	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
Décembre	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tableau C1 / Orientation ϕ = 120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
Avril	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mai	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juin	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juillet	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Août	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
Septembre	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Octobre	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
Avril	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mai	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juin	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juillet	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Août	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
Septembre	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Octobre	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mai	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juin	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juillet	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Août	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
Septembre	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mai	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juin	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juillet	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Août	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
Septembre	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mai	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juin	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juillet	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Août	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
Septembre	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mai	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juin	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juillet	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Août	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
Septembre	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
Avril	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mai	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juin	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juillet	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Août	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
Septembre	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Octobre	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ =-90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Février	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Mars	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
Avril	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mai	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juin	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juillet	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Août	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
Septembre	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Octobre	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
Novembre	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Février	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Mars	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
Avril	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mai	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Août	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
Septembre	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Octobre	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
Novembre	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Février	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Mars	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
Avril	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mai	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juin	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Août	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
Septembre	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Octobre	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
Novembre	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
Décembre	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Orientation ϕ = -30°					
Mois	**Inclinaison θ**				
	Horizontal				**Vertical**
	0°	**30°**	**45°**	**60°**	**90°**
Janvier	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Février	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Mars	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
Avril	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mai	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juillet	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
Septembre	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Octobre	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
Novembre	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
Décembre	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

Tableaux C2 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (résidentiel)

Tableau C2 / Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68
Février	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74
Mars	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75
Avril	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65
Mai	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59
Juin	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55
Août	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62
Septembre	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72
Octobre	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81
Novembre	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64
Décembre	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56

Tableau C2 / Orientation ϕ = 30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63
Février	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71
Mars	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74
Avril	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68
Mai	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53
Août	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73
Octobre	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82
Novembre	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64
Décembre	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58

Tableau C2 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60
Février	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68
Mars	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70
Avril	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67
Mai	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65
Juin	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51
Août	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72
Octobre	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82
Novembre	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62
Décembre	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42

Tableau C2 / Orientation ϕ = 60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54
Février	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64
Mars	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67
Avril	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66
Mai	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68
Juillet	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52
Août	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62
Septembre	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69
Octobre	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80
Novembre	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62
Décembre	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33

Tableau C2 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27
Février	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49
Mars	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55
Avril	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60
Mai	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62
Juin	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64
Juillet	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50
Août	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59
Septembre	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62
Octobre	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70
Novembre	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09

Tableau C2 / Orientation ϕ = 120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00
Mars	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30
Avril	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41
Mai	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51
Juin	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55
Juillet	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38
Août	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45
Septembre	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40
Octobre	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46
Novembre	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07
Avril	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31
Mai	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41
Juin	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47
Juillet	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31
Août	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34
Septembre	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22
Octobre	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01
Avril	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12
Mai	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29
Juin	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34
Juillet	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21
Août	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18
Septembre	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06
Octobre	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mai	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juin	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juillet	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Août	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
Septembre	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mai	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juin	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juillet	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Août	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
Septembre	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
Avril	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mai	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juin	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juillet	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Août	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
Septembre	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Mars	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
Avril	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mai	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juin	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juillet	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Août	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
Septembre	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Octobre	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Février	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Mars	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
Avril	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mai	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juin	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juillet	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Août	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
Septembre	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Octobre	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
Novembre	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Février	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Mars	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
Avril	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mai	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juin	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Août	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
Septembre	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Octobre	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
Novembre	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
Décembre	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tableau C2 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Février	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Mars	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
Avril	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mai	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Août	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
Septembre	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Octobre	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
Novembre	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
Décembre	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tableau C2 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Février	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Mars	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
Avril	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mai	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juin	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juillet	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Août	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
Septembre	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Octobre	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
Novembre	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
Décembre	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tableaux C3 : Facteurs d'utilisation – Commande automatique (non résidentiel)

Tableau C3 / Orientation ϕ = 0° (SUD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69
Février	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75
Mars	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76
Avril	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68
Mai	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65
Juin	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68
Septembre	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74
Octobre	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83
Novembre	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69
Décembre	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65

Tableau C3 / Orientation ϕ = 30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70
Février	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73
Mars	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77
Avril	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72
Mai	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66
Juin	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62
Août	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70
Septembre	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76
Octobre	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83
Novembre	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67
Décembre	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62

Tableau C3 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63
Février	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72
Mars	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74
Avril	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68
Juin	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68
Juillet	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62
Août	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68
Septembre	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75
Octobre	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84
Novembre	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65
Décembre	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55

Tableau C3 / Orientation ϕ = 60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60
Février	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67
Mars	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69
Avril	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67
Mai	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66
Juin	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68
Juillet	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58
Août	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66
Septembre	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73
Octobre	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83
Novembre	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64
Décembre	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40

Tableau C3 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37
Février	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54
Mars	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60
Avril	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62
Mai	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63
Juin	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65
Juillet	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53
Août	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60
Septembre	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64
Octobre	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71
Novembre	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50
Décembre	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18

Tableau C3 / Orientation ϕ = 120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03
Mars	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35
Avril	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46
Mai	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53
Juin	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58
Juillet	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41
Août	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49
Septembre	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43
Octobre	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49
Novembre	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15
Avril	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32
Mai	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44
Juin	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48
Juillet	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32
Août	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38
Septembre	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27
Octobre	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01
Avril	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15
Mai	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31
Juin	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37
Juillet	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23
Août	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22
Septembre	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00
Mai	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01
Juin	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02
Juillet	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01
Août	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00
Septembre	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03
Mai	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22
Juin	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32
Juillet	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22
Août	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14
Septembre	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02
Avril	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19
Mai	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35
Juin	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42
Juillet	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35
Août	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26
Septembre	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08
Mars	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19
Avril	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31
Mai	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47
Juin	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52
Juillet	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45
Août	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36
Septembre	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25
Octobre	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21
Février	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40
Mars	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46
Avril	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50
Mai	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59
Juin	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62
Juillet	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57
Août	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53
Septembre	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48
Octobre	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38
Novembre	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45
Février	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56
Mars	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64
Avril	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59
Mai	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65
Juin	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62
Août	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61
Septembre	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63
Octobre	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61
Novembre	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43
Décembre	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42

Tableau C3 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49
Février	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63
Mars	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68
Avril	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62
Mai	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65
Juin	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64
Septembre	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68
Octobre	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68
Novembre	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56
Décembre	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47

Tableau C3 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62
Février	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72
Mars	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71
Avril	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65
Juin	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62
Août	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65
Septembre	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71
Octobre	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74
Novembre	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63
Décembre	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58

Annexe D Afgifterendement

De hier gegeven detailberekening is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts één enkel warmteafgiftesysteem hebben bestaande uit radiatoren, vloerverwarming of muurverwarming.

Wat meer in detail wordt berekend zijn de extra warmteverliezen doorheen de uitwendige scheidingsconstructie achter of onder de warmteafgiftesystemen.

In deze bijlage wordt meermaals onderscheid gemaakt tussen een variabele en een constante instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater: zie§ 9.2.2.2 voor een verdere omschrijving van dit onderscheid.

D.1 Conventionele werkingstijd van het warmteafgiftesysteem

Bepaal de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem van energiesector i, als volgt:

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

Eq. 208
$$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\left[29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}\right].\left(18 - \theta_{e,m}\right)/29} \quad \text{(Ms)}$$

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

Eq. 209
$$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{29.\left(H_{T,sec\ i,m} + 0,27.V_{sec\ i}\right) + 10.V_{sec\ i}} \quad \text{(Ms)}$$

In beide formules geldt:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;
$H_{T,heat,seci}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i bij basisbuitentemperatuur, in W/K;
$V_{sec\ i}$	het volume van energiesector i, in m³;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1].

D.2 Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring

Bepaal voor elke maand van het stookseizoen de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de werkingstijd als volgt:

- indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

Eq. 210
$$\theta_{c,sec\ i,m} = 21 + \left(\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} - 21\right)\left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29}\right]^{0,75} \quad (°C)$$

- indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

Eq. 211 $\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ (°C)

maar bij een standaardketel zonder namenging met behulp van een driewegkraan moet steeds gerekend worden met $\theta_{c,sec\ i,m}$ = 80°C, ongeacht de ontwerptemperaturen van de afgiftekring.

met:

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring bij basisbuitentemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1].

Bepaal de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring bij basisbuitentemperatuur (d.w.z. bij ontwerpomstandigheden), als volgt:

Eq. 212 $\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0{,}5.(\theta_{supply,design,sec\ i} + \theta_{return,design,sec\ i})$ (°C)

met:

$\theta_{supply,design,sec\ i}$ de ontwerpvertrektemperatuur van het water in de afgiftekring van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C;

$\theta_{return,design,sec\ i}$ de ontwerpretourtemperatuur van het water in de afgiftekring van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C.

Als standaardwaarden mogen gehanteerd worden:

- voor vloer- en muurverwarming:
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 55°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 45°C
- voor radiatoren:
  - $\theta_{supply,design,sec\ i}$ = 90°C
  - $\theta_{return,design,sec\ i}$ = 70°C

Betere waarden kunnen ingebracht worden volgens door de minister vastgelegde regels.

D.3 Radiatoren

Bereken de maandelijkse extra warmteverliezen, $\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$, voor de radiatoren van energiesector i, doorheen de achterliggende scheidingsconstructies als volgt:

Eq. 213
$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \left\{ U_j \cdot A_{rad,j} \cdot \max\left(0\ ;\ w \cdot \theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w) \cdot \theta_{e,m} - 18\right) \right\}$$
(MJ)

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1];

$t_{heat,sec\ i,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem in energiesector i, bepaald volgens § D.1, in Ms;
w	een wegingsfactor. Deze wordt 0,4 in geval achter radiator j een stralingsscherm met een emissiefactor kleiner dan 0,2 aanwezig is, en 0,8 in alle andere gevallen, (-);
U_j	de U-waarde van de uitwendige scheidingsconstructies achter radiator j, in W/(m².K);
$A_{rad,j}$	de geprojecteerde radiatoroppervlakte van radiator j, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle radiatoren j van energiesector i, die geplaatst zijn tegen een uitwendige scheidingsconstructie.

Stel het maandelijkse afgifterendement voor energiesector i, $\eta_{em,heat,seci,m}$, gelijk aan:

Eq. 214

$$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{rad,sec\ i,m}} \quad (-)$$

met:

η	de vermenigvuldiger uit tabel [23]. Deze vermenigvuldiger houdt rekening met extra regelingsverliezen en de verliezen als gevolg van temperatuurstratificatie (laagvorming);
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;
$\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$	het maandelijkse extra warmteverlies achter de radiatoren van energiesector i, in MJ.

Tabel [23] : Vermenigvuldigingsfactor η

Centrale verwarming op water		
Regeling binnentemperatuur	regeling van de vertrektemperatuur van het water in het circuit	
	constante instelwaarde	variabele instelwaarde
Bediening van temperatuur per lokaal	0,92	0,94
overig	0,90	0,92

D.4 Vloerverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies doorheen de vloeren van energiesector i, $\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$, als volgt:

Eq. 215
$$\Delta Q_{fl.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_j \left(U^*_{f,j} \times A_{f,j}\right)$$
(MJ)

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem in energiesector i, bepaald volgens § D.1, in Ms;

$A_{f,j}$ de vloeroppervlakte ingenomen door vloerverwarming j, naar rata van het deel van deze vloer waardoorheen transmissieverliezen optreden, in m²;

$U^*_{f,j}$ de equivalente U-waarde van de vloer onder de vloerverwarming j, zoals hieronder vermeld.

- In geval van vloeren op volle grond wordt $U^*_{f,j}$ gegeven door:

Eq. 216
$$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75$$
(m².K/W)

met:

$U_{f,j}$ de U-waarde van de vloer gerekend vanaf de binnenomgeving tot aan het scheidingsvlak met de grond, in W/(m².K).

- In geval van vloeren boven een kelder of kruipruimte wordt $U^*_{f,j}$ gegeven door:

Eq. 217
$$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}}$$
(m².K/W)

waarbij $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ en $U_{x,j}$ berekend worden volgens de specificaties in de RDT-bijlage bij dit besluit, in W/(m².K).

- In geval van vloeren in contact met de buitenlucht wordt $U^*_{f,j}$ gegeven door:

Eq. 218
$$\frac{1}{U^*_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25$$
(m².K/W)

met:

$U_{f,j}$ de warmtedoorgangscoëfficiënt van de vloer van binnenomgeving tot buitenlucht, berekend volgens de specificaties in de RDT-bijlage bij dit besluit, in W/(m²K).

Er moet gesommeerd worden over alle vloerverwarmingen j van energiesector i, die ingebed zijn in de scheidingsconstructies van het beschermde volume.

Stel het maandelijkse afgifterendement voor energiesector i, $\eta_{em,heat,sec\ i,m}$, gelijk aan:

Eq. 219
$$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}}$$
(-)

met:

η de vermenigvuldiger uit Tabel [23];

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$ het maandelijkse extra warmteverlies door de vloeren in energiesector i, in MJ.

D.5 Muurverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies via de muren van energiesector i, $\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$, als volgt:

Eq. 220
$$\Delta Q_{wall.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_j \left(U^*_{wall,j} . A_{wall,j}\right)$$
(MJ)

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem in energiesector i, bepaald volgens § D.1, in Ms;

$A_{wall,j}$ de oppervlakte van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j, achter het vlak met de muurverwarming, in m²;

$U^*_{wall,j}$ de equivalente warmtedoorgangscoëfficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j achter het vlak met de muurverwarming, gegeven door:

Eq. 221

$$U^*_{wall,j} = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175}$$

(W/(m².K))

met:

$U_{wall,j}$ de warmtedoorgangscoëfficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j achter het element.

Er moet gesommeerd worden over alle uitwendige verticale scheidingsconstructies j van energiesector i, waarin muurverwarming ingebed is.

Stel het maandelijkse afgifterendement voor energiesector i, $\eta_{em,heat,seci,m}$, gelijk aan:

Eq. 222

$$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}}$$

(-)

met:

η de vermenigvuldiger uit Tabel [23], (-);

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$ de maandelijkse extra warmteverliezen via de muren in energiesector i, in MJ.

Annexe E Verdeelverliezen

§ E.1 van deze bijlage is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts door één enkel net buiten het beschermde volume van warmte voorzien worden. Indien dat net ook aan andere energiesectoren warmte levert, moet bovendien gelden dat elk van die andere energiesectoren geen beroep doet op een tweede, onafhankelijk net buiten het beschermde volume. (Indien heel het beschermde volume één enkele energiesector vormt, is automatisch aan elk van deze voorwaarden voldaan.)

Bereken eerst het rendement van het volledige net. Dit rendement is dan van toepassing op alle energiesectoren die door dit net van warmte voorzien worden, ook wanneer een energiesector slechts een beroep doet op een gedeelte van het net.

E.1 Verdeelrendement

Het maandgemiddelde verdeelrendement, $\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$, van energiesector i is gelijk aan het maandgemiddelde verdeelrendement van het warmteverdelingsnet n dat de energiesector van warmte voorziet:

Eq. 223 $\eta_{distr,heat,sec\ i,m} = \eta_{distr,heat,netw\ n,m}$ (-)

met:

Eq. 224 $$\eta_{distr,heat,netw\ n,m} = \frac{Q_{out,heat,netw\ n,m}}{Q_{in,heat,netw\ n,m}}$$ (-)

met:

Eq. 225 $Q_{in,heat,netw\ n,m} = Q_{out,heat,netw\ n,m} + Q_{distr,heat,netw\ n,}m$ (MJ)

en

Eq. 226 $$Q_{out,heat,netw\ n,m} = \sum_{i} \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{em,heat,sec\ i,m}}$$ (MJ)

met:

$Q_{out,heat,netw\ n,m}$	de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door warmteverdelingsnet n aan de energiesectoren die door het net bediend worden, in MJ;
$Q_{in,heat,netw\ n,m}$	de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door de warmteopwekkingsinstallatie of door de warmwatertank aan het warmteverdelingsnet n, in MJ;
$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	de maandelijkse hoeveelheid warmte verloren door warmteverdelingsnet n buiten het beschermde volume, in MJ;
$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$	het maandelijkse afgifterendement van energiesector i, bepaald volgens § 9.2.2.2 of § Annexe D bij deze bijlage, (-);
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door het net bediend worden. Als het warmteverdelingsnet ook energie aflevert aan gebouwdelen waarvoor geen energieprestatieberekening wordt uitgevoerd, laat dan het effect van deze andere gebouwdelen buiten beschouwing:

- er wordt geen rekening gehouden met verliezen van de verdeelleidingen die enkel die andere gebouwdelen bedienen;
- de door het net aan die andere gebouwdelen afgeleverde energie blijft eveneens buiten beschouwing bij de berekening van de output van het net.

E.2 Warmteverliezen van het warmteverdelingsnet

Bepaal zowel in geval van waterleidingen als luchtkanalen het verdeelverlies van het net als volgt:

Eq. 321

$$Q_{distr,heat,netw\ n,m} = t_{heat,netw\ n,m} \cdot f_{insul,netw\ n} \cdot \sum_j \left(\theta_{c,netw\ n,m} - \theta_{amb,m,j}\right) \cdot \left(\frac{l_j}{R_{l,j}}\right) \quad \text{(MJ)}$$

met:

$t_{heat,netw\ n,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van warmteverdelingsnet n, in Ms. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de conventionele werkingstijden $t_{heat,sec\ i,m}$ (bepaald volgens § D.1, zowel voor water- als voor luchtverwarmingssystemen) van de energiesectoren i die door het net bediend worden;

$f_{insul,netw\ n}$ een correctiefactor om rekening te houden met het effect van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van warmteverdelingsnet n, bepaald als $f_{insul,circ\ k}$ in § 9.3.2.2, waarbij de index “circ k” vervangen wordt door “netw n” en de woorden “circulatieleiding” en “circulatieleiding k” respectievelijk vervangen worden door de woorden “warmteverdelingsnet” en “warmteverdelingsnet n”, (-);

$\theta_{c,netw\ n,m}$ de maandgemiddelde temperatuur van het warmteoverdrachtsmedium in warmteverdelingsnet n, in °C. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de maandgemiddelde temperaturen van het warmteoverdrachtsmedium in de afgiftekringen van elke energiesector die door het net bediend wordt. Bepaal deze temperaturen per energiesector als volgt:

- in geval van water als warmteoverdrachtsmedium: het betreft de temperatuur $\theta_{c,sec\ i,m}$, bepaald volgens § D.2 (ook als het om een ander verwarmingssysteem gaat dan radiatoren, of vloer- of muurverwarming; bv. convectoren);
- in geval van lucht als warmteoverdrachtsmedium: gebruik voor elke maand met de gemiddelde waarde gedurende het stookseizoen, gegeven door:

Eq. 228 $\theta_{c,sec\ i} = 8 + 0{,}6\ \theta_{supply,design,sec\ i}$ (°C)

met $\theta_{supply,design,sec\ i}$ als ontwerpvertrektemperatuur van de lucht bij basisbuitentemperatuur. Als standaardwaarde mag 50°C gehanteerd worden.
Bij gebruik van een andere ontwerptemperatuur dienen gedetailleerde berekeningen van het ontwerp van het afgiftesysteem (voor elke verwarmde ruimte van energiesector i) deel uit te maken van de EPB-aangifte;

$\theta_{amb,m,j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van segment j van het warmteverdelingsnet, in °C:
- indien het segment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt:

Eq. 229 $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$;

- indien het segment buiten ligt, geldt:

Eq. 230 $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

met:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];

l_j de lengte van segment j, in m;

$R_{l,j}$ de lineaire warmteweerstand van segment j, in m.K/W, bepaald volgens § E.3.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van warmteverdelingsnet n buiten het beschermde volume.

E.3 Bepaling van de lineaire warmteweerstand

De lineaire warmteweerstand geeft de warmtestroom van een segment van het warmteverdelingsnet per eenheid lengte en per graad temperatuurverschil.

De onderstaande vergelijkingen zijn gebaseerd op de norm NBN EN ISO 12241. De interne warmtedoorgangsweerstand en de eigen weerstand van de leiding of het kanaal zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

Voor meerschalige isolatiemantels wordt rechtstreeks naar deze norm verwezen.

Als voor een segment de isolatiedikte niet bekend is, wordt ervan uitgegaan dat dit segment niet geïsoleerd is.

E.3.1 Ronde leidingen en kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als volgt:

Eq. 322
$$R_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}.\pi.D_{e,j}} \quad \text{(m.K/W)}$$

met:

$\lambda_{insul,j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in m;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m;

$h_{se,j}$ de totale externe warmtedoorgangscoëfficiënt (door convectie + door straling) van segment j, in W/(m².K), gelijk te nemen aan:
- binnen het beschermde volume: $h_{se,j} = 8$;
- in een aangrenzende onverwarmde ruimte: $h_{se,j} = 10$;
- buiten: $h_{se,j} = 25$.

E.3.2 Rechthoekige kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als volgt:

Eq. 323
$$R_{l,j} = \frac{d_{insul,j}}{2 \cdot \lambda_{insul,j} \cdot \left(H_j + B_j - 2 \cdot d_{insul,j}\right)} + \frac{1}{2 \cdot h_{se,j} \cdot \left(H_j + B_j\right)} \quad \text{(m.K/W)}$$

met:

$\lambda_{insul,j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$d_{insul,j}$ de dikte van de warmte-isolatie rond het kanaal, in m;

H_j de hoogte van het geïsoleerde kanaal (buitenafmeting), in m;

B_j de breedte van het geïsoleerde kanaal (buitenafmeting), in m;

$h_{se,j}$ de totale externe warmtedoorgangscoëfficiënt (door convectie + door straling) van segment j, in W/(m².K), zoals vastgelegd in § E.3.1.

E.3.3 Ondergrondse leidingen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als volgt:

Eq. 233 $R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E$ (m.K/W)

met:

Eq. 324
$$R'_{l,j} = \frac{1}{2.\pi.\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad \text{(m.K/W)}$$

en:

Eq. 235
$$R_E = \frac{1}{2.\pi.\lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2.H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad \text{(m.K/W)}$$

met:

$\lambda_{insul,j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in m;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m;

λ_E	de warmtegeleidingscoëfficiënt van de omgevende bodem. Neem als waarde: λ_E = 2 W/(m.K);
$H_{E,j}$	de afstand tussen het middelpunt van de leiding en het grondoppervlak, in m.

Annexe F Voor energiedragers vastgelegde factoren

Voor de bepaling van de conventionele omrekenfactor naar primaire energie worden twee gevallen onderscheiden:

- in het geval van verbinding met een externe warmtelevering: $f_p = f_{p,dh}$, de equivalente primaire energiefactor van dit systeem, in detail te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels en standaard gelijk te nemen aan 2,0 (-);
- in de andere gevallen: de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de beschouwde warmteopwekker, zoals bepaald in Tabel [29] hieronder, (-).

Tabel [29] : Omrekeningsfactor voor primaire energie, Verhouding tussen de onderste en bovenste verbrandingswaarde en CO_2-emissiefactor, per energievector

Energievector	f_p	$f_{NCV/GCV}$	f_{CO2}
Aardgas	1,00	0,90	0,056
Mazout	1,00	0,94	0,073
Propaan/Butaan/GPL	1,00	0,92	0,062
Steenkool	1,00	0,96	0,093
Hout	1,00	0,93	0
Pellets	1,00	0,91	0
Elektriciteit	2,50	1,00	0,179
Elektriciteit opgewekt door zonnepanelen	2,50	1,00	0,179
Elektriciteit opgewekt door warmtekrachtkoppeling	2,50	1,00	0,179
Hernieuwbare energie uit het milieu	1,00	1,00	0,000
Overige brandstoffen (1)	Equivalentie		

(1) Voor energiedragers die nog niet expliciet in de tabel vermeld staan, kan de minister de toe te passen waarde bepalen.

Annexe G Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat

Het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat, η_{test}, wordt berekend volgens § G.2, op basis van de resultaten van een proef volgens § G.1. Als standaardwaarde voor het thermisch rendement geldt voor alle debieten $\eta_{test} = 0$.

Het volumedebiet van de proef, $q_{v,test}$, wordt gedefinieerd als het kleinste van de volumedebieten van de afvoerlucht (q_{v11}) en van de toevoerlucht (q_{v22}) tijdens de proef volgens § G.1.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties vastleggen voor de bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat.

G.1 Meting

De proef kan naar keuze uitgevoerd worden volgens de norm NBN EN 308, de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8, rekening houdend met de nadere specificaties van respectievelijk § G.1.1 en § G.1.2.

Het proefverslag moet minstens de volgende meetgegevens bevatten:

- de gemeten temperaturen aan alle in- en uitgangen van de luchtbehandelingsgroep: de temperatuur van de buitenlucht (t_{21}), van de toevoerlucht (t_{22}), van de afvoerlucht (t_{11}) en van de afgevoerde lucht (t_{12}), in °C[18];
- de gemeten volumedebieten van de toevoerlucht ($q_{v22,test}$) en van de afvoerlucht ($q_{v11,test}$), in m^3/h;
- het gemeten totale elektrisch vermogen opgenomen door de luchtbehandelingsgroep tijdens de proef ($P_{elec,ahu,test}$), in W. Dit betreft het totale elektrisch vermogen van het volledige apparaat, met inbegrip van alle ventilatoren en, indien van toepassing, alle voorschakelapparatuur;
- de positie van de ventilatoren ten opzichte van de warmtewisselaar in het geteste apparaat.

G.1.1 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 308

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de meeteisen in § 5.5 en § 6.4 van de norm NBN EN 308, met uitzondering van de volgende punten:

- de proef moet uitgevoerd worden op het volledige warmteterugwinapparaat (d.w.z. inclusief omkasting, ventilatoren, enz.) in ongewijzigde vorm. Een warmteterugwinapparaat bestaat altijd minstens uit een warmtewisselaar en een omkasting. Het beproefde warmteterugwinapparaat moet ook alle componenten bevatten die doorgaans aanwezig zijn in de omkasting van het warmteterugwinapparaat, zoals ventilatoren, filters, een by-pass, verwarmings- of koelbatterijen, enz. Het warmteterugwinapparaat mag niet gewijzigd worden voor de proef, zo mag bijvoorbeeld geen extra warmte-isolatie aangebracht worden;
- er is geen eis betreffende de thermische balans (zie § 6.6 van de norm NBN EN 308);
- er is geen eis betreffende de interne en externe lekken;

[18] Opmerking: voor de temperatuur wordt in de norm NBN EN 308 het symbool t gebruikt, terwijl in de norm NBN EN 13141-7 en de norm NBN EN 13141-8 het symbool θ gebruikt wordt.

- er wordt niet geëist dat de proef uitgevoerd wordt voor de verschillende combinaties van debieten van toevoerlucht en afvoerlucht, zoals voorgeschreven door de norm, maar wel:
  - voor een of meer debieten naar keuze. Het toepassingsgebied van het eindresultaat hangt af van het (de) debiet(en) van de proef (zie hoofdtekst van deze bijlage);
  - bij voorkeur met een zo goed mogelijk evenwicht tussen de volumedebieten van de toevoer- en afvoerlucht;
- enkel de proef bij de luchtinlaatomstandigheden, zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308, moet in beschouwing genomen worden. Metingen bij andere temperaturen zijn niet geldig als uitgangspunt voor de bepaling van het thermisch rendement zoals hieronder beschreven.

Tabel [26] : Categorie warmteterugwinning

Categorie warmteterugwinning (z. definities in NBN EN 308)	**I II IIIa**	**IIIb**
Temperatuur van de afgevoerde lucht	25°C	25°C
Vochtige temperatuur van de afgevoerde lucht	< 14°C	18°C
Temperatuur van de verse lucht	5°C	5°C
Vochtige temperatuur van de verse lucht		3°C

G.1.2 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de eisen van de norm NBN EN 13141-7 of van de norm NBN EN 13141-8, voor de temperatuurcondities van test 1.

G.2 Berekening

Het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat wordt gegeven door:

Eq. 236
$$\eta_{test} = \frac{\left(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha}\right)}{2} \quad (-)$$

De temperatuurverhoudingen aan de toevoerzijde ($\eta_{t,sup}$) en afvoerzijde ($\eta_{t,eha}$) van lucht worden berekend aan de hand van de tijdens de proef gemeten temperaturen en worden conventioneel als volgt gecorrigeerd voor de warmte afkomstig van de verbruikte elektrische energie:

Eq. 237
$$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Eq. 238

$$\eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Als het warmteterugwinapparaat geen ventilatoren bevat, zijn de temperatuurverschillen, Δt_{11}, Δt_{12}, Δt_{21}, Δt_{22}, gelijk aan 0.

In de andere gevallen worden de temperatuurverschillen die overeenkomen met de positie van de ventilatoren conventioneel berekend volgens één van de vier configuraties in de onderstaande tabel:

Tabel [27] : Formules voor de temperatuurverschillen die overeenstemmen met de stand van de ventilatoren

		Afzuigventilator	
		In de stand 'afgevoerde lucht'(11)	In de stand 'luchtuitstroom' (12)
Luchttoevoer ventilator	In de stand 'verse lucht' (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	In de stand 'aangevoerde lucht' (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0{,}5 \times P_{elec,ahu,test}}{0{,}34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Voor een gegeven warmteterugwinapparaat mogen er meerdere proeven bij verschillende debieten uitgevoerd worden. Bij elk thermisch rendement hoort een proefdebiet dat de werkingssfeer van de tekst beperkt (zie hoofdtekst van deze bijlage).

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 2 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Bijlage A3 bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.

BEPALINGSMETHODE VAN HET PEIL VAN PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK VAN NIET-RESIDENTIËLE EENHEDEN (EPN-methode)

1 Inleiding

Deze bijlage verduidelijkt de methode voor het bepalen van het peil van primair energieverbruik van niet-residentiële eenheden die een of meer specifieke functies hebben, hierna “EPN-eenheden” genoemd.

De algemene opbouw van de methode is vergelijkbaar met die voor residentiële eenheden (wooneenheden), hierna “EPW-eenheden” genoemd; zie hoofdstuk 4 van bijlage A.1 bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van residentiële eenheden).

Voor een opsomming van de normatieve verwijzingen, definities, symbolen, afkortingen en indices wordt verwezen naar de hoofdstukken 1, 2 en 3 van bijlage A.1 bij dit besluit.

De minister kan nadere specificaties vastleggen om de impact van atria of geventileerde dubbele gevels op de energieprestatie van een EPN-eenheid te berekenen.

2 Definitie van de gebruiksoppervlakte

De gebruiksoppervlakte van een ruimte of van een groep ruimten is de oppervlakte gemeten op vloerniveau tussen de binnenvlakken van de opgaande scheidingsconstructies die de ruimte of groep ruimten omhullen. Voor trappen en hellende vloeren wordt de verticale projectie op het horizontale vlak in beschouwing genomen.

Bij de bepaling van de gebruiksoppervlakte wordt geen rekening gehouden met de volgende elementen:

- een trapgat, liftschacht of vide;
- een dragende binnenmuur.

Bij de bepaling van de grenslijn mag een incidentele nis of uitsparing en een incidenteel uitspringend bouwdeel genegeerd worden indien het grondvlak daarvan kleiner is dan 0,5 m².

3 Schematisering van het gebouw

3.1 Principe

De energieprestatie heeft vaak betrekking op een deelvolume van een gebouw, afhankelijk van bijvoorbeeld het al dan niet verwarmd (en/of gekoeld) zijn van ruimten, de functie van verschillende delen, enz. Daarom wordt het gebouw voor de bepaling van de energieprestatie conventioneel opgesplitst in verschillende delen. Elk deelvolume dat op zich aan een energieprestatie-eis voor een niet-residentieel gebouw moet voldoen, wordt een "EPN-eenheid" genoemd. Indien nodig gebeurt een verdere opdeling in ventilatiezones en energiesectoren om verschillende types installaties correct te kunnen inrekenen, alsook een verdere opsplitsing in functionele delen om de specifieke gebruikskenmerken van de verschillende functies in beschouwing te kunnen nemen.

3.2 Opdeling van het gebouw

Alle na te leven definities, principes en regels tot betrekking van de opdeling van het gebouw worden bepaald door de minister.

4 Peil van primair energieverbruik >pB>

Het peil van primair energieverbruik van de EPN-eenheid wordt gegeven door de verhouding van het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid tot een referentiewaarde, vermenigvuldigd met 100:

Eq. 1

$$E_{EPNR} = 100 \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}} \quad (-)$$

waarin:

E_{EPNR}	het peil van primair energieverbruik van de EPN-eenheid, (-);
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid, berekend volgens § 10.2, in MJ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$	de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, zoals bepaald in Annexe C bij deze bijlage, in MJ.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

5 Netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, ruimtekoeling, warm tapwater en bevochtiging

5.1 Principe

De netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming of ruimtekoeling moet per energiesector bepaald worden, voor alle maanden van het jaar, en wordt vervolgens gebruikt om de bruto-energiebehoefte te berekenen (zie § 6).

Voor ruimteverwarming worden de binnentemperaturen en een groot aantal andere parameters voor elk functioneel deel vastgelegd. Eerst moet de maandelijkse netto-energiebehoefte per functioneel deel bepaald worden en vervolgens moet er gesommeerd worden over alle functionele delen die tot de betreffende energiesector behoren. De berekening van de netto-energiebehoefte per functioneel deel houdt rekening met tussentijdse temperatuuraanpassingen en met het bezettingsprofiel van dit functionele deel, zoals weergegeven in Tabel [2], alsook met de thermische massa van het functionele deel.

Voor ruimtekoeling wordt een groot aantal parameters voor elk functioneel deel vastgelegd. Eerst moet de maandelijkse netto-energiebehoefte per functioneel deel bepaald worden en vervolgens moet er gesommeerd worden over alle functionele delen die tot de betreffende energiesector behoren.

Voor de bereiding van warm tapwater wordt de netto-energiebehoefte bepaald per functie en berekend per tappunt voor warm water (zie § 5.10). Hierbij kan warmteterugwinning in rekening gebracht worden. Volgende tappunten worden in beschouwing genomen:

- douches en/of baden;
- keukenaanrechten;
- andere tappunten voor warm water, zoals wastafels.

Alle tappunten voor warm water van de EPN-eenheid worden in rekening gebracht.

Indien er in de gebouwinstallaties voorzieningen aanwezig zijn om de buitenlucht te bevochtigen die in (een deel van) de EPN eenheid ingebracht wordt, bepaal dan per bevochtigingstoestel de maandelijks benodigde hoeveelheid verdampingsenergie, rekening houdend met eventuele vochtterugwinning uit de afvoerlucht.

Tabel [1] : Maandwaarden van de lengte van de maand (t_m) van de gemiddelde buitentemperatuur voor verwarmings- ($\theta_{e,heat,m}$) en koelingsberekeningen ($\theta_{e,cool,m}$)

Maand	t_m (Ms) [1]	$\theta_{e,heat,m}$ (°C)	$\theta_{e,cool,m}$ (°C)
Januari	2,6784	3,2	3,9
Februari	2,4192	3,9	4,8
Maart	2,6784	5,9	6,1
April	2,5920	9,2	9,8
Mei	2,6784	13,3	13,8
Juni	2,5920	16,2	17,1
Juli	2,6784	17,6	17,8
Augustus	2,6784	17,6	18,1
September	2,5920	15,2	16,3
Oktober	2,6784	11,2	11,9
November	2,5920	6,3	6,7
December	2,6784	3,5	3,5

[1] 1 Ms = 1 Megaseconde of 1 miljoen seconden.

Tabel [2] : Conventioneel bezettingsprofiel voor elke functie

Functies		**Begin bezetting lokaal**	**Uur einde bezetting lokaal**	**Aantal dagen per week**	**Bezettingsfractie per week $f_{pres,fct\ f}$**
Bewonen		0h	24h	7	1,00
Kantoor		8h	18h	5 (Ma → Vr)	0,30
Onderwijs		8h	18h	5 (Ma → Vr)	0,30
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	0h	24h	7	1,00
	Nachtelijke bezetting nee	8h	18h	5 (Ma → Vr)	0,30
	Operatieblok	0h	24h	7	1,00
Samenkomst	Hoog gebruik	9h	24h	6 (Ma → Za)	0,54
	Laag gebruik	9h	24h	6 (Ma → Za)	0,54
	Cafetaria / Eetzaal	8h	18h	5 (Ma → Vr)	0,30
Keuken		10h	20h	6 (Ma → Za)	0,36
Handel / Diensten		8h	20h	6 (Ma → Za)	0,43
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	8h	22h	6 (Ma → Za)	0,50
	Fitness / Dans	8h	22h	6 (Ma → Za)	0,50
	Sauna / Zwembad	8h	22h	6 (Ma → Za)	0,50
Technische lokalen		0h	24h	7	1,00
Gemeenschappelijk		Bezettingsprofiel zoals hieronder bepaald			
Overig		8h	18h	5 (Ma → Vr)	0,30
Niet gekend		9h	24h	6 (Ma → Za)	0,54

Voor de functie “Gemeenschappelijk”:

- Als een functioneel deel met die functie een of meer functionele delen bedient die allemaal dezelfde functie hebben, is de waarde van de bezettingsfractie per week van het functionele deel met de functie "Gemeenschappelijk" gelijk aan de waarde van de functionele delen die het bedient.
- Als een functioneel deel met die functie meerdere functionele delen bedient die een verschillende functie hebben, wordt het bezettingsprofiel ervan als volgt bepaald:
  - beginuur van de bezetting: neem de waarde van het bediende functionele deel dat het vroegste beginuur heeft;
  - einduur van de bezetting: neem de waarde van het bediende functionele deel dat het laatste einduur heeft;
  - specifiek kenmerk voor de functie "Technische ruimten": de bezettingsuren hierboven moeten bepaald worden zonder rekening te houden met de aanwezigheid van een functioneel deel met de functie "Technische ruimten".
- Bepaal in dit geval de bezettingsfractie per week met:

Eq. 2

$$f_{pres,fct\ f} = \frac{\sum_{d=1}^{7}\left(h_{occ,end,d} - h_{occ,start,d}\right)}{168} \quad (-)$$

met:

$f_{pres,fct\ f}$	de bezettingsfractie per week van het functionele deel "Gemeenschappelijk", (-);
$h_{occ,end,d}$	het einduur van de bezetting van het functionele deel "Gemeenschappelijk" gedurende dag d, in h;
$h_{occ,start,d}$	het beginuur van de bezetting van het functionele deel "Gemeenschappelijk" gedurende dag d, in h.

5.2 Binnentemperatuur voor verwarmings- en koelberekeningen en tussentijdse temperatuuraanpassing

5.2.1 Principes

Voor de bepaling van de rekenwaarde van de binnentemperatuur als functie van de tussentijdse temperatuuraanpassing, kunnen de volgende gevallen zich voordoen:

- voor verwarming:
  - continue verwarming (zie § 5.2.2.1);
  - bijna-continue verwarming:
    - tussentijdse temperatuurverlaging maar met lage inertie (zie § 5.2.2.2.1);
    - tussentijdse temperatuurverlaging maar met hoge inertie (zie § 5.2.2.2.2);
  - verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing (zie § 5.2.2.3);
- voor koeling:
  - continue koeling (zie § 5.2.3.1);
  - bijna-continue koeling:
    - tussentijdse temperatuurverhoging maar met lage inertie (zie § 5.2.3.2.1);
    - tussentijdse temperatuurverhoging maar met hoge inertie (zie § 5.2.3.2.2);

- koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing (zie § 5.2.3.3).

De aannames voor continue verwarming / koeling zijn toepasbaar voor de functionele delen die continu bezet zijn (24 uur per dag en 7 dagen per week – zie Tabel [2]) of waarvan de binnentemperatuur constant is (zie Tabel [4] voor verwarming en Tabel [44] voor koeling).

De aannames voor bijna-continue verwarming / koeling zijn toepasbaar voor functionele delen die verwarming / koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing kennen, maar die:

- ofwel een te lage inertie hebben: in dat geval wordt de rekenwaarde van de binnentemperatuur van het functionele deel voor de verwarmings-/koelberekeningen gelijk genomen aan de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmings-/koelberekeningen;
- ofwel een te hoge inertie hebben: in dat geval wordt de rekenwaarde voor de binnentemperatuur van het functionele deel gelijk genomen aan de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming / ruimtekoeling.

De aannames voor verwarming / koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing zijn toepasbaar voor de functionele delen die verwarming / koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing kennen en die een gemiddelde inertie hebben.

5.2.2 Ruimteverwarming

5.2.2.1 Continue verwarming

De functionele delen:

- logeerfunctie;
- gezondheidszorg – met verblijf;
- gezondheidszorg – operatiezalen;
- sport – sporthal / sportzaal;

kennen geen tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimteverwarming (ofwel bezetting 24 uur per dag en 7 dagen per week, ofwel constante binnentemperatuur).

Voor de functionele delen met een van deze functies geldt dan:

Eq. 3 $$\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$$ (°C)

met:

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C.

5.2.2.2 Bijna-continue verwarming

5.2.2.2.1 Lage inertie

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.2.1, wordt de verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue verwarming beschouwd indien de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende laag is, meer bepaald als:

Eq. 5 $\tau_{heat,fct\ f} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

dan geldt:

Eq. 6 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

met:

$\tau_{heat,fct\ f}$	de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.3, in h;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, in °C, ontleend aan Tabel [4].

5.2.2.2.2 Hoge inertie

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.2.1, wordt de verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue verwarming beschouwd indien de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende hoog is, meer bepaald als:

Eq. 8 $\tau_{heat,fct\ f} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

dan geldt:

Eq. 9 $\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

met:

$\tau_{heat,fct\ f}$	de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.3, in h;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C.

5.2.2.3 Verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.2.1 en die een gemiddelde inertie hebben, meer bepaald waarvoor aan geen enkele voorwaarde uit § 5.2.2.2.1 (Eq. 5) of § 5.2.2.2.2 (Eq. 8) is voldaan, geldt:

Eq. 377

$$\theta_{i,heat,fct\ f} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left((\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot \log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fctf} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}} \right] \right) \quad (-)$$

met:

$\theta_{i,heat,fct\ f}$	de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\tau_{heat,fct\ f}$	de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.3, in h.

Tabel [3]: Numerieke parameters bij de bepaling van de benuttingsfactor, voor alle functies

Ruimteverwarming		Ruimtekoeling	
$a_{0,heat}$ (-)	$\tau_{0,heat}$ (h)	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$ (h)
1	15	1	15

Tabel [4] : Ingestelde binnentemperatuur voor de verwarming en gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen per functie

Functies		$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)
Bewonen		19,0	
Kantoor		21,0	16,8
Onderwijs		21,0	16,8
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	23,0	
	Nachtelijke bezetting nee	23,0	19,5
	Operatieblok	19,0	
Samenkomst	Hoog gebruik	21,0	18,2
	Laag gebruik	21,0	18,2
	Cafetaria / Eetzaal	21,0	16,8
Keuken		19,0	16,4
Handel / Diensten		21,0	17,6
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	13,0	
	Fitness / Dans	21,0	18,0
	Sauna / Zwembad	27,0	22,5
Technische lokalen		21,0	
Gemeenschappelijk		21,0	Bepaald zoals hieronder
Overig		21,0	16,8
Niet gekend		21,0	18,2

<u>Voor de functie “Gemeenschappelijk”:</u>

De gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van een functioneel deel met de functie “Gemeenschappelijk”, $\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$, hangt af van de functies van de functionele delen die het bedient en wordt als volgt bepaald:

Eq. 13 $$\theta_{i,heat,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f}.21 + (1 - f_{pres,fct\ f}).15 \quad (°C)$$

met:

$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f met de functie “Gemeenschappelijk”, in °C;

$f_{pres,fct\ f}$ de bezettingsfractie per week van het functionele deel “Gemeenschappelijk”, zoals bepaald in § 5.1, (-).

Tabel [5] : Kortste en langste tijdsbestek waarin de functie onbezet blijft, per functie

Functies		$t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)	$t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)
Bewonen		0	0
Kantoor		14	62
Onderwijs		14	62
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	0	0
	Nachtelijke bezetting nee	14	62
	Operatieblok	0	0
Samenkomst	Hoog gebruik	9	33
	Laag gebruik	9	33
	Cafetaria / Eetzaal	14	62
Keuken		14	38
Handel / Diensten		12	36
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	10	34
	Fitness / Dans	10	34
	Sauna / Zwembad	10	34
Technische lokalen		0	0
Gemeenschappelijk		Zoals hieronder bepaald	
Overig		14	62
Niet gekend		9	33

Voor de functie “Gemeenschappelijk”:

- Het bezettingsprofiel van een functioneel deel “Gemeenschappelijk” hangt af van de functies van de functionele delen die het bedient (zie Tabel [2]).
- De kortste en de langste tijdsperiode gedurende dewelke het functionele deel “Gemeenschappelijk” niet bezet is, $t_{unocc,min,fct\ f}$ en $t_{unocc,max,fct\ f}$, hangen dus eveneens af van de functies van de functionele delen die het bedient. Om deze parameters te bepalen, moet de kortste en de langste tijdsperiode worden berekend, in h, gedurende dewelke geen enkele van de bediende functionele delen bezet is. Deze tijdsperiodes moeten altijd bepaald worden zonder rekening te houden met de aanwezigheid van een functioneel deel met de functie “Technische ruimten”, tenzij

het functionele deel “Gemeenschappelijk” alleen functionele delen met de functie “Technische ruimten” bedient.

5.2.3 Ruimtekoeling

5.2.3.1 Continue koeling

De functionele delen:

- logeerfunctie;
- gezondheidszorg – met verblijf;
- gezondheidszorg – operatiezalen;

kennen geen tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling (ofwel bezetting 24 uur per dag en 7 dagen per week, ofwel constante binnentemperatuur).

Voor de functionele delen met een van deze functies en met actieve koeling geldt dan:

Eq. 263 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Eq. 264 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

met:

$\theta_{i,cool,fct\ f}$	de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.4 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-).

5.2.3.2 Bijna-continue koeling

5.2.3.2.1 Lage inertie

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.3.1, wordt de koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue koeling beschouwd indien de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende laag is, meer bepaald als:

Eq. 265 $\tau_{cool,int,fct\ f,m} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$ (h)

dan geldt:

Eq. 266 $\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)

Eq. 267 $a_{cool,int,fct\ f,m} = 1$ (-)

met:

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$	de maandelijkse tijdsconstante voor het berekenen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in h;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\theta_{i,cool,fct\ f}$	de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.4 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, in °C, ontleend aan Tabel [44];
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-).

Bepaal de maandelijkse tijdsconstante voor het berekenen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f als volgt:

$$\tau_{cool,int,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + \left[\begin{array}{c} H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ m,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m} \\ + H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m} + H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m} \end{array} \right] \right)} \quad \text{(h)}$$

Eq. 381

waarin:

$C_{fct\ f}$	de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.9, in kJ/K;
$H_{T,cool,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in W/K;
$H_{V,hyg,cool,int,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.2, in W/K, maar waarbij voor de tussentijdse berekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan de waarde uit tabel [46] voor functionele delen die de functie “Logeerfunctie”, “Kantoor” of “Onderwijs” hebben en die niet uitgerust zijn met actieve koeling, en waarbij $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ in alle andere gevallen;
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.1, in W/K;
$H_{V,add\ m,,day,cool,int,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3, in W/K, maar waarbij voor de tussentijdse berekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan de waarde uit tabel [46] voor de functionele delen die de functie “Logeerfunctie”, “Kantoor” of “Onderwijs” hebben en die niet uitgerust zijn met actieve koeling, en waarbij $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ in alle andere gevallen;
$H_{V,add\ m,night,cool,int,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen ’s nachts in functioneel deel f, beschouwd voor

de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.4, in W/K, maar waarbij voor de tussentijdse berekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan de waarde uit Tabel [46] voor de functionele delen die de functie "Logeerfunctie", "Kantoor" of "Onderwijs" hebben en die niet uitgerust zijn met actieve koeling, en waarbij $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ in alle andere gevallen;

$H_{V,add\ w,day,cool,int,fct\ f,m}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.5, in W/K, maar waarbij voor de tussentijdse berekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan de waarde uit Tabel [46] voor de functionele delen die de functie "Logeerfunctie", "Kantoor" of "Onderwijs" hebben en die niet uitgerust zijn met actieve koeling, en waarbij $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ in alle andere gevallen;

$H_{V,add\ w,night,cool,int,fct\ f,m}$ lede maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.6, in W/K, maar waarbij voor de tussentijdse berekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan de waarde uit Tabel [46] voor de functionele delen die de functie "Logeerfunctie", "Kantoor" of "Onderwijs" hebben en die niet uitgerust zijn met actieve koeling, en waarbij $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ gelijkgesteld wordt aan $\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ in alle andere gevallen.

5.2.3.2.2 Hoge inertie

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.3.1, wordt de koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue koeling beschouwd indien de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende hoog is, meer bepaald als:

Eq. 269 $$\tau_{cool,int,fct\ f,m} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} \quad \text{(h)}$$

dan geldt:

Eq. 270 $$\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad \text{(°C)}$$

Eq. 271 $$a_{cool,int,fct\ f,m} = 1 \quad \text{(-)}$$

met:

$\tau_{cool,int,fct\ f,m}$ de maandelijkse tijdsconstante voor het bepalen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.2.3.2.1, in h;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.4 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen in functioneel deel f, voor de maand m, (-).

5.2.3.3 Koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing

Voor de functionele delen die niet vallen onder § 5.2.3.1 en die een gemiddelde inertie hebben, meer bepaald waarvoor aan geen enkele voorwaarde uit § 5.2.3.2.1 (Eq. 265) of § 5.2.3.2.2 (Eq. 269) is voldaan, geldt:

Eq. 272 $$\theta_{i,cool,fct\ f} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

en:

Eq. 273 $$a_{cool,int,fct\ f,m} = \max\left[f_{cool,fct\ f}\,;1 - 3\cdot\left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,m}}\right)\cdot\lambda_{cool,fct\ f,m}\cdot\left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right] \quad (-)$$

met:

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § 5.4 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;

$a_{cool,int,fct\ f,m}$ de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-);

$f_{cool,fct\ f}$ de bezettingsfractie per week dat functioneel deel f gekoeld wordt op de instelwaarde van de binnentemperatuur (zonder vermindering). Deze fractie is gelijk aan het aantal dagen bezetting per week volgens de toewijzing, ontleend aan Tabel [2], gedeeld door 7, (-);

$\tau_{0,cool}$ een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;

$\tau_{cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse tijdsconstante voor ruimtekoeling van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.4, in h;

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse verlies-winstverhouding voor ruimtekoeling van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.4, (-).

Tabel [44] : Ingestelde binnentemperatuur voor de verkoeling van ruimtes met actieve verkoeling en gemiddelde binnentermperatuur voor de verkoelingsberekeningen van de ruimtes met actieve verkoeling per functie

Functies		$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ (°C)
Bewonen		25,0	
Kantoor		25,0	27,1
Onderwijs		25,0	27,1
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	23,0	
	Nachtelijke bezetting nee	23,0	25,1
	Operatieblok	23,0	
Samenkomst	Hoog gebruik	25,0	26,4
	Laag gebruik	25,0	26,4
	Cafetaria / Eetzaal	25,0	27,1
Keuken		25,0	26,9
Handel / Diensten		24,0	25,7
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	25,0	26,5
	Fitness / Dans	25,0	26,5
	Sauna / Zwembad	Geen verkoelings-berekening	
Technische lokalen		Geen verkoelings-berekening	
Gemeenschappelijk		25,0	Zoals onderaan bepaald
Overig		25,0	27,1
Niet gekend		25,0	26,4

<u>Voor de functie “Gemeenschappelijk”:</u>

- De gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van een functioneel deel met de functie “Gemeenschappelijk”, $\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ hangt af van de functies van de functionele delen die het bedient en wordt als volgt bepaald:

Eq. 274 $$\theta_{i,cool,fct\ f,avg} = f_{pres,fct\ f} \cdot 25 + (1 - f_{pres,fct\ f}) \cdot 28$$ (°C)

met:

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ de gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f met de functie “Gemeenschappelijk”, in °C;

$f_{pres,fct\ f}$ de bezettingsfractie per week van het functionele deel “Gemeenschappelijk”, zoals bepaald in § 5.1, (-).

- Het bezettingsprofiel van een functioneel deel “Gemeenschappelijk” hangt af van de functies van de functionele delen die het bedient (zie Tabel [2]).
- De kortste en de langste tijdsperiode gedurende dewelke het functionele deel “Gemeenschappelijk” niet bezet is, $t_{unocc,min,fct\ f}$ en $t_{unocc,max,fct\ f}$, hangen dus eveneens af van de functies van de functionele delen die het bedient. Om deze parameters te bepalen, moet de kortste en de langste tijdsperiode worden berekend, in h, gedurende dewelke geen enkele van de bediende functionele delen bezet is. Deze tijdsperiodes moeten altijd bepaald worden zonder rekening te houden met de aanwezigheid van een functioneel deel met de functie “Technische ruimten”.

5.3 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector als volgt:

Eq. 378
$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, voor de maand m, in MJ;

$Q_{heat,net,fct\ f,m}$ de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van functioneel deel f voor de maand m, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van energiesector i.

Specifiek kenmerk voor de functie “Technische ruimten”: de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de functionele delen met die functie, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, wordt voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de functionele delen met die functie, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, $Q_{heat,net,fct\ f,m}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Voor de berekening van de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming worden telkens de totale maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie bepaald, bij een vastgelegde rekenwaarde voor de binnentemperatuur $\theta_{i,heat,fct\ f}$ (bepaald volgens § 5.2), alsook de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie. Met behulp van de benuttingsfactor voor de warmtewinsten wordt dan de maandelijkse energiebalans opgesteld, telkens per functioneel deel.

Bepaal de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, per functioneel deel, als volgt:

Eq. 404 Indien $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ groter is dan of gelijk aan 2,5 of kleiner is dan 0, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Indien $\gamma_{heat,fct\ f,m}$ kleiner is dan 2,5 en groter is dan of gelijk aan 0, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = Q_{L,heat,fct\ f,m} - \eta_{util,heat,fct\ f,m} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Uitzondering: indien $Q_{L,heat,fct\ f,m}$ gelijk is aan nul, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

met:

Eq. 17 $$Q_{L,heat,fct\ f,m} = Q_{T,heat,fct\ f,m} + Q_{V,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 18 $$Q_{g,heat,fct\ f,m} = Q_{i,heat,fct\ f,m} + Q_{s,heat,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$\gamma_{heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse winst-verliesverhouding van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{heat,net,fct\ f,m}$	de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van functioneel deel f, zonder rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen, voor de maand m, in MJ;
$Q_{L,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekening, in MJ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse benuttingsfactor voor de warmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);
$Q_{g,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{V,heat,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{i,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.7, in MJ;
$Q_{s,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse zonnewarmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.8, in MJ.

en:

Eq. 19 $$Q_{T,heat,fct\ f,m} = H_{T,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 20 $$Q_{V,heat,fct\ f,m} = H_{V,heat,fct\ f} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

waarin:

$H_{T,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in W/K;
$H_{V,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.6.2, in W/K;
$\theta_{i,heat,fct\ f}$	de rekenwaarde van de binnentemperatuur in functioneel deel f voor de bepaling van de energiebehoefte voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 5.2, in °C;
$\theta_{e,heat,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;
t_m	de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

De benuttingsfactor voor de warmtewinsten wordt per maand en per functioneel deel bepaald aan de hand van de voor warmte toegankelijke massa en de verhouding tussen warmtewinsten en warmteverliezen. Bereken de benuttingsfactor voor ruimteverwarming per functioneel deel en per maand, $\eta_{util,heat,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 21 indien $\gamma_{heat,fct\ f,m} \neq 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \frac{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a}}{1 - \left(\gamma_{heat,fct\ f,m}\right)^{a+1}}$$ (-)

indien $\gamma_{heat,fct\ f,m} = 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m} = \frac{a}{a+1}$$ (-)

waarbij de maandelijkse winst-verliesverhouding per functioneel deel en per maand, $\gamma_{heat,fct\ f,m}$, gedefinieerd wordt als:

Eq. 22 $$\gamma_{heat,fct\ f,m} = \frac{Q_{g,heat,fct\ f,m}}{Q_{L,heat,fct\ f,m}}$$ (-)

en waarbij de numerieke parameter a voor functioneel deel f gegeven wordt door:

Eq. 23 $$a = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,fct\ f}}{\tau_{0,heat}}$$ (-)

met als tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, $\tau_{heat,fct\ f}$, in h:

Eq. 24 $$\tau_{heat,fct\ f} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,heat,fct\ f} + H_{V,heat,fct\ f}\right)}$$ (h)

waarin:

$a_{0,heat}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], (-);
$\tau_{0,heat}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;
$C_{fct\ f}$	de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.9, in kJ/K;
$H_{T,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in kJ/K;
$H_{V,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.6.2, in kJ/K.

5.4 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling

Voor de ruimtekoeling moet eveneens de maandelijkse netto-energiebehoefte bepaald worden per functioneel deel. Vervolgens moet er gesommeerd worden over alle functionele delen die tot de betreffende energiesector i behoren. De maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling wordt altijd berekend, ook als er geen actieve koeling geplaatst wordt.

Bepaal de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling per energiesector als volgt:

Eq. 25

$$Q_{cool,net,sec\ i,m} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$	de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i voor de maand m, in MJ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van functioneel deel f voor de maand m, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van energiesector i.

<u>Specifiek kenmerk voor de functies “Sauna/zwembad” en “Technische ruimten”</u>: de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van de functionele delen met een van deze functies, $Q_{cool,net,fct\ f,m}$, wordt voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

<u>Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”</u>: de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van de functionele delen met deze functie, $Q_{cool,net,fct\ f,m}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Bepaal de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling per functioneel deel als volgt:

Eq. 382 Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ groter is dan of gelijk aan 2,5, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m}$ kleiner is dan 2,5, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = a_{cool,int,fct\ f,m} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m} - \eta_{util,cool,fct\ f,m} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Uitzondering: indien $Q_{L,cool,fct\ f,m}$ gelijk is aan nul, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m} = Q_{g,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

met:

Eq. 27

$$Q_{g,cool,fct\ f,m} = Q_{i,cool,fct\ f,m} + Q_{s,cool,fct\ f,m} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 28 $$Q_{L,cool,fct\ f,m} = Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,cool,fct\ f,m}$$ (MJ)

waarin:

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse verlies-winstverhouding voor koeling van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{cool,net,fct\ f,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van functioneel deel f, in MJ;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen in functioneel deel f, voor de maand m, bepaald volgens § 5.2, (-);
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmtewinsten van functioneel deel f door bezonning en interne warmteproductie voor de koelberekeningen, in MJ;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse benuttingsfactor voor de warmteverliezen van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);
$Q_{L,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, in MJ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{V,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.7, in MJ;
$Q_{s,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse zonnewarmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.8, en MJ.

en:

Eq. 276 $$Q_{T,cool,fct\ f,m} = H_{T,cool,fct\ f} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 277 $$Q_{V,cool,fct\ f,m} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$$ (MJ)

Eq. 278 $$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 279 $$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,cool,m}\right)\right] \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 280

$$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 281

$$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 282

$$Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 283

$$Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$H_{T,cool,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in W/K;
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.2, in W/K;
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse rekenwaarde van de binnentemperatuur van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);
$\theta_{e,cool,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de koelberekeningen, ontleend aan Tabel [1], in °C;
$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$	de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen, gelijk aan respectievelijk $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ of $\theta_{e,V,cool,night,m}$ naargelang functioneel deel f een permanente, dag- of nachtbezetting heeft (zie Tabel [2]). Deze waarden zijn ontleend aan Tabel [45] als functie van het type ventilatiesysteem;
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.1, in W/K;
$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3, in W/K;
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor aanvullende (mechanische) ventilatie overdag, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [45], in °C;
$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie ’s nachts in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.4, in W/K;

$\theta_{e,add,cool,night,m}$ de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor aanvullende (mechanische) ventilatie 's nachts, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [45], in °C;

$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.5, in W/K;

$\theta_{e,add,cool,day,m}$ de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor aanvullende ventilatie (door het openen van ramen) overdag, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [45] (kolom (3)), in °C;

$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.6, in W/K;

$\theta_{e,add,cool,night,m}$ de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor aanvullende ventilatie (door het openen van ramen) 's nachts, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [45] (kolom (5)), in °C;

t_m de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Tabel [45] : Berekeningswaarden voor de temperatuur van frisse lucht voor hygiënische ventilatie en bijkomende ventilatie voor de verkoelingsberekeningen

	$\theta_{e,V,cool,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,day,m}$ en $\theta_{e,add,cool,day,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,night,m}$ en $\theta_{e,add,cool,night,m}$ (°C)	
Maand	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**
Januari	3,9	16,0	4,2	16,0	3,4	16,0
Februari	4,8	16,0	5,3	16,0	4,0	16,0
Maart	6,1	16,0	7,0	16,0	4,7	16,0
April	9,8	16,0	11,2	16,0	7,8	16,0
Mei	13,8	16,0	15,4	16,0	11,2	16,0
Juni	17,1	17,1	18,8	18,8	14,4	16,0
Juli	17,8	17,8	19,3	19,3	15,4	16,0
Augustus	18,1	18,1	19,7	19,7	15,6	16,0
September	16,3	16,3	17,5	17,4	14,6	16,0
Oktober	11,9	16,0	12,8	16,0	10,6	16,0
November	6,7	16,0	7,2	16,0	6,0	16,0
December	3,5	16,0	3,8	16,0	3,1	16,0

- Kolommen (1), (3) en (5) zijn van toepassing wanneer er een natuurlijk ventilatiesysteemn of een eenvoudig mechanisch ventilatiesysteem met afzuiging aanwezig zijn.
- Kolommen (2), (4) en (6) zijn van toepassing wanneer er een eenvoudig ventilatiesysteem met luchttoevoer of een mechanisch ventilatiesysteem met dubbele luchtstroom aanwezig zijn.
- Kolommen (3) en (5) zijn van toepassing bij bijkomende ventilatie via vensteropeningen.

De maandelijkse rekenwaarde van de binnentemperatuur voor koelberekeningen wordt ontleend aan Tabel [46] voor functionele delen met de functie "Logeerfunctie", "Kantoor" of "Onderwijs" die niet uitgerust zijn met actieve koeling. Bepaal deze temperatuur in de andere gevallen met:

Eq. 284 $\theta_{i,cool,fct\ f,m} = \theta_{i,cool,fct\ f}$ (°C)

waarin:

$\theta_{i,cool,fct\ f}$ de rekenwaarde van de binnentemperatuur van functioneel deel f voor de berekeningen van actieve ruimtekoeling, bepaald volgens § 5.2, in °C.

Tabel [46] : Berekeningswaarden voor de maandelijkse binnentemperatuur voor koelberekeningen voor bewonings-, kantoor- en onderwijsfuncties die niet zijn uitgerust met actieve koeling

	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ (°C)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	26,1	26,6	26,6	25,8	25,0	25,0	25,0

De benuttingsfactor voor de warmteverliezen wordt per maand en per functioneel deel bepaald aan de hand van de voor warmte toegankelijke massa en de verhouding tussen warmteverliezen en warmtewinsten.

Bereken de benuttingsfactor voor ruimtekoeling per functioneel deel en per maand, $\eta_{util,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 285 Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m} \geq 0$ en $\lambda_{cool,fct\ f,m} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m}}{1-\left(\lambda_{cool,fct\ f,m}\right)^{b_m+1}} \quad (-)$$

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = \frac{b_m}{b_m + 1}$ (-)

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m} = 1$ (-)

waarbij de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel, $\lambda_{cool,fct\ f,m}$, gedefinieerd wordt als:

Eq. 32 $$\lambda_{cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m}}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

en waarbij de numerieke parameter b_m voor functioneel deel f gegeven wordt door:

Eq. 33 $$b_m = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

met als maandelijkse tijdsconstante voor ruimtekoeling van functioneel deel f, $\tau_{cool,fct\ f,m}$:

Eq. 286

$$\tau_{cool,fct\ f,m} = \frac{C_{fct\ f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct\ f} + H_{V,cool,fct\ f,m}\right)} \quad \text{(h)}$$

waarin:

$b_{0,cool}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], (-);
$\tau_{0,cool}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;
$C_{fct\ f}$	de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.9, in kJ/K;
$H_{T,cool,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in W/K;
$H_{V,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie, in-/exfiltratie en aanvullende mechanische ventilatie of aanvullende ventilatie door het openen van ramen in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in W/K.

en:

Eq. 287

$$H_{V,cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{V,cool,fctf,m}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Q_{V,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, zoals hiervoor bepaald, in MJ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;
$\theta_{e,cool,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de koelberekeningen, ontleend aan Tabel [1], in °C;
t_m	de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

5.5 Warmteoverdrachtscoëfficiënten door transmissie per functioneel deel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënten door transmissie van functioneel deel f, $H_{T,heat,fct\ f}$ en $H_{T,cool,fct\ f}$ volgens respectievelijk § 7 en § 8 van bijlage A.1 bij dit besluit, en houd er rekening mee dat de energiebalans voor functioneel deel f wordt bepaald en niet voor energiesector i.

Scheidingsconstructies die in verbinding staan met aangrenzende verwarmde ruimten (andere functionele delen, andere energiesectoren, andere delen van het beschermde volume buiten de EPN-eenheid, aanpalende verwarmde gebouwen, enz.) blijven daarbij buiten beschouwing.

5.6 Warmteoverdrachtscoëfficiënten door ventilatie per functioneel deel

5.6.1 Principe

De regelgeving (zie bijlage C.3 bij dit besluit) legt minimale ontwerpventilatiedebieten per ruimte op. Grotere ontwerpventilatiedebieten zijn steeds toegelaten. Deze moeten door het bouwteam per ruimte eenduidig vastgelegd worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier soorten ventilatiesystemen:

- natuurlijke ventilatie;
- enkelstrooms mechanische toevoerventilatie;
- enkelstrooms mechanische afvoerventilatie;
- dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie.

Verderop in deze tekst worden de laatste drie categorieën gezamenlijk omschreven als mechanische ventilatie.

Op grond van de regels voor het afbakenen van de energiesectoren en functionele delen (zie § 3.2) mag er in een en hetzelfde functionele deel slechts één soort ventilatiesysteem voorkomen.

5.6.2 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 35 $$H_{V,heat,fct\ f} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} + H_{V,hyg,heat,fct\ f}$$ (W/K)

waarin:

$H_{V,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;
$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.6.2.1, in W/K;
$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.2.2, in W/K.

5.6.2.1 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 36 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$$ (W/K)

Eq. 37 $$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,fct\ f}$$ (m^3/h)

waarin:

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;
$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$	het gemiddelde in-/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte gebouwschil in functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in m³/h;
$\dot{v}_{50,heat}$	het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte voor de verwarmingsberekeningen, zoals hieronder bepaald, in m³/(h.m²);
$A_{T,E,fct\ f}$	de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[2] (zie ook § 5.5), in m².

Indien een luchtdichtheidsmeting van de volledige EPN-eenheid (of in voorkomend geval van een groter deel van het beschermde volume) voorgelegd wordt, geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte voor de verwarmingsberekeningen, $\dot{v}_{50,heat}$:

Eq. 38

$$\dot{v}_{50,heat} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad (m^3/(h.m^2))$$

met:

A_{test}	de totale oppervlakte (op basis van uitwendige afmetingen) van de scheidingsconstructies die het volume omhullen dat in de luchtdichtheidstest gemeten werd, met uitzondering van de scheidingsconstructies naar aangrenzende verwarmde ruimten, in m²;
$\dot{V}_{50}$	het lekdebiet bij 50 Pa van de uitwendige gebouwschil (buitenomhulling), in m³/h, afgeleid van de luchtdichtheidsmeting en conform de door de minister vastgelegde specificaties.

Zo niet is de volgende standaardwaarde van toepassing voor $\dot{v}_{50,heat}$: 12 m³/(h.m²).

5.6.2.2 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 39

$$H_{V,hyg,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,heat,fct\ f} \cdot r_{preh,heat,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} \quad (W/K)$$

waarin:

[2] Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen functioneel deel f en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,fct\ f}$.

$H_{V,hyg,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;
$f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$	een reductiefactor voor ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen. De standaardwaarde voor $f_{reduc,vent,heat,fct\ f}$ is 1. Gunstigere waarden zijn in rekening te brengen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$r_{preh,heat,fct\ f}$	een reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.6.4, (-);
$f_{vent,heat,fct\ f}$	de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in het functionele deel, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Indien het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in een ruimte kleiner is dan de minimale waarde opgelegd door bijlage C.3 bij dit besluit, wordt voor de bepaling van H_V gerekend met het minimaal geëiste debiet. Deze regel geldt echter niet voor speciale ruimten als bedoeld in § 6.3 van bijlage C.3 bij dit besluit.

5.6.3 Warmteoverdrachtscoëfficiënten door ventilatie voor de koelberekeningen per functioneel deel

Voor de bepaling van de koelbehoefte wordt onderscheid gemaakt tussen in-/exfiltratie, hygiënische ventilatie, mogelijke systemen voor aanvullende mechanische ventilatie die overdag of ’s nachts in werking kunnen zijn, en aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag of ’s nachts.

5.6.3.1 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de koelberekeningen per functioneel deel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de koelberekeningen van functioneel deel f als volgt:

Eq. 41 $$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

Eq. 42 $$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,fct\ f} \quad \text{(m}^3\text{/h)}$$

waarin:

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de koelberekeningen van functioneel deel f, in W/K;
$\dot{V}_{in/exfilt,cool,fct\ f}$	het gemiddelde in-/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte gebouwschil voor de koelberekeningen van functioneel deel f, in m³/h;

$\dot{V}_{50,cool}$ het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte voor de koelberekeningen, zoals hieronder bepaald, in m³/(h.m²);

$A_{T,E,fct\ f}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[3] (zie ook § 5.5), in m².

Indien een luchtdichtheidsmeting van de volledige EPN-eenheid (of in voorkomend geval van een groter deel van het beschermde volume) voorgelegd wordt, geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte voor de koelberekeningen, $\dot{V}_{50,cool}$:

Eq. 43 $$\dot{V}_{50,cool} = \dot{V}_{50,heat}$$ (m³/(h.m²))

waarin:

$\dot{V}_{50,heat}$ het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte voor de verwarmingsberekeningen, zoals bepaald in § 5.6.2.1, in m³/(h.m²).

Zo niet is de volgende standaardwaarde van toepassing voor $\dot{V}_{50,cool}$: 0 m³/(h.m²).

5.6.3.2 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen van functioneel deel f

Bepaal de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen van functioneel deel f als volgt:

Eq. 44 $$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f} \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot f_{vent,cool,fct\ f} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$ (W/K)

waarin:

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, in W/K;

$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ een reductiefactor voor ventilatie in functioneel deel f voor de koelberekeningen. De standaardwaarde voor $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ is 1. Gunstigere waarden zijn in rekening te brengen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);

$r_{preh,cool,fct\ f}$ een reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling in functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.4, (-);

$r_{precool,fct\ f,m}$ een maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van de ventilatielucht in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens Annexe B bij deze bijlage, (-);

---

[3] Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen functioneel deel f en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,fct\ f}$.

$f_{vent,cool,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes.

5.6.3.3 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag

Bepaal in voorkomend geval de warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag voor de koelberekeningen van functioneel deel f, $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 288

$$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot r_{precool,fct\ f,m} \cdot b_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot (\dot{V}_{add,fct\ f} - \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{reduc,vent,cool,fct\ f}) \quad \text{(W/K)}$$

waarin:

$r_{preh,cool,fct\ f}$ een reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.4, (-);

$r_{precool,fct\ f,m}$ een maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van de ventilatielucht voor de koelberekeningen van betreffend functioneel deel f, bepaald volgens bijlage B, (-);

$b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ een temperatuurcorrectiefactor, bepaald volgens § 5.6.3.3.1;

$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie overdag in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3.2, (-);

$\dot{V}_{add,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor aanvullende mechanische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, te bepalen op basis van meetrapporten in overeenstemming met de door de minister vastgelegde specificaties;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ een reductiefactor voor ventilatie voor de koelberekeningen in betreffend functioneel deel f. De standaardwaarde voor $f_{reduc,vent,cool,fct\ f}$ is 1. Gunstigere waarden zijn in rekening te brengen volgens door de minister vastgelegde regels, (-).

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag mag enkel in rekening gebracht worden in de functionele delen die uitgerust zijn met enkelstrooms mechanische toevoerventilatie, enkelstrooms mechanische afvoerventilatie, of dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie.

Indien de parameter $\dot{V}_{add,fct\ f}$ niet bepaald is, geldt als standaardwaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag:

Eq. 421 $H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = 0$ (W/K)

5.6.3.3.1 Temperatuurcorrectiefactor

In de functionele delen met de functie "Kantoor" en "Onderwijs" wordt de temperatuurcorrectiefactor voor de bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie overdag voor de koelberekeningen, $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, als volgt bepaald:

Eq. 383 $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = -0,3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m} + 1$ (-)

met:

Eq. 384 $$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m} = \frac{Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}}{Q'_{g,cool,fct\ f,m}}$$ (-)

waarin:

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel voor de berekening van de aanvullende mechanische ventilatie, (-);
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, zoals bepaald in § 5.4, in MJ;
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse warmteverlies door in-/exfiltratie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;
$Q'_{g,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse warmtewinst van functioneel deel f door bezonning en interne warmteproductie voor de koelberekeningen, bepaald op dezelfde wijze als $Q_{g,cool,fct\ f,m}$ in § 5.4, maar zonder rekening te houden met aanvullende mechanische ventilatie of aanvullende ventilatie door het openen van ramen, in MJ.

In de andere functionele delen is de temperatuurcorrectiefactor $b_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

5.6.3.3.2 Conventionele tijdsfractie

In de functionele delen met de functie "Kantoor" en "Onderwijs" wordt de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie overdag in bedrijf is, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, als volgt bepaald voor de koelberekeningen:

Eq. 385 $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fct\ f}; 0,5 \cdot e^{-1,25 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}}\right\}$ (-)

waarin:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel voor de berekening van de aanvullende mechanische ventilatie, bepaald volgens § 5.6.3.3.1, (-).

In afwezigheid van een systeem voor aanvullende mechanische ventilatie overdag, is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

In de andere functionele delen is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

5.6.3.4 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie 's nachts

Bepaal in voorkomend geval de warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie 's nachts voor de koelberekeningen van functioneel deel f, $H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 292

$$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot c_{V,add\ m,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \quad \text{(W/K)}$$

waarin:

$r_{preh,cool,fct\ f}$ een reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.4, (-);

$c_{V,add\ m,night,cool,fct\ f}$ een correctiefactor voor dynamische effecten:

- als de effectieve thermische capaciteit $C_{fct\ f}$ van functioneel deel f bepaald wordt op basis van de vloermassa en als minstens 15% van de totale gebruiksoppervlakte van functioneel deel f bestaat uit delen j met een specifieke effectieve thermische capaciteit $D_{fct\ f,j} \leq$ 180 kJ/(m².K): $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- als de effectieve thermische capaciteit $C_{fct\ f}$ van functioneel deel f bepaald wordt op basis van een gedetailleerde berekening en de specifieke effectieve thermische capaciteit $D_{fct\ f}$ van functioneel deel f is kleiner dan of gelijk aan 180 kJ/(m².K): $C_{v,add,night,cool,fctf} = 0,7$;
- in andere gevallen: $C_{V,add\ m,night,cool,fctf} = 1$, (-);

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie 's nachts in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.4.1, (-);

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor aanvullende mechanische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid. De standaardwaarde is gelijk aan het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie. Andere waarden kunnen in rekening gebracht worden

op basis van meetrapporten in overeenstemming met door de minister vastgelegde specificaties.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende mechanische ventilatie 's nachts mag enkel in rekening gebracht worden in de functionele delen die uitgerust zijn met enkelstrooms mechanische toevoerventilatie, enkelstrooms mechanische afvoerventilatie, of dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie.

5.6.3.4.1 Conventionele tijdsfractie

In de functionele delen met de functie "Kantoor" en "Onderwijs" wordt de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie 's nachts in bedrijf is, $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, als volgt bepaald voor de koelberekeningen:

Eq. 386 $$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf}; 0,4 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{add\ m,cool,fctf,m}}\right\} \quad (-)$$

met:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\lambda_{add\ m,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel voor de berekening van de aanvullende mechanische ventilatie, bepaald volgens § 5.6.3.3.1, (-).

In afwezigheid van een systeem voor aanvullende mechanische ventilatie 's nachts, is de conventionele tijdsfractie gelijk aan 0.

In de andere functionele delen is de conventionele tijdsfractie gelijk aan 0.

5.6.3.5 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag

Bepaal in voorkomend geval de warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag voor de koelberekeningen van functioneel deel f, $H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 295 $$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0; \left(0,34 \cdot b_{V,add\ w,day,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,day,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}\right)\right\} \quad (W/K)$$

waarin:

$b_{V,add\ w,day,cool,fct\ f}$ een temperatuurcorrectiefactor, met waarde 0,5, (-);

$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag actief is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.5.1, (-);

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,day,fct\ f,m}$ het gemiddelde luchtdebiet, tot stand gebracht door het openen van ramen overdag, bepaald volgens § 5.6.3.5.2, (in m³/h);

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f,m}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de koelberekeningen van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.3.1, in W/K.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag mag enkel in rekening gebracht worden in de functionele delen die voldoen aan de volgende drie voorwaarden: het functionele deel heeft de functie “Kantoor” of “Onderwijs”, is niet uitgerust met actieve koeling, en is voor de hygiënische ventilatie uitgerust met mechanische toevoer en afvoer in elke ruimte van het type kantoor, vergaderzaal of leslokaal van het functionele deel.

5.6.3.5.1 Conventionele tijdsfractie

In de functionele delen met de functie “Kantoor” en “Onderwijs” wordt de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag actief is, $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, in geval van een manuele handeling door de gebruiker, als volgt bepaald voor de koelberekeningen:

Eq. 387
$$f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fct\ f};\ 0,5 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

met:

Eq. 388
$$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \\ + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \end{array}\right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

waarin:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel voor de berekening van de aanvullende ventilatie door het openen van ramen, (-);

$Q_{T,cool,fct\ f,m}$ het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, zoals bepaald in § 5.4, in MJ;

$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$ het maandelijkse warmteverlies door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;

$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$ het maandelijkse warmteverlies door in-/exfiltratie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;

$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ het maandelijkse warmteverlies door aanvullende mechanische ventilatie overdag in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;

$Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ het maandelijkse warmteverlies door aanvullende mechanische ventilatie 's nachts in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ;

$Q_{g,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse warmtewinst van functioneel deel f door bezonning en interne warmteproductie, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.4, in MJ.

In afwezigheid van een systeem voor aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag, is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

Bij een automatische aansturing van de ramen mag de conventionele tijdsfractie gelijk genomen worden aan die bepaald voor manueel gebruik.

In de andere functionele delen is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

5.6.3.5.2 Luchtdebiet

Het gemiddelde luchtdebiet, tot stand gebracht door het openen van ramen overdag, $V_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, wordt conventioneel als volgt bepaald:

Eq. 298

$$\dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,day,j} \cdot A_{w,day,fctf,j}\right)$$

(m³/h)

waarin:

$C_{ow,day,j}$ een coëfficiënt die rekening houdt met de openingshoek van de ramen, gelijk aan 0,174 voor draaikipramen en aan 0,9 voor draairamen, tuimelramen, schuiframen of guillotineramen, (-);

$A_{w,day,fct\ f,j}$ de oppervlakte van raam j dat deel uitmaakt van de ramen van functioneel deel f die in rekening te brengen zijn voor aanvullende ventilatie door het openen van ramen overdag, bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels, in m².

5.6.3.6 Maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts

Bepaal in voorkomend geval de warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts voor de koelberekeningen van functioneel deel f, $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 299

$$H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \max\left\{0; \left(0,34 \cdot c_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot b_{V,add\ w,night,cool,fctf} \cdot f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,night,cool,fctf,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f}\right)\right\}$$

(W/K)

waarin:

$c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ een correctiefactor voor dynamische effecten:

- als de effectieve thermische capaciteit $C_{fct\ f}$ van functioneel deel f bepaald wordt op basis van de vloermassa en als minstens 15% van de totale gebruiksoppervlakte van functioneel deel f bestaat uit delen j met een specifieke effectieve thermische capaciteit $D_{fct\ f,j} \leq 180$ kJ/(m².K): $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;
- als de effectieve thermische capaciteit $C_{fct\ f}$ van functioneel deel f bepaald wordt op basis van een gedetailleerde berekening en de specifieke effectieve thermische capaciteit $D_{fct\ f}$ van functioneel deel f is kleiner dan of gelijk aan 180 kJ/(m².K): $C_{v,nat,night,cool,fctf} = 0,8$;
- in andere gevallen: $c_{V,add\ w,night,cool,fct\ f} = 1$;

$b_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ een temperatuurcorrectiefactor, met waarde 0,5, (-);

$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts actief is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.6.1, (-);

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,night,fct\ f,m}$ het gemiddelde luchtdebiet, tot stand gebracht door het openen van ramen 's nachts, bepaald volgens § 5.6.3.6.2, (in m³/h);

$H_{V,in/exfilt,cool,fct\ f}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de koelberekeningen van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.6.3.1, in W/K.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts mag enkel in rekening gebracht worden in de functionele delen die niet uitgerust zijn met gelijktijdige aanvullende mechanische ventilatie.

5.6.3.6.1 Conventionele tijdsfractie

In de functionele delen met de functie "Kantoor" en "Onderwijs" wordt de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts actief is, $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, als volgt bepaald voor de koelberekeningen:

Eq. 389 $$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \min\left\{1 - f_{vent,cool,fctf}; 0,38 \cdot e^{-1,7 \cdot \lambda_{addw,cool,fctf,m}}\right\} \quad (-)$$

waarin:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\lambda_{add\ w,cool,fct\ f,m}$ de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel voor de berekening van de aanvullende ventilatie door het openen van ramen, bepaald volgens § 5.6.3.5.1, (-).

In afwezigheid van een systeem voor aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts, is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

In functionele delen met een andere functie dan "Kantoor" en "Onderwijs" is de conventionele tijdsfractie $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ gelijk aan 0.

5.6.3.6.2 Luchtdebiet

Bepaal het gemiddelde luchtdebiet, tot stand gebracht door het openen van ramen 's nachts, $V_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 302

$$\dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,night,j} \cdot A_{w,night,fctf,j}\right) \quad (m^3/h)$$

$c_{ow,night,j}$ een coëfficiënt die rekening houdt met de openingshoek van de ramen en met de vermindering van het doorlatende oppervlak door de aanwezigheid van insectenwerende voorzieningen, gelijk aan 0,174 voor draaikipramen en aan 0,9 voor draairamen, tuimelramen, schuiframen of guillotineramen, (-);

$A_{w,night,fct\ f,j}$ de oppervlakte van de ramen van functioneel deel f die in rekening te brengen zijn voor aanvullende ventilatie door het openen van ramen 's nachts, bepaald in overeenstemming met door de minister vastgelegde regels, in m².

5.6.4 Reductiefactor als gevolg van voorverwarming

De reductiefactor als gevolg van voorverwarming van een functioneel deel f, r_{preh}, is gelijk aan de reductiefactor voor voorverwarming van energiesector i waarvan dit deel uitmaakt, die op zijn beurt gelijk is aan de reductiefactor voor voorverwarming van de ventilatiezone z waarvan energiesector i deel uitmaakt:

- $r_{preh,heat,fct\ f} = r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$
- $r_{preh,cool,fct\ f} = r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Bepaal de reductiefactor voor voorverwarming van ventilatiezone z door middel van een warmteterugwinapparaat op de hieronder beschreven wijze. Voorverwarming via doorgang van een aangrenzende onverwarmde ruimte en/of van een ondergronds aanvoerkanaal dient behandeld te worden volgens de door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag

Als er geen voorverwarming plaatsvindt, is de waarde voor r_{preh} in elk geval gelijk aan 1.

Warmtepompen voor ruimteverwarming die de afgevoerde lucht als warmtebron gebruiken, worden niet in deze bijlage behandeld, maar in § 10.2.3.3 van bijlage A.1 bij dit besluit.

<u>Warmteterugwinapparaat in geval van dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie</u>

In een ventilatiezone z met dubbelstrooms mechanische toe- en afvoerventilatie is het mogelijk de toevoer van buitenlucht in min of meerdere mate voor te verwarmen met behulp van een warmtewisselaar die warmte onttrekt aan de afvoerlucht naar buiten. Het is mogelijk dat de toevoer van buitenlucht in de ventilatiezone z op meerdere plaatsen gebeurt. In dat geval is het mogelijk dat niet alle luchttoevoeren voorverwarmd worden. Omgekeerd is het mogelijk dat de mechanische afvoer naar buiten via meer dan één luchtuitlaat gebeurt en kan het voorkomen dat op sommige van deze luchtstromen geen warmteterugwinning plaatsvindt. Indien het totale mechanische toevoerdebiet verschilt van het totale mechanische afvoerdebiet in ventilatiezone z, zal er

noodzakelijkerwijs een ongecontroleerde extra luchtstroom (naar binnen of naar buiten) doorheen de gebouwschil optreden[4].

Ventilatoren met automatische debietregeling hebben een gunstige invloed op de reductiefactor voor voorverwarming omdat de debietbalans behouden kan worden, ook wanneer de werkingsomstandigheden veranderen (vervuiling van filters, enz.). Automatische debietregeling is een producteigenschap die vastgesteld wordt voor alle ventilatoren van de ventilatorgroep en die inhoudt dat een regeling ervoor zorgt dat het geleverde debiet niet meer dan 5% afwijkt van de instelwaarde. Deze producteigenschap moet voor elke ventilator van de groep aan de hand van debietmetingen gecontroleerd worden voor het volledige debiet- en drukbereik van de ventilator.

De reductiefactor voor ruimteverwarming als gevolg van de voorverwarming van de buitenluchttoevoer in een ventilatiezone z via warmteterugwinning moet bepaald worden aan de hand van de volgende formule:

Eq. 45

$$r_{preh,heat,zonez} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{heat,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p} ; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0 ; \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p} ; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

(-)

waarin:

$e_{heat,hr,p}$ een dimensieloze factor die de mate van warmteterugwinning op plaats p aangeeft, bepaald als volgt:

- indien de buitenlucht p niet voorverwarmd wordt, geldt $e_{heat,hr,p} = 0$;
- indien de buitenlucht p wel voorverwarmd wordt met behulp van een warmteterugwinapparaat, geldt: $e_{heat,hr,p} = r_p.\eta_{test,p}$

Bepaal de factor r_p op de hieronder beschreven wijze. Het thermisch rendement $\eta_{test,p}$ van het warmteterugwinapparaat op plaats p wordt bepaald zoals beschreven in bijlage G van bijlage A.1 bij dit besluit. Een waarde voor het thermisch rendement mag slechts gebruikt worden op voorwaarde dat zowel $\dot{V}_{in,p}$ als $\dot{V}_{out,p}$ niet groter is dan het tijdens de proef gemeten volumedebiet, zoals gedefinieerd in bijlage G van bijlage A.1 bij dit besluit;

$\dot{V}_{in,p}$ het ingaande luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald op de hieronder beschreven wijze;

$\dot{V}_{out,p}$ het uitgaande luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald op de hieronder beschreven wijze.

Er moet gesommeerd worden over alle plaatsen p in ventilatiezone z waar mechanische buitenluchttoevoer en/of mechanische afvoer naar buiten plaatsvindt.

[4] Eenvoudigheidshalve wordt de mogelijke interactie tussen de in-/exfiltratieterm en de term voor bewuste ventilatie net als in § 5.6 conventioneel buiten beschouwing gelaten.

Bepaal het ingaande buitenluchtdebiet op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:

Eq. 46 $$\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$$

waarbij de instelwaarde in beschouwing genomen wordt van het ingaande debiet op plaats p in de nominale ventilatorstand voor hygiënische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid;

- in alle andere gevallen geldt:

Eq. 47 $$\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,design,p}$$

waarbij het ontwerpdebiet in beschouwing genomen wordt van de op plaats p ingaande buitenlucht voor hygiënische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Bepaal het luchtafvoerdebiet naar buiten op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:

Eq. 48 $$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$$

waarbij de instelwaarde van het uitgaande debiet in beschouwing genomen wordt in de nominale ventilatorstand voor hygiënische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid;

- in alle andere gevallen geldt:

Eq. 49 $$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,design,p}$$

waarbij het ontwerpdebiet in beschouwing genomen wordt van de op plaats p naar buiten gaande lucht voor hygiënische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Bepaal r_p als volgt in het geval dat er warmteterugwinning is op plaats p:

- als de ventilatorgroep die het ingaande en het uitgaande debiet op plaats p levert, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hierboven gedefinieerd, dan geldt:
  $r_p = 0,95$

- voor alle andere gevallen geldt:
  $r_p = 0,85$

Bepaal de voor de koelberekeningen te hanteren reductiefactor als volgt:

$$r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p} \cdot \min\left(\dot{V}_{in,p} ; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0 ; \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p} ; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

Eq. 50 (-)

waarbij de verschillende termen dezelfde zijn als hierboven, met uitzondering van $e_{cool,hr,p}$, waarvan de waarde als volgt bepaald wordt:

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is waarbij de doorgang doorheen de warmtewisselaar volledig afgesloten wordt, of op een andere wijze volledig gedeactiveerd kan worden (bv. door een roterend warmtewiel stil te zetten), geldt:

Eq. 51 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is maar de doorgang doorheen de warmtewisselaar daarbij niet volledig afgesloten wordt of niet op een andere wijze volledig gedeactiveerd wordt, geldt:

Eq. 52 $e_{cool,hr,p} = 0{,}5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- in alle andere gevallen geldt:

Eq. 53 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

5.6.5 Tijdsfractie dat de ventilatie in bedrijf is

De waarden van de conventionele tijdsfracties gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is, voor de verwarmings- en koelberekeningen, respectievelijk $f_{vent,heat,fct\ f}$ en $f_{vent,cool,fct\ f}$, worden per functie ontleend aan Tabel [7].

Tabel [7] : Conventionele tijdsfracties $f_{vent,heat,fct\ f}$ en $f_{vent,cool,fct}$, per functie

Functies		**$f_{vent,heat,fct\ f}$**	**$f_{vent,cool,fct\ f}$**	
			Natuurlijk ventilatie systeem	**Mechanisch ventilatie systeem**
Bewoning		1,00	1,00	Egal à $f_{vent,heat,fct\ f}$
Kantoor		0,30		
Onderwijs		0,30		
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	1,00		
	Nachtelijke bezetting nee	0,30		
	Operatieblok	1,00		
Samenkomst	Hoog gebruik	0,54		

	Laag gebruik	0,54		
	Cafetaria / Eetzaal	0,10		
Keuken		0,36		
Handel / Diensten		0,43		
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	0,50		
	Fitness / Dans	0,50		
	Sauna / Zwembad	0,50		
Technische lokalen		1,00		
Gemeenschappelijk		Zoals onderaan bepaald		
Overig		0,30		
Niet gekend		0,54		

Voor de functie "Gemeenschappelijk": als een functioneel deel met die functie verschillende functionele delen bedient, zijn de waarden van de parameters $f_{vent,heat,fct\ f}$ en $f_{vent,cool,fct\ f}$ gelijk aan de hoogste waarden in de bediende functionele delen.

Zijn er meerdere functionele delen met verschillende functies in dezelfde ventilatiezone aanwezig, dan zijn de waarden van de parameters $f_{vent,heat,fct\ f}$ en $f_{vent,cool,fct\ f}$ identiek voor alle functionele delen f die tot de betreffende ventilatiezone behoren, en gelijk aan de waarden van functioneel deel f waarvoor de waarden $f_{vent,heat,fct\ f}$ en $f_{vent,cool,fct\ f}$ het hoogst zijn.

5.7 Interne warmteproductie

De in beschouwing genomen interne warmtebronnen zijn personen, verlichting, ventilatoren en overige apparatuur. Bepaal de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de verwarmings- en koelberekeningen als volgt:

Eq. 54 $$Q_{i,heat,fct\ f,m} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 55 $$Q_{i,cool,fct\ f,m} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m} \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

Eq. 56 $$\Phi_{i,heat,fct\ f,m} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,heat,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

Eq. 57 $$\Phi_{i,cool,fct\ f,m} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + r_{light,fct\ f} \cdot W_{light,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{fans,cool,fct\ f} \cdot W_{fans,fct\ f,m} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix} \quad \text{(W)}$$

waarin:

$Q_{i,heat,fct\ f,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, in MJ;
$\Phi_{i,heat,fct\ f,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W;
$\Phi_{i,cool,fct\ f,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in functioneel deel f voor de koelberekeningen, in W;
$q_{i,pers,fct\ f}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie door personen in functioneel deel f, ontleend aan Tableau [8], in W/persoon;
$f_{real,fct\ f}$	de conventioneel vastgelegde verhouding tussen de gemiddelde reële bezetting tijdens de gebruiksuren en de maximale ontwerpbezetting van functioneel deel f, ontleend aan Tableau [8], (-);
$f_{pres,fct\ f}$	de conventionele tijdsfractie dat er personen in het gebouw aanwezig zijn, bepaald voor functioneel deel f en ontleend aan Tabel [2], (-);
$n_{design,fct\ f}$	het aantal personen in functioneel deel f overeenkomend met de maximale bezetting waarvoor de ventilatiesystemen ontworpen zijn, (-);
$q_{i,app,fct\ f}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie in functioneel deel f als gevolg van apparatuur, ontleend aan Tableau [8], in W/m²;
$A_{f,fct\ f}$	de gebruiksoppervlakte van betreffend functioneel deel f, in m²;
$r_{light,fct\ f}$	een reductiefactor voor functioneel deel f waarvan de waarde gelijk is aan: - 0,3 indien het energieverbruik voor verlichting van functioneel deel f bepaald wordt volgens § 9.2 (forfaitaire methode), - 0,5 indien er afzuiging is voor verlichtingsarmaturen die in betreffend functioneel deel f minstens 70% van het totale opgenomen vermogen vertegenwoordigen, - 1,0 in de andere gevallen;
$W_{light,fct\ f,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie door verlichting in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § 9.2.2 of § 9.3.2, in kWh;
$r_{fans,heat,fct\ f}$ $r_{fans,cool,fct\ f}$	een reductiefactor voor verwarming respectievelijk koeling, waarvan de waarde gelijk is aan: - 0 indien alleen mechanische afzuiging plaatsvindt, - 0,6 indien dubbelstrooms mechanische ventilatie plaatsvindt, - 0,8 indien recirculatie of warmteterugwinning plaatsvindt, - 0,3 indien mechanisch lucht toegevoerd wordt en het ventilatorvermogen bepaald wordt volgens § 8.1.3 (forfaitaire methode), - 0,5 in de andere gevallen;
$W_{fans,fct\ f,m}$	de interne warmteproductie door ventilatoren in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § 8.1, in kWh;
t_m	de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Tableau [8] : Production de chaleur interne résultant des personnes et des appareils et fraction d'occupation réelle, par fonction

Functies		**Production de chaleur interne dûe aux personnes** $q_{i,pers,fct\ f}$ (W/pers)	**Production de chaleur interne dûe aux appareils** $q_{i,app,fct\ f}$ (W/m²)	**Fraction d'occupation réelle** $f_{real,fct\ f,}$ (-)
Bewoning		100	2	0,21
Kantoor		100	3	0,30
Onderwijs		100	1	0,50
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	100	4	0,80
	Nachtelijke bezetting nee	100	3	0,50
	Operatieblok	100	4	0,20
Samenkomst	Hoog gebruik	100	2	0,30
	Laag gebruik	100	1	0,30
	Cafetaria / Eetzaal	100	2	0,15
Keuken		100	5	0,80
Handel / Diensten		100	3	0,30
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	300	1	0,30
	Fitness / Dans	300	1	0,30
	Sauna / Zwembad	300	1	0,30
Technische lokalen		100	5	0,05
Gemeenschappelijk		100	1	0,15
Overig		100	3	0,30
Niet gekend		100	2	0,30

5.8 Zonnewarmtewinsten

Bepaal de maandelijkse zonnewarmtewinsten per functioneel deel voor verwarmingsberekeningen $Q_{s,heat,fct\ f,m}$ en koelberekeningen $Q_{s,cool,fct\ f,m}$ volgens § 7.10 van bijlage A.1 bij dit besluit, en houd er rekening mee dat de energiebalans voor functioneel deel f wordt bepaald en niet voor energiesector i. Daarbij wordt gesommeerd over alle transparante scheidingsconstructies, ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen en aangrenzende onverwarmde ruimten van functioneel deel f.

In afwijking van bijlage A.1 bij dit besluit wordt de maandelijkse gebruiksfactor $a_{C,m,j}$ van mobiele zonneweringssystemen bepaald volgens Tableau [9]. Deze tabel verwijst naar de tabellen C1 en C3 uit bijlage C van bijlage A.1 bij dit besluit:

Tableau [9] : Facteur d'utilisation mensuel $a_{c,m,j}$, en fonction du type de calcul

Commande	Chauffage	Refroidissement
Manuelle	Tables C1	MAX(0 ; Tables C1 – 0,1)
Automatique	Tables C1	MAX(0 ; Tables C3 – 0,1)
Automatique + weekend(1)	Tables C1	Tables C3
(1) Pour les cas où les protections solaires restent en fonctionnement toute la journée pendant le WE.		

Indien een transparante scheidingsconstructie uitgerust is met meerdere mobiele zonneweringssystemen (bv. binnen- en buitenzonnewering), dient men voor de verwarmingsberekeningen het systeem met de hoogste F_C-waarde en voor de koelberekeningen het systeem met de laagste F_C-waarde in beschouwing te nemen.

5.9 Effectieve thermische capaciteit

5.9.1 Principe

Voor de bepaling van de effectieve thermische capaciteit heeft men de keuze tussen twee methoden:

- hetzij op basis van de specifieke thermische capaciteit per m² gebruiksoppervlakte van het functionele deel volgens § 5.9.2;
- hetzij op basis van een gedetailleerde berekening volgens § 5.9.3.

5.9.2 Effectieve thermische capaciteit op basis van de vloermassa

Bepaal de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, $C_{fct\ f}$, in kJ/K, op basis van de vloermassa, als volgt:

Eq. 58

$$C_{fct\ f} = \sum_j D_{fct\ f,j} \cdot A_{f,fct\ f,j} \quad \text{(kJ/K)}$$

waarin:

$C_{fct\ f}$	de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, in kJ/K;
$D_{fct\ f,j}$	de specifieke effectieve thermische capaciteit van deel j van functioneel deel f, ontleend aan Tableau [10], in kJ/(m².K), waarbij de standaardwaarde gelijk is aan 55 kJ/(m².K);
$A_{f,fct\ f,j}$	de gebruiksoppervlakte van deel j van functioneel deel f, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle delen j die samen de gebruiksoppervlakte van functioneel deel f uitmaken.

Tableau [10] : Capacité thermique effective spécifique $D_{fct\ f,j}$ par unité de surface d'utilisation, en kJ/(m².K)

Masse minimum de la structure de plafond et du plancher par unité de surface d'utilisation (kg/m²)	Faux plafond fermé **et** plancher surélevé	Faux plafond fermé **ou** plancher surélevé	Pas de faux plafond fermé ni de plancher surélevé
Moins de 100	55	55	55
100 à 400	55	110	180
Plus de 400	55	180	360

Een verlaagd plafond geldt als gesloten zodra minder dan netto 15% van de plafondoppervlakte open is.

5.9.3 Effectieve thermische capaciteit op basis van een gedetailleerde berekening

Bereken als volgt de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, $C_{fct\ f}$, in kJ/K, als som van de werkzame massa van alle constructiedelen die in functioneel deel f liggen of die functioneel deel f omhullen, met dien verstande dat niet-dragende binnenwanden buiten beschouwing moeten blijven:

Eq. 59
$$C_{fct\ f} = \sum_k \rho_k . c_k . d_k . A_k$$
(kJ/K)

waarin:

$C_{fct\ f}$ de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, in kJ/K;

ρ_k de volumieke massa van constructiedeel k, in kg/m³;

c_k de soortelijke warmte van constructiedeel k, in kJ/kg.K;

d_k de werkzame dikte van constructiedeel k, in m, bepaald als de dikte van het constructiedeel voor zover de warmteweerstand van het constructiedeel, gerekend loodrecht vanaf het binnenoppervlak, minder dan 0,25 m².K/W bedraagt, met dien verstande dat d_k niet meer dan 100 mm en niet meer dan de helft van de totale dikte van de constructie bedraagt en dat voor de bepaling van de warmteweerstand van het constructiedeel vanaf het binnenoppervlak, voor vrijhangende plafondconstructies waarvan een aandeel van ten minste 15% van de plafondoppervlakte open is, de weerstand van de vrijhangende plafondconstructie buiten beschouwing mag blijven;

A_k de oppervlakte van constructiedeel k, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle constructiedelen k die in functioneel deel f liggen of die functioneel deel f omhullen, met uitzondering van niet-dragende wanden.

Bepaal de specifieke effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, $D_{fct\ f}$, door de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f te delen door de totale gebruiksoppervlakte van functioneel deel f:

Eq. 390

$$D_{fct\ f} = \frac{C_{fct\ f}}{\sum_j A_{f,fct\ f,j}}$$

(kJ/(m²K))

waarin:

$D_{fct\ f}$	de specifieke effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, in kJ/(m².K);
$C_{fct\ f}$	de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, in kJ/K;
$A_{f,fct\ f,j}$	de gebruiksoppervlakte van deel j van functioneel deel f, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle delen j die samen de gebruiksoppervlakte van functioneel deel f uitmaken.

5.10 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater

Gebruik voor de berekeningsmethode rechtstreeks de totale jaarlijkse netto-energiebehoefte van elk aanwezig tappunt voor warm water in elk functioneel deel (uitgedrukt in MJ). Bereken de maandelijkse netto-energiebehoefte per tappunt voor warm water door de wegingsfractie t_m/t_a. toe te passen op de jaarlijkse behoefte. De maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater wordt hieronder bepaald door onderscheid te maken tussen de netto-energiebehoefte voor douches en/of baden i, keukenaanrechten j en voor elk ander tappunt k voor warm water:

- Voor een douche of bad i:

Eq. 60

$$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} \cdot f_{bath\ i,fct\ f} \cdot Q_{water,bath,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$

(MJ)

- Voor een keukenaanrecht j (voor zover dit deel uitmaakt van een keukenruimte waar maaltijden bereid worden):

Eq. 61

$$Q_{water,sink\ j,net,m} = r_{water,sink\ j,net} \cdot f_{sink\ j,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$

(MJ)

- Voor een ander tappunt k voor warm water:

Eq. 62

$$Q_{water,other\ k,net,m} = r_{water,other\ k,net} \cdot f_{other\ k,fct\ f} \cdot Q_{water,other,net,fct\ f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a}$$

(MJ)

waarin:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, in MJ;
$Q_{water,sink\ j,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j, in MJ;
$Q_{water,other\ k,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k voor warm water, in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i door warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$r_{water,sink\ j,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht j door warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$r_{water,other\ k,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar tappunt k voor warm door warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens door de minister vastgelegde regels, (-);
$f_{bath\ i,fct\ f}$	het aandeel van douche of bad i van functioneel deel f in de totale netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{sink\ j,fct\ f}$	het aandeel van keukenaanrecht j van functioneel deel f in de totale netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle keukenaanrechten van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{other\ k,fct\ f}$	het aandeel van een ander tappunt k voor warm tapwater van functioneel deel f in de totale netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten voor warm water van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden van functioneel deel f, zoals bepaald in § 5.10.1, in MJ;
$Q_{water,sink,net,fct\ f,a}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle keukenaanrechten j van functioneel deel f, zoals bepaald in § 5.10.2, in MJ;
$Q_{water,other,net,fct\ f,a}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle andere tappunten voor warm water van functioneel deel f, zoals bepaald in § 5.10.3, in MJ;
t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];
t_a	de lengte van het jaar in Ms, zijnde de som van de 12 waarden t_m uit Tabel [1], meer bepaald 31,536 Ms.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van de functionele delen met die functie ($Q_{water,bath\ i,net,m}$, $Q_{water,sink\ j,net,m}$, $Q_{water,other\ k,net,m}$) wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Bepaal het aandeel van de verschillende types tappunten voor warm water per functioneel deel als volgt:

Eq. 63

$$f_{bath\ i,fct\ f} = \frac{1}{n_{bath,fct\ f}}, \quad f_{sink\ j,fct\ f} = \frac{1}{n_{sink,fct\ f}} \quad \text{en}$$

$$f_{other\ k,fct\ f} = \frac{1}{n_{other,fct\ f}} \qquad (-)$$

waarin:

$n_{bath,fct\ f}$ het totale aantal douches en/of baden in functioneel deel f, (-);

$n_{sink,fct\ f}$ het totale aantal keukenaanrechten in functioneel deel f, (-);

$n_{other,fct\ f}$ het totale aantal andere tappunten voor warm water in functioneel deel f, niet zijnde douches en/of baden, en keukenaanrechten, (-).

5.10.1 Jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van douches en/of baden

Als een functioneel deel douches en/of baden i bevat, bepaal dan de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van al deze douches en/of baden i per functie volgens Tableau [11]:

Tableau [11] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire et nombre de jours d'occupation, par fonction

Functies		**$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$ (MJ)**	**$n_{day,fct\ f}$ (-)**
Bewoning		1604,59 . $n_{design,rooms}$	365
Kantoor		5606,00 . n_{bath}	260
Onderwijs		5606,00 . n_{bath}	220
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	962,75 . $n_{design,rooms}$	365
	Nachtelijke bezetting nee	5606,00 . n_{bath}	260
	Operatieblok	7870,00 . n_{bath}	365
Samenkomst	Hoog gebruik	6727,00 . n_{bath}	312
	Laag gebruik	6727,00 . n_{bath}	312
	Cafetaria / Eetzaal	5606,00 . n_{bath}	260
Keuken		6727,00 . n_{bath}	312
Handel / Diensten		6727,00 . n_{bath}	312
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	6727,00 . n_{bath}	312
	Fitness / Dans	6727,00 . n_{bath}	312
	Sauna / Zwembad	6727,00 . n_{bath}	312
Technische lokalen		7870,00 . n_{bath}	365
Gemeenschappelijk		21,56 . max($n_{day,fct\ f}$) . n_{bath}	-
Overig		5606,00 . n_{bath}	260
Niet gekend		6727,00 . n_{bath}	312

waarin:

$Q_{water,bath,net,fct\ f,a}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden van functioneel deel f, in MJ;
$n_{design,rooms}$	het totale aantal personen in de ruimten van het type "kamer" van functioneel deel f, overeenkomend met de maximale bezetting waarvoor de ventilatiesystemen ontworpen zijn, (-);
n_{bath}	het totale aantal douches en/of baden in functioneel deel f, (-);
$n_{day,fct\ f}$	het aantal dagen per jaar dat functioneel deel f bezet is, (-).

Voor de functie "Gemeenschappelijk": de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden van een functioneel deel met de functie "Gemeenschappelijk" hangt af van de maximale bezettingsduur van de functionele delen die door dit deel bediend worden. Bepaal deze maximale bezettingsduur door het maximum te nemen van $n_{day,fct\ f}$ van alle bediende functionele delen.

5.10.2 Jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrechten

In aanwezigheid van een ruimte van het type "keuken", waar maaltijden bereid worden en die een of meer keukenaanrechten (met warm tapwater) bevatten, moet voor het functionele deel waartoe deze keukenruimte behoort de totale jaarlijkse extra netto-energiebehoefte in beschouwing genomen worden voor warm tapwater dat nodig is om maaltijden in die keukenruimte te bereiden.

Als die keukenruimte slechts één functioneel deel f bedient, bereken dan voor deze keuken de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater nodig voor de bereiding van maaltijden als volgt: fct ffct f:

Eq. 64 $$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = n_{meal} \cdot n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$$ (MJ)

waarin:

n_{meal}	het aantal bereide maaltijden per dienst, zoals hieronder bepaald, (-);
$n_{serv,fct\ f}$	het aantal diensten per dag. Dit aantal hangt af van het bediende functionele deel en wordt ontleend aan Tableau [12], (-);
$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater nodig voor de bereiding van maaltijden, per maaltijd en voor alle keukenaanrechten van functioneel deel f, in MJ. Dit aantal hangt af van het bediende functionele deel en wordt ontleend aan Tableau [12].

Als die keukenruimte meerdere functionele delen bedient, bereken dan de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater nodig voor de bereiding van maaltijden in deze keuken naar rata van de totale gebruiksoppervlaktes van de bediende functionele delen:

Eq. 65 $$Q_{water,sink,net,fct\ f,a} = \frac{n_{meal} \cdot \sum_f \left[A_{f,fct\ f} \cdot (n_{serv,fct\ f} \cdot Q_{water,sink,net,fct\ f,meal})\right]}{\sum_f A_{f,fct\ f}}$$ (MJ)

waarin:

$A_{f,fct\ f}$	de totale gebruiksoppervlakte van het bediende functionele deel f, in m²;
n_{meal}	het aantal bereide maaltijden per dienst, zoals hieronder bepaald, (-);
$n_{serv,fct\ f}$	het aantal diensten per dag, voor elk bediend functioneel deel, ontleend aan Tableau [12], (-);
$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$	de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater, nodig voor de bereiding van maaltijden, per maaltijd en voor elk bediend functioneel deel, ontleend aan Tableau [12], in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f die door de keuken bediend worden.

Aantal bereide maaltijden per dienst

De parameter n_{meal} hangt af van de gebruiksoppervlakte van de ruimten die nodig zijn voor de bereiding van de maaltijden:

Eq. 66 Indien $A_{f,sink} \leq 200\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,85} \quad (-)$$

Indien $200\ m^2 < A_{f,sink} \leq 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,75} \quad (-)$$

Indien $A_{f,sink} > 450\ m^2$: $$n_{meal} = \frac{A_{f,sink}}{1,55} \quad (-)$$

waarin:

$A_{f,sink}$	de gebruiksoppervlakte van de ruimten die nodig zijn voor de bereiding van maaltijden, in m²;
n_{meal}	het aantal bereide maaltijden per dienst, (-).

Neem voor de bepaling van deze gebruiksoppervlakte alle ruimten in beschouwing die nodig zijn voor de bereiding van maaltijden (voor zover aanwezig in het gebouw) en minstens de volgende ruimten: de keuken, plaats van vertrek van de maaltijden, ruimte voor opslag van gekoelde en ongekoelde producten en voor opslag/beheer van afval.

Tableau [12] : Nombre de services assurés par jour et besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire des éviers de Keuken par repas, par fonction desservie

Functies		$n_{serv,fct\ f}$	$Q_{water,sink,net,fct\ f,meal}$ **(MJ)**
Bewoning		1	761,85
Kantoor		1	544,18
Onderwijs		1	544,18
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	2	761,85
	Nachtelijke bezetting nee	1	544,18
	Operatieblok	-	0,00
Samenkomst	Hoog gebruik	2	653,02
	Laag gebruik	2	653,02
	Cafetaria / Eetzaal	1	544,18
Keuken		Pas d'application	
Handel / Diensten		1	653,02
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	2	653,02
	Fitness / Dans	2	653,02
	Sauna / Zwembad	2	653,02
Technische lokalen		-	0,00
Gemeenschappelijk		-	0,00
Overig		1	544,18
Niet gekend		1	544,18

5.10.3 Jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van andere tappunten voor warm water (anders dan douches en/of baden en keukenaanrechten)

Als er in functioneel deel f andere tappunten voor warm water dan douches en/of baden en keukenaanrechten aanwezig zijn, moet de totale jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater voor deze andere tappunten bepaald worden.

Als er in functioneel deel f geen andere tappunten dan douches en/of baden en keukenaanrechten voor warm water aanwezig zijn, geldt: $Q_{water,net,other,fct\ f,a} = 0$.

De jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten k voor warm water, met uitzondering van douches en/of baden i en keukenaanrechten j, wordt per functie ontleend aan Tableau [13].

Tableau [13] : Besoins annuels nets pour l'eau chaude sanitaire de tous les Overigs points de puisage d'eau chaude, par fonction

Functies		$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ **(MJ)**
Bewoning		1069,73 . $n_{design,rooms}$
Kantoor		5 . $A_{f,fct\ f}$
Onderwijs		5 . $A_{f,fct\ f}$
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	1444,13 . $n_{design,rooms}$
	Nachtelijke bezetting nee	54,58 . $A_{f,fct\ f}$
	Operatieblok	5 . $A_{f,fct\ f}$
Samenkomst	Hoog gebruik	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Laag gebruik	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Cafetaria / Eetzaal	5 . $A_{f,fct\ f}$
Keuken		5 . $A_{f,fct\ f}$
Handel / Diensten		5 . $A_{f,fct\ f}$
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Fitness / Dans	5 . $A_{f,fct\ f}$
	Sauna / Zwembad	5 . $A_{f,fct\ f}$
Technische lokalen		5 . $A_{f,fct\ f}$
Gemeenschappelijk		5 . $A_{f,fct\ f}$
Overig		5 . $A_{f,fct\ f}$
Niet gekend		5 . $A_{f,fct\ f}$

waarin:

$Q_{water,net,other,fct\ f,a}$ de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van alle andere tappunten voor warm water van functioneel deel f, in MJ;

$n_{design,rooms}$ het totale aantal personen in de ruimten van het type “kamer” van functioneel deel f, overeenkomend met de maximale bezetting waarvoor de ventilatiesystemen ontworpen zijn, (-);

$A_{f,fct\ f}$ de totale gebruiksoppervlakte van functioneel deel f, in m².

5.11 Maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging

Als er in de gebouwinstallaties voorzieningen aanwezig zijn om de toegevoerde buitenlucht naar (een deel van) de EPN-eenheid te bevochtigen, wordt de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j gegeven door:

Eq. 67

$$Q_{hum,net,j,m} = 2,5 \cdot r_{hum} \cdot \sum_{f} \left(X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply\,j,fct\ f,design} \right)$$

(MJ)

waarin:

$Q_{hum,net,j,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j, in MJ;
r_{hum}	een reductiefactor met de volgende waarde: - indien de bevochtigingsinstallatie speciaal geschikt is gemaakt voor het transporteren van vocht vanuit de afvoerlucht naar de toevoerlucht: $r_{hum} = 0,4$; - zo niet: $r_{hum} = 1,0$;
$X_{h,fct\ f,m}$	de maandelijkse hoeveelheid toe te voeren vocht per eenheid toevoerluchtdebiet voor functioneel deel f, in kg.h/m³, ontleend aan

Tableau [14]**;**

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$	het ontwerpdebiet van via bevochtigingstoestel j binnenkomende buitenlucht voor functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f die bediend worden door bevochtigingstoestel j.

Opmerkingen:

- Een roterende warmtewisselaar (warmtewiel) waarop een vochtabsorberende laag aangebracht is, kan als voorziening voor vochtterugwinning aangemerkt worden.
- Recirculatie wordt in het kader van deze paragraaf niet als vochtterugwinning beschouwd. Het effect van recirculatie is reeds bij het toe te passen luchtdebiet in rekening gebracht.

Tableau [14] : Valeurs mensuelles de la quantité d'humidité à amener par unité de débit d'air $X_{h,fct\ f,m}$, par fonction, en kg.h/m³

Functies		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Bewoning		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Kantoor		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Onderwijs		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Nachtelijke bezetting nee	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Operatieblok	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Samenkomst	Occ. importante	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Laag gebruik	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafetaria / Eetzaal	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Keuken		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Handel / Diensten		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness / Dans	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna / Zwembad	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Technische lokalen		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemeenschappelijk		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Overig		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Niet gekend		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14

6 Bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, ruimtekoeling en warm tapwater

6.1 Principe

Installaties voor ruimteverwarming en ruimtekoeling kunnen snel vrij complex worden. Daarom worden de installaties in dit hoofdstuk op schematische wijze uit energetisch oogpunt beoordeeld. Het systeemrendement is een maat voor de energieverspilling die optreedt door het tegelijk verwarmen en koelen in een energiesector en de optredende energieverliezen door warmte- en koudetransport binnen een energiesector. Er wordt gerekend met constante, jaargemiddelde waarden.

De installaties voor warm tapwater bestaan uit:

- een warmteopwekkingsinstallatie. Men onderscheidt twee types: installaties voor de ogenblikkelijke bereiding van warm tapwater (doorstroomtoestellen) en installaties met warmteopslag (warmwatervoorraadtoestellen). In beide gevallen kan de warmteopwekker die instaat voor ruimteverwarming ook de warmte voor de bereiding van warm tapwater leveren, ofwel wordt de warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater door afzonderlijke installaties opgewekt;
- een verdeelsysteem. Als dit systeem grote afstanden moet overbruggen, wordt vaak gekozen voor het gebruik van een circulatieleiding.

De bruto-energiebehoefte voor warm tapwater omvat de netto-energiebehoefte voor warm tapwater en alle verliezen die bij de verdeling ervan optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend. Indien meer dan één warmteopwekkingsinstallatie voor de bereiding van warm tapwater instaat, wordt elke installatie gekoppeld aan de tappunten voor warm water die ze bedient.

De bruto-energiebehoefte in energiesectoren die bediend worden door een “combilus”, wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

6.2 Bepaling van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling

De bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling per maand en per energiesector wordt gegeven door:

Eq. 68

$$Q_{heat,gross,seci,m} = \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{\eta_{sys,heat}} \quad \text{(MJ)}$$

en:

Eq. 303

$$Q_{cool,gross,seci,m} = \frac{a_{lat,cool} \cdot Q_{cool,net,seci,m}}{\eta_{sys,cool}} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Q_{heat,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ;

$Q_{heat,net,seci,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming (rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen), van energiesector i, bepaald volgens § 5.4, in MJ;
$\eta_{sys,heat}$	het systeemrendement voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 6.3, (-);
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 5.1, in MJ;
$a_{lat,cool}$	een forfaitaire toeslagfactor om de latente warmte in rekening te brengen die vrijkomt bij het optreden van oppervlaktecondensatie op de koeleenheden of bij ontvochtiging van de toevoerlucht, gelijk aan 1,1 als de gemiddelde temperatuur van het warmteoverdrachtsmedium in de koeleenheid bij nominale werking kleiner is dan 15 °C of als de toevoerlucht actief gekoeld wordt, en gelijk aan 1,0 in andere gevallen, (-);
$Q_{cool,net,seci,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 5.4, in MJ;
$\eta_{sys,cool}$	het systeemrendement voor ruimtekoeling, bepaald volgens § 6.3, (-).

6.3 Systeemrendement voor ruimteverwarming en ruimtekoeling

Bepaal voor alle systemen als volgt het systeemrendement voor ruimteverwarming en ruimtekoeling, $\eta_{sys,heat}$ en $\eta_{sys,cool}$, op basis van een vernietigingsfactor en van de verhouding van de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor respectievelijk ruimteverwarming en ruimtekoeling tot de som van de netto-energiebehoeften voor ruimtekoeling en ruimteverwarming:

Eq. 70

$$\eta_{sys,heat} = \frac{1.0}{1.0 + a_{heat} + f_{annih}/f_{heat,net}} \quad (-)$$

en:

Eq. 71

$$\eta_{sys,cool} = \frac{1.0}{1.0 + a_{cool} + f_{annih}/f_{cool,net}} \quad (-)$$

waarin:

a_{heat}	de term voor de leidingverliezen, de kanaalverliezen en de regeling van het verdeelsysteem voor ruimteverwarming, zoals hieronder vastgelegd, (-);
f_{annih}	de vernietigingsfactor van de energie die voortvloeit uit gelijktijdig verwarmen en koelen, zoals hieronder vastgelegd, (-);
$f_{heat,net}$	de fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming ten opzichte van de totale netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling, bepaald volgens § 6.4;
a_{cool}	de term voor de leidingverliezen, de kanaalverliezen en de regeling van het verdeelsysteem voor ruimtekoeling, zoals hieronder vastgelegd, (-);
$f_{cool,net}$	de fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling ten opzichte van de totale netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling, bepaald volgens § 6.4.

Voor systemen waarbij de vereiste luchtinblaastemperatuur verkregen wordt door een verwarmde en een gekoelde luchtstroom te mengen, geldt:

- $f_{annih} = 0,4$;
- $a_{heat} = 0$;
- $a_{cool} = 0$.

Ontleen voor alle andere systemen de factoren f_{annih}, a_{heat} en a_{cool} aan Tableau [15] en Tableau [16].

Tableau [15] : Facteurs d'annihilation, f_{annih}, et pertes de distribution, a_{heat} et a_{cool}, pour le chauffage et pour le refroidissement

		Chauffage	
		Production locale	**Production centrale**
Refroidissement	**Production locale**	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tableau [16] ligne 1 ou 5
	Production centrale	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tableau [16] ligne 2,3,4,6,7,8
	Absent	$f_{annih} = 0$ $a_{heat} = 0$ $a_{cool} = 0$	Tableau [16] ligne 1 ou 5

Tableau [16] : Facteurs d'annihilation, f_{annih}, et pertes de distribution, a_{heat} et a_{cool}, en cas de production centrale, respectivement pour le chauffage et pour le refroidissement

Numéro du système	Transport de chaleur par	Transport de froid par	Régulation chauffage et refroidissement par espace	Facteur d'annihilation f_{annih}	Facteur de pondération déperditions conduites et gaines	
					Chauffage a_{heat}	Refroidissement a_{cool}
1	eau ou eau et air	N.A.°	oui	0,00	0,08	0,00
			non	0,00	0,25	0,00
2		eau	oui	0,04	0,13	0,06
3		air	oui	0,00	0,13	0,06
			non	0,00	0,25	0,06
4		eau et air	oui	0,04	0,13	0,07
5	air	N.A.°	oui	0,00	0,04	0,00
			non	0,00	0,34	0,00
6		eau	oui	0,10	0,09	0,06
7		air	oui	0,00	0,04	0,01

			non	0,00	0,39	0,01
8		eau et air	oui	0,10	0,09	0,07

° N.v.t.: niet van toepassing

Indien voor de systemen van tabel [16] vloeibaar koelmiddel in plaats van water als warmteoverdrachtsmedium toegepast wordt, corrigeer dan de getalswaarden uit tabel [16] als volgt:

- de waarde van a_{heat} wordt verminderd met 0,08;
- de waarde van a_{cool} wordt verminderd met 0,01.

"Regeling verwarming en koeling per ruimte" wil zeggen dat op ruimteniveau het debiet en/of de temperatuur van het aangevoerde warmteoverdrachtsmedium (of koelmedium) nageregeld wordt als functie van enerzijds de reële en anderzijds de gewenste ruimtetemperatuur.

Bij systemen met verschillende configuraties in de zomer en de winter moeten de vernietigingsfactoren toegepast worden die overeenkomen met het systeemnummer in de winter.

Voor systemen die niet onder de in dit hoofdstuk beschreven categorieën vallen, moet het systeemrendement voor ruimteverwarming en ruimtekoeling bepaald worden volgens de door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Opmerkingen:

1. Met "warmtetransport door water" wordt bedoeld dat er op ruimteniveau (na)verwarming plaatsvindt door radiatoren in de ruimte, verwarmingselementen in circulerende lucht (ventilatorluchtkoelers, inductieapparaten), een naverwarmingsbatterij in het luchttoevoerkanaal, of anderszins.

2. Met "warmtetransport door lucht" wordt bedoeld dat er in de centrale luchtbehandelingsinstallatie een voorziening (verwarmingsbatterij en/of warmteterugwinapparaat) aanwezig is om de toevoerlucht te verwarmen (bij mechanische ventilatie is dit vrijwel altijd het geval).

3. Met "koeltransport door water" wordt bedoeld dat er op ruimteniveau (na)koeling plaatsvindt door koelbatterijen in het luchttoevoerkanaal, koelbatterijen in circulerende lucht (ventilatorluchtkoelers of inductieapparaten met koelbatterij), watervoerende koelplafonds of anderszins. Luchtvoerende koelplafonds behoren niet tot deze categorie.

4. Met "koeltransport door lucht" wordt bedoeld dat er in een centrale luchtbehandelingsinstallatie een voorziening (koelbatterij) aanwezig is om de toevoerlucht te koelen en/of te ontvochtigen.

6.4 Fracties van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling

6.4.1 Fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling

Bepaal voor de energiesector de verhouding tussen de *jaarlijkse* netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling en de som van de *jaarlijkse* netto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en ruimtekoeling als volgt:

Eq. 72 $$f_{cool,net} = 1 - f_{heat,net}$$ (-)

waarin:

$f_{cool,net}$ de fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling ten opzichte van de totale netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling;

$f_{heat,net}$ de fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming ten opzichte van de totale netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling, bepaald volgens § 6.4.2.

6.4.2 Fractie van de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal voor de energiesector de verhouding tussen de *jaarlijkse* netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en de som van de *jaarlijkse* netto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en ruimtekoeling als volgt:

Eq. 73 $$f_{heat,net} = \max\left(0,1 \; ; \; \min\left(\frac{Q_{heat,net,seci,a}}{Q_{heat,net,seci,a} + Q_{cool,net,seci,a}} \; ; \; 0,9\right)\right)$$ (-)

waarin:

Eq. 74 $$Q_{heat,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,net,seci,m}$$ (MJ)

en:

Eq. 75 $$Q_{cool,net,seci,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,seci,m}$$ (MJ)

waarin:

$f_{heat,net}$ de fractie van de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming ten opzichte van de totale jaarlijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en ruimtekoeling, (-);

$Q_{heat,net,seci,a}$ de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ;

$Q_{cool,net,seci,a}$ de jaarlijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, in MJ;

$Q_{heat,net,seci,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming (rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen), van energiesector i, bepaald volgens § 5.1, in MJ;

$Q_{cool,net,seci,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 5.4, in MJ.

6.5 Bepaling van de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater

Voor douches en/of baden i (index “bath”) en keukenaanrechten j (index “sink”) gebeurt de omzetting van de netto-energiebehoefte voor warm tapwater naar de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater

op soortgelijke wijze als in de methode die voor EPW-eenheden gebruikt wordt. Bijgevolg moet § 9.3 van bijlage A.1 bij dit besluit toegepast worden.

Voor de andere tappunten i voor warm water (index “other”) moet eveneens § 9.3 van bijlage A.1 bij dit besluit toegepast worden. Gebruik daarbij de formules die gelden voor keukenaanrechten (index “sink” in bijlage A.1 bij dit besluit) en bepaal de bijdrage van de tapleidingen voor warm water aan het systeemrendement als volgt:

Eq. 304

$$\eta_{tubing,other\ i} = \frac{20}{20 + l_{tubing,other\ i} / r_{water,other\ i,net}} \quad (-)$$

met:

$l_{tubing,other\ i}$ de lengte van de leidingen naar een ander tappunt i voor warm water, in m. Indien er geen circulatieleiding is, neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen de betreffende warmteopwekker voor warm tapwater en het vloermidden van de ruimte waarin het tappunt i voor warm water zich bevindt. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden. Indien er wel een circulatieleiding is, neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de ruimte waarin het tappunt i voor warm water zich bevindt. Als alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;

$r_{water,other\ i,net}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar het andere tappunt i voor warm water door warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens door de minister vastgelegde regels, (-).

Als standaardwaarde geldt: $l_{tubing,other\ i}$ = 20 m.

7 Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, ruimtekoeling, bevochtiging en warm tapwater

7.1 Principe

Het opwekkingsrendement in een energiesector wordt berekend door het opwekkingsrendement in beschouwing te nemen van de toestellen die de energiesector van warmte of koude voorzien. Er wordt altijd gerekend met maandgemiddelde waarden.

Bij een combinatie van verschillende soorten warmte- of koudeopwekkers wordt de brutobehoefte conventioneel verdeeld tussen de preferente opwekker en de niet-preferente opwekker(s). Als er meer dan één type niet-preferente koudeopwekker is, wordt bij de behandeling van het niet-preferente aandeel alleen de koudeopwekker in beschouwing genomen met de laagste waarde voor de verhouding tussen de omrekenfactor naar primaire energie (f_p) en het opwekkingsrendement. Als er meer dan één type niet-preferente warmteopwekker is, bepaal dan voor elke niet-preferente warmteopwekker een niet-preferent aandeel volgens § 7.3.1.

Bepaal in voorkomend geval op analoge wijze het eindenergieverbruik voor bevochtiging.

Bij de uitbreiding van een gebouw kunnen zich volgende gevallen voordoen:

- indien er nieuwe warmte- en/of koudeopwekkers geplaatst worden die onafhankelijk van de bestaande toestellen werken, wordt de onderstaande procedure onverminderd toegepast;
- indien er nieuwe warmte- en/of koudeopwekkers geplaatst worden die in combinatie met de bestaande toestellen werken, dient de onderstaande procedure toegepast te worden, waarbij de bestaande toestellen buiten beschouwing blijven;
- indien geen bijkomende toestellen geplaatst worden, maar er enkel gebruik wordt gemaakt van bestaande toestellen, mag men naar keuze:
  - ofwel de onderstaande procedure op de bestaande toestellen toepassen indien alle benodigde informatie eenduidig beschikbaar is;
  - ofwel rekenen met volgende standaardwaarden:
    - $\eta_{gen,heat}$ = 0,77 (ten opzichte van bovenste verbrandingswaarde), met stookolie als energiedrager,
    - $\eta_{gen,cool}$ = 2,2, met elektriciteit als energiedrager.

7.2 Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, ruimtekoeling en bevochtiging

7.2.1 Ruimteverwarming en bevochtiging

Indien meerdere warmteopwekkers een energiesector van warmte voorzien en deze toestellen niet allemaal hetzelfde opwekkingsrendement volgens § 7.5 hebben en/of niet allemaal dezelfde energiedrager gebruiken, dan wordt de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming conventioneel verdeeld tussen de preferente en de niet-preferente warmteopwekkers op de hieronder beschreven wijze.

Dit principe geldt ook voor hybride warmtepompen (combinatie van warmtepomp en ketel) en voor warmtepompen met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming, waarbij de warmtepomp en de

elektrische weerstandsverwarming als parallel geschakelde opwekkers beschouwd worden. Uitzondering: indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming bepaald wordt volgens § 10.2.3.3.2 van bijlage A.1, is de invloed van de elektrische weerstand al in dit opwekkingsrendement begrepen en wordt het toestel toch als unieke opwekker beschouwd.

Dit formalisme wordt ook aangehouden indien er maar één warmteopwekker is, of indien alle warmteopwekkers volgens § 7.5 hetzelfde rendement hebben (en dezelfde energiedrager gebruiken). Deze (groep) warmteopwekker(s) vormt dan de preferente warmteopwekker en staat in voor 100% van de behoefte. De (niet-gedefinieerde) niet-preferente warmteopwekker krijgt 0% van de behoefte toegewezen.

Opmerking: meerdere elektrische weerstandsverwarmingstoestellen worden dus gezamenlijk als één afzonderlijke warmteopwekker beschouwd. Ook een groep identieke ketels wordt gezamenlijk als één warmteopwekker behandeld.

Voor bevochtigingsinstallaties geldt een analoge werkwijze.

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming wordt per maand en per energiesector gegeven door:

- voor de preferente warmteopwekker(s):

Eq. 407 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- voor de niet-preferente warmteopwekker(s) k:

Eq. 408 $$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

Het eindenergieverbruik voor bevochtiging wordt per maand en per bevochtigingstoestel gegeven door:

- voor de preferente warmteopwekker(s):

Eq. 409 $$Q_{hum,final,j,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

- voor de niet-preferente warmteopwekker(s) k:

Eq. 410 $$Q_{hum,final,j,m,npref\ k} = \frac{f_{heat,m,npref\ k} \cdot (1 - f_{as,hum,j,m}) \cdot Q_{hum,net,j,m}}{\eta_{gen,heat,m,npref\ k}} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$f_{heat,m,pref}$ de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferent geschakelde warmteopwekker(s), zoals bepaald in § 7.3.1, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte voor de warmtelevering aan energiesector i, bepaald volgens § 10.4 van bijlage A.1, (-);

$f_{as,hum,j,m}$	het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte voor de warmtelevering aan bevochtigingstoestel j, bepaald volgens § 10.4 van bijlage A.1, (-);
$Q_{heat,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 7.5.1, (-);
$\eta_{gen,heat,m,npref\ k}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 7.5.1, (-);
$f_{heat,m,npref\ k}$	de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking door de niet-preferente warmteopwekker(s) k, bepaald volgens § 7.3.1, (-);
$Q_{hum,net,j,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een bevochtigingstoestel j, bepaald volgens § 5.11, in MJ.

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming en voor bevochtiging van energiesectoren die bediend worden door een “combilus”, wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

7.2.2 Ruimtekoeling

Een koudeopwekker kan in free-chillingmodus werken.

Free-chilling is een vorm van koeling waarbij het koelwater van een koelsysteem gekoeld wordt zonder gebruik te maken van een koelmachine (chiller). Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie vormen van free-chilling:

- free-chilling door lucht: maakt gebruik van lucht als koudebron. Het koelwater wordt gekoeld door middel van een koeltoren of een luchtkoeler (dry-cooler);
- geocooling / gesloten systemen: gebruiken de bodem als koudebron. Het koelwater wordt gekoeld door gebruik te maken van een of meer ondergrondse warmtewisselaars (bodemwarmtewisselaars);
- geocooling / open systemen: gebruiken een grondwaterlaag (aquifer) als koudebron. Het koelwater wordt gekoeld door gebruik te maken van grondwater dat opgepompt en teruggevoerd wordt.

De eerste twee vormen van free-chilling worden slechts beschouwd in combinatie met een koelmachine (chiller).

Indien meerdere koudeopwekkers een energiesector van koude voorzien en deze toestellen niet allemaal hetzelfde opwekkingsrendement volgens § 7.5.2 hebben en/of niet allemaal dezelfde energiedrager gebruiken en/of verbonden zijn met een andere voorziening voor free-chilling, dan wordt de bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling conventioneel verdeeld tussen de preferente en de niet-preferente koudeopwekkers op de hieronder beschreven wijze.

Dit formalisme wordt ook aangehouden indien er maar één koudeopwekker is, of indien alle koudeopwekkers volgens § 7.5 hetzelfde rendement hebben (en dezelfde energiedrager gebruiken en

niet gecombineerd worden met andere vormen van free-chilling). Deze (groep) koudeopwekker(s) vormt dan de preferente koudeopwekker en staat in voor 100% van de behoefte. De (niet-gedefinieerde) niet-preferente koudeopwekker krijgt 0% van de behoefte toegewezen.

Bepaal het eindenergieverbruik voor ruimtekoeling per maand en per energiesector als volgt:

Eq. 81

$$Q_{cool,final,sec\ i,m,pref} = f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 82

$$Q_{cool,final,sec\ i,m,npref} = \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \frac{Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente koudeopwekker(s) voor ruimtekoeling van energiesector i, in MJ;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de totale hoeveelheid koude geleverd door de preferent geschakelde koudeopwekker(s), zoals bepaald in § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid energie geleverd door de preferent geschakelde koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, zoals bepaald in § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid energie geleverd door de niet-preferent geschakelde koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, zoals bepaald in § 7.4, (-);
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente koudeopwekker(s) voor ruimtekoeling van energiesector i, in MJ;
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.5.2, (-).

7.3 Verdeling van de bruto-energiebehoefte over preferente en niet-preferente opwekkers

7.3.1 Ruimteverwarming

Bepaal de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferente opwekker als volgt:

- Indien er voor de beschouwde energiesector maar één warmteopwekker is of indien alle warmteopwekkers volgens § 7.5 hetzelfde opwekkingsrendement hebben (en dezelfde energiedrager gebruiken), dan geldt voor de maandgemiddelde preferente fractie voor ruimteverwarming: $f_{heat,m,pref} = 1$;
- zo niet:
  - indien de preferente warmteopwekker geen wkk-installatie op de site is, noch een warmtepomp met buitenlucht als warmtebron, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan

Tableau [47]. Bij toepassing van Tableau [47] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd;

- indien de preferente warmteopwekker een wkk-installatie op de site is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tableau [18];
- indien de preferente warmteopwekker een warmtepomp met buitenlucht als warmtebron is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tableau [48]. Bij toepassing van Tableau [48] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd.

Bij toepassing van een wkk-installatie op de site in combinatie met een of meer andere warmteopwekkers geldt de warmtekrachtkoppeling (wkk) als preferent geschakelde warmteopwekker. Indien de preferente warmteopwekker warmte levert aan meer dan één functioneel deel, hanteer dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ die gelden voor functies met een fluctuerend vraagprofiel, tenzij de gesommeerde vloeroppervlakte van de functies met een vlak vraagprofiel waaraan het preferente toestel warmte levert groter is dan de helft van de gesommeerde vloeroppervlakte van alle functionele delen waaraan het preferente toestel warmte levert. Hanteer in dit laatste geval de waarden $f_{heat,m,pref}$ die gelden voor functies met een vlak vraagprofiel. Zie verderop in deze paragraaf voor de opdeling per functie in fluctuerende en vlakke vraagprofielen. Deze werkwijze geldt alleen binnen een EPN-eenheid. Indien het preferente toestel zowel EPN- als EPW-eenheden bedient, bepaal dan $f_{heat,m,pref}$ voor de EPN-eenheden volgens dit hoofdstuk en voor de EPW-eenheden volgens § 10.2.2 van bijlage A.1.

De regeling van preferente en niet-preferente toestellen geldt als “piekvermogenaanvulregeling” indien de niet-preferente toestellen enkel aanvullend in werking treden tijdens periodes waarin de vermogensvraag groter is dan door het preferente toestel geleverd kan worden, en indien bovendien tijdens die periodes het preferente toestel op vol vermogen in werking blijft. In alle andere gevallen en dus ook standaard is de “piekvermogenschakelregeling” van toepassing.

De waarden voor $f_{heat,m,pref}$ worden steeds uitgedrukt als functie van hulpvariabele x_m, die als volgt bepaald wordt:

Eq. 307

$$x_m = \frac{\left[\begin{array}{c} \sum_i (1-f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ + \sum_j (1-f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k (1-f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_l (1-f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \\ + \sum_n (1-f_{as,hum,n,m}) \cdot Q_{hum,net,n,m} \\ + \sum_o \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec\ o,m}}{EER_{nom}} \end{array}\right]}{(1000 \cdot P_{gen,heat,pref} \cdot t_m)} \quad (-)$$

waarin:

x_m de hulpvariabele voor het bepalen van de door het preferente toestel gedekte fractie van de warmtevraag: de warmtebehoefte gedeeld door de “virtuele” opwekking door het toestel op vol vermogen zonder onderbreking gedurende de betreffende maand, (-);

$f_{as,[\ldots],m}$ het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte, bepaald volgens § 10.4 van bijlage A.1 bij dit besluit. Met in plaats van […] de volgende indices: “heat,sec i” voor de warmtebehoefte van energiesector i, “water,bath j”, “water,sink k” en “water,other l” voor de

	warmtebehoefte voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche of bad j, keukenaanrecht k en een ander watertappunt l en “hum,n” voor de warmtebehoefte voor de bevochtiging van bevochtigingstoestel n, (-);
$Q_{heat,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1 van bijlage A.1 bij dit besluit voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor douches of baden j, bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage A.1 bij dit besluit voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ;
$Q_{water,sin\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor keukenaanrechten k, bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage A.1 bij dit besluit voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor andere tappunten l voor warm water, bepaald volgens § 6.5, in MJ;
$Q_{hum,net,n,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel n, bepaald volgens § 5.11, in MJ;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de totale hoeveelheid koude geleverd door de preferent geschakelde koudeopwekker(s), zoals bepaald in § 7.3.2, (-);
EER_{nom}	de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement), bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,gross,sec\ o,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector o, geleverd door de absorptiekoelmachine en bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$P_{gen,heat,pref}$	het totale nominale vermogen van de preferente warmteopwekker(s), in kW;
t_m	de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die verwarmd worden door de preferente opwekker(s), over alle douches en/of baden j, de keukenaanrechten k en andere tappunten l waaraan warmte voor de bereiding van warm tapwater geleverd wordt door de preferente opwekker(s), over alle bevochtigingstoestellen n waaraan warmte geleverd wordt door de preferente opwekker(s) alsook over alle energiesectoren o die deel uitmaken van een EPN-eenheid en waaraan de door de preferente opwekker(s) gevoede absorptiekoelmachine koude levert.

NOTA 1 Het nominale ketelvermogen is het nominale vermogen als bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.

NOTA 2 Het thermisch vermogen van warmtepompen wordt bepaald volgens de NOTA’S 3, 4 of 5 in § 10.2.2 van de EPW-bijlage bij dit besluit.

NOTA 3 Het thermisch vermogen van een wkk-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

Tableau [47] : Fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s) par fonction, $f_{heat,m,pref}$, à l'exception des installations de cogénérations sur site et des pompes à chaleur avec l'air extérieur en tant que source de chaleur.

Type de profil de besoin de la fonction	Profil de besoin constant		Profil de besoin fluctuant	
Type de régulation de puissance pointe	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe	Régulation de commutation de puissance de pointe	Régulation additionelle de puissance de pointe
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,95	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,66	0,90	0,86	0,98
$x_m = 0,25$	0,47	0,79	0,33	0,82
$x_m = 0,35$	0,31	0,67	0,09	0,64
$x_m = 0,45$	0,20	0,57	0,02	0,51
$x_m = 0,55$	0,13	0,51	0	0,41
$x_m = 0,65$	0,10	0,44	0	0,35
$x_m = 0,75$	0,07	0,39	0	0,31
$x_m = 0,85$	0,05	0,36	0	0,27
$x_m = 0,95$	0,05	0,33	0	0,24
$x_m = 1,05$	0,05	0,31	0	0,22
$x_m = 1,10$	0,05	0,30	0	0,20
$1,10 < x_m$	0,05	0,30	0	0,20

Functies met vlak vraagprofiel: kantoor, logeerfunctie, gezondheidszorg met verblijf, gezondheidszorg zonder verblijf, handel / diensten, sport sauna / zwembad (hoge temperatuur), technische ruimten.

Functies met fluctuerend vraagprofiel: onderwijs, gezondheidszorg operatiezalen, logeerfunctie met hoge bezetting, logeerfunctie met lage bezetting, logeerfunctie met cafetaria / refter, keuken, sport sporthal / sportzaal (lage temperatuur), sport fitness / dans (gemiddelde temperatuur), gemeenschappelijk, andere, onbekend.

Tableau [18] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par une installation de cogénération sur site

Cas		Fraction mensuelle
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,2$	0
	$0,2 \leq x_m < 0,6$	$1,25 \cdot x_m - 0,25$
	$0,6 \leq x_m < 0,92$	0,5
	$0,92 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$
$V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30\ min}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,25$	$2,9 \cdot x_m - 0,145$
	$0,25 \leq x_m < 0,42$	$0,94 \cdot x_m + 0,345$
	$0,42 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

$V_{stor,cogen}$ de waterinhoud van het buffervat dat dient voor opslag van de door de wkk-installatie geleverde warmte, in m³;

$V_{stor,30\ min}$ de minimale waterinhoud van een buffervat om 30 minuten door de wkk-installatie in situ op vol vermogen opgewekte energie op te slaan, in m³, bepaald volgens § A.6.

Tableau [48] : Valeur de la fraction mensuelle de la chaleur totale fournie par le(s) générateur(s) préférentiel(s), $f_{heat,m,pref}$ – générateur préférentiel étant une pompe à chaleur utilisant l'air extérieur comme source de chaleur

Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin constant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionelle de puissance de pointe					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,82	0,87	0,90	0,94	0,94	0,94	0,83	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99
$x_m = 0,15$	0,38	0,47	0,53	0,58	0,63	0,65	0,43	0,54	0,65	0,76	0,85	0,89
$x_m = 0,25$	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,47	0,33	0,42	0,50	0,61	0,73	0,78
$x_m = 0,35$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,30	0,38	0,45	0,54	0,63	0,66
$x_m = 0,45$	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,26	0,33	0,39	0,47	0,54	0,57
$x_m = 0,55$	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,25	0,31	0,36	0,43	0,49	0,51
$x_m = 0,65$	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,29	0,34	0,38	0,43	0,45
$x_m = 0,75$	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,1	0,18	0,25	0,29	0,34	0,38	0,40
$x_m = 0,85$	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,95$	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,21	0,24	0,28	0,33	0,35
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,32
$x_m = 1,15$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,30
$x_m = 1,20$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
$1,20 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
Profil de besoin de la fonction	Profil de besoin fluctuant											
Régulation de puissance pointe	régulation de commutation de puissance de pointe						régulation additionelle de puissance de pointe					
X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	≥3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,76	0,87	0,95	0,97	0,99	0,99	0,76	0,87	0,95	0,98	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,45	0,56	0,64	0,73	0,80	0,81	0,46	0,59	0,69	0,78	0,90	0,94
$x_m = 0,25$	0,31	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,40	0,51	0,59	0,68	0,77	0,80
$x_m = 0,35$	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,43	0,49	0,56	0,62	0,65
$x_m = 0,45$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	0,37	0,42	0,48	0,53	0,54
$x_m = 0,55$	0	0	0	0	0	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44
$x_m = 0,65$	0	0	0	0	0	0	0,18	0,23	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,75$	0	0	0	0	0	0	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,31
$x_m = 0,85$	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,27
$x_m = 0,95$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,19	0,23	0,24
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
$x_m = 1,10$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20
$1,10 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20

Het symbool in de tabel is als volgt gedefinieerd:

X_{HP} een hulpvariabele voor warmtepompen met buitenlucht als warmtebron, zoals bepaald in § 10.2.2 van bijlage A.1, (-).

Indien er voor de beschouwde energiesector één niet-preferente warmteopwekker is, of indien alle niet-preferente warmteopwekkers volgens § 7.5 hetzelfde opwekkingsrendement hebben (en dezelfde energiedrager gebruiken), bepaal dan de maandelijkse fractie voor ruimteverwarming van de niet-preferente opwekker k als volgt:

Eq. 308 $f_{heat,m,npref\,k} = 1 - f_{heat,m,pref}$ (-)

Indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers zijn die verschillende opwekkingsrendementen volgens § 7.5 hebben (en/of verschillende energiedragers gebruiken), bepaal dan de maandelijkse fracties voor ruimteverwarming van elke niet-preferente opwekker k als volgt:

Eq. 309 $f_{heat,m,npref\,k}=(1-f_{heat,m,pref}).\frac{P_{gen,heat,npref\,k}}{\Sigma_k P_{gen,heat,npref\,k}}$ (-)

waarin:

$f_{heat,m,npref\,k}$ de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking geleverd door de niet-preferente opwekker k, (-);

$f_{heat,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale warmteopwekking geleverd door de preferente opwekker(s), (-);

$P_{gen,heat,npref\,k}$ het totale nominale vermogen van de niet-preferente opwekker(s) k, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k.

NOTA 1 Het nominale ketelvermogen is het nominale vermogen als bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.

NOTA 2 Het thermisch vermogen van warmtepompen wordt bepaald volgens de NOTA'S 3, 4 of 5 in § 10.2.2 van bijlage A.1 bij dit besluit.

NOTA 3 Het thermisch vermogen van een wkk-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

7.3.2 Ruimtekoeling

Indien er voor de beschouwde energiesector maar één koudeopwekker is of indien alle koudeopwekkers volgens § 7.5 hetzelfde rendement hebben, dezelfde energiedrager gebruiken en niet verbonden zijn met een andere voorziening voor free-chilling, dan geldt voor de jaargemiddelde preferente fractie voor ruimtekoeling: $f_{cool,pref} = 1,0$

Ontleen in alle andere gevallen de jaargemiddelde preferente fractie aan Tableau [19].

Bij combinatie van meerdere verschillende koudeopwekkers wordt de aanwezige koudeopwekker die het hoogste staat in de volgende lijst, als preferente koudeopwekker beschouwd:

- systeem van externe koudelevering;
- geocooling / open systeem;
- absorptiekoelmachine;
- opwekker met het hoogste rendement, bepaald volgens § 7.5.2.

Tableau [19] : Fraction moyenne annuelle du froid fourni par le(s) générateur(s) de froid préférentiel(s) $f_{cool,pref}$, en fonction du rapport des puissances $\beta_{gen,cool}$.

$\beta_{gen,cool}$	$f_{cool,pref}$
< 0,1	0,1
< 0,2	0,2
< 0,3	0,5
< 0,5	0,8
≥ 0,5	1,0

Bepaal de verhouding tussen het nominale vermogen van de preferente koudeopwekker(s) en het nominale vermogen van alle koudeopwekkers $\beta_{gen,cool}$ als volgt:

Eq. 84

$$\beta_{gen,cool} = \frac{P_{gen,cool,pref}}{P_{gen,cool,pref} + P_{gen,cool,npref}} \quad (-)$$

waarin:

$\beta_{gen,cool}$	de verhouding van het nominale koelvermogen van de preferente koudeopwekker(s) tot het nominale koelvermogen van alle koudeopwekkers voor de energiesector, (-);
$P_{gen,cool,pref}$	het totale nominale koelvermogen van de preferente koudeopwekker(s), in kW;
$P_{gen,cool,npref}$	het totale nominale koelvermogen van de niet-preferente koudeopwekker(s), in kW.

Het te hanteren koelvermogen voor de bepaling van $\beta_{gen,cool}$ van de verschillende types koudeopwekkers is als volgt:

- compressiekoelmachines: het koelvermogen zoals gemeten volgens de norm NBN EN 14511 onder nominale standaardomstandigheden (“standard rating conditions”);
- absorptiekoelmachines: het koelvermogen zoals gemeten volgens hetzij de norm NBN-EN 12309-2, hetzij de norm “ARI Standard 560: 2000”;
- systeem van externe koudelevering: het nominale vermogen van de warmtewisselaar die de begrenzing vormt van het systeem van externe koudelevering. De begrenzing van het systeem wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde regels. Het nominale vermogen van de warmtewisselaar is daarbij het thermisch vermogen dat door de fabrikant op de technische informatiekaart vermeld wordt. Indien de begrenzing van het systeem van externe koudelevering geen warmtewisselaar is, geldt het vermogen bij ontwerpcondities;

- geocooling / open systeem:

Eq. 85 $P_{gen,cool,free} = 4187 \cdot \Delta T_{max} \cdot \varphi_{well}$ (kW)

waarin:

ϕ_{well} het debiet van de putboring, zoals opgegeven in de milieuvergunning (het onttrokken debiet). Als er meerdere boringen zijn is dit de som van het debiet van alle putten, in m^3/s;

ΔT_{max} het temperatuurverschil tussen het onttrokken en het afgevoerde water, vastgelegd op 6°C.

7.4 Maandgemiddelde fractie van de energievoorziening door free-chilling

De parameter $f_{cool,m,free}$ maakt het mogelijk in rekening te brengen dat een gedeelte van de bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling gedekt wordt door een opwekker die werkt in free-chillingmodus.

Het eindenergieverbruik van opwekkers die in free-chillingmodus werken, wordt in het algemeen gelijk aan nul genomen. Het werkelijke energieverbruik van opwekkers die in free-chillingmodus werken, wordt opgenomen in het hulpenergieverbruik (§ 8).

Indien de opwekker(s) niet in free-chillingmodus werkt (werken), dan geldt voor de maandgemiddelde fractie in free-chilling: $f_{cool,m,free} = 0$

Een geocooling / open systeem wordt beschouwd als een opwekker die altijd in free-chillingmodus werkt. Hiervoor geldt: $f_{cool,m,free} = 1$

Een (watergekoelde) koelmachine kan in free-chillingmodus werken. Hierbij wordt het koelvermogen van de koeltorens (free-chilling door lucht) of van een bodemwarmtewisselaar (geocooling / gesloten systeem) rechtstreeks benut zonder gebruik te maken van de koelmachine (by-pass).

De maandgemiddelde fractie in free-chilling wordt gegeven door:

Eq. 86 $f_{cool,m,free} = f_{cool,free,sizing} \cdot f_{cool,m,free,operation}$ (-)

waarin:

$f_{cool,free,sizing}$ de jaargemiddelde fractie van de totale hoeveelheid koude geleverd door de opwekker(s) werkend in free-chillingmodus, als geen beperkingen op de werkingscondities opgelegd worden, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{cool,m,free,operation}$ de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid koude geleverd door opwekker(s) werkend in free-chillingmodus, rekening houdend met de beperkingen op de werkingscondities, d.w.z. zonder beperking vanwege de bouwgrootte van die opwekker, zoals hieronder bepaald, (-).

Eq. 87

$$f_{cool,free,sizing} = \frac{P_{gen,cool,free}}{P_{gen,cool,nfree} + P_{gen,cool,free}} \quad (-)$$

waarin:

$P_{gen,cool,free}$ het totale nominale koelvermogen van de koudeopwekker(s) ontworpen om in free-chillingmodus te werken, in kW;

$P_{gen,cool,nfree}$ het totale nominale koelvermogen van de koudeopwekker(s) niet ontworpen om in free-chillingmodus te werken, in kW.

Het te hanteren koelvermogen voor de bepaling van $f_{cool,free,sizing}$ van de verschillende types koudeopwekkers is als volgt:

- compressiekoelmachines: het koelvermogen zoals gemeten volgens de norm NBN EN 14511 bij "standard rating conditions";
- absorptiekoelmachines: het koelvermogen zoals gemeten volgens hetzij de norm NBN-EN 12309-2, hetzij de norm ARI Standard 560:2000.

Ontleen de waarde voor $f_{cool,m,free,operation}$ aan Tableau [20].

Tableau [20] : Fraction mensuelle moyenne $f_{cool,m,free,operation}$ des besoins totaux en froid délivrés par un générateur(s) fonctionnant en mode free-chilling en fonction des limitations sur les conditions de fonctionnement

Mois	$f_{cool,m,free,operation}$		
	Free-chilling par air		Geo-cooling / système fermé
	$\theta_{ev} < 16°C$	$\theta_{ev} \geq 16°C$	
janvier	0,966	1,000	0
février	0,909	0,969	0
mars	0,763	0,876	0
avril	0,404	0,834	0,25
mai	0,134	0,482	0,50
juin	0,027	0,339	0,75
juillet	0,014	0,229	0,85
août	0,010	0,176	0,85
septembre	0,030	0,507	0,75
octobre	0,218	0,772	0,40
novembre	0,730	0,886	0
décembre	0,878	0,970	0

Met:	
θ_{ev}	de werkingstemperatuur van de verdamper op het werkingspunt, zoals bepaald in § 7.5.2.3.3, in °C.

7.5 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en ruimtekoeling

7.5.1 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van multisplit-systemen met variabel koelmiddeldebiet (VRF[5]) op de hieronder beschreven wijze. Voor alle andere opwekkers wordt het opwekkingsrendement van een verwarmingstoestel $\eta_{gen,heat,m}$ op gelijke wijze bepaald als $\eta_{gen,heat}$ in het geval van residentiële eenheden (wooneenheden): zie § 10.2.3 van bijlage A.1 bij dit besluit.

De standaardwaarde voor de ontwerpretourtemperatuur van bevochtigingstoestellen en luchtbehandelingskasten bedraagt 70°C.

Voor warmtepompen op watercircuit kan de minister de rekenregels vastleggen.

Bepaal het maandelijkse opwekkingsrendement van een multisplit-systeem met variabel koelmiddeldebiet (VRF) als volgt:

- als de buiten- en binnenunits na 01/01/2018 op de markt gebracht zijn en een nominaal vermogen hebben dat groter is dan 12 kW maar niet groter dan 1 MW en als de fabrikant geen technische documentatie volgens de Verordening (EU) 2016/2281 voor de effectief toegepaste combinatie aanlevert, maar wel voor een of meer andere combinaties van hetzelfde type buitenunit met hetzelfde type binnenunit, dan geldt:

Eq. 411 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{3{,}30 . f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}} \quad (-)$$

- voor alle andere gevallen geldt:

Eq. 412 $$\eta_{gen,heat,m} = \frac{\eta_{gen,heat} . f_{lenght,vrf,heat}}{f_{rec,m,vrf}} \quad (-)$$

waarin:

$\eta_{gen,heat}$	het opwekkingsrendement van de elektrische warmtepomp, bepaald volgens § 10.2.3.3 van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$f_{rec,m,vrf}$	de maandelijkse warmteterugwinningsfactor, zoals bepaald in § 7.5.1.1 (-);
$f_{length,vrf,heat}$	de leidingfactor van het VRF-systeem in verwarmingsmodus, die rekening houdt met het effect van de grootste leidingafstand tussen de buitenunit en de

[5] Een multisplit-systeem met variabel koelmiddel debiet (VRF = Variable Refrigerant Flow) bestaat uit meerdere binnenunits die van koelmiddel voorzien worden en die in verdampingsmodus (koeling) of in condensormodus (verwarming) kunnen werken, en een enkele buitenunit. De binnenunits zijn met de buitenunit verbonden door middel van een koelmiddelcircuit. VRF-systemen die gelijktijdig koelen en verwarmen maken warmteoverdracht mogelijk tussen de ruimten in het gebouw die op hetzelfde moment gekoeld en verwarmd moeten worden.

verst gelegen binnenunit op het opwekkingsrendement van het VRF-systeem, bepaald volgens § 7.5.1.2, (-).

7.5.1.1 Maandelijkse warmterugwinningsfactor $f_{rec,m,vrf}$

Bepaal de maandelijkse warmterugwinningsfactor als volgt.

- Indien het VRF-systeem niet gelijktijdig kan koelen en verwarmen met warmteterugwinning, of indien de binnenunits in de energiesector(en) van de EPN-eenheid waarvoor $f_{rec,m,vrf}$ bepaald wordt niet allemaal op dezelfde buitenunit aangesloten zijn, dan geldt:

  $f_{rec,m,vrf} = 1$ (-)

- Indien het VRF-systeem gelijktijdig kan koelen en verwarmen met warmteterugwinning, en alle binnenunits in de energiesector(en) van de EPN-eenheid waarvoor $f_{rec,m,vrf}$ bepaald wordt aangesloten zijn op dezelfde buitenunit, dan geldt:

Eq. 414 $$f_{rec,m,vrf} = \left(\left(\frac{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{rec}} + \left(\frac{\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}}{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}} \right)^{C_{rec}} \right) \quad (-)$$

waarin:

$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
C_{rec}	een constante die rekening houdt met de gelijktijdigheid van ruimtekoeling en ruimteverwarming in de betreffende energiesector(en) afhankelijk van de daarin voorkomende functionele delen, zoals hieronder bepaald, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid die door het VRF-systeem bediend wordt.

Uitzondering: indien zowel $\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ als $\sum_i Q_{cool,gross,sec\ i,m}$ gelijk zijn aan 0, wordt $f_{rec,m,VRF}$ gelijk genomen aan 1.

De constante C_{rec} wordt ontleend aan Tableau [49] op basis van het functionele deel met de grootste vloeroppervlakte in de energiesector of binnen de aan hetzelfde VRF-systeem gekoppelde energiesectoren.

Tableau [49] : Constante qui prend en compte la simultanéité des besoins de chauffage et de refroidissement C_{rec}

Functies		C_{rec}
Bewoning		1,08
Kantoor		1,08
Onderwijs		1,03
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	1,08
	Nachtelijke bezetting nee	1,08
	Operatieblok	1,08
Samenkomst	Hoog gebruik	1,03
	Laag gebruik	1,03
	Cafetaria / Eetzaal	1,03
Keuken		1,03
Handel / Diensten		1,08
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	1,03
	Fitness / Dans	1,03
	Sauna / Zwembad	1,03
Technische lokalen		1,03
Gemeenschappelijk		1,03
Overig		1,03
Niet gekend		1,03

Indien, in de energiesector of binnen de aan hetzelfde VRF-systeem gekoppelde energiesectoren, het functionele deel met de grootste vloeroppervlakte een C_{rec} gelijk aan 1,08 heeft volgens Tableau [49] en de som van de vloeroppervlakte van andere functionele delen met C_{rec} gelijk aan 1,08 volgens Tableau [49] groter is dan 25% van de totale bruikbare vloeroppervlakte van de betreffende energiesector(en), dan wordt de waarde van C_{rec} verhoogd naar 1,25.

7.5.1.2 Leidingfactor voor ruimteverwarming $f_{length,vrf,heat}$

Standaardwaarde

De standaardwaarde voor $f_{length,vrf,heat}$ is 0,9.

Gedetailleerde methode

De leidingfactor voor ruimteverwarming $f_{length,vrf,heat}$ wordt gegeven door:

Eq. 415 $$f_{length,vrf,heat}=\mathrm{MAX}\left(0\ ;\mathrm{MIN}\left(\left(1-\left(\mathrm{MAX}\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}00035\right)\ ;1\right)\right) \quad (-)$$

waarin:

$l_{vrf,i}$ de gemeten leidinglengte tussen de buitenunit en binnenunit i, in m.

Het maximum van $l_{vrf,i}$ moet bepaald worden voor alle binnenunits i die aangesloten zijn op de buitenunit van het VRF-systeem.

7.5.2 Opwekkingsrendement voor ruimtekoeling

Indien de EPN-eenheid niet gekoeld wordt door een actieve koelmachine (chiller) op de site of door een systeem van externe koudelevering, wordt het opwekkingsrendement gelijkgesteld aan 5, met elektriciteit als energiedrager.

Indien er wel actieve koeling toegepast wordt door middel van een compressie- en/of absorptiekoelmachine, bepaal dan het maandelijkse opwekkingrendement voor ruimtekoeling $\eta_{gen,cool,m}$ volgens Tabel [50].

Indien een systeem van externe koudelevering toegepast wordt, bepaal dan het maandelijkse opwekkingsrendement voor ruimtekoeling $\eta_{gen,cool,m}$ als $\eta_{gen,cool,dc,m}$ volgens de door de minister vastgelegde regels.

Voor warmtepompen op watercircuit kan de minister de rekenregels vastleggen.

Voor andere koudeopwekkers dient het opwekkingsrendement $\eta_{gen,cool,m}$ bepaald te worden op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Tabel [50] : Formules en parameterwaarden voor het bepalen van het maandelijkse productievermogen voor actieve koeling

Nr.	Vloeistof in de condensor	Vloeistof in de verdamper	Benaming van de koelgenerator	$\eta_{gen,cool,m}$
1a	lucht	lucht	Luchtgekoelde airconditioning of multi-split systeem met luchtcondensatie	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
1b			Luchtgekoeld multisplit-systeem met variabel koelmiddeldebiet (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
2a	water/glycol water	lucht	Watergekoelde airconditioning of watersplit-systeem met watercondensatie	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
2b			Watergekoeld multisplit-systeem met variabel koelmiddeldebiet (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m} \cdot f_{rec,m,vrf}} \cdot f_{length,vrf,cool}$
3	lucht	water	Lucht/water-warmtepomp of luchtgekoelde koelgroep met of zonder aparte condensor	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
4	water/glycol water	water	Water (glycol)/water-warmtepomp of watergekoelde koelgroep met of zonder aparte condensor	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} \cdot f_{\theta,m}}$
5	lucht/water	water	Absorptiemachine	$\frac{EER_{nom}}{\left(\frac{f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,pref}} + \frac{1 - f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,npref}}\right)}$

waarin:

EER_{nom} de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement), bepaald volgens § 7.5.2.1, (-);

f_{PL} de deellastfactor die rekening houdt met het gedrag van een koelmachine bij deellast, bepaald volgens § 7.5.2.2, (-);

$f_{\theta,m}$ de maandelijkse temperatuurfactor die rekening houdt met de prestatiewijziging van de koelmachine door een afwijkende temperatuur van secundair koelmedium over de condensor en de verdamper op het werkingspunt en onder nominale standaardomstandigheden (“standard rating conditions”) als bedoeld in de norm NBN EN 14511, volgens § 7.5.2.3, (-);

$f_{rec,m,vrf}$	de maandelijkse terugwinningsfactor voor ruimtekoeling, bepaald volgens § 7.5.1, (-);
$f_{length,vrf,cool}$	de leidingfactor van het VRF-systeem in koelmodus, die rekening houdt met het effect van de grootste leidingafstand tussen de buitenunit en de verst gelegen binnenunit op het opwekkingsrendement van het VRF-systeem, bepaald volgens § 7.5.2.4, (-);
$f_{heat,m,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferent geschakelde warmteopwekker(s): - gelijk genomen aan 1 voor direct gestookte absorptiekoelmachines, (-); - bepaald volgens § 7.5.1, (-) voor indirect gestookte absorptiekoelmachines;
$\eta_{gen,heat,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s): - gelijk genomen aan 1 voor direct gestookte absorptiekoelmachines, (-); - bepaald volgens § 7.5.1, (-) voor indirect gestookte absorptiekoelmachines;
$\eta_{gen,heat,npref}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s): - gelijk genomen aan 1 voor direct gestookte absorptiekoelmachines, (-); - bepaald volgens § 7.5.1 voor indirect gestookte absorptiekoelmachines, (-).

7.5.2.1 Energie-efficiëntieverhouding in koelmodus EER_{nom}

Standaardwaarde

Ontleen de standaardwaarde aan Tabel [51].

Tabel [51] : Standaardwaarden voor het bepalen van het productievermogen voor actieve koeling

Nr.	Vloeistof in de condensor	Vloeistof in de verdamper	Benaming van de koelgenerator	EER_{nom}	f_{PL}	$\theta_{co,nom}$	$\theta_{ev,nom}$
1a	lucht	lucht	Luchtgekoelde airconditioning of multi-split systeem met luchtcondensatie	2,1	1,25	35	27
1b			Luchtgekoeld multisplit-systeem met variabel koelmiddeldebiet (VRF)				
2a	water/glycolwater	lucht	Watergekoelde airconditioning of watersplit-systeem met watercondensatie	3,05	1,25	30	27
2b			Watergekoeld multisplit-systeem met variabel koelmiddeldebiet (VRF)				
3	lucht	water	Lucht/water-warmtepomp of luchtgekoelde koelgroep met of zonder aparte condensor	2,1	1,25	35	7
4	water / glycolwater	water	Water/glycol-warmtepomp of watergekoelde koelgroep met of zonder aparte condensor	3,05	1,25	30	7
5	lucht/water	water	Absorptiemachine	0,7	-	-	-

Gedetailleerde methode

Voor compressiekoelmachines is EER_{nom} gelijk aan EER_{test} volgens de norm NBN EN 14511 te bepalen bij “standard rating conditions”, zoals vastgelegd in deel 2 van die norm.

Voor thermisch aangedreven koelmachines is EER_{nom} gelijk aan EER_{test} volgens de norm ARI Standard 560-2000 te bepalen bij “standard rating conditions”.

7.5.2.2 Deellastfactor f_{PL}

Standaardwaarde

Ontleen de standaardwaarde aan Tabel [51].

Gedetailleerde methode

De vergelijking voor de deellastfactor wordt gegeven door:

Eq. 420 $$f_{PL} = \min\left[1{,}25\ ;\max\left[0{,}5\ ;\ 2{,}64 - 1{,}19\cdot\left(\frac{SEER}{EER_{nom}}\right)\right]\right] \quad (-)$$

met:

SEER	de seizoenprestatiecoëfficiënt voor compressiekoelmachines, bepaald volgens de norm NBN EN 14825, (-);
EER_{nom}	de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement), bepaald volgens § 7.5.2.1, (-).

7.5.2.3 Maandelijkse temperatuurfactor $f_{\theta,m}$

Bepaal de maandelijkse temperatuurfactor met:

Eq. 91 $$f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1}.\Delta\theta_m + C_{\theta,2}.\Delta\theta_m^{\ 2} \quad (-)$$

waarin:

$C_{\theta,1}$	een constante ter berekening van de maandelijkse temperatuurfactor, zoals bepaald in § 7.5.2.3.1;
$C_{\theta,2}$	een constante ter berekening van de maandelijkse temperatuurfactor, zoals bepaald in § 7.5.2.3.1;
$\Delta\theta_m$	het verschil in temperatuurverhoudingen tussen condensor en verdamper op het werkingspunt en op het nominale werkingspunt, zoals hieronder bepaald, (-);

met:

Eq. 92 $$\Delta\theta_m = \frac{(\theta_{co,m} + 273{,}15)}{(\theta_{ev} + 273{,}15)} - \frac{(\theta_{co,nom} + 273{,}15)}{(\theta_{ev,nom} + 273{,}15)} \quad (-)$$

waarin:

$\theta_{co,m}$	de maandgemiddelde werkingstemperatuur van de condensor op het werkingspunt, zoals bepaald in § 7.5.2.3.2, in °C;
θ_{ev}	de werkingstemperatuur van de verdamper op het werkingspunt, zoals bepaald in § 7.5.2.3.3, in °C;
$\theta_{co,nom}$	de werkingstemperatuur van de condensor onder nominale omstandigheden, zoals bepaald in § 7.5.2.3.4, in °C;
$\theta_{ev,nom}$	de werkingstemperatuur van de verdamper onder nominale omstandigheden, zoals bepaald in § 7.5.2.3.4, in °C.

7.5.2.3.1 Constanten ter bepaling van de maandelijkse temperatuurfactor

Standaardwaarde

Ontleen de standaardwaarde aan **Error! Reference source not found.**:

Tabel [23]: Standaardwaarden voor het bepalen van de maandelijkse temperatuurfactor

Referentie van koelmachine volgens tabel [50]	**$C_{\theta,1}$**	**$C_{\theta,2}$**
1a, 1b, 3	5,24	7,78
2a, 2b, 4	8,81	30,9

Gedetailleerde methode

Ontleen de standaardwaarde aan **Error! Reference source not found.**:

Tabel [24]: Constanten voor het bepalen van de maandelijkse temperatuurfactor

Referentie van koelmachine volgens tabel [50]	**Type compressor**	**$C_{\theta,1}$**	**$C_{\theta,2}$**
1a, 1b, 3	Zuigercompressor	5,24	7,78
	Scrollcompressor	7,33	18,6
	Schroefcompressor	6,41	17,0
2a, 2b, 4	Scrollcompressor	8,81	30,9
	Schroefcompressor	9,14	42,8
	Centrifugale compressor	9,98	40,1

7.5.2.3.2 Maandelijkse werkingstemperatuur van de condensor $\theta_{co,m}$

Standaardwaarde

Ontleen de standaardwaarde aan Tabel [25].

Gedetailleerde methode

- Ontleen voor direct met lucht gekoelde koelmachines de waarde voor $\theta_{co,m}$ aan Tabel [25].
- Voor watergekoelde koelmachines die gebruikmaken van een koeltoren is $\theta_{co,m}$ gelijk aan de koelwatertemperatuur bij de inlaat van de condensor, zoals die bij ontwerp van de koelmachine vastgelegd werd.
- Voor andere watergekoelde koelmachines is $\theta_{co,m}$ gelijk aan de koelwatertemperatuur bij de inlaat in de condensor, zoals die bij ontwerp van de koelmachine vastgelegd werd, bepaald volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Tabel [25] : Maandelijkse bedrijfstemperatuur van de condensor $\theta_{co,m}$

Referentie van koelmachine volgens Tabel [50]	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1a, 1b, 3	4,1	5,1	8,3	11,3	15,5	18,2	19,7	20,5	16,4	12,5	7,3	4,4
2a, 2b, 4 met koeltoren.	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2a, 2b, 4 met geo-cooling	9,2	9,9	10,3	10,9	11,7	12,3	12,5	12,7	12,0	11,2	10,4	9.9

7.5.2.3.3 Temperatuur van de verdamper op het werkingspunt θ_{ev}

Standaardwaarde

Ontleen de standaardwaarde aan Tabel [26]:

Tabel [26] : Verdampertemperatuur bij het werkpunt θ_{ev}

Referentie van koelmachine volgens Tabel [50]	Emissiesysteem	θ_{ev}
1a, 1b, 2a, 2b	-	26
3, 4, 5	Koelplafonds en/of koelbalken	16
	koude batterijen in luchtbehandelingsunits of ventilatorconvectoren of overig	6

Indien de koelmachine naast koelplafonds en/of koelbalken gebruikmaakt van een ander afgiftesysteem, neem dan 6°C als temperatuur van de verdamper op het werkingspunt.

Gedetailleerde methode

De temperatuur van de verdamper op het werkingspunt θ_{ev} wordt bepaald door het ontwerp van het afgiftesysteem en moet bepaald worden volgens door de minister vastgelegde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

7.5.2.3.4 Temperaturen van de condensor en verdamper op het werkingspunt en onder nominale omstandigheden $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$

Standaardwaarde

Indien voor de energie-efficiëntieverhouding in koelmodus EER_{nom} van de compressiekoelmachine een standaardwaarde genomen wordt, ontleen dan de standaardwaarden $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$ aan Tabel [51].

Gedetailleerde methode

Indien voor de energie-efficiëntieverhouding in koelmodus EER_{nom} van de compressiekoelmachine geen standaardwaarde genomen wordt, neem dan de temperaturen van de condensor en de verdamper op het werkingspunt en onder nominale omstandigheden $\theta_{co,nom}$ en $\theta_{ev,nom}$ waarmee EER_{test} bepaald werd, volgens de norm NBN EN 14511, bij "standard rating conditions", zoals vastgelegd in deel 2 van die norm.

Opmerkingen:

- Voor luchtgekoelde machines (koelmachinenummers 1a, 1b en 3) is $\theta_{co,nom}$ de drogeboltemperatuur bij de inlaat van de condensor.
- Voor watergekoelde machines (koelmachinenummers 2a, 2b en 4) is $\theta_{co,nom}$ de inlaattemperatuur van de condensor.
- Voor machines die warmte afgeven aan lucht (koelmachinenummers 1a, 1b, 2a en 2b) is $\theta_{ev,nom}$ de drogeboltemperatuur bij de inlaat van de verdamper.
- Voor machines die warmte afgeven aan water (koelmachinenummers 3 en 4) is $\theta_{ev,nom}$ de uitlaattemperatuur van de verdamper.

7.5.2.4 Leidingfactor voor ruimtekoeling $f_{length,vrf,heat}$

Standaardwaarde

De standaardwaarde voor $f_{length,vrf,cool}$ bedraagt 0,7.

Gedetailleerde methode

De leidingfactor voor ruimtekoeling $f_{length,vrf,cool}$ wordt gegeven door:

Eq. 416 $$f_{length,vrf,cool}=MAX\left(0\ ;MIN\left(\left(1-\left(MAX\left(l_{vrf,i}\right)-7\right).0{,}001\right)\ ;1\right)\right) \quad (-)$$

waarin:

$l_{vrf,i}$ de gemeten leidinglengte tussen de buitenunit en binnenunit i, in m.

Het maximum van $l_{vrf,i}$ moet bepaald worden voor alle binnenunits i die aangesloten zijn op de buitenunit van het VRF-systeem.

7.6 Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater

Voor douches en/of baden i (index "bath") en keukenaanrechten j (index "sink") wordt het eindenergieverbruik voor warm tapwater berekend op soortgelijke wijze als in de methode die voor EPW-eenheden gebruikt wordt. Bijgevolg moet § 10.3 van bijlage A.1 bij dit besluit toegepast worden.

Voor de andere tappunten k voor warm water (index “other”) moet eveneens § 10.3 van bijlage A.1 bij dit besluit toegepast worden. Gebruik daarvoor de formules die gelden voor keukenaanrechten (index “sink” van bijlage A.1 bij dit besluit).

Het eindenergieverbruik van door een “combilus” bediende tappunten wordt bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

8 Maandelijks hulpenergieverbruik

In dit hoofdstuk wordt het maandelijkse hulpenergieverbruik bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 10.5.

8.1 Elektriciteitsverbruik van ventilatoren voor ventilatie en luchtcirculatie

8.1.1 Principe

Bepaal het elektriciteitsverbruik van ventilatoren voor ventilatie en luchtcirculatie in de EPN-eenheid als de som van drie termen:

- het verbruik van ventilatoren ten dienste van hygiënische ventilatie;
- het verbruik van ventilatoren ten dienste van aanvullende mechanische ventilatie overdag;
- het verbruik van ventilatoren ten dienste van aanvullende mechanische ventilatie ’s nachts.

Elk van deze termen wordt bepaald als het product van het hieronder vastgelegde aantal gebruiksuren en het effectieve vermogen waarin een weging voor de regeling opgenomen kan zijn.

Voor hygiënische ventilatie wordt het effectieve vermogen bepaald op basis van het in § 5.6.2.2 gebruikte luchtdebiet $\dot{V}_{hyg,fct\ f}$, tenzij aan de hand van het werkelijk geïnstalleerde vermogen van de ventilatoren aangetoond wordt dat een lagere waarde voor het effectieve vermogen van toepassing is. Voor aanvullende ventilatie moeten de werkelijke, ter plaatse gemeten debieten en vermogens als uitgangspunt genomen worden.

Bereken het jaarlijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren volgens § 8.1.2. Indien de ventilatie volledig natuurlijk verloopt en er geen ventilatoren aanwezig zijn, is het verbruik vanzelfsprekend gelijk aan nul.

8.1.2 Elektriciteitsverbruik van ventilatoren

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in de EPN-eenheid, $W_{fans,m}$, als volgt:

Eq. 93

$$W_{fans,m} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{fans,fct\ f,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van alle ventilatoren ten dienste van functioneel deel f, in kWh. Gebruik voor de bepaling hetzij forfaitaire waarden volgens § 8.1.3, hetzij het werkelijk geïnstalleerde vermogen van de elektromotoren volgens § 8.1.4. In geval van aanvullende mechanische ventilatie kan de berekening enkel aanvaard worden als die berust op het werkelijk geïnstalleerde vermogen van de elektromotoren, zoals beschreven in § 8.1.4.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van de EPN-eenheid.

Specifiek kenmerk voor functioneel deel “Onderwijs”: het maandelijkse elektriciteitsverbruik van alle ventilatoren, $W_{fans,fct\ f,m}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

8.1.3 Elektriciteitsverbruik voor ventilatoren per functioneel deel op basis van standaardwaarden

In geval van aanvullende mechanische ventilatie mag de hieronder beschreven methode op basis aan standaardwaarden enkel toegepast worden als $\dot{V}_{add,fct\ f}$ en $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ in het betreffende functioneel deel niet bepaald worden op basis van een meetrapport. Als $\dot{V}_{add,fct\ f}$ of $\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ bepaald worden op basis van een meetrapport, gebruik dan steeds de methode in § 8.1.4.

Bepaal de standaardwaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren in functioneel deel f, $W_{fans,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 422

$$W_{fans,fct\ f,m} = P_{def,fct\ f} \cdot (f_{fans,hyg,fct\ f,m} + f_{V,add\ m,nightcool,fct\ f,m}) \cdot \frac{t_m}{3,6}$$

(kWh)

met:

$P_{def,fct\ f}$ het forfaitaire effectieve vermogen van de toevoer- en/of afvoerventilatoren van het betreffende functionele deel, zoals hieronder bepaald, in W;

$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$ de tijdsfractie dat de ventilatoren tijdens de betreffende maand in bedrijf zijn voor hygiënische ventilatie in het beschouwde functionele deel, bepaald volgens § 8.1.5, (-);

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie ’s nachts in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.4.1, (-);

t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

De standaardwaarde voor het effectieve vermogen van de ventilatoren, $P_{def,fct\ f}$, wordt gegeven door:

Eq. 95

$$P_{def,fct\ f} = c_{sys} \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f}$$

(W)

waarin:

c_{sys} een constante die afhangt van het ventilatiesysteem in functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in Wh/m³;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in functioneel deel f van energiesector i, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes, in m³/h, afgerond op de eenheid.

- Voor een systeem waarbij alleen de afvoer mechanisch is, geldt: C_{sys} = 0,33 Wh/m³.

- Voor een systeem waarbij de toevoer mechanisch is, in voorkomend geval in combinatie met mechanische afvoer, zonder voorkoeling van de ventilatielucht, geldt: C_{sys} = 0,55 Wh/m³.
- In alle andere gevallen geldt: C_{sys} = 0,85 Wh/m³.

8.1.4 Elektriciteitsverbruik voor ventilatoren per functioneel deel op basis van het werkelijk geïnstalleerde vermogen

Bepaal in dit geval het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren in functioneel deel f, $W_{fans,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 310

$$W_{fans,fct\ f,m} = W_{fans,hyg,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

Eq. 311

$$W_{fans,hyg,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod} \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}}{\dot{V}_{hyg,j}} \cdot f_{fans,hyg,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 312

$$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot \left(1 - f_{ctrl,j} \cdot f_{fans,mod}\right) \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 313

$$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \sum_j \left(0,8 \cdot P_{instal,j} \cdot \frac{\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}}{\dot{V}_{add\ m,j}} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{fans,hyg,fct\ f,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren ten dienste van hygiënische ventilatie in functioneel deel f, in kWh;
$W_{fans,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren ten dienste van aanvullende mechanische ventilatie overdag in functioneel deel f, in kWh;
$W_{fans,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren ten dienste van aanvullende mechanische ventilatie ’s nachts in functioneel deel f, in kWh;
$f_{ctrl,j}$	een reductiefactor voor de regeling van ventilator j, ontleend aan

, (-);

$f_{fans,mod}$	een reductiefactor van het geïnstalleerde vermogen tijdens de werking voor hygiënische ventilatie, zoals hieronder bepaald;
$P_{instal,j}$	de rekenwaarde voor het geïnstalleerde elektrisch vermogen van de ventilator, zoals hieronder bepaald, in W;
$\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$	het aandeel van het ontwerpdebiet doorheen ventilator j voor de hygiënische ventilatie ten behoeve van functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$\dot{V}_{hyg,j}$	het totale ontwerpdebiet doorheen ventilator j voor de hygiënische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$f_{fans,hyg,fct\ f,m}$	de tijdsfractie dat de ventilatoren tijdens de betreffende maand in bedrijf zijn voor de hygiënische ventilatie, bepaald volgens § 8.1.5, (-);
t_m	de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f,j}$	het aandeel van het ontwerpdebiet doorheen ventilator j voor de aanvullende mechanische ventilatie ten behoeve van functioneel deel f, bepaald op basis van metingen in situ in overeenstemming met de door de minister vastgelegde regels, in m³/h, afgerond op de eenheid. In afwezigheid van metingen is deze waarde gelijk aan $\dot{V}_{hyg,fct\ f,j}$;
$\dot{V}_{add\ m,j}$	het totale ontwerpdebiet doorheen ventilator j voor de aanvullende mechanische ventilatie, in m³/h, afgerond op de eenheid;
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie overdag in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3.2, (-);
$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie 's nachts in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.4.1, (-).

en waarin $f_{fans,mod}$ gelijk is aan:

- in geval van een variabele toerenregeling:

Eq. 314

$$f_{fans,mod} = \left(\frac{\dot{V}_{hyg,fct\ f}}{\dot{V}_{add\ m,fct\ f}} \right)^{2.5} \quad (-)$$

- bij alle andere regelingen: $f_{fans,mod} = 1$.

Er moet gesommeerd worden over alle ventilatoren j die functioneel deel f bedienen.

Tabel [52]: Reductiefactor $f_{ctrl,j}$ voor de regeling van de ventilatoren

Type verwarmingssysteem in functioneel gedeelte[1]	Soort regeling		
	Geen regeling of regeling door afsluiting	Regeling door middel van beweegbare schoepen of regeling van de bladen	Regeling met variabele toerental
• Systemen met systeemnummer 1, 2, 4, 5, 6 of 8 volgens deTableau [16] • Systemen met lokale verwarming • Systemen waarbij de vereiste temperatuur voor de luchtinblazing wordt verkregen door een verwarmde luchtstroom en een gekoelde luchtstroom te mengen	1,00	0,75	0,65
• Systemen met systeemnummer 3, 7 volgensTableau [16]	1,00	0,65	0,50

Opmerking 1: als de toepassing van

leidt tot twee verschillende waarden voor de reductiefactor (omdat de systemen in de bediende functionele delen onder verschillende regels in de tabel vallen), neem dan de hoogste van beide waarden.

Opmerking 2: een regeling voor de luchtvolumestroom mag alleen als zodanig in beschouwing genomen worden als, bij het in bedrijf zijn van de regeling, de door de regelgeving minimaal vereiste luchtvolumestroom voor luchtverversing tijdens de gewone bedrijfstijd gewaarborgd is.

Bepaal de rekenwaarde voor het geïnstalleerde elektrisch vermogen op een van de volgende twee manieren:

- het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor, in voorkomend geval met inbegrip van alle startinrichtingen, in W;
- het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor-ventilatorcombinatie, in voorkomend geval met inbegrip van alle startinrichtingen, in W.

Voor de definitie van het maximale elektrisch vermogen wordt verwezen naar § 2 van bijlage A.1 bij dit besluit.

8.1.5 Tijdsfractie dat de ventilatoren in bedrijf zijn voor de hygiënische ventilatie

Bepaal de tijdsfractie dat de ventilatoren tijdens een bepaalde maand in bedrijf zijn voor de hygiënische ventilatie, $f_{fans,hyg,fct\ f,m}$, als volgt:

Eq. 97 $$f_{fans,hyg,fct\ f,m} = f_{vent,heat,fct\ f} \quad (-)$$

waarin:

$f_{vent,heat,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, zoals beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-).

8.2 Elektriciteitsverbruik van circulatiepompen

8.2.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 10.5.

8.2.2 Rekenregel voor hulpenergieverbruik voor distributie

8.2.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijkse elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie in de EPN-eenheid, $W_{aux,dis,m}$, als volgt:

Eq. 315 $W_{aux,dis,m} = \sum_j P_{pump,dis,instal,j} \cdot \frac{t_{on,dis,j,m}}{3,6}$ (kWh)

waarin:

$P_{pump,dis,instal,j}$ de waarde voor het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j ten dienste van de beschouwde EPN-eenheid, zoals bepaald in § 8.2.3, in W;

$t_{on,dis,j,m}$ de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor distributie, zoals bepaald in § 8.2.4, in Ms.

Er moet gesommeerd worden over alle circulatiepompen j die de EPN-eenheid bedienen.

8.2.2.2 Uitzonderingen

Noodcirculatiepompen zijn redundant voor het systeem. Hun hulpenergieverbruik dient dus niet in rekening gebracht te worden.

8.2.3 Bepaling van het geïnstalleerde vermogen $P_{pump,dis,instal,j}$

$P_{pump,dis,instal,j}$ is het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j, in W, en wordt als volgt bepaald:

- voor natlopende circulatiepompen: het gemiddeld opgemeten elektrisch vermogen op 100% van het debiet, genaamd $P_{L,100\%}$, volgens Verordening (EG) nr. 641/2009;
- voor drooglopende circulatiepompen waarvan de elektromotor gescheiden is van de rotor: het maximale elektrisch vermogen dat de elektromotor kan afgeven in continubedrijf, bepaald volgens de norm NBN EN 60034-1 voor “duty type S1”.

Bij gebrek aan de productgegevens kunnen de volgende standaardwaarden gebruikt worden, naargelang van het distributietype:

- In geval van warmtedistributie voor ruimteverwarming:

Eq. 316 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

met:

$A_{f,sec\,i}$ de gebruiksoppervlakte van energiesector i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j bediend worden.

- In geval van koudedistributie:

Eq. 317 $P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\,i}\right)$ (W)

met:

$A_{f,sec\,i}$ de gebruiksoppervlakte van energiesector i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j bediend worden.

- In geval van warmtedistributie voor de bereiding van warm tapwater (circulatieleiding):

Eq. 318 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(25\ ;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

- In geval van combinatie van distributie van warm tapwater en warmtedistributie (combilus):

Eq. 319 $$P_{pumps,dis,instal,j} = MAX\left(70\ ;\ \frac{\Delta p_{pumps}}{\eta_{pumps}} \cdot f_{insul,cirk\ k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{circ\ k,l} \cdot (60-\theta_{amb,January,l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta\theta}\right) \quad (W)$$

waarin:

Δp_{pumps}	de minimale opvoerhoogte, in Pa, zoals hieronder bepaald;
η_{pumps}	het rendement van de circulatiepomp. Dit wordt conventioneel gelijk aan 0,2 genomen, (-);
$f_{insul,circ\ k}$	een correctiefactor om rekening te houden met het effect van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van circulatieleiding k, zoals bepaald in § 9.3.2 van bijlage A.1, (-);
$l_{circ\ k,l}$	de lengte van segment l van circulatieleiding k, in m;
$\theta_{amb,January,l}$	de gemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment l voor de maand januari, in °C, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage A.1;
$R_{l,l}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment l, in m.K/W, zoals bepaald in § E.3 van bijlage A.1;
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel [1];
t_a	de lengte van het jaar in Ms, zijnde de som van de 12 maandelijkse waarden uit Tabel [1];
ρ_W	de densiteit van water, in kg/m³. Conventioneel gelijk genomen aan 998 kg/m³;
c_W	de specifieke thermische capaciteit van water, in J/(kg.K). Conventioneel gelijk genomen aan 4182 J/(kg.K);
$\Delta\theta$	het temperatuurverschil tussen vertrek en retour, in K. Conventioneel gelijk genomen aan 5 K.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten l van circulatieleiding k die door circulatiepomp j bediend worden.

De minimale opvoerhoogte wordt gegeven door:

Eq. 320 $$\Delta p_{pumps} = \sum_l l_{circ\ k,l} \cdot 300 \quad (Pa)$$

met:

$l_{circ\ k,l}$	de lengte van segment l van circulatieleiding k, in m.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten l van circulatieleiding k die door circulatiepomp j bediend worden.

Als een circulatiepomp meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan het pompvermogen ($P_{pumps,dis,instal,j}$) proportioneel over deze EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de brutowarmtebehoefte van de respectieve eenheden. In geval van warmtedistributie voor ruimteverwarming dient de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming gebruikt te worden. In geval van koudedistributie moet de bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling gebruikt worden voor de verdeling. In het geval van distributie van warm tapwater (circulatieleiding) of voor een combilus moet de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater gebruikt worden voor de verdeling.

8.2.4 Bepaling van de aan-tijd $t_{on,dis,j,m}$

Bepaal de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j, $t_{on,dis,j,m}$, in Ms, naargelang van het distributietype, als volgt.

- Voor circulatiepompen voor distributie van warm tapwater (circulatieleiding) geldt:

Eq. 321 $t_{on,dis,j,m} = t_m$ (Ms)

Uitzondering: als de pomp enkel tappunten in functionele delen met de functie “Onderwijs” bedient, wordt $t_{on,dis,j,m}$ voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

- Voor circulatiepompen voor warmtedistributie voor ruimteverwarming geldt:

Eq. 322 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

- Voor circulatiepompen voor koudedistributie geldt:

Eq. 323 $t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,cool,j,m,\,sec\,i})$ (Ms)

met:

t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;
$t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i}$	de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie in energiesector i, bepaald op de hieronder gestelde wijze, in Ms;
$t_{on,dis,cool,j,m,sec\,i}$	de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor koudedistributie in energiesector i, bepaald op de hieronder gestelde wijze, in Ms.

Bepaal het maximum over alle energiesectoren i (in de beschouwde EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door de circulatiepomp bediend worden.

Bepaal de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie voor ruimteverwarming in energiesector i, $t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i}$, als volgt:

- voor een natlopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit-regeling) waarvan de EEI gekend is: :

Eq. 324 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\,i} = \mathrm{MIN}\left(t_{heat,\,sec\,i,\,m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- voor een drooglopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling):

Eq. 325 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{heat,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- voor een circulatiepomp met aan/uit-regeling of een natlopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling) waarvan de EEI niet gekend is:

Eq. 326 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- in alle andere gevallen of indien de regeling onbekend is:

Eq. 327 $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

met:

$t_{heat,sec\ i,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteafgiftesysteem van energiesector i, in Ms, bepaald volgens § D.1 van bijlage A.1 en rekening houdend met de conventies hieronder;
EEI	de energie-efficiëntie-index uit Verordening (EG) nr. 641/2009, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Uitzonderingen:

- In energiesectoren die enkel functionele delen met de functie “Onderwijs” of “Technische ruimten” bevatten, wordt $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.
- In energiesectoren die enkel functionele delen met de functie “Technische ruimten” bevatten, wordt $t_{on,dis,heat,j,m,sec\ i}$ voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

Bij de bepaling van $t_{heat,sec\ i,\ m}$ gelden volgende conventies:

Eq. 375 $H_{T,sec\ i,m} = \sum_f H_{T,heat,fct\ f}$ (W/K)

Eq. 376 $V_{sec\ i} = 3{,}3 \cdot A_{f,\ sec\ i}$ (m³)

met:

$H_{T,heat,fct\ f}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § 5.5, in W/K;
$A_{f,sec\ i}$	de gebruiksoppervlakte van energiesector i, in m².

Bepaal de maandelijkse aan-tijd van circulatiepomp j voor koudedistributie in energiesector i, $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$, als volgt:

- voor een natlopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit-regeling) waarvan de EEI gekend is:

Eq. 328 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m} \cdot \left(0{,}6+0{,}625 \cdot \frac{EEI}{0{,}23}\right)\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- voor een drooglopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling):

Eq. 329 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = MIN\left(t_{cool,\ sec\ i,\ m}\ ;\ t_m \cdot \frac{1}{2}\right)$ (Ms)

- voor een circulatiepomp met aan/uit-regeling of een natlopende circulatiepomp met regeling (behalve aan/uit-regeling) waarvan de EEI niet gekend is:

Eq. 330 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m \cdot \frac{1}{2}$ (Ms)

- in alle andere gevallen of indien de regeling onbekend is:

Eq. 331 $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i} = t_m$ (Ms)

met:

$t_{cool,sec\ i,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van koudeafgifte van energiesector i, in Ms, zoals hieronder bepaald;
EEI	de energie-efficiëntie-index uit Verordening (EG) nr. 641/2009, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Uitzonderingen:

- In energiesectoren die enkel functionele delen met de functie “Onderwijs” of “Technische ruimten” bevatten, wordt $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.
- In energiesectoren die enkel functionele delen met de functie “Technische ruimten” bevatten, wordt $t_{on,dis,cool,j,m,sec\ i}$ voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

Bepaal de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van koudeafgifte van energiesector i, $t_{cool,sec\ i,m}$, als volgt:

Eq. 332 $t_{cool,\ sec\ i,\ m} = \frac{\sum_j Q_{cool,gross,sec\ j,m}}{\sum_k P_{gen,cool,k} \cdot 1000}$ (Ms)

met:

$Q_{cool,gross,sec\ j,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector j, zoals bepaald in § 6.2 voor EPN-eenheden, in MJ. Voor EPW-eenheden wordt deze bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling bepaald door de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling volgens § 8.5 van bijlage A.1 te berekenen en te delen door het forfaitair systeemrendement (0,9);
$P_{gen,cool,k}$	het nominale vermogen van de koudeopwekker in energiesector i, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle koudeopwekkers k die energiesector i bedienen en over alle energiesectoren j die bediend worden door (minstens een van) de koudeopwekkers k van energiesector i.

Met betrekking tot de aan-tijd van de circulatiepompen is een combilus te beschouwen als leiding voor distributie van warm tapwater.

8.3 Extra elektriciteitsverbruik voor koudeopwekkers

8.3.1 Principe

Bij watergekoelde koudeopwekkers is er extra elektriciteitsverbruik voor circulatiepomp(en) aan condensorzijde. Als de machine aangesloten is op een koeltoren, is er extra elektriciteitsverbruik voor de verstuivingspomp en de ventilator van de koeltoren. In het geval van absorptiekoelmachines is er extra elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof.

Bepaal de rekenwaarde voor het extra elektriciteitsverbruik voor koudeopwekkers naar keuze volgens een van de volgende twee methoden:

- vereenvoudigde methode (§ 8.3.2);
- gedetailleerde methode (§ 8.3.3).

8.3.2 Vereenvoudigde methode

8.3.2.1 Rekenregel

Bepaal het maandelijkse extra elektriciteitsverbruik voor koudeopwekkers in de EPN-eenheid, $W_{aux,cool,m}$, als volgt:

Eq. 333
$$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,fans,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{aux,pumps,fans,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) en ventilator(en) aan condensorzijde, bepaald volgens § 8.3.2.2, in kWh;
$W_{aux,int,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof, bepaald volgens § 8.3.2.3, in kWh;
$W_{electr,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de elektronica, bepaald volgens § 8.3.2.4, in kWh.

8.3.2.2 Elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) en ventilatoren aan condensorzijde

Eq. 100
$$W_{aux,pumps,fans,m} = \sum_i W_{aux,pumps,fans,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 101
$$W_{aux,pumps,fans,seci,m} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,fans,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,fans,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{aux,pumps,fans,seci,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) en ventilator(en) aan condensorzijde van koudeopwekkers ten dienste van energiesector i, in kWh;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$w_{pumps,fans,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren of op een bodemwarmtewisselaar: - indien ja: stel dan $w_{pumps,fans,pref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{pumps,fans,pref} = 0$;
$w_{pumps,fans,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren of op een bodemwarmtewisselaar: - indien ja: stel dan $w_{pumps,fans,pref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{pumps,fans,pref} = 0$;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

8.3.2.3 Elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof

Eq. 102

$$W_{aux,int,m} = \sum_{i} W_{aux,int,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 103

$$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{aux,int,seci,m}$	het elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof van de absorptiekoelmachines ten dienste van energiesector i, in kWh;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;

$w_{int,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker een absorptiekoelmachine is: - indien ja: stel dan $w_{int,pref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker een absorptiekoelmachine is: - indien ja: stel dan $w_{int,pref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{int,pref} = 0$;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

8.3.2.4 Elektriciteitsverbruik van de elektronica

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de elektronica, $W_{electr,gen,m}$, als volgt:

Eq. 334 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$P_{electr,gen,j}$	het “stand-by” verliesvermogen van de elektronica voor de opwekking, in W. Per opwekker j wordt het “stand-by” verliesvermogen gelijk genomen aan 10 W;
t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet telkens gesommeerd worden over alle koudeopwekkers j die de EPN-eenheid bedienen.

Als een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan het “stand-by” verliesvermogen proportioneel over de betreffende EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale brutokoelbehoefte van de respectieve eenheden.

8.3.3 Gedetailleerde methode

8.3.3.1 Rekenregel

Bepaal het maandelijkse extra elektriciteitsverbruik voor koudeopwekkers in de EPN-eenheid, $W_{aux,cool,m}$, als volgt:

Eq. 335 $$W_{aux,cool,m} = W_{aux,pumps,m} + W_{aux,ct,m} + W_{aux,int,m} + W_{electr,gen,m}$$ (kWh)

met:

$W_{aux,pumps,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) aan condensorzijde, bepaald volgens § 8.3.3.2, in kWh;

$W_{aux,ct,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren, bepaald volgens § 8.3.3.3, in kWh;

$W_{aux,int,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof, bepaald volgens § 8.3.3.4, in kWh;

$W_{electr,gen,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de elektronica, bepaald volgens § 8.3.3.5, in kWh.

8.3.3.2 Elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) aan condensorzijde

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) aan condensorzijde, $W_{aux,pumps,m}$, als volgt:

Eq. 105 $$W_{aux,pumps,m} = \sum_i W_{aux,pumps,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 106 $$W_{aux,pumps,seci,m} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{pumps,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{pumps,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$ (kWh)

met:

$W_{aux,pumps,seci,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp(en) aan condensorzijde in energiesector i, in kWh;

$Q_{cool,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;

$f_{cool,pref}$ de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);

$f_{cool,m,free,pref}$ de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);

$\eta_{gen,cool,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$w_{pumps,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren of op een bodemwarmtewisselaar: - indien aangesloten op een koeltoren en gekoeld met water: stel dan $w_{pumps,pref} = 1$; - indien aangesloten op een bodemwarmtewisselaar (geocooling / gesloten systeem) en gekoeld met water: stel dan $w_{pumps,pref} = 5$; - in de andere gevallen: stel $w_{pumps,pref} = 0$;
$w_{pumps,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren of een bodemwarmtewisselaar: - indien aangesloten op een koeltoren en gekoeld met water: stel dan $w_{pumps,npref} = 1$; - indien aangesloten op een bodemwarmtewisselaar (geocooling / gesloten systeem) en gekoeld met water: stel dan $w_{pumps,npref} = 5$; - in de andere gevallen: stel $w_{pumps,npref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

8.3.3.3 Elektriciteitsverbruik van de koeltoren(s)

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren, $W_{aux,ct,m}$, als volgt:

Eq. 107

$$W_{aux,ct,m} = \sum_i W_{aux,ct,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 108

$$W_{aux,ct,seci,m} = \frac{Q_{cool,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(\begin{array}{l} w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) \\ + w_{ct,npref} \cdot f_{ct,m,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \end{array} \right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{aux,ct,seci,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren(s) voor warmteopwekking ten behoeve van energiesector i, in kWh;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$f_{ct,m,pref}$	de maandelijkse correctiefactor voor koeltorens aangesloten op de preferente koudeopwekker, zoals hieronder bepaald;

$f_{ct,m,npref}$	de maandelijkse correctiefactor voor koeltorens aangesloten op de niet-preferente koudeopwekker, zoals hieronder bepaald;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente koudeopwekker, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$w_{ct,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren: - indien aangesloten op een koeltoren: stel dan $w_{ct,pref} = 1$; - indien nee, stel dan $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren: - indien aangesloten op een koeltoren: stel dan $w_{ct,npref} = 1$; - indien nee, stel dan $w_{ct,npref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

Bepaal de maandelijkse correctiefactor voor op de koudeopwekker aangesloten koeltorens als volgt;

Eq. 109 $$f_{ct,m} = C_{ct,1} - C_{ct,2} \cdot \min(\theta_{co,m}, \theta_{co,MAX})$$ (-)

met:

$C_{ct,1}$, $C_{ct,2}$	factoren ter bepaling van het maandelijkse hulpenergieverbruik voor koeltorens, bepaald volgens Tabel [28], (-);
$\theta_{co,m}$	de maandelijkse werkingstemperatuur van de condensor, bepaald volgens § 7.5.2.3.2, in °C;
$\theta_{co,MAX}$	de maximale werkingstemperatuur van de condensor, bepaald volgens Tabel [28], in °C.

Tabel [28] : Constanten gebruikt voor de berekening van het energieverbruik van een koeltoren

Type toren	Type ventilator	$\theta_{co,MAX}$	$C_{ct,1}$	$C_{ct,2}$
Luchtkoeler (dry-cooler)	Ventilator met constante snelheid	32	0,100	0,0027
	Ventilator met 2 snelheden	32	0,083	0,0025
	Ventilator met variabele snelheid	32	0,078	0,0024
	Ventilator met constante snelheid	26	0,130	0,0041

Open toren en gesloten toren	Ventilator met 2 snelheden	26	0,130	0,0047
	Ventilator met variabele snelheid	26	0,130	0,0046

8.3.3.4 Elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof als volgt:

Eq. 110
$$W_{aux,int,m} = \sum_i W_{aux,int,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 111
$$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left[w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,pref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,pref}\right)\right)^{-0,606} + w_{int,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot \left(1 - f_{cool,m,free,npref}\right) \cdot \left(\max\left(320, P_{gen,npref}\right)\right)^{-0,606} \right] \quad \text{(kWh)}$$

$W_{aux,int,seci,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp voor sorptievloeistof, in kWh;
$P_{gen,pref}$	het nominale vermogen van de preferente compressiekoelmachine, bepaald volgens paragraaf “Rated Full Load Performance” van de norm ARI 560-2000, in kW;
$P_{gen,npref}$	het nominale vermogen van de niet-preferente compressiekoelmachine, bepaald volgens paragraaf “Rated Full Load Performance” van de norm ARI 560-2000, in kW;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$w_{int,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker een absorptiekoelmachine is: - indien ja: stel dan $w_{int,pref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{int,pref} = 0$;
$w_{int,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker een absorptiekoelmachine is: - indien ja: stel dan $w_{int,npref} = 1$; - indien nee: stel dan $w_{int,npref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

8.3.3.5 Elektriciteitsverbruik van de elektronica

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de elektronica, $W_{electr,geb,m}$, als volgt:

Eq. 336 $$W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$P_{electr,gen,j}$	het “stand-by” verliesvermogen van de elektronica voor de opwekking, in W. Per opwekker j wordt het “stand-by” verliesvermogen gelijk genomen aan 10 W;
t_m	de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet telkens gesommeerd worden over alle koudeopwekkers j die de EPN-eenheid bedienen.

Als een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan het “stand-by” verliesvermogen proportioneel over de betreffende EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale brutokoelbehoefte van de respectieve eenheden.

8.4 Extra elektriciteitsverbruik voor free-chilling

Een koudeopwekker die in free-chillingmodus werkt, verbruikt enkel energie voor circulatiepompen en/of koeltorens. Bepaal het elektriciteitsverbruik voor free-chilling als volgt:

Eq. 112 $$W_{aux,free,m} = W_{aux,pumps,free,m} + W_{aux,ct,free,m}$$ (kWh)

met:

$W_{aux,pumps,free,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de circulatiepompen aan condensorzijde van de koudeopwekker die in free-chillingmodus werkt, in kWh;

$W_{aux,ct,free,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren die in free-chillingmodus werkt, in kWh.

Bepaal het elektriciteitsverbruik van de circulatiepompen aan condensorzijde als volgt:

Eq. 113 $$W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,seci,m}$$ (kWh)

Eq. 114 $$W_{aux,pumps,free,seci,m} = \frac{0,052}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(\begin{array}{l} w_{pumps,free,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} \\ + w_{pumps,free,npref} \cdot \left(1 - f_{cool,pref}\right) \cdot f_{cool,m,free,npref} \end{array} \right)$$ (kWh)

$Q_{cool,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;

$f_{cool,pref}$ de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);

$f_{cool,m,free,pref}$ de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);

$f_{cool,m,free,npref}$ de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);

$w_{pumps,free,pref}$ een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker in free-chillingmodus werkt:

- indien ja:
  - indien free-chilling met lucht, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 1$;
  - indien geocooling / gesloten of open systeem, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 1,54$;
- indien nee, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 0$;

$w_{pumps,free,npref}$ een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker in free-chillingmodus werkt:

- indien ja:
  - indien free-chilling met lucht, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 1$;
  - indien geocooling / gesloten of open systeem, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 1{,}54$;
- indien nee, stel dan $w_{pumps,free,pref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

Bepaal het elektriciteitsverbruik van de koeltoren als volgt:

Eq. 115

$$W_{aux,ct,free,m} = \sum_{i} W_{aux,ct,free,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 116

$$W_{aux,ct,free,seci,m} = \frac{(0{,}10 + 0{,}003 \cdot \theta_{ev})}{3{,}6} \cdot Q_{cool,gross,sec,i,m} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + w_{ct,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{aux,ct,free,seci,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren van energiesector i, die in free-chillingmodus werkt, in kWh;
$Q_{cool,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
θ_{ev}	de werkingstemperatuur van de verdamper, zoals bepaald in § 7.5.2.3.3, in °C;
$f_{cool,pref}$	de jaargemiddelde fractie van de koude geleverd door de preferente koudeopwekker(s), bepaald volgens § 7.3.2, (-);
$f_{cool,m,free,pref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$f_{cool,m,free,npref}$	de maandgemiddelde fractie van de energie geleverd door de niet-preferente koudeopwekker(s) in free-chillingmodus, bepaald volgens § 7.4, (-);
$w_{ct,pref}$	een factor die inrekent of de preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren: - indien ja, stel dan $w_{ct,pref} = 1$; - indien nee, stel dan $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref}$	een factor die inrekent of de niet-preferente koudeopwekker aangesloten is op een koeltoren: - indien ja, stel dan $w_{ct,npref} = 1$; - indien nee, stel dan $w_{ct,npref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

8.5 Elektrisch hulpenergieverbruik voor warmteopwekking

8.5.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijkse elektrisch hulpenergieverbruik van de hulpfuncties voor warmteopwekking bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 10.5.

8.5.2 Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor warmteopwekking

8.5.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijkse elektrisch hulpenergieverbruik voor warmteopwekking in de EPN-eenheid, $W_{aux,gen,m}$, als volgt:

Eq. 337 $$W_{aux,gen,m} = W_{throttle/fans,\ gen,m} + W_{ct,gen,\ m} + W_{electr,gen,\ m} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{throttle/fans,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de gaskleppen en/of ventilatoren voor de warmteopwekking van de beschouwde EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.5.2.2, in kWh;
$W_{ct,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de aan de warmteopwekkers gekoppelde koeltoren(s), bepaald volgens § 8.5.2.3, in kWh;
$W_{electr,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor de elektronica van de beschouwde EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.5.2.4, in kWh.

8.5.2.2 Elektriciteitsverbruik van gaskleppen en/of ventilatoren

8.5.2.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal $W_{throttle/fans,gen,m}$ als volgt:

Eq. 338 $$W_{throttle/fans,gen,m} = \sum_j P_{throttle/fans,gen,spec} \cdot P_{throttle/fans,gen,j} \cdot \frac{t_{on,gen,j,m}}{3,6} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$P_{throttle/fans,gen,spec}$	het specifieke vermogen voor opwekking van opwekkers die uitgerust zijn met een ventilator en/of gasklep, gelijk genomen aan 1 W/kW;
$P_{throttle/fans,gen,j}$	het nominale vermogen van opwekker j, in kW;
$t_{on,gen,j,m}$	de maandelijkse werkingstijd van de gasklep en/of ventilator ten dienste van opwekker j, zoals bepaald in § 8.5.2.2.2, in Ms.

Er moet telkens gesommeerd worden over alle opwekkers j die de EPN-eenheid bedienen en die gebruikmaken van een gasklep en/of ventilator.

Als een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan in formule Eq. 338 het nominale vermogen van de opwekker proportioneel over de verschillende EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale bruto-energiebehoefte van de respectieve eenheden. Als de opwekker enkel voor ruimteverwarming zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte

voor ruimteverwarming. Als de opwekker enkel voor ruimteverwarming zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming. Als de opwekker enkel voor de bereiding van warm tapwater zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater. Zorgt de opwekker voor beide, dan moet de verdeling gebeuren op basis van de som van de bruto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Voor opwekkers voor warm tapwater waarvan het opwekkings- en het opslagrendement berekend worden volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage A.1 en voor opwekkers voor ruimteverwarming waarvan het opwekkingsrendement berekend wordt volgens § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 of § 10.2.3.4.3 van bijlage A.1, is het elektrisch hulpenergieverbruik voor de warmteopwekker al in rekening gebracht en hoeft dit dus niet meegeteld te worden in Eq. 338.

Het eventuele hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen, met uitzondering van pelletkachels met een nominaal vermogen van meer dan 50 kW, kolenkachels en houtkachels die geen pelletkachel zijn, waarvan het opwekkingsrendement bepaald is volgens § 10.2.3.2.4 van bijlage A.1, is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en hoeft dan ook niet opnieuw ingerekend te worden in Eq. 338.

8.5.2.2.2 Bepaling van de aan-tijd $t_{on,gen,j,m}$

Bepaal $t_{on,gen,j,m}$ als volgt:

Eq. 339

$$t_{on,gen,j,m} = \mathrm{MIN}\left(t_m \; ; \frac{\left(\begin{array}{c} \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l Q_{hum,net,l} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{cool,gross,sec\ n,m}}{EER_{nom,o}} \end{array} \right)}{P_{throttle/fans,gen,j} \cdot 1000} \right) \quad \text{(Ms)}$$

waarin:

t_m de lengte van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 10.2.2 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden of met § 7.2.1 van deze bijlage voor EPN-eenheden;

$Q_{water,bath\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor douche of bad k, bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 10.3.2 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden of met § 7.6 van deze bijlage voor EPN-eenheden;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor keukenaanrecht k, bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van deze bijlage voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met

	§ 10.3.2 van bijlage A.1 voor EPW-eenheden of met § 7.6 van deze bijlage voor EPN-eenheden;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor een ander tappunt k, bepaald volgens § 6.5, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 7.6;
$Q_{hum,net,l,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel l, bepaald volgens § 5.11, in MJ, voor zover deze behoefte door opwekker j gedekt wordt in overeenstemming met § 7.2.1;
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector n, geleverd door de absorptiekoelmachine en bepaald volgens § 6.2, in MJ, voor zover deze behoefte door absorptiekoelmachine o gedekt wordt in overeenstemming met § 7.2.2 en voor zover de warmte aan absorptiekoelmachine o door opwekker j geleverd wordt in overeenstemming met § 7.2.1;
$EER_{nom,o}$	de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement) van absorptiekoelmachine o, bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$P_{throttle/fans,gen,j}$	het nominale vermogen van opwekker j, in kW.

Er moet altijd gesommeerd worden over:

- alle energiesectoren i (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle baden of douches k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle keukenaanrechten k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN- of EPW-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle andere tappunten k (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle bevochtigingstoestellen l (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN-eenheid) die door opwekker j bediend worden;
- alle energiesectoren n (in de betreffende EPN-eenheid of in een andere EPN-eenheid) die door absorptiekoelmachine o bediend worden en over alle koelmachines o die door opwekker j bediend worden.

8.5.2.3 Elektriciteitsverbruik van de aan de warmteopwekkers gekoppelde koeltoren(s)

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de aan de warmteopwekkers gekoppelde koeltoren(s), $W_{ct,gen,m}$, als volgt:

Eq. 340

$$W_{ct,gen,m} = \sum_{i} W_{ct,gen,seci,m} \quad \text{(kWh)}$$

Eq. 341

$$W_{ct,gen,seci,m} = \frac{Q_{heat,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,pref} - 1}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \right) + \sum_k w_{ct,npref\,k} \cdot f_{ct,m,npref\,k} \cdot f_{heat,m,npref\,k} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,npref\,k} - 1}{\eta_{gen,heat,m,npref\,k}} \right) \right) \text{ (kWh)}$$

met:

$W_{ct,gen,seci,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de koeltoren(s) voor warmteopwekking ten behoeve van energiesector i, in kWh;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ;
$f_{ct,m,pref}$	de maandelijkse correctiefactor voor koeltorens aangesloten op de preferente opwekker, zoals hieronder bepaald;
$f_{ct,m,npref\,k}$	de maandelijkse correctiefactor voor koeltorens aangesloten op de niet-preferente opwekker k, zoals hieronder bepaald;
$f_{heat,m,pref}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferent geschakelde warmteopwekker(s), zoals bepaald in § 7.3.1, (-);
$f_{heat,m,npref\,k}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de niet-preferent geschakelde () warmteopwekker(s) k, zoals bepaald in § 7.3.1, (-);
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens § 7.5.1, (-);
$\eta_{gen,heat,m,npref\,k}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, bepaald volgens § 7.5.1, (-);
$w_{ct,pref}$	een factor die inrekent of de preferente opwekker wel of niet aangesloten is op een koeltoren: - indien aangesloten op een koeltoren: $w_{ct,pref} = 1$; - in alle andere gevallen: $w_{ct,pref} = 0$;
$w_{ct,npref\,k}$	een factor die inrekent of de niet-preferente opwekker k wel of niet aangesloten is op een koeltoren: - indien aangesloten op een koeltoren: $w_{ct,npref} = 1$; - in alle andere gevallen: $w_{ct,npref} = 0$.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k die energiesector i bedienen en over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid.

Bepaal de maandelijkse correctiefactor voor op de warmteopwekker aangesloten koeltorens zoals in § 8.3.3.

8.5.2.4 Elektriciteitsverbruik van de elektronica

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor de elektronica van de beschouwde EPN-eenheid, $W_{electr,gen,m}$, als volgt:

Eq. 342 $W_{electr,gen,\ m} = \sum_j P_{electr,gen,\ j} \cdot \frac{t_m}{3,6}$ (kWh)

waarin:

$P_{electr,gen,j}$ het “stand-by” verliesvermogen van de elektronica voor de opwekking, in W. Per opwekker j wordt het “stand-by” verliesvermogen gelijk genomen aan 10 W;

t_m de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1], in Ms;

Er moet telkens gesommeerd worden over alle opwekkers j die de EPN-eenheid bedienen.

Als een opwekker meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan het “stand-by” verliesvermogen proportioneel over de betreffende EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale bruto-energiebehoefte van de respectieve eenheden. Als de opwekker enkel voor ruimteverwarming zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming. Als de opwekker enkel voor de bereiding van warm tapwater zorgt, moet de verdeling gebeuren op basis van de bruto-energiebehoefte voor warm tapwater. Zorgt de opwekker voor beide, dan moet de verdeling gebeuren op basis van de som van de bruto-energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Als de opwekker zorgt voor bevochtiging van een of meer EPN-eenheden, dient bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de bruto-energiebehoefte voor bevochtiging van de bediende EPN-eenheden telkens opgeteld te worden bij de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en/of bereiding van warm tapwater.

Als de opwekker warmte levert aan een absorptiekoelmachine die een of meer EPN-eenheden bedient, moet bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de aan de absorptiekoelmachine geleverde warmte die nodig is om de koelvraag van de bediende EPN-eenheden te dekken, telkens opgeteld worden bij de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming en/of bereiding van warm tapwater en/of bevochtiging. De aan de absorptiekoelmachine geleverde warmte wordt voor elke bediende EPN-eenheid bepaald als de bijdrage van de absorptiekoelmachine aan de bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling, $Q_{cool,gross}$, gedeeld door de energie-efficiëntieverhouding in koelmodus (= koelrendement), EER_{nom}.

Voor opwekkers voor warm tapwater waarvan het opwekkings- en het opslagrendement berekend worden volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage A.1 en voor opwekkers voor ruimteverwarming waarvan het opwekkingsrendement berekend wordt volgens § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 of § 10.2.3.4.3 van bijlage A.1, is het elektrisch hulpenergieverbruik voor de warmteopwekker al in rekening gebracht en hoeft dit niet meegeteld te worden in Eq. 342.

Het eventuele hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen, met uitzondering van pelletkachels met een nominaal vermogen van meer dan 50 kW, kolenkachels en houtkachels die geen pelletkachel zijn, waarvan het opwekkingsrendement bepaald is volgens § 10.2.3.2.4 van bijlage A.1, is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en hoeft dan ook niet opnieuw ingerekend te worden in Eq. 342.

8.6 Energieverbruik voor voorkoeling van de ventilatielucht

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor het voorkoelen van de ventilatielucht als volgt:

Eq. 118
$$W_{precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{soil/water,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar, zoals bepaald in § 8.6.1, in kWh;

$W_{evap,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling, zoals bepaald in § 8.6.2, in kWh.

Bepaal $W_{precool,m}$ voor andere technologieën volgens door de minister vastgelegde regels.

8.6.1 Elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de bodem-water-warmtewisselaar als volgt:

Eq. 343
$$W_{soil/water,m} = 0{,}278 \cdot t_m \cdot w_{soil/water,m} \cdot \left(f_{vent,cool,max} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 \cdot n_{tube} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{tube}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\,f} - f_{V,addm,day,coolfctf;m} \right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\,f} + f_{V,add\,m,day,cool,fctf;m} \cdot \dot{V}_{add,fct\,f} \right)}{3600} \right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

t_m de duur van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel [1];

$f_{vent,cool,fct\,f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$f_{vent,cool,max}$ de conventionele tijdsfractie dat de bodem-water-warmtewisselaar in bedrijf is, gelijk aan het maximum van de respectieve waarden voor $f_{vent,cool,fct\,f}$, zoals hierboven bepaald, (-);

$f_{V,add\,m,day,cool,fct\,f,m}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie overdag in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3.2, (-);

$w_{soil/water,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de bodem-water-warmtewisselaar inrekent, bepaald volgens § B.2.1, (-);

$\dot{V}_W$ het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h;

f een frictiecoëfficiënt:

Eq. 120 Als Re < 2300: $f = \frac{64}{Re}$

Zo niet: $f = (1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28)^{-2}$

met:

Re	het getal van Reynolds, bepaald volgens § B.2, (-);
D_{tube}	de binnendiameter van de grondbuis, in m;
L_{tube}	de lengte van de grondbuis, in m;
n_{tube}	het aantal parallelle buizen, (-);
$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$	het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie die door de bodem-water-warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes.
$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$	het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor aanvullende mechanische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid. De standaardwaarde is gelijk aan het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie. Andere waarden kunnen in rekening gebracht worden op basis van meetrapporten in overeenstemming met door de minister vastgelegde specificaties.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van ventilatiezone z.

8.6.2 Elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling als volgt:

Eq. 344

$$W_{evap,m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{evap,m} \cdot 250 \cdot \frac{\sum_f \left(\left(f_{vent,cool,fct\ f} - f_{V,add\ m,day,cool,fctf;m} \right) \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} + f_{V,add\ m,day,cool,fctf,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \right)}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

met:

t_m	de duur van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel [1];
$w_{evap,m}$	een maandelijkse factor die de gebruiksduur van de verdampingskoeling inrekent, bepaald volgens § B.3.1, (-);
$f_{vent,cool,fct\ f}$	de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);
$f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de aanvullende mechanische ventilatie overdag in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § 5.6.3.3.2, (-);

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie die door de bodem-lucht-warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes.

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor aanvullende mechanische ventilatie in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid. De standaardwaarde is gelijk aan het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie. Andere waarden kunnen in rekening gebracht worden op basis van meetrapporten in overeenstemming met door de minister vastgelegde specificaties.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van ventilatiezone z.

9 Energieverbruik voor verlichting

9.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt enerzijds de dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\,r}$ bepaald en, anderzijds, het conventionele elektriciteitsverbruik voor verlichting (dat dan in § 10.6 omgerekend wordt naar primair energieverbruik).

Enkel de vaste verlichting binnen in de EPN-eenheid, wordt verplicht ingerekend. “Losse” verlichting (hieronder worden losse (autonome) toestellen verstaan die door de gebruiker met een stekker via een stopcontact op het elektriciteitsnet aangesloten worden, bv. staande armaturen, bureaulampen, bepaalde lampen die aan de lijst van schilderijen vastgehecht worden, enz.) mag desgewenst vrijwillig in beschouwing genomen worden.

Mogelijke voorbeelden van verlichting buiten de EPN eenheid zijn (afhankelijk van het gebouw in kwestie):

- buitenverlichting;
- binnenverlichting in ruimten buiten het beschermde volume;
- verlichting in woongedeelten van het gebouw;
- verlichting in andere ruimten binnen het beschermde volume waarvoor geen EPN-berekening uitgevoerd dient te worden.

Binnen de EPN-eenheid worden volgende vormen van verlichting niet in beschouwing genomen:

- lampen die richtingsaanwijzers van nooduitgangen oplichten (en vaak permanent ingeschakeld blijven);
- noodverlichting (in zoverre die alleen in noodgevallen gaat branden);
- verlichting in liftkooien en liftschachten.

Het verbruik van batterijen in verlichtingssystemen (bv. in draadloze schakelaars) wordt buiten beschouwing gelaten bij de bepaling van het peil van primair energieverbruik E_{EPNR}.

Per functioneel deel wordt een keuze gemaakt tussen twee methoden ter bepaling van de dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\,r}$ van alle ruimten en van het elektriciteitsverbruik voor verlichting:

- ofwel wordt gerekend met standaardwaarden (§ 9.2);
- ofwel wordt gerekend met de detailgegevens van de verlichtingsinstallatie waarbij volgende factoren in beschouwing genomen worden (§ 9.3):
  - de lichtstroom van de lampen en de fotometrische eigenschappen van de verlichtingsarmaturen;
  - het vermogen van de geïnstalleerde lampen met inbegrip van voorschakelapparaten, en het vermogen van eventuele sensoren en regelingen;
  - het type regeling;
  - de eventuele aanwezigheid van een daglichtzone met aangepaste regeling.

9.1.1 Dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\ r}$

De hulpvariabele $L_{rm\ r}$ is een benaderende maat voor het gemiddelde verlichtingsniveau. Ze bepaalt, samen met andere parameters, de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik (zie § 4).

9.1.2 Elektriciteitsverbruik voor verlichting

Het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verlichting van de EPN-eenheid is de som van het elektriciteitsverbruik voor verlichting van elk van de functionele delen, plus het eventuele elektriciteitsverbruik van alle regelingen e.d. die zich buiten de EPN-eenheid bevinden maar (mede) ten dienste staan van de verlichting binnen de EPN-eenheid:

Eq. 122

$$W_{light,m} = \sum_{f} W_{light,fct\ f,m} + \sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{light,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting, in kWh;
$W_{light,fct\ f,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f, in kWh, bepaald volgens § 9.2.2 of § 9.3.2;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor regelingen e.d. die in ruimten r buiten de EPN-eenheid opgesteld staan maar wel (mede) ten dienste staan van de verlichting in ruimten r binnen de EPN-eenheid, in kWh, bepaald volgens § 9.2.2 of § 9.3.2.2.3.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van de EPN-eenheid en over alle ruimten r buiten de EPN-eenheid.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting, $W_{light,fct\ f,m}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

9.2 Bepaling van de dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\ r}$ en het elektriciteitsverbruik voor verlichting op basis van standaardwaarden

9.2.1 Bepaling van de dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\ r}$

Neem voor de hulpvariabele $L_{rm\ r}$ voor elke ruimte van het functionele deel de waarde: $L_{rm\ r} = 500$.

9.2.2 Bepaling van het elektriciteitsverbruik voor verlichting per functioneel deel

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting, met inbegrip van het eventuele verbruik van regelsystemen, van het beschouwde functionele deel f als volgt:

Eq. 123

$$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} A_{f,rmr} \cdot p_{light,def,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{light,fct\ f,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f, in kWh;
$A_{f,rm\ r}$	de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m²;
$p_{light,def,fct\ f}$	een vaste waarde van het specifieke vermogen voor verlichting per functioneel deel. Neem: - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² voor functionele delen met de functie “Handel / diensten”; - $p_{light,def,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² voor alle andere functionele delen;
$t_{day,fct\ f,m}$	het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de dagperiode, bepaald voor functioneel deel f en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;
$t_{night,fct\ f,m}$	het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de nachtperiode, bepaald voor functioneel deel f en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r van functioneel deel f.

Neem de waarde nul voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor regelingen die buiten de EPN-eenheid opgesteld staan en die enkel ten dienste staan van armaturen in de ruimten van het beschouwde functionele deel f:

Eq. 124 $$\sum_{r} W_{light,rmr,ctrl,m} = 0$$ (kWh)

waarin:

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor regelingen e.d. die in ruimten buiten de EPN-eenheid opgesteld staan en enkel ten dienste staan van de verlichting binnen het beschouwde functionele deel f, in kWh.

Indien de regelingen ook ten dienste staan van armaturen in andere functionele delen en indien voor die functionele delen het elektriciteitsverbruik voor verlichting op basis van het werkelijk geïnstalleerde vermogen bepaald wordt, dient hun verbruik wel ingerekend te worden in § 9.3.2.2.3.

9.3 Bepaling van de dimensieloze hulpvariabele $L_{rm\,r}$ en het elektriciteitsverbruik voor verlichting op basis van detailgegevens van de verlichtingsinstallatie

9.3.1 Bepaling van de hulpvariabele $L_{rm\,r}$

9.3.1.1 Bepaling van de hulpvariabele $L_{rm\,r}$ in een ruimte zonder vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie waarin ook geen losse verlichting ingerekend wordt

Indien in een ruimte geen vaste verlichting geplaatst wordt en er geen losse verlichting – indien aanwezig – vrijwillig ingerekend wordt, reken dan in deze ruimte met conventioneel vastgelegde waarden. Neem deze gelijk aan de waarden gebruikt voor de berekening op basis van standaardwaarden.

Neem in dergelijke ruimten conventioneel de waarde: $L_{rm\,r} = 500$.

9.3.1.2 Bepaling van de hulpvariabele $L_{rm\,r}$ in een ruimte met een vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie of een ruimte waarvoor losse verlichting ingerekend wordt

Bepaal in ruimten met een vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie of in een ruimte waarvoor losse verlichting ingerekend wordt, de hulpvariabele $L_{rm\,r}$ als volgt:

1. Indien de gewenste verlichtingssterkte niet instelbaar is:

Eq. 125
$$L_{rmr} = L_{design,rmr} \qquad (-)$$

waarin:

$L_{rm\,r}$ de dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, (-);

$L_{design,rm\,r}$ de ontwerpwaarde voor de dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, zoals hieronder bepaald, (-).

2. Indien de gewenste verlichtingssterkte wel vrij instelbaar[6] is (hetzij per armatuur, hetzij per groep armaturen), en wel voor alle armaturen in de ruimte die ingerekend worden[7]:

Eq. 126
$$L_{rmr} = L_{design,rmr} \cdot \min\left(1, \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right) \qquad (-)$$

waarin:

$L_{rm\,r}$ de dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, (-);

$L_{design,rm\,r}$ de ontwerpwaarde voor de dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{reduc,light}$ een reductiefactor die gelijk genomen wordt aan $f_{reduc,light} = 0{,}5$, (-);

L_{thresh} een drempelwaarde voor $L_{design,rm\,r}$, met als waarde $L_{thresh} = 250$, (-).

---

[6] In dat geval wordt niet alleen de waarde van de hulpvariabele gereduceerd, maar ook de rekenwaarde voor het verlichtingsvermogen (zie 9.3.3).

[7] Indien $L_{design,rm\,r}$ gelijk is aan nul (bv. omdat geen gegevens over de geïnstalleerde armaturen verschaft werden), geldt $L_{rm\,r} = 0$.

De ontwerpwaarde voor de dimensieloze hulpvariabele $L_{design,rm\ r}$ kan op twee manieren bepaald worden:

- hetzij op basis van een eenvoudige, conventionele methode (§ 9.3.1.2.1);
- hetzij op basis van gedetailleerde berekeningen (§ 9.3.1.2.2).

Voor de meeste toepassingen kan met de eerste methode volstaan worden. Bepaalde types armaturen (zie § 9.3.1.2.1) dragen in de eenvoudige, conventionele methode niet bij tot de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$, maar hun elektriciteitsverbruik wordt wel ingerekend (zie § 9.3.2). Desgewenst kan men in dat geval voor de betreffende ruimten op de tweede methode terugvallen om de bijdrage aan $L_{design,rm\ r}$ alsnog in te rekenen.

9.3.1.2.1 Bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ op basis van de conventionele methode

Bepaal de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ voor ruimte r met:

Eq. 127

$$L_{design,rmr} = \frac{\sum_k n_k \cdot [.N2_k \cdot .N4_k + 0,5 \cdot (1 - .N4_k)] \cdot .N5_k \cdot 0,85 \cdot PHIS_k}{A_{f,rmr}}$$

(-)

waarin:

$L_{design,rm\ r}$	de ontwerpwaarde voor de dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, zoals hieronder bepaald, (-);
n_k	het aantal armaturen van het type k in de ruimte, (-);
$.N2_k$	de verhouding tussen enerzijds de lichtstroom die de armatuur van het type k uitstraalt in een ruimtehoek van π ten opzichte van de hoofdas (d.w.z. in een kegel met openingshoek 120°) en, anderzijds, de lichtstroom die de armatuur van het type k uitstraalt in een ruimtehoek van 2π ten opzichte van de hoofdas, (-), bepaald volgens CIE 52;
$.N4_k$	de verhouding tussen enerzijds de lichtstroom die de armatuur van het type k uitstraalt in een ruimtehoek van 2π ten opzichte van de hoofdas (d.w.z. in een kegel met openingshoek 180°) en, anderzijds, de totale door de armatuur van het type k uitgestraalde lichtstroom, (-), bepaald volgens CIE 52;
$.N5_k$	de verhouding van de totale lichtstroom die de armatuur van het type k uitstraalt tot de lichtstroom ($PHIS_k$) uitgestraald door alle lampen samen in de armatuur, (-), bepaald volgens CIE 52;
$PHIS_k$	de som van de lichtstroom van alle lampen in de armatuur van het type k, in lumen:

Eq. 128

$$PHIS_k = \sum_m PHI_m$$

waarin:

PHI_m	de lichtstroom van lamp m, bepaald volgens CIE 84, in lumen, waarbij gesommeerd wordt over alle lampen m die zich in de armatuur van het type k bevinden;
$A_{f,rm\ r}$	de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m².

Indien voor een bepaalde armatuur-lampcombinatie de nodige gegevens niet beschikbaar zijn, worden ze buiten beschouwing gelaten bij de bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$. Het bijbehorende verbruik wordt wel ingerekend in § 9.3.2.

Er wordt enkel gesommeerd over alle types plafondarmaturen van het type k (inbouw-, opbouw- of pendelarmaturen) die in ruimte r aanwezig zijn. Wandarmaturen, verlichting die in de vloer of in trappen is ingewerkt, of losse verlichting die men in beschouwing wil nemen, moeten wel ingerekend worden bij het geïnstalleerde vermogen, zie § 9.3.2 (en dus uiteindelijk in het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik), maar niet bij de bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ volgens de conventionele methode. Wil men andere dan plafondarmaturen wel inrekenen bij de bepaling van de hulpvariabele $L_{rm\ r}$, dan dient men gebruik te maken van de gedetailleerde berekeningsmethode (zie § 9.3.1.2.2).

Plafondarmaturen die zodanig geplaatst zijn dat de hoofdas niet verticaal naar beneden gericht is (bv. tegen een schuin dak) of die oriënteerbaar zijn (bv. draaibare spots), worden slechts in de conventionele methode voor de bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ ingerekend in zoverre de hoofdas niet meer dan 45° van de verticale afwijkt of, in geval van draaibare armaturen, nooit meer dan 45° van de verticaal (of loodlijn) kan afwijken (in zijn meest ongunstige stand). De hoofdas is dezelfde als die welke voor de bepaling van de fluxcode gebruikt werd. Indien niet aan deze beperking qua plaatsing voldaan is, worden dergelijke armaturen niet meegerekend bij de bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ volgens de conventionele methode, maar wel verplicht in rekening gebracht bij de bepaling van het energieverbruik. Wil men deze armaturen wel inrekenen bij de bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$, dan dient men gebruik te maken van de gedetailleerde berekeningsmethode (zie § 9.3.1.2.2).

9.3.1.2.2 Bepaling van de ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ op basis van gedetailleerde berekeningen

In afwijking van de conventionele rekenmethode is het toegelaten om voor een ruimte met een rekenprogramma de verlichtingssterkte op een fictief vlak op een hoogte van 0,8 m te berekenen.

Het voor de berekening gebruikte programma moet vooraf goedgekeurd worden door de minister.

Voor gebruik als ontwerpwaarde $L_{design,rm\ r}$ moet men conventioneel het gemiddelde van deze verlichtingssterkte nemen. Daarbij wordt gemiddeld over de volledige oppervlakte van de ruimte berekend, dus zonder enige aftrek van rand- of andere zones.

Er moet gerekend worden met de reële geometrie van de (lege) ruimte (zonder meubilair). De te hanteren reflectiefactoren zijn: 0,7 voor het plafond, 0,5 voor de muren (met inbegrip van

daglichtopeningen, d.w.z. doorlaten voor natuurlijke lichtinval) en 0,2 voor de vloer. Bij de berekening moet men voor de armaturen dezelfde positie nemen als die waarin ze effectief geplaatst zijn. In geval van oriënteerbare armaturen moet bij de berekeningen de armatuur zodanig gericht worden dat de hoek tussen de hoofdas en de loodlijn zo groot mogelijk is (dus maximaal naar boven gericht). Indien dan nog verschillende oriëntaties mogelijk zijn, moet de armatuur loodrecht op de dichtstbijzijnde wand gericht worden. Voor de lichtstroom van de lampen moet men een onveranderbare reductiefactor van 0,85 aanhouden ten opzichte van de waarde in technisch verslag CIE 84.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties voor de berekeningen vastleggen.

9.3.2 Bepaling van het maandelijkse elektriciteitsverbruik per functioneel deel

Bepaal het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van een functioneel deel als de som van het elektriciteitsverbruik voor verlichting van elke ruimte waaruit dat functionele deel samengesteld is:

Eq. 129
$$W_{light,fct\ f,m} = \sum_{r} W_{light,rm\ r,m} \quad \text{(kWh)}$$

met:

$W_{light,fct\ f,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f, in kWh;

$W_{light,rm\ r,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van ruimte r in functioneel deel f, in kWh, bepaald volgens § 9.3.2.1 of § 9.3.2.2.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r van functioneel deel f.

9.3.2.1 Elektriciteitsverbruik voor verlichting in een ruimte zonder vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie waarin ook geen losse verlichting ingerekend wordt

Indien in een ruimte geen vaste verlichting geplaatst wordt en geen losse verlichting– indien aanwezig – vrijwillig ingerekend wordt, reken dan in deze ruimte met conventioneel vastgelegde waarden. Neem deze gelijk aan de waarden gebruikt voor de berekening op basis van standaardwaarden.

Als rekenwaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting geldt in dergelijke ruimten dus conventioneel:

Eq. 130
$$W_{light,rmr,m} = A_{f,rmr} \cdot p_{light,abs,fct\ f} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{light,rm\ r,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van ruimte r, in kWh;

$A_{f,rm\ r}$ de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m²;

$p_{light,abs,fct\ f}$ een vaste waarde van het specifieke vermogen voor verlichting, bepaald per functioneel deel. Neem $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,030 kW/m² voor functionele delen met

de functie “Handel / diensten” en $p_{light,abs,fct\ f}$ = 0,020 kW/m² voor alle andere functionele delen;

$t_{day,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de dagperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;

$t_{night,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de nachtperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h.

9.3.2.2 Elektriciteitsverbruik voor verlichting in een ruimte met een vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie of een ruimte waarvoor losse verlichting ingerekend wordt

Bepaal in ruimten met een vast geïnstalleerde verlichtingsinstallatie of in ruimten waarvoor de losse verlichting ingerekend wordt, het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting als het product van het geïnstalleerde verlichtingsvermogen (met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten en regelingen) en de tijd dat de verlichting ingeschakeld is, rekening houdend met de aanwezige regelsystemen. Voeg daaraan het elektriciteitsverbruik van de eventuele regelingen toe voor zover dit verbruik nog niet in de vorige term ingerekend werd:

Eq. 393

$$W_{light,rmr,m} = \left[(P_{light,rmr} \cdot f_{ci}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} \cdot f_{dayl} + t_{night,fct\ f,m}\right) \cdot \frac{\sum_k f_{occ,light,k} \cdot P_{fitting,k}}{\sum_k P_{fitting,k}} \right] + W_{light,rmr,ctrl,m}$$

(kWh)

waarin:

$W_{light,rm\ r,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van ruimte r, in kWh;

$P_{light,rm\ r}$ de rekenwaarde voor het verlichtingsvermogen in de volledige ruimte, bepaald volgens § 9.3.3, in kW;

f_{ci} een reductiefactor voor het in rekening brengen van systeem dat een constante verlichtingssterkte handhaaft. Deze factor wordt gelijkgesteld aan 1, (-);

$t_{day,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de dagperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;

f_{dayl} een reductiefactor voor het in rekening brengen van een systeem dat de verlichting regelt als functie van de daglichttoetreding in de ruimte, zoals bepaald in § 9.3.2.2.1, (-);

$t_{night,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de nachtperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;

$f_{occ,light,k}$ een reductiefactor voor het in rekening brengen van een systeem dat armatuur k regelt als functie van de ruimtebezetting, zoals bepaald in § 9.3.2.2.1, (-);

$P_{fitting,k}$	de rekenwaarde voor het vermogen van (al) de lamp(en) van de armatuur, met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren, regelingen en/of bedieningselementen van armatuur k, in W;
$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de regeling dat nog niet in de vorige term ingerekend is, bepaald volgens § 9.3.2.2.3, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle armaturen k die in beschouwing genomen worden in ruimte r.

9.3.2.2.1 Reductiefactoren voor het in rekening brengen van een systeem dat de verlichting regelt als functie van de ruimtebezetting en de daglichttoetreding

Ontleen de reductiefactor voor regeling van armatuur k als functie van de ruimtebezetting, $f_{occ,light,k}$, aan Tabel [29]. Gecentraliseerde systemen[8] blijven buiten beschouwing.

[8] Zodra een schakelaar of sensor de verlichting in meer dan één ruimte regelt, wordt het systeem als "gecentraliseerd" beschouwd.

Tabel [29] : Reductiefactor $f_{occlight,k}$ om rekening te houden met met de aanpassing op basis van bezetting, per functie (deel 1 van 2)

Beschrijving van de schakeling	Functies								
				Gezondheidszorg			Samenkomst		
	Bewoning	Kantoor	Onderwijs	Met nachtelijke bezetting	Zonder nachtelijke	Operatieblok	Grote bezetting	Geringe bezetting	Cafetaria/refter
Geen systeem en alle systemen Overige dan hieronder beschreven.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Handmatige bediening (aan/uit):									
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{f,rmr} \geq 30$ m²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Aanwezigheidsdetectie: automatisch in- en uitschakelen of vermindering van de lichtstroom (auto on; auto off/dimming):									
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal:									
- indien volledig uitschakelen bij afwezigheid	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,65	1,00	1,00	0,45
• $A_{f,rmr} \geq 30$ m²:									
- indien volledige uitschakeling bij afwezigheid	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45
Handmatige inschakeling; afwezigheidsdetectie: schakelt automatisch uit of dimt automatisch (handmatig aan; automatisch uit/dim):									
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal									
- indien volledig dooft bij afwezigheid	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,50	1,00	1,00	0,30
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
• $A_{f,rmr} \geq 30$ m² :									
- indien volledige uitschakeling bij afwezigheid	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30

- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40

met:

$A_{f,rm\ r}$ de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m².

Tabel [29] (vervolg) : Reductiefactor $f_{occlight,k}$ om rekening te houden met de instelling op basis van bezetting, per functie (deel 2 van 2)

Beschrijving van de schakeling	Functies								
	Csuiine	Handel / Dienstverlening	Sport			Technische lokalen	Gemeenschappelijk	Overig	Niet bekend
			lage t°	gemiddelde t°	hoge t°				
Geen systeem en alle systemen Overigs dan hieronder beschreven.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Handmatige bediening (aan/uit):							Zoals hieronder bepaald		
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f,rmr}$ ≥ 30 m²	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
Aanwezigheidsdetectie: automatisch in- en uitschakelen of vermindering van de lichtstroom (auto on; auto off/dimming):									
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal:									
- indien volledig uitschakelen bij afwezigheid	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
• $A_{f,rmr}$ ≥ 30 m²:									
- indien volledige uitschakeling bij afwezigheid	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
Handmatige inschakeling; afwezigheidsdetectie: schakelt automatisch uit of dimt automatisch (handmatig; automatisch uit/dim):									
• $A_{f,rmr}$ < 30 m² of klaslokaal of vergaderzaal									

- indien volledig geblust bij afwezigheid	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
• $A_{f,rmr} \geq 30$ m² :								1,00	1,00
- indien volledig dooft bij afwezigheid	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- indien vermindering van de lichtstroom bij afwezigheid	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00

met:

$A_{f,rm\ r}$ de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m².

Voor een armatuur k in een functioneel deel met de functie "Gemeenschappelijk" ten dienste van meerdere functionele delen, is de waarde van $f_{occ\ light,k}$ gelijk aan de waarde die overeenstemt met het bediende functionele deel waarvan de waarde voor $f_{occ,light,k}$ het hoogste is.

Bepaal de reductiefactor voor regeling als functie van daglichttoetreding, f_{dayl}, met:

Eq. 132

$$f_{dayl} = \left[\frac{A_{f,rmr,daylarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,dayl}\right] + \left[\frac{A_{f,rmr,artifarea}}{A_{f,rmr}} \cdot f_{mod,artif}\right] \quad (-)$$

waarin:

f_{dayl} een reductiefactor voor het in rekening brengen van een systeem dat de verlichting regelt als functie van de daglichttoetreding in de ruimte, (-);

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$ de vloeroppervlakte van het "natuurlijk verlichte" deel (= daglichtdeel) in ruimte r, bepaald volgens § 9.3.4, in m²;

$A_{f,rm\ r}$ de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m²;

$f_{mod,dayl}$ de factor voor het daglichtafhankelijke regelsysteem in het "natuurlijk verlichte" deel (= daglichtdeel) , ontleend aan Tabel [30], (-);

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$ de vloeroppervlakte van het "kunstmatig verlichte" deel (= kunstlichtdeel) in ruimte r, bepaald volgens § 9.3.4, in m²;

$f_{mod,artif}$ de factor voor het daglichtafhankelijke regelsysteem in het "kunstmatig verlichte" deel (= kunstlichtdeel), ontleend aan Tabel [30], (-).

Tabel [30]: Factoren voor daglichtafhankelijke regelsystemen

Omschrijving van het daglichtafhankelijke regelsysteem	$f_{mod,dayl}$	$f_{mod,artif}$
Geen systeem	1,00	1,00

Manueel systeem[9]	0,90	1,00
Automatisch systeem[10]	0,60	0,80

Alle ingerekende armaturen die zich in het daglichtdeel, respectievelijk kunstlichtdeel bevinden, moeten door het systeem bediend worden om het regelsysteem in beschouwing te mogen nemen voor de betreffende delen van de ruimte. De oppervlakte tussen de armaturen wordt conventioneel afgebakend door de middellijn tussen de armaturen.

Verschillende gevallen kunnen zich voordoen:

- Alle ingerekende armaturen in de ruimte worden bediend door een en hetzelfde systeem. In dat geval kunnen de bijhorende factoren in elk deel van de ruimte toegepast worden. In het voorbeeld van Figuur [1] is $f_{mod,artif} = 0,80$ en $f_{mod,dayl} = 0,60$.

Figuur [1]: Configuratie waarbij alle ingerekende armaturen door een en hetzelfde systeem bediend worden

[9] Hieronder wordt verstaan dat de lichtstroom van de lichtbronnen manueel door de gebruiker uitgeschakeld of gevarieerd kan worden (bv. met behulp van een schakelaar, drukknop, potentiometer of afstandsbediening).

[10] Hieronder wordt verstaan dat de lichtstroom van de lichtbronnen volautomatisch en continu (of in geval van digitale systemen bijna-continu in minstens 100 tussenstappen) gevarieerd wordt als functie van de beschikbaarheid van daglicht.

- Niet alle ingerekende armaturen in de ruimte worden bediend door een en hetzelfde systeem:
  - Indien men gebruikmaakt van de standaardwaarde voor de bepaling van het daglichtdeel (§ 9.3.4.1), blijft het systeem buiten beschouwing.
  - Indien men gebruikgemaakt van de conventionele methode voor de bepaling van het daglichtdeel (§ 9.3.4.2), moet de afbakening tussen de bediende gebruiksoppervlakten voor elke ruimte gestaafd worden aan de hand van een figuur en kunnen de volgende gevallen zich voordoen:
    - Het daglichtdeel of het kunstlichtdeel ligt volledig in de totale gebruiksoppervlakte die bediend wordt door het systeem. In dat geval kunnen de bijhorende factoren in elk deel van de ruimte toegepast worden. In het voorbeeld van Figuur [2] is $f_{mod,artif}$ = 1,00 en $f_{mod,dayl}$ = 0,60.

Figuur [2]: Configuratie waarbij niet alle ingerekende armaturen bediend worden door een en hetzelfde systeem – de daglichtoppervlakte ligt volledig binnen de door het systeem bediende gebruiksoppervlakte

- Stukken van het daglichtdeel of het kunstlichtdeel liggen buiten de totale gebruiksoppervlakte die bediend wordt door het systeem. In dat geval wordt het systeem niet in beschouwing genomen voor het betreffende deel en valt men automatisch terug op reductiefactor 1,00. Het is echter wel toegestaan om de oppervlakte van het daglichtdeel te verminderen tot de oppervlakte waar de daglichtoppervlakte en de door het systeem bediende gebruiksoppervlakte samenvallen om zo een daglichtdeel te krijgen dat volledig binnen de door het systeem bediende gebruiksoppervlakte ligt. Deze afwijking mag niet toegepast worden voor het kunstlichtdeel.

In het voorbeeld van Figuur [3] geldt in principe $f_{mod,artif} = 1,00$ en $f_{mod,dayl} = 1,00$. Als men echter de oppervlakte van het daglichtdeel vermindert totdat er daarin geen delen meer zijn die bediend worden door armaturen die niet door het automatische systeem geregeld worden, mag men weer rekenen met $f_{mod,dayl} = 0,60$. $f_{mod,artif}$ blijft uiteraard gelijk aan 1,00.

Figuur [3]: Configuratie waarbij niet alle ingerekende armaturen bediend worden door een en hetzelfde systeem – de daglichtoppervlakte ligt deels buiten de volledige door het systeem bediende gebruiksoppervlakte

Situatie vóór vermindering van het daglichtdeel:
$f_{mod,artif} = 1,00$
$f_{mod,dayl} = 1,00$

Situatie na vermindering van het daglichtdeel:
$f_{mod,artif} = 1,00$
$f_{mod,dayl} = 0,60$

9.3.2.2.2 Conventioneel vastgelegde rekenwaarden voor de gebruiksduur

Ontleen de conventioneel vastgelegde rekenwaarden voor de gebruiksduur per maand gedurende de dagperiode, $t_{day,fct\ f,m}$, en gedurende de nachtperiode, $t_{night,fct\ f,m}$, aan **Error! Reference source not found.** en aan **Error! Reference source not found.**.

Tabel [31]: Conventioneel aantal gebruiksuren per maand overdag, $t_{day,fct\ f,m}$, per functie, in uur

Functies		**Jan.**	**Feb .**	**Maa**	**April**	**Mei**	**Juni**	**Juli**	**Aug**	**Sept.**	**Okt.**	**Nov.**	**Dec.**
Bewoning		198	224	273	312	372	360	372	347	288	273	216	174
Kantoor		159	180	199	192	199	192	199	199	192	199	173	139
Onderwijs		159	180	199	192	199	192	0	0	192	199	173	139
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
	Nachtelijke bezetting nee	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
	Operatieblok	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Samenkomst	Hoog gebruik	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Laag gebruik	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Cafetaria / Eetzaal	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Keuken		185	191	212	256	265	256	265	265	256	238	180	159
Handel / Diensten		212	239	265	308	318	308	318	318	308	291	231	185
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Fitness / Dans	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Sauna / Zwembad	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
Technische lokalen		248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Gemeenschappelijk		Déterminées comme ci-dessous											
Overig		177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Niet gekend		212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185

Als een functioneel deel met de functie “Gemeenschappelijk” meerdere functionele delen bedient, zijn de waarden van $t_{day,fct\ f,m}$ gelijk aan de waarden van het bediende functionele deel dat het langst bezet is, m.a.w. dat de hoogste waarden heeft. Deze evaluatie moet onafhankelijk worden uitgevoerd voor elke maand.

Tabel [32]: Conventioneel aantal gebruiksuren per maand tijdens de nacht, $t_{night,fct\ f,m}$, per functie, in uur

Functies		**Janvier**	**Février**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Septembre**	**Octobre**	**Novembre**	**Décembre**
Bewoning		273	202	198	144	99	96	99	124	168	198	240	298
Kantoor		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Onderwijs		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	341	252	248	180	124	120	124	155	210	248	300	372
	Nachtelijke bezetting nee	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
	Operatieblok	496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Samenkomst	Hoog gebruik	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Laag gebruik	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Cafetaria / Eetzaal	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Keuken		79	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	106
Handel / Diensten		106	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	132
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Fitness / Dans	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Sauna / Zwembad	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
Technische lokalen		496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Gemeenschappelijk		Déterminées comme ci-dessous											
Overig		44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Niet gekend		185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212

Als een functioneel deel met de functie “Gemeenschappelijk” meerdere functionele delen bedient, zijn de waarden van $t_{night,fct\ f,m}$ gelijk aan de waarden van het bediende functionele deel dat het langst bezet is, m.a.w. dat de hoogste waarden heeft. Deze evaluatie moet onafhankelijk worden uitgevoerd voor elke maand.

9.3.2.2.3 Elektriciteitsverbruik voor regelapparatuur die nog niet meegerekend is in het verbruik van de armaturen[11]

Bepaal per ruimte het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor de regelapparatuur e.d. (met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren en/of schakelaars), voor zover dit nog niet meegerekend is in het verbruik van de armaturen gedurende de gebruiksuren, als de som van dit verbruik voor alle individuele apparaten k met:

Eq. 133

$$W_{light,rm\ r,ctrl,m} = \sum_k \Big[P_{light,rm\ r,ctrl,on,k} \cdot \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) + P_{light,rm\ r,ctrl,off,k} \cdot \left(\frac{1000 \cdot t_m}{3,6} - \max(f_{occ,light,i}) \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right) \right) \Big] \Big/ 1000 \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de regeling dat nog niet meegerekend is in het verbruik, in kWh;

$P_{light,rm\ r,ctrl,on,k}$ het voedingsvermogen k van de (groepen) regelingen (met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren en/of schakelaars) tijdens de gebruiksuren, dat nog niet meegerekend is in het vermogen van de armaturen, in W. Als standaardwaarde geldt voor elke voeding van regelingen, bedieningselementen, sensoren enz. (al dan niet geïntegreerd in de armatuur) 3 W per armatuur die door het toestel bediend wordt;

$P_{light,rm\ r,ctrl,off,k}$ het voedingsvermogen k van elke (groep) regelingen (met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren en/of bedieningselementen) buiten de gebruiksuren, in W. Als standaardwaarde geldt voor elke voeding van regelingen, bedieningselementen, sensoren enz. (al dan niet geïntegreerd in de armatuur) 3 W per armatuur die door het toestel bediend wordt;

t_m de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;

$f_{occ,light,i}$ een reductiefactor voor het in rekening brengen van een systeem dat armatuur i regelt als functie van de ruimtebezetting, zoals bepaald in § 9.3.2.2.1, (-);

$t_{day,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de dagperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;

$t_{night,fct\ f,m}$ het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de nachtperiode, beschouwd voor het functionele deel f waartoe ruimte r behoort en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h.

Bepaal het maximum voor alle armaturen i die door de regeling met voeding k bediend worden. Er moet gesommeerd worden over alle voedingen k die in ruimte r opgesteld staan.

Specifiek kenmerk voor de functie "Onderwijs": het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de regelingen e.d., $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$, voor de verlichtingsinstallatie van ruimten r die zich in een functioneel deel met die functie bevinden, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

[11] Het parasitaire verbruik van verlichtingsinstallaties wordt bij het van kracht worden van dit besluit nog niet onmiddellijk ingerekend. Deze paragraaf treedt pas in werking vanaf een nader door de minister te bepalen datum. In de tussentijd wordt gerekend met $W_{light,rm\ r,ctrl,m}$ = 0 kWh.

9.3.3 Rekenwaarde voor het vermogen per ruimte

Bepaal de rekenwaarde voor het verlichtingsvermogen per ruimte als volgt:

- indien de gewenste verlichtingssterkte niet instelbaar is, neem dan als rekenwaarde voor het verlichtingsvermogen:

Eq. 134 $$P_{light,rmr} = P_{nom,rmr}$$ (kW)

waarin:

$P_{light,rm\ r}$ de waarde van het vermogen, in kW;

$P_{nom,rm\ r}$ de waarde van het nominale vermogen per ruimte, zoals hieronder bepaald, in kW.

- Indien de verlichtingssterkte wel vrij instelbaar is (hetzij per armatuur, hetzij per groep armaturen), en wel voor alle armaturen in de ruimte, gebruik dan conventioneel de volgende rekenwaarde om het verlichtingsvermogen te berekenen[12]:

Eq. 135 $$P_{light,rmr} = P_{nom,rmr} \cdot \min\left(1 \;;\; \frac{L_{thresh} + f_{reduc,light} \cdot (L_{design,rmr} - L_{thresh})}{L_{design,rmr}}\right)$$ (kW)

waarin:

$P_{light,rm\ r}$ de waarde van het verlichtingsvermogen, in kW;

$P_{nom,rm\ r}$ de waarde van het nominale vermogen, zoals hieronder bepaald, in kW;

$L_{design,rm\ r}$ de dimensieloze hulpvariabele, bepaald volgens § 9.3.1.2;

$f_{reduc,light}$ een reductiefactor voor de hulpvariabele, met als waarde: $f_{reduc,light} = 0,5$;

L_{thresh} een drempelwaarde voor $L_{design,rm\ r}$, met als waarde: $L_{thresh} = 250$.

Bepaal per ruimte de waarde van het nominale vermogen door sommatie van de vermogens van alle armaturen (lampen met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren en regelingen) als volgt:

Eq. 136 $$P_{nom,rmr} = \frac{\sum_k P_{fitting,k}}{1000}$$ (kW)

waarin:

$P_{nom,rm\ r}$ de waarde van het nominale vermogen van alle lampen, met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren, regelingen en/of bedieningselementen in ruimte r, in kW;

$P_{fitting,k}$ de waarde van het vermogen van (al) de lamp(en) van de armatuur, met inbegrip van eventuele voorschakelapparaten, sensoren, regelingen en/of bedieningselementen van armatuur k, in W.

Er moet gesommeerd worden over alle armaturen k die in beschouwing genomen worden in ruimte r.

---

[12] Indien $L_{design,rm\ r}$ gelijk is aan nul (bv. omdat geen gegevens over de geïnstalleerde armaturen verschaft werden), geldt $P_{light,rm\ r} = P_{nom,rm\ r}$

9.3.4 Verdeling tussen het "natuurlijk verlichte" deel (daglichtdeel) en het "kunstmatig verlichte" deel (kunstlichtdeel)

Indien het "natuurlijk verlichte" deel (= daglichtdeel) apart dimbaar is, kan een lager elektriciteitsverbruik ingerekend worden (zie § 9.3.2.2.1 en Tabel [30]).

De oppervlakte van het "kunstmatig verlichte" deel (= kunstlichtdeel) is de gebruiksoppervlakte van ruimte r verminderd met de oppervlakte van het daglichtdeel:

Eq. 137 $$A_{f,rmr,artif\ area} = A_{f,rmr} - A_{f,rmr,dayl\ area}$$ (m²)

waarin:

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$	de gebruiksoppervlakte van kunstlichtdeel van ruimte r, in m²;
$A_{f,rm\ r}$	de totale gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m²;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	de oppervlakte van het daglichtdeel van ruimte r, zoals hierboven bepaald, in m².

Als er geen daglichtopeningen in de betreffende ruimte zijn, neem dan: $A_{f,rm\ r,dayl\ area} = 0$.

Als er een of meer daglichtopeningen in de betreffende ruimte zijn, kan men ofwel op de standaardwaarden terugvallen (zie § 9.3.4.1), ofwel een conventionele, meer gedetailleerde bepalingsmethode kiezen (zie § 9.3.4.2).

9.3.4.1 Standaardwaarden voor de bepaling van het daglichtdeel

De oppervlakte van het daglichtdeel wordt gegeven door:

Eq. 138 $$A_{f,rmr,daylarea} = f_{daylarea,rmr} \cdot A_{f,rmr}$$ (m²)

waarin:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	de oppervlakte van het daglichtdeel van ruimte r, in m²;
$f_{dayl\ area,rm\ r}$	de fractie van de oppervlakte van ruimte r die standaard beschouwd wordt als daglichtdeel, ontleend aan **Error! Reference source not found.**, (-);
$A_{f,rm\ r}$	de totale gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m².

Tabel [33]: Percentage van de oppervlakte van een ruimte dat standaard als “natuurlijk verlicht” wordt beschouwd, $f_{dayl\ area,rm\ r}$, per functie

Functies		**Als er geen daglicht in de betreffende ruimte binnenkomt**	**Als er daglicht binnenkomt in de betreffende ruimte**
Bewoning		0,00	0,15
Kantoor		0,00	0,20
Onderwijs		0,00	0,30
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	0,00	0,15
	Nachtelijke bezetting nee	0,00	0,15
	Operatieblok	0,00	0,00
Samenkomst	Hoog gebruik	0,00	0,20
	Laag gebruik	0,00	0,20
	Cafetaria / Eetzaal	0,00	0,20
Keuken		0,00	0,20
Handel / Diensten		0,00	0,10
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	0,00	0,20
	Fitness / Dans	0,00	0,20
	Sauna / Zwembad	0,00	0,20
Technische lokalen		0,00	0,10
Gemeenschappelijk		0,00	0,10
Overig		0,00	0,10
Niet gekend		0,00	0,00

9.3.4.2 Conventionele methode voor de bepaling van het daglichtdeel

De conventionele bepaling van het daglichtdeel wordt voor elke beschouwde ruimte gestaafd aan de hand van een figuur, zoals figuur [6] hieronder. Een eerste bijdrage aan het daglichtdeel wordt gevormd door de verticale projectie op de gebruiksoppervlakte van naar binnen hellende of horizontale (bv. dakramen) doorlaten (daglichtopeningen). Een tweede bijdrage wordt geleverd door verticale doorlaten en door de equivalente verticale oppervlakken van hellende doorlaten. Daartoe wordt elke hellende doorlaat geprojecteerd op een verticaal vlak dat door de bovenrand van het

venster gaat (zie figuur [5]). De precieze bepaling van beide bijdragen gebeurt volgens § 9.3.4.2.1 en § 9.3.4.2.2.

Overlappende gedeelten worden afgetrokken om de totale oppervlakte van het daglichtdeel te bepalen:

Eq. 139 $$A_{f,rmr,dayl\ area} = A_{f,rmr,dayl\ area,vert} + A_{f,rmr,dayl\ area,depth} - A_{f,rmr,overlap} \quad (m^2)$$

waarin:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	de totale gebruiksoppervlakte van het daglichtdeel van ruimte r, in m²;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$	de gebruiksoppervlakte overeenkomend met de verticale projectie van de doorlaten, bepaald volgens § 9.3.4.2.1, in m²;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	de gebruiksoppervlakte overeenkomend met de bijdrage van de (equivalente) verticale oppervlakken van de doorlaten, bepaald volgens § 9.3.4.2.2, in m²;
$A_{f,rm\ r,overlap}$	de gebruiksoppervlakte die zowel aan de voorwaarden van § 9.3.4.2.1 als van § 9.3.4.2.2 voldoet, in m².

Voorwaarden:

Bij de bepaling van de boven- en onderkant van de verticale doorlaten voor natuurlijke lichtinval (daglichtopeningen) moet voldaan zijn aan de in Figuur [4] vastgelegde voorwaarden. Dit wil zeggen dat de hoogte van de onderkant van de doorlaat (transparant deel van het venster) waarmee gerekend moet worden minimaal 0,8 m bedraagt, ook al is de reële waarde kleiner. Op gelijke wijze bedraagt de hoogte van de bovenkant maximaal 4 m. De hoogten worden bepaald vanaf het peil van de afgewerkte vloer.

Figuur [4]: Projectie van het peil van de afgewerkte vloer op de gevel (bv. bij een vide) en begrenzing van de te beschouwen minimale en maximale hoogte ter bepaling van de (equivalente) verticale doorlaat voor natuurlijke lichtinval (daglichtopening)

9.3.4.2.1 Bijdrage van de verticale projectie van de doorlaten voor natuurlijke lichtinval (daglichtopening)

De bijdrage van horizontale en naar binnen hellende doorlaten[13] voor natuurlijke lichtinval op de gebruiksoppervlakte van het daglichtdeel bestaat uit de som van de oppervlakten van de verticale projecties van deze daglichtopeningen op de onderliggende vloer, voor zover gelegen binnen de gebruiksoppervlakte van de ruimte, zie figuur [5].

Bepaal deze oppervlakte per ruimte als volgt:

Eq. 140

$$A_{f,rmr,daylarea,vert} = \sum_{k} A_{f,rmr,daylarea,vert,k} \quad (m^2)$$

waarin:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$ de totale oppervlakte binnen ruimte r van de verticale projecties van horizontale en naar binnen hellende doorlaten voor natuurlijke lichtinval op onderliggende vloerdelen, m²;

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert,k}$ de oppervlakte van de verticale projectie van doorlaat k voor zover die binnen de gebruiksoppervlakte ligt, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle bijdragen van de projecties van doorlaten k.

Figuur [5]: Bijdragen van de verticale projectie en van de diepteprojectie

[13] De visuele transmissiefactor $\tau_{vis,dir,h}$ (loodrechte invalshoek, hemisferische transmissie) van de transparante delen dient minstens 60% te bedragen. Zo niet wordt de doorlaat voor natuurlijke lichtinval (daglichtopening) niet in beschouwing genomen bij de bepaling van de oppervlakte van het daglichtdeel.

9.3.4.2.2 (Equivalente) bijdrage van de verticale doorlaten voor natuurlijke lichtinval

Bepaal de (equivalente) bijdrage van verticale doorlaten voor natuurlijke lichtinval (daglichtopeningen) als de som van de oppervlakten verkregen door de lengte van het gevelelement met de verticale doorlaat, voor zover die voldoet aan de voorwaarden voor natuurlijke lichtinval, te vermenigvuldigen met de diepte van het daglichtdeel, voor zover gelegen binnen de gebruiksoppervlakte van ruimte r. Bereken deze (equivalente) bijdrage als volgt:

Eq. 141 $$A_{f,rmr,daylarea,depth} = \sum_k l_{dayl,k} \cdot d_{dayl,int,k}$$ (m²)

waarin:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	de oppervlakte van de bijdragen van de (equivalente) verticale doorlaten voor natuurlijke lichtinval (daglichtopeningen), in m²;
$l_{dayl,k}$	de lengte van het gevelelement van het daglichtdeel behorende bij doorlaat k, bepaald volgens § 9.3.4.2.2.1, in m;
$d_{dayl,int,k}$	de diepte van het daglichtdeel behorende bij doorlaat k, voor zover gelegen binnen de gebruiksoppervlakte en bepaald volgens § 9.3.4.2.2.2, in m.

Er moet gesommeerd worden over alle bijdragen van de verticale doorlaten k.

9.3.4.2.2.1 Lengte van het gevelelement l_{dayl}

Neem als lengte van het gevelelement van een doorlaat van het daglichtdeel de binnenwerks gemeten breedte van de doorlaat (d.w.z. het transparante deel), aan beide zijden vermeerderd met maximaal 0,5 m (maar niet verder dan de aangrenzende binnenmuren). Overlappingen mogen niet dubbel geteld worden, zie figuur [6].

9.3.4.2.2.2 Diepte van het daglichtdeel

Bepaal de diepte van een (equivalente) verticale doorlaat voor (equivalente) natuurlijke lichtinval als volgt.

Neem voor hellende doorlaten het verticale vlak dat door de bovenkant van de doorlaat gaat (buitenwerks gemeten), zij het niet hoger dan 4 m boven het peil van de afgewerkte vloer.

Zet de diepte van het daglichtdeel, d_{dayl}, zoals hieronder bepaald, ter hoogte van de doorlaat naar binnen uit loodrecht op het aldus bepaalde verticale vlak, of ten opzichte van de rand van de gebruiksoppervlakte in geval van een verticale doorlaat.

Indien de aldus verkregen oppervlakte van het daglichtdeel volledig binnen de gebruiksoppervlakte ligt, geldt:

Eq. 142 $d_{dayl,int} = d_{dayl}$

Zo niet moet de diepte van het daglichtdeel verminderd worden met het deel dat buiten de gebruiksoppervlakte ligt om $d_{dayl,int}$ te krijgen (zie de vide in Figuur [4], of het rechter venster in Figuur [5]).

Figuur [6]: Delen van de gebruiksoppervlakte achter transparante en opake gevelelementen die behoren bij het daglichtdeel

(In de figuur zijn verschillende dieptes overgenomen)
1) l_{dayl}: lengte van het gevelelement voor natuurlijke lichtinval
2) d_{dayl}: diepte van het gevelelement voor natuurlijke lichtinval

De diepte van het daglichtdeel, d_{dayl}, wordt gegeven door:

Eq. 143 Indien de getalswaarde van (h_o . τ_v) kleiner is dan 0,50, geldt:

$$d_{dayl} = 0 \quad \text{(m)}$$

Indien de getalswaarde van (h_o . τ_v) groter is dan of gelijk aan 0,50, geldt:

$$d_{dayl} = 0,5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v) \quad \text{(m)}$$

met:

d_{dayl}	de diepte van het daglichtdeel dat behoort bij de betreffende doorlaat, in m;
h_o	de hoogte van het transparante deel van de doorlaat voor natuurlijke lichtinval, in m;
τ_v	de visuele transmissiefactor $\tau_{vis,dir,h}$ (loodrechte invalshoek, hemisferische transmissie) van de beglazing, bepaald volgens de norm NBN EN 410, (-).

De hoogte van de doorlaat, h_o, wordt gegeven door:

Eq. 144 $h_o = u_o - l_o$ (m)

waarin:

h_o	de openingshoogte van de doorlaat voor natuurlijke lichtinval, in m;
u_o	de hoogte van de bovenkant van de doorlaat, gemeten ten opzichte van het peil van de afgewerkte vloer, met een maximum van 4 m, in m;
l_o	de hoogte van de onderkant van de doorlaat, gemeten ten opzichte van het peil van de afgewerkte vloer, met een minimum van 0,8 m, in m.

De diepte van het daglichtdeel kan echter nooit meer bedragen dan de diepte van de betreffende ruimte.

10 Karakteristiek primair energieverbruik

10.1 Principe

Elk van de deeltermen van het eindenergieverbruik, zoals bepaald in de vorige hoofdstukken, wordt vermenigvuldigd met een omrekenfactor naar primaire energie, afhankelijk van de betreffende energiedrager. Alle termen worden vervolgens opgeteld om het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik te bepalen. Voor elektriciteit opgewekt door fotovoltaïsche of wkk-installaties op de site wordt een bonus ingerekend die overeenkomt met de besparing aan brandstof in elektrische centrales.

Enkel de fotovoltaïsche zonne-energiesystemen die voldoen aan de voorwaarden beschreven in § 12.1.1 van bijlage A.1 bij dit besluit worden in beschouwing genomen.

10.2 Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik

Bepaal het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid, $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$, als volgt:

Eq. 145

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{l} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \end{array} \right) \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$E_{p,heat,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming, berekend volgens § 10.3, in MJ;
$E_{p,cool,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimtekoeling, berekend volgens § 10.3, in MJ;
$E_{p,water,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, berekend volgens § 10.4, in MJ;
$E_{p,aux,m}$	het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik, berekend volgens § 10.5, in MJ;
$E_{p,light,m}$	het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, berekend volgens § 10.6, in MJ;
$E_{p,pv,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij elektriciteitsopwekking door een fotovoltaïsche zonne-energie-installatie, berekend volgens § 13.7 van bijlage A.1 bij dit besluit, in MJ;
$E_{p,cogen,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site, berekend volgens § 10.7, in MJ.

10.3 Primair energieverbruik voor ruimteverwarming en ruimtekoeling

Bepaal het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor ruimteverwarming, $E_{p,heat,m}$, en voor ruimtekoeling, $E_{p,cool,m}$, als volgt:

Eq. 394

$$E_{p,heat,m} = \sum_i \left(f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,seci,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{heat,final,seci,m,npref\,k} \right) \right) + \sum_j \left(f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,j,m,pref} + \sum_k \left(f_{p,npref\,k} \cdot Q_{hum,final,j,m,npref\,k} \right) \right) \quad \text{(MJ)}$$

en:

Eq. 395

$$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(\begin{array}{l} f_{p,pref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,pref} \\ + f_{p,npref} \cdot Q_{cool,final,seci,m,npref} \end{array} \right) \quad \text{(-)}$$

waarin:

$f_{p,pref}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferentie opwekker(s), zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$f_{p,npref\,k}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente opwekker(s) k, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$f_{p,npref}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente opwekker(s), zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$Q_{heat,final,seci,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor ruimteverwarming van energiesector i, zoals bepaald in § 7.2.1, in MJ;
$Q_{heat,final,seci,m,npref\,k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) k voor ruimteverwarming van energiesector i, zoals bepaald in § 7.2.1, in MJ;
$Q_{hum,final,j,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) ten behoeve van bevochtigingstoestel j, zoals bepaald in § 7.2.1, in MJ;
$Q_{hum,final,j,m,npref\,k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k ten behoeve van bevochtigingstoestel j, zoals bepaald in § 7.2.1, in MJ;
$Q_{cool,final,seci,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente koudeopwekker(s) van energiesector i, zoals bepaald in § 7.2.2, in MJ;
$Q_{cool,final,seci,m,npref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente koudeopwekker(s) van energiesector i, zoals bepaald in § 7.2.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente opwekkers k en over alle energiesectoren i en alle bevochtigingstoestellen j van de EPN-eenheid.

10.4 Primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor de bereiding van warm tapwater, $E_{p,water,m}$, als volgt:

Eq. 396

$$E_{p,water,m} = \sum_{i}\left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + \sum_{l}\left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ l}\right)\right) + \sum_{j}\left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,pref} + \sum_{l}\left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l}\right)\right) + \sum_{k}\left(f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,pref} + \sum_{l}\left(f_{p,npref\ l} \cdot Q_{water,other\ k,final,m,npref\ l}\right)\right) \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$f_{p,pref}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de betreffende preferente opwekker(s), zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$f_{p,npref\ l}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente opwekker(s) 1, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 7.6, in MJ;
$Q_{water,bath\ i,final,m,npref\ l}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) 1 voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 7.6, in MJ;
$Q_{water,sink\ j,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht j, bepaald volgens § 7.6, in MJ;
$Q_{water,sink\ j,final,m,npref\ l}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) 1 voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht j, bepaald volgens § 7.6, in MJ;
$Q_{water,other\ k,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt k voor warm water, bepaald volgens § 7.6, in MJ;
$Q_{water,other\ k,final,m,npref\ l}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) l voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt k voor warm water, bepaald volgens § 7.6, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente opwekkers 1 en over alle douches en baden i, alle keukenaanrechten i en alle andere tappunten k voor warm water van de EPN-eenheid.

10.5 Primair hulpenergieverbruik

Bepaal het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik, $E_{p,aux,m}$, als volgt:

Eq. 397

$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(W_{aux,fans,m} + W_{aux,dis,m} + W_{aux,gen,m} + W_{aux,as,m} + W_{aux,cool,m} + W_{aux,free,m} + W_{aux,precool,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de betreffende opwekker, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);

$W_{aux,fans,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor ventilatoren in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.1.2, in kWh;

$W_{aux,dis,m}$ het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor distributie in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.2, in kWh;

$W_{aux,gen,m}$ het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik voor warmteopwekking in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.5, in kWh;

$W_{aux,cool,m}$ het maandelijkse extra elektriciteitsverbruik voor koudeopwekkers in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.3, in kWh;

$W_{aux,as,m}$ het maandelijkse elektrische hulpenergieverbruik van thermische zonne-energiesystemen ten dienste van de EPN-eenheid, bepaald volgens § 11.2.3 van bijlage A.1, in kWh;

$W_{aux,free,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor free-chilling in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.4, in kWh;

$W_{aux,precool,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor voorkoeling van ventilatielucht in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.6, in kWh.

10.6 Primair energieverbruik voor verlichting

Bepaal het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, $E_{p,light,m}$, als volgt:

Eq. 150 $$E_{p,light,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m}$$ (MJ)

waarin:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);

$W_{light,m}$ het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting in de EPN-eenheid, bepaald volgens § 9.1.2, in kWh.

10.7 Primaire energiebesparing dankzij elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site als volgt:

Eq. 151 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,i,m}$$ (MJ)

waarin:

$E_{p,cogen,m}$ de maandelijkse vermindering van het primaire energieverbruik overeenkomend met de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit opgewekt door wkk-installaties op de site, in MJ;

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor zelfopgewekte elektriciteit door een wkk-installatie, zoals vastgelegd in bijlage F bij bijlage A.1 van dit besluit, (-);
$W_{cogen,i,m}$	de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit opgewekt door wkk-installatie i op de site, bepaald volgens § A.4, in kWh.

Er moet gesommeerd worden over alle wkk-installaties i op de site.

11 Jaarlijks percentage hernieuwbare energie

11.1 Inleiding

De berekeningsmethode voor het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid wordt hieronder uiteengezet.

De volgende energietechnologieën worden in overweging genomen om dit jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid te berekenen:

- elektrische warmtepompen;
- elektrische energie die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa;
- elektrische energie die opgewekt wordt in een hernieuwbare energiegemeenschap;
- thermische energie die voorkomt uit biomassa (ongeacht of het gaat om een biomassaketel, biomassakachel of wkk-installatie die werkt met vaste biomassa);
- thermische zonne-energie;
- efficiënte externe warmtelevering.

Warmtepompen op gas worden niet meegerekend in het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid.

De elektriciteitsopwekking in situ door een wkk-installatie die niet werkt op vaste biomassa, wordt niet in rekening gebracht in het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid.

De minister kan andere hernieuwbare energietechnologieën bepalen en nadere rekenregels vastleggen om ze in beschouwing te nemen ter berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid.

Voor een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer, wordt het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie berekend door ook rekening te houden met een valorisatie van niet-verbruikte energie in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van het gebouw zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis.

11.2 Berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid

Bereken het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van een EPN-eenheid als volgt:

Eq. 423 $$\%_{RE} = 100 \cdot \frac{Q_{RE,tech}}{Q_{tot}} + 100 \cdot \frac{Q_{RE,sav}}{Q_{lim}}$$ (-)

met:

$Q_{RE,tech}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van de EPN-eenheid, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, in MJ, bepaald volgens **Eq. 424** hieronder;

Q_{tot} de jaarlijkse hoeveelheid verbruikte energie in de EPN-eenheid, in MJ, bepaald volgens **Eq. 425** hieronder;

$Q_{RE,sav}$ de jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van de EPN-eenheid, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ,

bepaald volgens **Eq. 426** hieronder. Deze niet-verbruikte hoeveelheid energie kan alleen in rekening gebracht worden voor de EPN-eenheden die deel uitmaken van een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer;

Q_{lim} de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald volgens **Eq. 427** hieronder.

Het resultaat moet naar beneden afgerond worden tot op één eenheid.

Bereken de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van de EPN-eenheid, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, als volgt:

Eq. 424 $$Q_{RE,tech} = Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ el,pv/cogen} + Q_{RE\ el,REC} + Q_{RE\ th,bio} + Q_{RE\ th,as} + Q_{RE\ th,dh}$$ (MJ)

met:

$Q_{RE\ th,HP}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door elektrische warmtepompen, in MJ, bepaald volgens § 11.4;

$Q_{RE\ el,pv/cogen}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie van de EPN-eenheid die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa, in MJ, bepaald volgens § 11.5;

$Q_{RE\ el,REC}$ het aandeel van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie die opgewekt wordt in een hernieuwbare energiegemeenschap waaraan de EPN-eenheid deelneemt, en die verbruikt wordt in de EPN-eenheid, in MJ, bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$Q_{RE\ th,bio}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door opwekkers die werken met biomassa, in MJ, bepaald volgens § 11.6;

$Q_{RE\ th,as}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 11.7;

$Q_{RE\ th,dh}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt en afkomstig is van efficiënte externe warmtelevering, in MJ, bepaald volgens § 11.8.

Bereken de jaarlijkse hoeveelheid energie die in een EPN-eenheid verbruikt wordt als volgt:

Eq. 425 $$Q_{tot} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{matrix} E_{p,heat,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,water,m} \\ + E_{p,aux,m} + E_{p,light,m} \end{matrix} \right) + \left(Q_{RE\ th,HP} + Q_{RE\ th,as} \right)$$ (MJ)

met:

$E_{p,heat,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 10.3;

$E_{p,cool,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimtekoeling, berekend volgens § 10.3, in MJ ;$E_{p,water,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 10.4;

$E_{p,aux,m}$ het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik, berekend volgens § 10.5, in MJ;

$E_{p,light,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, berekend volgens § 10.6, in MJ;

$Q_{RE\ th,HP}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door elektrische warmtepompen, in MJ, bepaald volgens § 11.4;

$Q_{RE\ th,as}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 11.7.

De jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van de EPN-eenheid, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, wordt als volgt bepaald:

Eq. 426 $$Q_{RE,sav} = \max\left[0\ ;\ Q_{lim} - \sum_{m=1}^{12}\left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m} + E_{p,light,m}\right)\right]$$

(MJ)

met:

Q_{lim} de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald volgens **Eq. 427** hieronder;

$E_{p,heat,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 13.3;

$E_{p,water,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 13.4;

$E_{p,aux,m}$ het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik van de EPW-eenheid, in MJ, bepaald volgens § 13.5;

$E_{p,cool,m}$ het equivalente maandelijkse primaire energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimtekoeling, in MJ, bepaald volgens § 13.6;

$E_{p,light,m}$ het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, berekend volgens § 10.6, in MJ.

Deze niet-verbruikte hoeveelheid energie kan alleen in rekening gebracht worden voor de EPN-eenheden die deel uitmaken van een gebouw met een totale nuttige oppervlakte van 1.000 m² of meer.

De grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, wordt als volgt bepaald:

Eq. 427 $$Q_{lim} = \frac{E_{W,req}}{100} \cdot E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$$ (MJ)

met:

$E_{W,req}$ de waarde van de na te leven eis voor het peil van primair energieverbruik van de EPN-eenheid, (-), vastgelegd in artikel 11, § 5 van het besluit;

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, in MJ, bepaald volgens bijlage C van deze bijlage.

11.3 Beoordelingen op schaal van het gebouw

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

11.1

11.2

11.3

11.3.1 Berekening van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van het gebouw

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie, zoals beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 428 $$\%_{RE,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,tech,i}}{\sum_i Q_{tot,i}} + 100 \cdot \frac{\sum_i Q_{RE,sav,i}}{\sum_i Q_{lim,i}}$$ (-)

met:

$Q_{RE,tech,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie van EPB-eenheid i, afkomstig van hernieuwbare energietechnologieën, in MJ, bepaald:

- voor een EPW-eenheid: volgens § 15.2 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens **Eq. 424** hierboven;

$Q_{tot,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid verbruikte energie in EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:

- voor een EPW-eenheid: volgens § 15.2 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens **Eq. 425** hierboven;

$Q_{RE,sav,i}$ de jaarlijkse hoeveelheid niet-verbruikte energie van EPB-eenheid i, in verhouding tot de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald:

- voor een EPW-eenheid: volgens § 15.2 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens **Eq. 426** hierboven;

$Q_{lim,i}$ de grenswaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, zoals toegelaten door de waarde van de na te leven eis, in MJ, bepaald:

- voor een EPW-eenheid: volgens § 15.2 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens **Eq. 427** hierboven.

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume.

Het resultaat moet naar beneden afgerond worden tot op één eenheid.

11.3.2 Berekening van het peil van primair energieverbruik op schaal van het gebouw, in geval van afwijking om technische redenen

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt het in geval van afwijking om technische redenen te berekenen peil van primair energieverbruik, beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 429 $$E_{W,VP} = 100 \cdot \frac{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,i}}}{\sum_i E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}} \quad (-)$$

met:

$E_{\text{char ann prim en cons,i}}$ het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens § 13.2 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens § 10.2;

$E_{\text{char ann prim en cons,ref,w,i}}$ de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van EPB-eenheid i, in MJ, bepaald:
- voor een EPW-eenheid: volgens § 6.1 van bijlage A.1;
- voor een EPN-eenheid: volgens bijlage C.

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume die in aanmerking komen voor de afwijking om technische redenen.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

Als meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) in hetzelfde beschermde volume gegroepeerd zijn, wordt de in geval van afwijking om technische redenen na te leven eis betreffende het peil van primair energieverbruik, beoordeeld voor het betreffende beschermde volume in zijn geheel, als volgt bepaald:

Eq. 430 $$E_{W,VP,req} = \frac{\sum_i A_{ch,i} \cdot E_{W,req,i}}{\sum_i A_{ch,i}} \quad (-)$$

met:

$E_{W,req,i}$ de waarde van de na te leven eis voor het peil van primair energieverbruik van EPB-eenheid i, zijnde:
- voor een EPW-eenheid: de waarde vastgelegd in art. 14/1, § 2, 1° van het besluit;
- voor een EPN-eenheid: de waarde vastgelegd in art. 14/1, § 3 van het besluit;

$A_{ch,i}$ de totale verwarmde of geklimatiseerde vloeroppervlakte van EPB-eenheid i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle EPW- en EPN-eenheden van het beschermde volume die in aanmerking komen voor de afwijking om technische redenen.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op één eenheid.

11.4 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPN-eenheid door elektrische warmtepompen

Bepaal de hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die door elektrische warmtepompen verbruikt wordt in de EPN-eenheid, als volgt:

Eq. 431

$$Q_{RE\ th,HP} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_i \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \end{array} \right) \\ + \sum_o \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,heat,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,hum,o,npref\ n} \cdot f_{heat,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,hum,o,m}) \cdot Q_{hum,net,o,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,pref} \cdot f_{water,bath\ j,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_j \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,bath\ j,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{water,bath\ j,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,bath\ j,m}) \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,pref}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,pref} \cdot f_{water,sink\ k,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_k \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n} \cdot \eta_{stor,water,sink\ k,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{water,sink\ k,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,sink\ k,m}) \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l (1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,pref} \cdot \eta_{stor,water,other\ l,m,pref}}) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,pref} \cdot f_{water,other\ l,m,pref} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \\ + \sum_l \sum_n \left(1 - \frac{1}{\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ l} \cdot \eta_{stor,water,other\ l,m,npref\ n}}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} w_{HP,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{water,other\ l,m,npref\ n} \\ \cdot (1 - f_{as,water,other\ l,m}) \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

met:

$f_{p,env}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de hernieuwbare energie afkomstig van de omgeving, (-) , zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit;
$\eta_{gen,heat,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), (-), bepaald volgens § 7.5.1;
$w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]}$	een wegingsfactor die bepaalt of een elektrische warmtepomp instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref n”): - indien ja: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-); - indien nee: $w_{HP,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);
$f_{heat,m,pref}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de preferente warmteopwekker(s), (-), bepaald volgens § 7.3.1;

$f_{as,[\ldots],m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, met index “heat,sec i” voor ruimteverwarming van energiesector i, met index “hum,o” voor de warmtelevering aan bevochtigingstoestel o en met de indices “water,bath j” en “water,sink k” en “water, other l” voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche / bad j, keukenaanrecht k en een ander tappunt 1, (-), bepaald volgens § 10.4 van bijlage A1;
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 6.2;
$\eta_{gen,heat,npref\ n}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n, (-), bepaald volgens § 7.5.1;
$f_{heat,m,npref\ n}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte geleverd door de niet-preferente warmteopwekker(s) n, (-), zoals bepaald volgens § 7.3.1;
$w_{HP,hum,o,[\ldots]}$	een wegingsfactor die bepaalt of een elektrische warmtepomp instaat voor de warmtelevering aan bevochtigingstoestel o van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref n”): - indien ja: $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-); - indien nee: $w_{HP,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);
$Q_{hum,net,o,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 5.11;
$\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, (-), bepaald volgens § 7.6;
$\eta_{stor,water,bath\ j,m,[\ldots]}$	het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad j, verbonden met de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s) n (volgens de index “pref” of “npref n”), (-), bepaald volgens § 7.6;
$w_{HP,water,[\ldots]}$	een wegingsfactor die bepaalt of een elektrische warmtepomp instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index “bath j” of, naargelang van het geval, “sink k” of “other l”, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref n”): - indien ja: $w_{HP,water,[\ldots]} = 1$, (-); - indien nee: $w_{HP,water,[\ldots]} = 0$, (-);
$f_{water,[\ldots],m,pref}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de preferente warmteopwekker(s), met index “bath j” of, naargelang van het geval, “sink k” of “other l”, (-), bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage A1;
$Q_{water,bath\ j,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 6.2;
$\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, (-), bepaald volgens § 7.6;
$f_{water,[\ldots],m,npref\ n}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater door de niet-preferente warmteopwekker(s) n, met index “bath j” of, naargelang van het geval, “sink k” of “other l”, (-), bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage A1;

$\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 7.6;
$\eta_{stor,water,sink\ k,m,[\ldots]}$	het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht k, verbonden met de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s) n (volgens de index “pref” of “npref n”), (-), bepaald volgens § 7.6;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 6.2;
$\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, (-), bepaald volgens § 7.6;
$\eta_{gen,water,other\ l,m,pref}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt l, (-), bepaald volgens § 7.6;
$\eta_{stor,water,other\ l,m,[\ldots]}$	het maandelijkse opslagrendement van de warmwatertank voor een ander tappunt l, verbonden met de preferente of niet-preferente warmteopwekker(s) n (volgens de index “pref” of “npref n”), (-), bepaald volgens § 7.6;
$Q_{water,other\ l,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor een ander tappunt l, in MJ, bepaald volgens § 6.2;
$\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ n}$	het maandelijkse opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt l, (-), bepaald volgens § 7.6.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente opwekkers n, alle energiesectoren i, alle bevochtigingstoestellen o, alle douches of baden j, alle keukenaanrechten k en alle andere tappunten 1 van de EPN-eenheid en voor alle maanden m.

11.5 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid in situ opgewekte hernieuwbare elektrische energie

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare elektrische energie van de EPN-eenheid die in situ opgewekt wordt, hetzij door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, hetzij door wkk-installaties die werken met vaste biomassa, als volgt:

Eq. 432 $$Q_{RE\ el,pv/cogen} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,pv,m} + E_{p,cogen,m}\right) \quad \text{(MJ)}$$

met:

$E_{p,pv,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 13.7 van bijlage A.1 bij dit besluit;
$E_{p,cogen,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing dankzij de elektriciteitsopwekking door wkk-installaties op de site, in MJ, bepaald volgens § 10.7.

11.6 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPN-eenheid door opwekkers op biomassa

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door opwekkers op biomassa, als volgt:

Eq. 433

$$Q_{RE\ th,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{bio,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \left(\sum_n w_{bio,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ \sum_o w_{bio,hum,o,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{hum,final,o,m,pref} \\ + \sum_o \left(\sum_n w_{bio,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{bio,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \left(\sum_n w_{bio,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{bio,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \left(\sum_n w_{bio,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{bio,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \left(\sum_n w_{bio,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,npref\ n} \right) \end{array} \right) \text{(MJ)}$$

met:

$w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]}$ — een wegingsfactor die bepaalt of een opwekker op biomassa instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref n"):

- indien ja: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{bio,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$f_{p,pref}$ — de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente opwekker(s), (-) , zoals vastgelegd in bijlage F van deze bijlage;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$f_{p,npref\ l}$ — de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente opwekker(s) n, (-) , zoals vastgelegd in bijlage F van deze bijlage;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$w_{bio,hum,o,[\ldots]}$ — een wegingsfactor die bepaalt of een opwekker op biomassa instaat voor de warmtelevering aan bevochtigingstoestel o van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref n"):

- indien ja: $w_{bio,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{bio,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{hum,final,o,m,pref}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$ — het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$w_{bio,water,[\ldots]}$ — een wegingsfactor die bepaalt of een opwekker op biomassa instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index "bath j" of, naargelang van het

geval, “sink k” of “other l”, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index “pref” of “npref n”):

- indien ja: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{bio,water,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt 1, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt 1, in MJ, bepaald volgens § 7.6.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente opwekkers n, alle energiesectoren i, alle bevochtigingstoestellen o, alle douches of baden j, alle keukenaanrechten k en alle andere tappunten 1 van de EPN-eenheid en voor alle maanden m.

11.7 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPN-eenheid door thermische zonne-energiesystemen

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie die in de EPN-eenheid verbruikt wordt door thermische zonne-energiesystemen, als volgt:

Eq. 434

$$Q_{RE\ th,as} = f_{p,env} \cdot \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} \sum_i f_{as,heat,sec\ i,m} \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m} \\ + \sum_o f_{as,hum,o,m} \cdot Q_{hum,net,o,gross,m} \\ + \sum_j f_{as,water,bath\ j,m} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \\ + \sum_k f_{as,water,\ sink\ k,m} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \\ + \sum_l f_{as,water,\ other\ l,m} \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$f_{p,env}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de hernieuwbare energie afkomstig van de omgeving, (-) , zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit;

$f_{as,[\ldots],m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte gedekt door het thermische zonne-energiesysteem, met index “heat,sec i” voor ruimteverwarming van energiesector i, met index “hum,o” voor de warmtelevering aan

bevochtigingstoestel o en met de indices “water,bath j”, “water,sink k” en “water, other l” voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche / bad j, keukenaanrecht k en een ander tappunt 1, (-), bepaald volgens § 10.4 van bijlage A1;

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 6.2;

$Q_{hum,net,o,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 5.11;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 6.2;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 6.2;

$Q_{water,other\ l,gross,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor een ander tappunt l, in MJ, bepaald volgens § 6.2.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i, alle bevochtigingstoestellen o, alle douches of baden j, alle keukenaanrechten k en alle tappunten 1 van de EPN-eenheid en voor alle maanden m.

11.8 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPN-eenheid en afkomstig van efficiënte externe warmtelevering

Bepaal de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare thermische energie verbruikt in de EPN-eenheid en afkomstig van efficiënte externe warmtelevering, als volgt:

Eq. 435 $Q_{RE\ th,dh} =$

$$\sum_{m=1}^{12} f_{RE\ th,dh,m} \cdot \left(\begin{array}{c} \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} \\ + \sum_i \sum_n \left(w_{dh,heat,sec\ i,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_o w_{dh,hum,o,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{hum,final,o,pref} \\ + \sum_o \sum_n \left(w_{dh,hum,o,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{hum,final,o,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_j w_{dh,water,bath\ j,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,pref} \\ + \sum_j \sum_n \left(w_{dh,water,bath\ j,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_k w_{dh,water,sink\ k,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,pref} \\ + \sum_k \sum_n \left(w_{dh,water,sink\ k,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n} \right) \\ + \sum_l w_{dh,water,other\ l,pref} \cdot f_{p,dh,m,pref} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,pref} \\ + \sum_l \sum_n \left(w_{dh,water,other\ l,npref\ n} \cdot f_{p,dh,m,npref\ n} \cdot Q_{water,other\ l,final,m,npref\ n} \right) \end{array} \right)$$

(MJ)

met:

$f_{RE\ th,dh,m}$ het maandelijks beoordeelde aandeel van hernieuwbare thermische energie van het systeem voor efficiënte externe warmtelevering, (-), bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$f_{p,dh,m,[\ldots]}$ de maandelijks beoordeelde omrekenfactor naar equivalente primaire energie van het systeem voor efficiënte externe warmtelevering naargelang

dit geïdentificeerd wordt als preferente of niet-preferente opwekker (volgens de index "pref" of "npref n"), (-), bepaald volgens de door de minister vastgelegde regels;

$w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een systeem voor efficiënte externe warmtelevering instaat voor ruimteverwarming in energiesector i van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref n"):

- indien ja: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{dh,heat,sec\ i,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$w_{dh,hum,o,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een systeem voor efficiënte externe warmtelevering instaat voor de warmtelevering aan bevochtigingstoestel o van de EPN-eenheid, via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref n"):

- indien ja: $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{dh,hum,o,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{hum,final,o,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$Q_{hum,final,o,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor bevochtigingstoestel o, in MJ, bepaald volgens § 7.2.1;

$w_{dh,water,[\ldots]}$ een wegingsfactor die bepaalt of een systeem voor efficiënte externe warmtelevering instaat voor de bereiding van warm tapwater, met index "bath j" of, naargelang van het geval, "sink k" of "other l", via preferente of niet-preferente warmtelevering (volgens de index "pref" of "npref n"):

- indien ja: $w_{dh,water,[\ldots]} = 1$, (-);
- indien nee: $w_{dh,water,[\ldots]} = 0$, (-);

$Q_{water,bath\ j,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad j, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,sink\ k,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,sink\ k,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht k, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,other\ l,final,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente opwekker(s) voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt 1, in MJ, bepaald volgens § 7.6;

$Q_{water,bath\ j,final,m,npref\ n}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente opwekker(s) n voor de bereiding van warm tapwater voor een ander tappunt 1, in MJ, bepaald volgens § 7.6.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente opwekkers n, alle energiesectoren i, alle bevochtigingstoestellen o, alle douches of baden j, alle keukenaanrechten k en alle andere tappunten 1 van de EPN-eenheid en voor alle maanden m.

Annexe A Warmtekrachtkoppeling (wkk)

A.1 Principe

In een wkk-installatie wordt gelijktijdig warmte en elektriciteit opgewekt. Het eindenergieverbruik (d.w.z. het brandstofverbruik) van de wkk-installatie wordt berekend volgens § 10.2 van bijlage A.1 bij dit besluit voor de energiesectoren van de EPW-eenheid en volgens § 10.7 van deze bijlage voor de energiesectoren van de EPN-eenheden. Deze opwekking wordt omgezet naar een hoeveelheid bespaarde primaire energie volgens § 12.2.2 van bijlage A.1 bij dit besluit voor de EPW-eenheden en volgens § 10.7 van deze bijlage voor de EPN-eenheden.

De hoeveelheid door wkk opgewekte elektriciteit wordt in deze bijlage bepaald.

A.2 Bepaling van het elektrisch en thermisch omzettingsrendement van wkk

Het elektrisch omzettingsrendement van wkk is de verhouding van de opgewekte elektrische energie tot de energie-inhoud (op basis van de bovenste verbrandingswaarde) van de verbruikte brandstof. Het thermisch omzettingsrendement is de verhouding van de opgewekte warmte tot de energie-inhoud (op basis van de bovenste verbrandingswaarde) van de verbruikte brandstof.

Voor interne verbrandingsmotoren op aardgas, op gas afkomstig van biomassa, op stookolie en op plantaardige olie wordt het omzettingsrendement bepaald in § A.2.1. Het omzettingsrendement voor andere technologieën wordt bepaald in § A.2.2.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties vastleggen om het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement te berekenen.

A.2.1 Bepaling van het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van een interne verbrandingsmotor op aardgas, gas afkomstig van biomassa, stookolie of plantaardige olie

De bepalingsmethode van het omzettingsrendement hangt af van het elektrisch vermogen van de wkk-installatie.

Als het elektrisch vermogen van de wkk-installatie niet gekend is, mag het bepaald worden als volgt:

Eq. 158 $$P_{cogen,elec} = a \cdot (P_{cogen,th})^{b}$$ (kW)

waarin:

$P_{cogen,elec}$	het elektrisch vermogen van de wkk-installatie, in kW;
a, b	parameters (variabel naargelang van de gebruikte brandstof) voor de bepaling van het elektrisch vermogen als functie van het thermisch vermogen, ontleend aan **Error! Reference source not found.**, (-);
$P_{cogen,th}$	het thermisch vermogen van de wkk-installatie, in kW. Dit vermogen wordt bepaald volgens de methode voor gastoestellen.

Tabel [34]: Parameters voor het bepalen van het elektrisch vermogen op basis van het thermisch vermogen (verbrandingsmotor)

Brandstof	a	b
Aardgas	0,3323	1,123
Gas uit biomassa	0,3305	1,147
Stookolie	0,3947	1,131
Plantaardige olie	0,3306	1,152

Geval 1: $P_{cogen,elec}$ < 5 kW

Ontleen het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie aan **Error! Reference source not found.**:

Tabel [35]: Elektrische en thermische conversie-efficiëntie van warmtekrachtkoppeling (verbrandingsmotor, $P_{cogen,elec}$ < 5 kW)

Brandstof	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Aardgas	0,251	0,573
Gas uit biomassa	0,248	0,542
Stookolie	0,279	0,536
Plantaardige olie	0,268	0,573

Geval 2: 5 kW ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW

Bepaal het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie als volgt:

Eq. 159 $$\varepsilon_{cogen,elec} = a_{elec} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{elec}}$$ (-)

Eq. 160 $$\varepsilon_{cogen,th} = a_{th} \cdot (P_{cogen,elec})^{b_{th}}$$ (-)

waarin:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ het elektrisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, (-);

a_{elec}, b_{elec} parameters (variabel naargelang van de gebruikte brandstof) voor de bepaling van het elektrisch omzettingsrendement, ontleend aan **Error! Reference source not found.**, (-);

$P_{cogen,elec}$ het elektrisch vermogen van de wkk-installatie, in kW. Indien dit vermogen niet gekend is, wordt het bepaald zoals hierboven beschreven;

$\varepsilon_{cogen,th}$ het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, (-);

a_{th}, b_{th} parameters (variabel naargelang van de gebruikte brandstof) voor de bepaling van het thermisch omzettingsrendement, ontleend aan **Error! Reference source not found.**, (-).

Tabel [36]: Parameters voor het bepalen van het elektrische en thermische rendement van warmtekrachtkoppeling

(verbrandingsmotor, 5 kW ≤ $P_{cogen,elec}$ ≤ 5000 kW)

Brandstof	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
Aardgas	0,228	0,061	0,623	-0,053
Gas uit biomassa	0,222	0,069	0,601	-0,065
Stookolie	0,253	0,063	0,587	-0,057
Plantaardige olie	0,240	0,070	0,637	-0,066

Geval 3: $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW

Ontleen het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie aan **Error! Reference source not found.**.

Tabel [37]: Elektrisch en thermisch rendement van warmtekrachtkoppeling (verbrandingsmotor, $P_{cogen,elec}$ > 5000 kW)

Brandstof	$\varepsilon_{cogen,elec}$	$\varepsilon_{cogen,th}$
Aardgas	0,384	0,396
Gas uit biomassa	0,400	0,345
Stookolie	0,433	0,361
Plantaardige olie	0,436	0,363

A.2.2 Bepaling van het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van andere technologieën dan interne verbrandingsmotoren op aardgas, gas afkomstig van biomassa, stookolie of plantaardige olie

Bepaal het elektrisch en het thermisch omzettingsrendement van wkk-installaties die niet onder § A.2.1 vallen (zoals stirlingmotoren, gasturbines, ORC-systemen, brandstofcellen, enz.) als volgt:

Eq. 161

$$\varepsilon_{cogen,elec} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,elec}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}}$$

(-)

Eq. 162

$$\varepsilon_{cogen,th} = 0,77 \cdot \frac{P_{cogen,th}}{P_{cogen,elec} + P_{cogen,th}}$$

(-)

waarin:

$\varepsilon_{cogen,elec}$	het elektrisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, (-);
$P_{cogen,th}$	het thermisch vermogen van de wkk-installatie, in kW. Dit vermogen wordt bepaald volgens de methode voor gastoestellen;
$P_{cogen,elec}$	het elektrisch vermogen van de wkk-installatie, in kW;
$\varepsilon_{cogen,th}$	het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, (-).

A.3 Bepaling van het maandelijks eindenergieverbruik van een wkk-installatie

A.3.1 Rekenregel

Bepaal als volgt het maandelijkse eindenergieverbruik van wkk-installatie i op basis van de door de wkk-installatie gedekte behoefte aan ruimteverwarming, bevochtiging, warm tapwater en absorptiekoeling:

Eq. 163

$$Q_{cogen,final,i,m} = \frac{Q_{cogen,heat,i,m} + Q_{cogen,hum,i,m} + Q_{cogen,cool,i,m} + Q_{cogen,water,i,m}}{\varepsilon_{cogen,th}}$$

(MJ)

waarin:

$Q_{cogen,final,i,m}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van wkk-installatie i, in MJ;
$Q_{cogen,heat,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse brutowarmtebehoefte voor ruimteverwarming, bepaald volgens § A.3.2, in MJ;
$Q_{cogen,hum,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging, bepaald volgens § A.3.3, in MJ;
$Q_{cogen,cool,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse brutowarmtebehoefte voor absorptiekoeling, bepaald volgens § A.3.4, in MJ;
$Q_{cogen,water,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse brutowarmtebehoefte voor warm tapwater, bepaald volgens § A.3.5, in MJ;
$\varepsilon_{cogen,th}$	het thermisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, bepaald volgens § A.2, (-).

A.3.2 Door wkk gedekte bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming voor de gehele EPN-eenheid als volgt:

Eq. 164

$$Q_{cogen,heat,i,m} = \sum_{i} f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,heat,seci,m}\right) \cdot Q_{heat,gross,seci,m}$$

(MJ)

waarin:

$Q_{cogen,heat,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ het aandeel van wkk in de warmtelevering aan de betreffende energiesector, bepaald volgens § 7.3.1, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, zoals beschreven in § 7.2.1, (-);

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 6.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid waaraan de wkk-installatie warmte levert.

A.3.3 Door wkk gedekte netto-energiebehoefte voor bevochtiging

Bepaal het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging voor de gehele EPN-eenheid als volgt:

Eq. 165

$$Q_{cogen,hum,i,m} = \sum_{j} f_{heat,m,pref} \cdot \left(1 - f_{as,hum,j,m}\right) \cdot Q_{hum,net,j,m} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Q_{cogen,hum,i,m}$ het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging, in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ het aandeel van de wkk-installatie in de warmtelevering aan het betreffende bevochtigingstoestel, bepaald volgens § 7.3.1, (-);

$f_{as,hum,j,m}$ het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte voor bevochtigingstoestel j, zoals beschreven in § 7.2.1, (-);

$Q_{hum,net,k,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel j, bepaald volgens § 5.11, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle bevochtigingstoestellen j in de EPN-eenheid waaraan wkk-installatie i warmte levert.

A.3.4 Door wkk gedekte brutowarmtebehoefte voor absorptiekoeling

Bepaal het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor absorptiekoeling voor de gehele EPN-eenheid als volgt:

Eq. 166

$$Q_{cogen,cool,i,m} = \sum_{i} f_{heat,m,pref} \cdot \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec\,i,m}}{EER_{nom}} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$Q_{cogen,cool,i,m}$ het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte van een absorptiekoelmachine, in MJ;

$f_{heat,m,pref}$ het aandeel van wkk in de warmtelevering aan de betreffende absorptiekoelmachine, bepaald volgens § 7.3.1, (-);

$f_{cool,pref}$	het aandeel van de absorptiekoelmachine in de koudelevering aan de betreffende energiesector, bepaald volgens § 7.3.2, (-);
EER_{nom}	de energie-efficiëntieverhouding (Energy Efficiency Ratio) in koelmodus (= koelrendement), bepaald volgens § 7.5.2, (-);
$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, geleverd door de absorptiekoelmachine en bepaald volgens § 6.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid waaraan de door wkk-installatie i gevoede absorptiekoelmachine koude levert.

A.3.5 Door wkk gedekte bruto-energiebehoefte voor warm tapwater

Bepaal het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor de gehele EPN-eenheid als volgt:

$$Q_{cogen,water,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \times Q_{water,bath\ i,gross,m} + \sum_j f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,sink\ j,m}) \times Q_{water,sink\ j,gross,m} + \sum_k f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,water,other\ k,m}) \times Q_{water,other\ k,gross,m}$$

Eq. 167 (MJ)

waarin:

$Q_{cogen,water,i,m}$	het aandeel van wkk-installatie i in de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater, in MJ;
$f_{heat,m,pref}$	het aandeel van wkk in de warmtelevering aan de bediende tappunten voor warm water, bepaald volgens § 7.3.1, (-);
$f_{as,m}$	het door een thermisch zonne-energiesysteem gedekte aandeel van de totale warmtebehoefte, bepaald volgens § 7.2.1. Met indices “water,bath i”, “water,sink j” en “water,other k” voor de bereiding van warm tapwater voor respectievelijk douche / bad, keukenaanrecht of een ander tappunt voor warm water;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 6.5, in MJ;
$Q_{water,sink\ j,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j, bepaald volgens § 6.5, in MJ;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto-energiebehoefte voor warm tapwater voor een ander tappunt k voor warm water, bepaald volgens § 6.5, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle douches en baden i, alle keukenaanrechten j en alle andere tappunten k voor warm water in de EPN-eenheid waaraan de wkk-installatie warmte levert.

A.4 Bepaling van de hoeveelheid opgewekte elektriciteit

Stel dat, ingeval een wkk-installatie niet op de site ligt, de maandelijkse hoeveelheid opgewekte elektriciteit gelijk is aan 0. De primaire energiebesparing is in dit geval al ingerekend in de primaire energiefactor voor externe warmtelevering. Dus: $W_{cogen,i,m} = 0$

Bepaal de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit die door wkk-installatie i op de site opgewekt wordt, als volgt:

Eq. 168

$$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3,6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{cogen,i,m}$	de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit die door wkk-installatie i opgewekt wordt, in kWh;
$\varepsilon_{cogen,elec}$	het elektrisch omzettingsrendement van de wkk-installatie, bepaald volgens § A.2, (-);
$Q_{cogen,final,i,m}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van wkk-installatie i, bepaald volgens § A.3, in MJ.

A.5 Lege paragraaf

Deze paragraaf is bewust leeg gelaten.

A.6 Bepaling van de minimale waterinhoud van een buffervat om 30 minuten door een wkk-installatie op vol vermogen opgewekte energie op te slaan

Bepaal $V_{stor,30\ min,i}$, zijnde de minimale waterinhoud van een buffervat om 30 minuten door wkk-installatie i op de site op vol vermogen opgewekte energie op te slaan, conventioneel als volgt:

Eq. 170

$$V_{stor,30min,i} = \frac{0,44 \cdot P_{cogen,th,i}}{(\theta_{cogen,i} - \theta_{return,design,i})} \quad \text{(m}^3\text{)}$$

waarin:

$P_{cogen,th,i}$	het thermisch vermogen van wkk-installatie i, in kW. Dit vermogen wordt bepaald volgens de methode voor gastoestellen;
$\theta_{cogen,i}$	de temperatuur waarop wkk-installatie i warmte levert, in °C;
$\theta_{return,design,i}$	de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem waaraan wkk-installatie i warmte levert, zoals bepaald in § 10.2.3.2 van bijlage A.1 bij dit besluit, in °C.

Opmerking: indien $\theta_{return,design,i}$ groter is dan of gelijk aan $\theta_{cogen,i}$, wordt het buffervat buiten beschouwing gelaten en wordt automatisch verondersteld dat $V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$.

Annexe B Voorkoeling van ventilatielucht

B.1 Rekenregel

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor $r_{precool,fct\ f,m}$ voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht voor de koelbehoeften van functioneel deel f is gelijk aan de maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht in de energiesector i waartoe het functionele deel behoort, op zijn beurt gelijk aan de maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht in de ventilatiezone z waarvan energiesector i deel uitmaakt:

Eq. 171 $r_{precool,fct\ f} = r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$

Indien er geen systeem voor voorkoeling van ventilatielucht in ventilatiezone z is, of indien slechts een gedeelte van het hygiënische ventilatiedebiet van ventilatiezone z gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, neem dan $r_{precool,zone\ z,m} = 1$.

Indien meerdere EPB-eenheden gebruikmaken van hetzelfde systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, dan is de standaardwaarde voor $r_{precool,zone\ z,m}$ gelijk aan 1. Gunstigere waarden zijn te bepalen op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Is er wel een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht aanwezig en wordt het hygiënische ventilatiedebiet van ventilatiezone z volledig gekoeld met behulp van dit systeem, bepaal dan $r_{precool,zone\ z,m}$ door de verhouding te berekenen tussen de door het voorkoelsysteem veroorzaakte temperatuurverlaging en het oorspronkelijke temperatuurverschil en de effectiviteit van het voorkoelsysteem $e_{precool,m}$.

Eq. 402
$$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m} \cdot \left(\frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \theta_{e,V,cool,m}}{\theta_{i,cool,zone\ z,m} - \theta_{e,V,cool,m}} \right) \quad (-)$$

met:

$e_{precool,m}$	de maandelijkse effectiviteit van het betreffende voorkoelsysteem, (-);
$\theta_{precool,ref,max,m}$	de referentietemperatuur voor maximale temperatuurverlaging, in °C;
$\theta_{e,V,cool,m}$	de conventionele rekenwaarde voor de buitenluchttemperatuur voor hygiënische ventilatie, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens Tabel [45], in °C;
$\theta_{i,cool,zone\ z,m}$	de maandelijkse rekenwaarde voor de binnentemperatuur in ventilatiezone z, gedefinieerd als het minimum van de maandelijkse rekenwaarden voor de binnentemperatuur voor koelberekeningen $\theta_{i,cool,fct\ f,m}$ van alle functionele delen waaruit de betreffende ventilatiezone samengesteld is (ervan uitgaande dat er actieve koeling is), bepaald volgens Eq. 284, in °C.

Voor twee types technologieën worden de uitdrukkingen voor $e_{precool,m}$ en $\theta_{precool,ref,max,m}$ uitgewerkt in volgende paragrafen.

Voor andere technologieën moet $r_{precool,zone\ z,m}$ bepaald worden volgens door de minister vastgelegde regels.

B.2 Bodem-water-warmtewisselaar

Bodemwarmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of op te warmen (voorkoeling / voorverwarming). Hierbij wordt de thermische massa van aarde gebruikt om warmte over te dragen. Op voldoende diepte is de grondtemperatuur stabiel. Dit wil zeggen dat de toegevoerde ventilatielucht in de zomer afgekoeld en in de winter opgewarmd kan worden. Bij bodem-water-warmtewisselaars wordt water door een reeks buizen geleid, die via een collector aan een luchtbatterij gekoppeld zijn. De lucht wordt opgewarmd of gekoeld door het water dat door een pomp in circulatie gebracht wordt via de buizen.

B.2.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem

Voor een bodem-water-warmtewisselaar is de standaardwaarde:

Eq. 173 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

met:

$w_{soil/water,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de bodem-water-warmtewisselaar inrekent, (-):

Eq. 174 als $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ stel dan $w_{soil/water,m} = 0$

als $0 < \theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ stel dan $w_{soil/water,m} = 0{,}5$

als $\theta_{e,heat,m} - \theta_{soil,m} > 2$ stel dan $w_{soil/water,m} = 1$ (-)

waarin:

$\theta_{e,heat,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, ontleend aan Tabel [1];

$\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuizen, zoals bepaald in § B.2.2, in °C.

B.2.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurverlaging $\theta_{precool,ref,max,m}$

De referentietemperatuur voor de bepaling van de prestatie van de bodem-water-warmtewisselaar wordt gegeven door:

Eq. 346 $$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt} \cdot \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\ f}}{1160 \dot{V}_W} \cdot \theta_{e,V,cool,m} \right)}{\left(1 - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{hyg,fct\ f}}{1160 \dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt} - 1} \right)} \quad (°C)$$

met:

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie die door de bodem-lucht-warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes;

$\dot{V}_w$ het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h;

e_{wt} de effectiviteit van de bodem-lucht-warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald;

$\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuizen, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\theta_{e,V,cool,m}$ de conventionele rekenwaarde voor de buitenluchttemperatuur voor hygiënische ventilatie, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens Tabel [45], in °C.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen die bediend worden door de bodem-lucht-warmtewisselaar.

Voor de bepaling van de maandgemiddelde bodemtemperatuur $\theta_{soil,m}$, moet men onderscheid maken tussen horizontale en verticale grondbuizen:

- horizontale grondbuizen: ontleen de maandgemiddelde bodemtemperatuur aan Tabel [38];
- verticale grondbuizen: bepaal de maandgemiddelde bodemtemperatuur met onderstaande formule:

Eq. 176

$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot \left(L_{soil/water} - 4\right)}{L_{soil/water}} \quad (°C)$$

met:

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$ $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4\ m,m}$ $\theta_{soil,5m,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur op respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte, ontleend aan Tabel [38], in °C;

$L_{soil/water}$ de maximale diepte van de grondbuis, in m.

Tabel [38] : Gemiddelde grondtemperatuur voor de bepaling van $\theta_{soil,m}$

	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Voor tussenliggende diepten moet de tabel geïnterpoleerd worden.

De effectiviteit van de bodem-water-warmtewisselaar wordt gegeven door:

Eq. 177 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 . \dot{V}_w}}$$ (-)

met:

α_{wt}	de warmtedoorgangscoëfficiënt van de buizen in de bodem-water-warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/(m².K);
A_{wt}	de warmte-uitwisselingsoppervlakte van de buizen, zoals hieronder bepaald, in m²;
$\dot{V}_w$	het waterdebiet doorheen de bodem-water-warmtewisselaar, in m³/h.

Bepaal de warmtedoorgangscoëfficiënt van de buizen α_{wt} volgens:

Eq. 178 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube} \right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) \right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1}$$

W/(m².K))

met:

α_i	de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de buis van de warmtewisselaar voor voorkoeling, zoals hieronder bepaald, in W/(m².K);
t_{soil}	de in rekening gebrachte dikte van het grondmassief rond de buis, zoals hieronder bepaald, in m;
D_{tube}	de binnendiameter van de buis, in m;
t_{tube}	de wanddikte van de buis, in m;
λ_{tube}	de thermische geleidbaarheid van de buis, in W/(m.K);
λ_{soil}	de thermische geleidbaarheid van de grond, gelijk te nemen aan 2, in W/(m.K).

De inwendige convectiecoëfficiënt wordt gegeven door:

- voor water:

Eq. 179 $$\alpha_i = 0{,}58 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

- voor een water-glycoloplossing (alle types):

Eq. 180 $$\alpha_i = 0{,}43 . \frac{Nu}{D_{tube}}$$ (W/(m².K)

met:

Eq. 181 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5 \right)^{1/5}$$ (-)

Eq. 182

$$Nu_{lam} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}}\right)\right]^{1/3}$$ (-)

met:

Eq. 183

$$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)}$$ (-)

met:

Eq. 184

$$f_{turb} = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2}$$ (-)

met:

- voor water:

Eq. 185

$$Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 7

- voor een water-glycoloplossing (alle types):

Eq. 186

$$Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}}$$ (-)

Pr = 12,5

De in rekening gebrachte dikte van het grondmassief rond de buis, t_{soil}, wordt gegeven door:

Eq. 187

$$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ als } p_{tube} - D_{tube} < 0,5$$

$$t_{soil} = 0,25 \text{ als } p_{tube} - D_{tube} \geq 0,5$$ (m)

met:

p_{tube} de afstand tussen de parallelle buizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m.

De warmte-uitwisselingsoppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

Eq. 188

$$A_{wt} = \pi \cdot D_{tube} \cdot L_{tube} \cdot n_{tube}$$ (m²)

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m;

L_{tube} de lengte van de buis, in m;

n_{tube} het aantal parallelle buizen, (-).

B.3 Verdampingskoeling

Verdampingskoeling (of adiabate koeling) berust in principe op een methode om door injectie van water de ventilatielucht van een gebouw te koelen. Er bestaat een groot aantal variaties van deze technologie, met verschillende voorbehandelingen en terugwinningstechnologieën. De prestaties van verdampingskoelsystemen lopen sterk uiteen naargelang van de wijze waarop deze systemen ontworpen zijn.

Indien gewoon water in de toe- of afgevoerde ventilatielucht geïnjecteerd wordt, pas dan de onderstaande methode toe.

Bepaal voor andere, complexere systemen de factor $r_{precool,j,m}$ volgens het beginsel van gelijkwaardigheid.

B.3.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem

Voor verdampingskoeling is de standaardwaarde voor de effectiviteit:

Eq. 189 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

met:

$w_{evap,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van het verdampingskoelsysteem inrekent, (-):

Eq. 190 als $Q_{cool,net,m} \leq 0$ stel dan $w_{evap,m} = 0$

als $Q_{cool,net,m} > 0$ stel dan $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

waarin:

Eq. 191 $Q_{cool,net,m} = \sum Q_{cool,net,sec1,m}$ (MJ)

met:

$Q_{cool,net,seci,m}$ de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald zonder het beschouwde verdampingskoelsysteem in rekening te brengen, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPN-eenheid die gebruikmaken van verdampingskoeling.

B.3.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurverlaging $\theta_{precool,ref,max,m}$

Indien gewoon water in de toe- of afgevoerde ventilatielucht geïnjecteerd wordt, is de referentietemperatuur gelijk aan de natteboltemperatuur van de respectieve luchtstroom. De standaardwaarde voor $\theta_{precool,ref,max,m}$ wordt gelijkgesteld aan de maandgemiddelde natteboltemperatuur ontleend aan Tabel [39].

Tabel [39] : Maandelijkse gemiddelde vochtige temperatuur (°C)

Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Bepaling van de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik

C.1 Inleiding

Bij de bepaling van de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik worden in grote lijnen dezelfde rekenprincipes gevolgd als bij de berekening van het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik. Daarom wordt in deze bijlage dezelfde structuur als in de hoofdtekst gevolgd en wordt de uiteindelijke referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik bepaald in de laatste paragraaf van deze bijlage (zie § C.5.1).

C.2 Referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, ruimtekoeling, warm tapwater en bevochtiging

C.2.1 Referentiewaarde voor de binnentemperatuur ten behoeve van de verwarmings- en koelberekeningen en tussentijdse temperatuuraanpassing

C.2.1.1 *Continue verwarming*

Voor functionele delen met een van de volgende functies:

- logeerfunctie;
- gezondheidszorg – met verblijf;
- gezondheidszorg – operatiezalen;
- sport – sporthal / sportzaal;

geldt:

Eq. 192 $$\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$$ (°C)

met:

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.2 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C.

C.2.1.2 *Bijna-continue verwarming*

C.2.1.2.1 *Lage inertie*

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.1, wordt bij de bepaling van de referentiewaarde verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue verwarming beschouwd indien de referentiewaarde voor de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende laag is, meer bepaald als:

Eq. 194 $$\tau_{heat,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$$ (h)

dan geldt:

Eq. 195 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ (°C)

waarin:

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.2, in h;
$t_{unocc,min,fct\ f}$	de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.2 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$	de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C.

C.2.1.2.2 *Hoge inertie*

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.1, wordt bij de bepaling van de referentiewaarde verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue verwarming beschouwd indien de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende hoog is, meer bepaald als:

Eq. 197 $\tau_{heat,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)(-)

dan geldt:

Eq. 198 $\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ (°C)

waarin:

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.2, in h;
$t_{unocc,max,fct\ f}$	de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;
$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.2 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C.

C.2.1.3 *Verwarming met tussentijdse temperatuuraanpassing*

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.1 en waarvoor aan geen enkele voorwaarde uit § C.2.1.2.1 (Eq. 194) of § C.2.1.2.2 (Eq. 197) voldaan is, geldt:

Eq. 379

$$\theta_{i,heat,fct\ f,ref} = \theta_{i,heat,fct\ f,avg} + \left(\frac{(\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint} - \theta_{i,heat,fct\ f,avg}) \cdot}{\log_{10}\left[\frac{2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f} - 9 \cdot \tau_{heat,fct\ f,ref}}{0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f} - 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}}\right]} \right) \quad (-)$$

waarin:

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.2 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,heat,fct\ f,avg}$ de gemiddelde binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;

$\theta_{i,heat,fct\ f,setpoint}$ de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimteverwarming van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [4], in °C;

$t_{unocc,min,fct\ f}$ de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;

$\tau_{heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.2, in h.

C.2.1.4 *Continue koeling*

Voor functionele delen met een van de volgende functies:

- logeerfunctie;
- gezondheidszorg – met verblijf;
- gezondheidszorg – operatiezalen;

geldt:

Eq. 347 $$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} \quad (°C)$$

Eq. 348 $$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1 \quad (-)$$

waarin:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ de gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-).

C.2.1.5 *Bijna-continue koeling*

C.2.1.5.1 *Lage inertie*

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.4, wordt bij de bepaling van de referentiewaarde koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue koeling beschouwd indien de referentiewaarde voor de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende laag is, meer bepaald als:

Eq. 349 $$\tau_{cool,int,fct\ f,ref} < 0,2 \cdot t_{unocc,min,fct\ f}$$ (h)

dan geldt:

Eq. 350 $$\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,avg}$$ (°C)

Eq. 351 $$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$$ (-)

met:

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor het berekenen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in h;

$t_{unocc,min,fct\ f}$ de kortste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,avg}$ de gemiddelde binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, in °C, ontleend aan Tabel [44];

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-).

Bepaal de referentiewaarde van de tijdsconstante voor het berekenen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f als volgt:

Eq. 352 $$\tau_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}\right)}$$ (h)

waarin:

$C_{fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.8, in kJ/K;

$H_{T,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.4, in W/K;

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § C.2.5.2, in W/K.

C.2.1.5.2 *Hoge inertie*

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.4, wordt bij de bepaling van de referentiewaarde koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing toch als continue koeling beschouwd indien de referentiewaarde voor de inertie van het beschouwde functionele deel voldoende hoog is, meer bepaald als:

Eq. 353 $\tau_{cool,int,fct\ f,ref} > 3 \cdot t_{unocc,max,fct\ f}$ (h)

dan geldt:

Eq. 354 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

Eq. 355 $a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

met:

$\tau_{cool,int,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde van de tijdsconstante voor het berekenen van het peil van tussentijdse temperatuuraanpassing voor ruimtekoeling van functioneel deel f, zoals bepaald § C.2.1.5.1, en h;

$t_{unocc,max,fct\ f}$ de langste periode gedurende dewelke functioneel deel f niet bezet is, ontleend aan Tabel [5], in h;

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;

$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;

$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen in functioneel deel f, voor de maand m, (-).

C.2.1.6 ***Koeling met tussentijdse temperatuuraanpassing***

Voor de functionele delen die niet vallen onder § C.2.1.4 en die een gemiddelde inertie hebben, meer bepaald waarvoor aan geen enkele voorwaarde uit § C.2.1.5.1 (Eq. 349) of § C.2.1.5.2 (Eq. 353) is voldaan, geldt:

Eq. 356 $\theta_{i,cool,fct\ f,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$ (°C)

en:

Eq. 357 $$a_{cool,int,fct\ f,m,ref} = \max\left[f_{cool,fct\ f};\ 1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,cool}}{\tau_{cool,fct\ f,ref}}\right) \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \cdot \left(1 - f_{cool,fct\ f}\right)\right] \quad (-)$$

met:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de binnentemperatuur voor de koelberekeningen van functioneel deel f, zoals gebruikt in § C.2.3 voor de bepaling van de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie, in °C;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, (-).
$f_{cool,fct\ f}$	de bezettingsfractie per week dat functioneel deel f gekoeld wordt op de instelwaarde van de binnentemperatuur (zonder vermindering). Deze fractie is gelijk aan het aantal dagen bezetting per week volgens de toewijzing, ontleend aan Tabel [2], gedeeld door 7, (-);
$\tau_{0,cool}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;
$\tau_{cool,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor ruimtekoeling van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.3, in h;
$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$	de maandelijkse verlies-winstverhouding voor ruimtekoeling van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.3, (-).

C.2.2 Referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector als volgt:

Eq. 380 $$Q_{heat,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} \quad (MJ)$$

met:

$Q_{heat,net,sec\ i,m,ref}$	de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, voor de maand m, in MJ;
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van functioneel deel f rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, voor de maand m, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van energiesector i.

Specifiek kenmerk voor de functie “Technische ruimten”: de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de functionele delen met die functie, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, wordt voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de functionele delen met die functie, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, $Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen per functioneel deel, als volgt:

Eq. 405 Indien $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ groter is dan of gelijk aan 2,5 of kleiner is dan 0, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Indien $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$ kleiner is dan 2,5 en groter is dan of gelijk aan 0, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Uitzondering: indien $Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$ gelijk is aan nul, geldt:

$$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

met:

Eq. 205 $$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 206 $$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref} = Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} + Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse winst-verliesverhouding van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{heat,net,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van functioneel deel f, rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen, voor de maand m, in MJ;
$Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekening, in MJ;
$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse benuttingsfactor voor de warmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);
$Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;
$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;

$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § C.2.6, in MJ;

$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse zonnewarmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § C.2.7, in MJ.

en:

Eq. 207 $$Q_{T,heat,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

Eq. 208 $$Q_{V,heat,fct\ f,m,ref} = H_{V,heat,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f,ref} - \theta_{e,heat,m}) \cdot t_m$$ (MJ)

waarin:

$H_{T,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.4, in W/K;

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § C.2.5.1, in W/K;

$\theta_{i,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur in functioneel deel f voor de bepaling van de energiebehoefte voor ruimteverwarming, bepaald volgens § C.2.1, in °C;

$\theta_{e,heat,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;

t_m de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Bereken de referentiewaarde van de benuttingsfactor voor ruimteverwarming per functioneel deel en per maand, $\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref}$, als volgt:

Eq. 209 Indien $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} \neq 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}}}{1-\left(\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}\right)^{a_{ref}+1}}$$ (-)

indien $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = 1$: $$\eta_{util,heat,fct\ f,m,ref} = \frac{a_{ref}}{a_{ref}+1}$$ (-)

waarbij de referentiewaarde van de maandelijkse winst-verliesverhouding per functioneel deel en per maand, $\gamma_{heat,fct\ f,m,ref}$, gedefinieerd wordt als:

Eq. 210 $$\gamma_{heat,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{g,heat,fct\ f,m,ref}}{Q_{L,heat,fct\ f,m,ref}}$$ (-)

en waarbij de referentiewaarde van de numerieke parameter a voor functioneel deel f gegeven wordt door:

Eq. 211 $$a_{ref} = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,fct\ f,ref}}{\tau_{0,heat}}$$ (-)

met als de referentiewaarde voor de tijdsconstante voor ruimteverwarming van functioneel deel f, $\tau_{heat,fct\ f,ref}$, in h:

Eq. 212

$$\tau_{heat,fct\ f,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,heat,fct\ f,ref}\right)} \quad \text{(h)}$$

waarin:

$a_{0,heat}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], (-);
$\tau_{0,heat}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;
$C_{fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.8, in kJ/K;
$H_{T,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § C.2.4, en kJ/K;
$H_{V,heat,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en bepaald volgens § C.2.5.1, en kJ/K.

C.2.3 Referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling per energiesector als volgt:

Eq. 213

$$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref} = \sum_{f} Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref}$	de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, voor de maand m, in MJ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van energiesector i.

Specifiek kenmerk voor de functies “Sauna/zwembad” en “Technische ruimten”: de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van de functionele delen met een van deze functies, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wordt voor het hele jaar gelijk genomen aan nul.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van de functionele delen met die functie, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling per functioneel deel als volgt:

Eq. 406 Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ groter is dan of gelijk aan 2,5, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ kleiner is dan 2,5, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = a_{cool,int,fct\ f,m,ref} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Uitzondering: indien $Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$ gelijk is aan nul, geldt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad \text{(MJ)}$$

met:

Eq. 215 $$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 216 $$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse verlies-winstverhouding voor ruimtekoeling van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van functioneel deel f, in MJ;
$a_{cool,int,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de reductiefactor om rekening te houden met tussentijdse temperatuuraanpassingen voor ruimtekoeling van functioneel deel f, voor de maand m, bepaald volgens § C.2.1, (-).
$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse warmtewinsten van functioneel deel f door bezonning en interne warmteproductie, beschouwd voor de koelberekeningen, in MJ;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse benuttingsfactor voor de warmteverliezen van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, (-);
$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, in MJ;
$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse warmteverlies door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in MJ;
$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § C.2.6, in MJ;
$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse zonnewarmtewinsten van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § C.2.7, in MJ.

en:

Eq. 359 $$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,ref} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 360 $$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

Eq. 361 $$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}\right)\right] \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

en waarin:

$H_{T,cool,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § C.2.4, in W/K;

$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in °C;

$\theta_{e,cool,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de koelberekening, ontleend aan Tabel [1], in °C;

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald volgens § C.2.5.2, in W/K.

$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$ de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van buitenlucht voor hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen, gelijk aan respectievelijk $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ of $\theta_{e,V,cool,night,m}$ naargelang functioneel deel f een permanente, dag- of nachtbezetting heeft (zie Tabel [2]). Deze waarden zijn ontleend aan Tabel [45] als functie van het type ventilatiesysteem.

Voor functionele delen met de functie “Logeerfunctie”, “Kantoor” of “Onderwijs” wordt de referentiewaarde voor de maandelijkse rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de koelberekeningen ontleend aan Tabel [46]. Voor functionele delen met een andere functie wordt deze temperatuur bepaald door:

Eq. 362 $$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \theta_{i,cool,fct\ f,ref} \quad \text{(°C)}$$

waarin:

$\theta_{i,cool,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de rekenwaarde van de binnentemperatuur van functioneel deel f voor de berekeningen van de actieve koeling, bepaald volgens § C.2.1, in °C.

Bereken de referentiewaarde van de benuttingsfactor voor ruimtekoeling per functioneel deel en per maand, $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$, als volgt:

Eq. 363 Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \geq 0$ en $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}}}{1 - \left(\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}\right)^{b_{m,ref}+1}} \quad (-)$$

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = 1$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{b_{m,ref}}{b_{m,ref} + 1}$ (-)

Indien $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} < 0$: $\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} = 1$ (-)

waarbij de maandelijkse verlies-winstverhouding per functioneel deel, $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$, gedefinieerd wordt als:

Eq. 220

$$\lambda_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}}{Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}} \quad (-)$$

en waarbij de referentiewaarde van de numerieke parameter $b_{m,ref}$ voor functioneel deel f gegeven wordt door:

Eq. 221

$$b_{m,ref} = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct\ f,m,ref}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

met als de referentiewaarde voor de maandelijkse tijdsconstante voor ruimtekoeling van functioneel deel f, $\tau_{cool,fct\ f,m,ref}$:

Eq. 364

$$\tau_{cool,fct\ f,m,ref} = \frac{C_{fct\ f,ref}}{3,6 \cdot \left(H_{T,fct\ f,ref} + H_{V,cool,fct\ f,m,ref}\right)} \quad (h)$$

waarin:

$b_{0,cool}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], (-);
$\tau_{0,cool}$	een constante, ontleend aan Tabel [3], in h;
$C_{fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.8, in kJ/K;
$H_{T,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f, bepaald volgens § C.2.4, in W/K;
$H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie, in-/exfiltratie en aanvullende mechanische ventilatie of aanvullende ventilatie door het openen van ramen van functioneel deel f, beschouwd voor de koelberekeningen en bepaald op de hieronder gestelde wijze, in W/K.

De referentiewaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie, in-/exfiltratie en aanvullende mechanische ventilatie of aanvullende ventilatie door het openen van ramen van functioneel deel f voor de koelberekeningen, $H_{V,cool,fct\ f,m,ref}$, wordt gegeven door:

Eq. 365

$$H_{V,cool,fct\ f,m,ref} = \frac{Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}}{\left(\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}\right) \cdot t_m} \quad \text{(W/K)}$$

waarin:

$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	het maandelijkse warmteverlies door ventilatie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, zoals hiervoor bepaald, in MJ;
$\theta_{i,cool,fct\ f,setpoint}$	de instelwaarde van de binnentemperatuur voor ruimtekoeling van functioneel deel f, ontleend aan Tabel [44], in °C;
$\theta_{e,cool,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de koelberekeningen, ontleend aan Tabel [1], in °C;
t_m	de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

C.2.4 Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie per functioneel deel

Bepaal de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f als volgt:

Eq. 223

$$H_{T,fctf,ref} = H_{T,fctf,ref}^{constructions} + H_{T,fctf,ref}^{junctions} \quad \text{(W/K)}$$

met:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in W/K;
$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van het verliesoppervlak van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in W/K.

Bepaal de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van functioneel deel f als volgt:

Eq. 418

$$H_{T,fctf,ref}^{constructions} = f_{form} \cdot \left(\begin{array}{c} 0,5 \cdot \left(A_{T,E,fct\ f} - A_{T,E,fct\ f,tr}\right) \\ +2 \cdot f_{tr,fctf} \cdot A_{T,E,fctf,tr} \end{array} \right) \quad \text{(W/K)}$$

met:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$	de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in W/K;
f_{form}	een factor die rekening houdt met een afwijkende vormefficiëntie van het beschermde volume waarin functioneel deel f zich bevindt, zoals hieronder bepaald, (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m²;

$f_{tr,fct\ f}$ een factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ de totale oppervlakte van alle transparante scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m². Hierbij worden glasbouwsteenwanden buiten beschouwing gelaten.

Bepaal de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van het verliesoppervlak van functioneel deel f als volgt:

Eq. 225 $$H^{junctions}_{T,fctf,ref} = f_{form} \cdot \Delta U_{ref} \cdot A_{T,E,fctf}$$ (W/K)

waarin:

Eq. 226 als $C \leq 1$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{100}$$ (W/(m².K))

als $1 < C < 4$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref} \cdot (C+2)}{300}$$ (W/(m².K))

als $4 \leq C$: $$\Delta U_{ref} = \frac{\Delta B_{ref}}{50}$$ (W/(m².K))

en:

Eq. 403 $$C = \frac{V_{EPN}}{A_{T,E,EPN}}$$ (m)

met:

$H^{junctions}_{T,fctf,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van het verliesoppervlak van functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, in W/K;

f_{form} een factor die rekening houdt met een afwijkende vormefficiëntie van het beschermde volume waarin functioneel deel f zich bevindt, zoals hieronder bepaald, (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m²;

[14] Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen functioneel deel f en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,fct\ f,op}$, $A_{T,E,fct\ f,tr}$, $A_{T,E,fct\ f}$ en $A_{T,E,vol}$.

ΔU_{ref} de referentiewaarde voor de toeslag op de warmteoverdrachtscoëfficiënt van alle scheidingsconstructies van de EPN-eenheid waarin functioneel deel f zich bevindt om rekening te houden met de impact van bouwknopen, in W/(m².K);

ΔB_{ref} de referentiewaarde voor de toeslag op het algemene isolatiepeil van de EPN-eenheid waarin functioneel deel f zich bevindt, om rekening te houden met de impact van bouwknopen, gelijkgesteld aan 3, (-);

C de compactheid van de EPN-eenheid waarin functioneel deel f zich bevindt, in m;

V_{EPN} het volume van de EPN-eenheid waarin functioneel deel f zich bevindt, in m³;

$A_{T,E,EPN}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die de EPN-eenheid omhullen waarin functioneel deel f zich bevindt en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m².

Bereken de factor die rekening houdt met een afwijkende vormefficiëntie, f_{form}, als volgt:

Eq. 228

$$f_{form} = \min\left[1; \frac{12}{A_{T,E,vol}} \cdot \left(V_{vol}\right)^{2/3}\right] \quad (-)$$

met:

f_{form} een factor die rekening houdt met een afwijkende vormefficiëntie van het beschermde volume waarin functioneel deel f zich bevindt, (-);

$A_{T,E,vol}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die het beschermde volume omhullen waarin functioneel deel f zich bevindt en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m²;

V_{vol} het volume van het beschermde volume waarin functioneel deel f zich bevindt, in m³.

Bepaal de factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, $f_{tr,fct\ f}$, als volgt:

Eq. 229 Indien $A_{T,E,fct\ f,tr}$ gelijk is aan 0, geldt: $f_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Indien $A_{T,E,fct\ f,tr}$ groter is dan 0, geldt:

$$f_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) + 0{,}25 \cdot \left[1 - \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right)\right] \quad (-)$$

waarin:

Eq. 230

$$A_{T,E,fctf,tr,ref} = 0{,}30 \cdot A_{f,fctf} \quad (m^2)$$

met:

$f_{tr,fct\ f}$ een factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ de referentiewaarde voor de totale oppervlakte van alle transparante scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen

transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie, in m²;

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ de totale oppervlakte van alle transparante scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m². Hierbij worden glasbouwsteenwanden buiten beschouwing gelaten;

$A_{f,fct\ f}$ de gebruiksoppervlakte van functioneel deel f, in m².

C.2.5 Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie en in-/exfiltratie per functioneel deel

C.2.5.1 Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel

Bereken de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 231 $$H_{V,heat,fct\ f,ref} = H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} + H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$$ (W/K)

met:

$H_{V,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f en bepaald volgens § C.2.5.1.1, in W/K;

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f en bepaald volgens § C.2.5.1.2, in W/K.

C.2.5.1.1 Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel

Bereken de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 232 $$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref} = 0{,}16 \cdot f_{form} \cdot A_{T,E,fct\ f}$$ (W/K)

met:

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in-/exfiltratie voor de verwarmingsberekeningen van functioneel deel f , in W/K;

f_{form} een factor die rekening houdt met een afwijkende vormefficiëntie van het beschermde volume waarin functioneel deel f zich bevindt, zoals bepaald in § C.2.4, (-);

$A_{T,E,fct\ f}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14] (zie ook § C.2.4), in m².

C.2.5.1.2 *Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel*

Bereken de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de verwarmingsberekeningen per functioneel deel als volgt:

$$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \dot{V}_{hyg,min,rmr} + 0,22 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_r \left(\dot{V}_{hyg,rm\ r} - \dot{V}_{hyg,min,rm\ r}\right)$$

Eq. 233 (W/K)

met:

$H_{V,hyg,heat,fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\dot{V}_{hyg,min,rmr}$ het minimale ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie van ruimte r, zoals opgelegd in bijlage C.3 bij dit besluit, overeenkomstig de opgegeven ontwerpbezetting, in de veronderstelling dat er niet gerookt wordt en het gebouw weinig vervuilend is, in m³/h, afgerond op de eenheid. Als het een speciale ruimte betreft als vermeld in § 6.3 van bijlage C.3 bij dit besluit, neem dan $\dot{V}_{hyg,min,rm\ r}$ gelijk aan $\dot{V}_{hyg,rm\ r}$;

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie van ruimte r waarvoor de installatie ontworpen is, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Indien het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in een ruimte kleiner is dan de minimale waarde opgelegd door bijlage C.3 bij dit besluit, reken dan voor de bepaling van $H_{V,ref}$ met het minimaal geëiste debiet. Deze regel geldt echter niet voor speciale ruimten als bedoeld in § 6.3 van bijlage C.3 bij dit besluit.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r van functioneel deel f.

C.2.5.2 ***Referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen per functioneel deel***

Bereken de referentiewaarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen per functioneel deel als volgt:

Eq. 235
$$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = 0,34 \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \sum_{r} \dot{V}_{hyg,rm\ r}$$
(W/K)

met:

$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen van functioneel deel f, in W/K;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

$\dot{V}_{hyg,rmr}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie van ruimte r waarvoor de installatie ontworpen is, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Indien het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in een ruimte kleiner is dan de minimale waarde opgelegd door bijlage C.3 bij dit besluit, reken dan voor de bepaling van $H_{V,ref}$ met het minimaal geëiste debiet. Deze regel geldt echter niet voor speciale ruimten als bedoeld in § 6.3 van bijlage C.3 bij dit besluit.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r van functioneel deel f.

C.2.6 Referentiewaarde voor de interne warmteproductie

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de verwarmings- en koelberekeningen als volgt:

Eq. 236
$$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} \cdot t_m$$
(MJ)

Eq. 237
$$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} \cdot t_m$$
(MJ)

waarin:

Eq. 238
$$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref} = 0,8 \cdot \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,8 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix}$$
(W)

Eq. 239
$$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref} = \begin{pmatrix} q_{i,pers,fct\ f} \cdot f_{real,fct\ f} \cdot f_{pres,fct\ f} \cdot n_{design,fct\ f} + q_{i,app,fct\ f} \cdot A_{f,fct\ f} \\ + W_{light,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,6 \cdot W_{fans,fct\ f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \end{pmatrix}$$
(W)

waarin:

$Q_{i,heat,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;

$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie van functioneel deel f voor de koelberekeningen, in MJ;

$\Phi_{i,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in W;
$\Phi_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in functioneel deel f voor de koelberekeningen, in W;
$q_{i,pers,fct\ f}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie door personen in functioneel deel f, ontleend aan Tableau [8], in W/persoon;
$f_{real,fct\ f}$	de conventioneel vastgelegde verhouding van de gemiddelde reële bezetting tijdens de gebruiksuren tot de maximale ontwerpbezetting van functioneel deel f, ontleend aan Tableau [8], (-);
$f_{pres,fct\ f}$	de conventionele tijdsfractie dat er personen in het gebouw aanwezig zijn, ontleend aan Tabel [2], (-);
$n_{design,fct\ f}$	het aantal personen in functioneel deel f overeenkomend met de maximale bezetting waarvoor de ventilatiesystemen ontworpen zijn, (-);
$q_{i,app,fct\ f}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie door apparatuur in betreffend functioneel deel f, ontleend aan Tableau [8], in W/m²;
$A_{f,fct\ f}$	de gebruiksoppervlakte van betreffend functioneel deel f, in m²;
$W_{light,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse interne warmteproductie door verlichting in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § C.4, in kWh;
$W_{fans,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de interne warmteproductie door ventilatoren in betreffend functioneel deel f, bepaald volgens § C.3.1, in kWh;
t_m	de duur van de maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

C.2.7 Referentiewaarde voor de zonnewarmtewinsten

Bepaal de referentiewaarde voor de maandelijkse zonnewarmtewinsten per functioneel deel f voor verwarmingsberekeningen $Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$ en voor koelberekeningen $Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$, als volgt:

Eq. 240

$$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fct\ f} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

Eq. 241

$$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} = f'_{tr,fctf} \cdot 0,95 \cdot g_{fctf,ref} \cdot \sum_{j=1} \left(a_{c,m,j,ref} \cdot F_{c,fctf,ref} + (1 - a_{c,m,j,ref})\right) \cdot A_{tr,d,j} \cdot I_{s,m,j,shad,ref} \quad \text{(MJ)}$$

met:

$Q_{s,heat,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse zonnewarmtewinsten per functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;
$f_{tr,fct\ f}$	een factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, zoals hieronder bepaald, (-);

$g_{fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de gemiddelde zontoetredingsfactoren van de transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, zonder rekening te houden met de impact van zonneweringen, ontleend aan Tabel [41], (-);
$F_{c,fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de gemiddelde reductiefactoren voor zonnewering van de transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, zonder rekening te houden met de impact van zonneweringen, ontleend aan Tabel [41], (-);
$a_{c,m,j,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse gebruiksfactor van de zonnewering van transparante scheidingsconstructie j, bepaald volgens Tableau [9] voor een handbediende zonnewering, (-);
$A_{tr,d,j}$	de oppervlakte van de dagopening van transparante scheidingsconstructie j, in m²;
$I_{s,m,j,shad,ref}$	de referentiewaarde voor bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, bepaald volgens bijlage C van bijlage A.1 bij dit besluit, in MJ/m² en rekening houdend met de standaardwaarden voor de afschermhoeken, zoals vastgelegd in § C.2.4 van bijlage A.1 bij dit besluit;
$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse zonnewarmtewinsten per functioneel deel f voor de koelberekeningen, in MJ.

Hierbij moet gesommeerd worden over alle transparante scheidingsconstructies van functioneel deel f met uitzondering van glasbouwsteenwanden.

Tabel [41] : Waarden voor $F_{c,fctf,ref}$ en $g_{fctf,ref}$

Functies		**$F_{c,fctf,ref}$ (-)**	**$g_{fctf,ref}$ (-)**
Bewoning		0,90	0,41
Kantoor		0,90	0,27
Onderwijs		0,90	0,44
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	0,90	0,41
	Nachtelijke bezetting nee	0,90	0,41
	Operatieblok	0,90	0,44
Samenkomst	Hoog gebruik	0,90	0,44
	Laag gebruik	0,90	0,44
	Cafetaria / Eetzaal	1,00	0,44
Keuken		1,00	0,41
Handel / Diensten		1,00	0,47
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	1,00	0,44
	Fitness / Dans	1,00	0,44
	Sauna / Zwembad	1,00	0,44
Technische lokalen		1,00	0,41
Gemeenschappelijk		1,00	0,44
Overig		0,90	0,44
Niet gekend		0,90	0,44

Bepaal de factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, $f'_{tr,fct\ f}$, als volgt:

Eq. 242 Indien $A_{T,E,fct\ f,tr}$ gelijk is aan 0, geldt: $f'_{tr,fct\ f} = 1$ (-)

Indien $A_{T,E,fct\ f,tr}$ groter is dan 0, geldt:

$$f'_{tr,fct\ f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) \quad (-)$$

met:

$f_{tr,fct\ f}$ een factor die rekening houdt met een afwijkend aandeel aan transparante scheidingsconstructies in functioneel deel f, (-);

$A_{T,E,fct\ f,tr,ref}$ de referentiewaarde voor de totale oppervlakte van alle transparante scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie, zoals bepaald in § C.2.4, in m²;

$A_{T,E,fct\ f,tr}$ de totale oppervlakte van alle transparante scheidingsconstructies die functioneel deel f omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie[14], in m². Hierbij worden glasbouwsteenwanden buiten beschouwing gelaten.

C.2.8 Referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit

Bepaal de referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, $C_{fct\ f,ref}$, en kJ/K, als volgt:

Eq. 243 $$C_{fct\ f,ref} = 110 \cdot A_{f,fct\ f}$$ (kJ/K)

waarin:

$C_{fct\ f,ref}$ de referentiewaarde voor de effectieve thermische capaciteit van functioneel deel f, in kJ/K;

$A_{f,fct\ f}$ de gebruiksoppervlakte van deel j van functioneel deel f, in m².

C.2.9 Referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging

Als er in de gebouwinstallaties voorzieningen aanwezig zijn om de toegevoerde buitenlucht naar (een deel van) de EPN-eenheid te bevochtigen, wordt de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j gegeven door:

Eq. 244 $$Q_{hum,net,j,m,ref} = 2,5 \cdot \sum_{f} X_{h,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$$ (MJ)

waarin:

$Q_{hum,net,j,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j, in MJ;

$X_{h,fct\ f,m}$ de maandelijkse hoeveelheid toe te voeren vocht per eenheid toevoerluchtdebiet voor functioneel deel f, in kg.h/m³, ontleend aan

Tableau [14]**;**

$\dot{V}_{supply,j,fct\ f,design}$ het ontwerpdebiet van via bevochtigingstoestel j binnenkomende buitenlucht voor functioneel deel f, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f die bediend worden door bevochtigingstoestel j.

C.2.10 Referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus

Bepaal de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus als volgt:

- Voor tappunten die aangesloten zijn op een combilus wordt de bijdrage aan het systeemrendement bepaald volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

- Voor tappunten die aangesloten zijn op een circulatieleiding die minstens één tappunt in een EPW-eenheid, in een wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een functioneel deel met de functie "Logeerfunctie", "Gezondheidszorg met verblijf", "Sporthal, sportzaal", "Fitness, dans" of "Sauna, zwembad" bedient, geldt:
  - Voor een douche of bad i:

Eq. 366

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = 1{,}05 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - Voor een keukenaanrecht j:

Eq. 367

$$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = 1{,}20 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - Voor een ander tappunt l:

Eq. 368

$$\eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1{,}60 \cdot \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \cdot 1{,}3 \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60 - \theta_{amb,m,j})}{R_{l,j,ref}}} \quad (-)$$

  - Voor andere tappunten geldt:

Eq. 248

$$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref} = \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref} = \eta_{water,circ,other\ l,m,ref} = 1$$

met:

$Q_{water\ out,circ\ k,m}$ de warmte die door circulatieleiding k aan de aangesloten tappunten geleverd wordt, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage A.1;

t_m	de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;
$l_{circ\ k,j}$	de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m;
$\theta_{amb,m,j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage A.1 in °C:
$R_{l,j,ref}$	de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, ontleend aan **Error! Reference source not found.** als functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment $D_{i,j}$, in m.K/W.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van de circulatieleiding.

Tabel [42]: Referentiewaarde voor de lineaire thermische weerstand $R_{l,j,ref}$ in functie van de buitendiameter van het niet-geïsoleerde segment $D_{i,j}$

$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m. K/W)
≤ 0,0172	5,21	≤ 0,0603	3,15	≤ 0,2191	1,61
≤ 0,0213	4,81	≤ 0,0761	2,84	≤ 0,2730	1,40
≤ 0,0269	4,42	≤ 0,0889	2,62	≤ 0,3239	1,26
≤ 0,0337	4,05	≤ 0,1143	2,31	≤ 0,3556	1,18
≤ 0,0424	3,69	≤ 0,1397	2,08	> 0,3556	1,08
≤ 0,0483	3,48	≤ 0,1683	1,87		

C.3 Referentiewaarde voor het hulpenergieverbruik van ventilatoren en pompen

C.3.1 Referentiewaarde voor het elektriciteitsverbruik van ventilatoren voor ventilatie en luchtcirculatie

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in de EPN-eenheid als volgt:

Eq. 249

$$W_{fans,m,ref} = \sum_{f} W_{fans,fct\ f,m,ref}$$

(kWh)

Eq. 250

$$W_{fans,fctf,m,ref} = 0,55 \cdot \dot{V}_{hyg,fct\ f} \cdot f_{vent,heat,fct\ f} \cdot \frac{t_m}{3,6}$$

(kWh)

met:

$W_{fans,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in de EPN-eenheid, in kWh;

$W_{fans,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van alle ventilatoren ten dienste van functioneel deel f, in kWh;

$\dot{V}_{hyg,fct\ f}$ het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie in functioneel deel f van energiesector i, bepaald volgens de in § 5.6.2.2 vastgelegde principes, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$f_{vent,heat,fct\ f}$ de conventionele tijdsfractie gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is in functioneel deel f, beschouwd voor de verwarmingsberekeningen en ontleend aan Tabel [7], (-);

t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van de EPN-eenheid.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van alle ventilatoren ten dienste van de functionele delen f met deze functie, $W_{fans,fct\ f,m,ref}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

C.3.2 Referentiewaarde voor het elektriciteitsverbruik voor distributie

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor distributie in de EPN-eenheid, $W_{aux,dis,m,ref}$, als volgt:

Eq. 369 $$W_{aux,dis,m,ref} = \frac{t_m}{7,2} \cdot \sum_j P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} + \frac{t_m}{3,6} \cdot \sum_l P_{pump,dis,instal,water,l,ref} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$	de referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j ten dienste van ruimteverwarming in de beschouwde EPN-eenheid, zoals bepaald in § C.3.2.1, in W;
$P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$	de referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp l ten dienste van distributie van warm tapwater in de beschouwde EPN-eenheid, zoals bepaald in § C.3.2.2, in W;
t_m	de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er moet gesommeerd worden over alle circulatiepompen j ten dienste van ruimteverwarming in de betreffende EPN-eenheid en over alle circulatiepompen l ten dienste van distributie van warm tapwater in de EPN-eenheid en die minstens één tappunt in een EPW-eenheid of in een functioneel deel met de functie “Logeerfunctie”, “Gezondheidszorg met verblijf”, “Sporthal, sportzaal”, “Fitness, dans” of “Sauna, zwembad” bedienen.

Een pomp in een “combilus”-systeem wordt zowel als een pomp ten dienste van ruimteverwarming als een pomp ten dienste van distributie van warm tapwater in beschouwing genomen. De referentiewaarden voor het geïnstalleerde vermogen van de circulatiepomp in een combilus $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$ en $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$ worden berekend volgens door de minister vastgelegde nadere specificaties.

C.3.2.1 *Referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van een circulatiepomp ten dienste van ruimteverwarming*

Bepaal de referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j ten dienste van ruimteverwarming in de beschouwde EPN-eenheid, $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$, als volgt:

Eq. 370 $$P_{pump,dis,instal,heat,j,ref} = \mathrm{MAX}\left(70\ ;\ 0,3 \cdot \sum_i A_{f,sec\ i}\right) \quad \text{(W)}$$

met:

$A_{f,sec\ i}$	de gebruiksoppervlakte van energiesector i, in m².

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j bediend worden.

Als een circulatiepomp meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan de referentiewaarde voor het pompvermogen ($P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$) proportioneel over deze EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de respectieve eenheden.

Als een circulatiepomp enkel functionele delen met de functie “Technische ruimten” bedient, wordt $P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$ gelijk aan nul genomen. Als een circulatiepomp enkel functionele delen met de functie “Onderwijs” of “Technische ruimten” bedient, vermenigvuldig dan het volgens Eq. 370 berekende pompvermogen met factor 0,83.

C.3.2.2 *Referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van een circulatiepomp ten dienste van distributie van warm tapwater*

Bepaal de referentiewaarde voor het geïnstalleerde vermogen van circulatiepomp j ten dienste van de distributie van warm tapwater in de beschouwde EPN-eenheid, $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$, als volgt:

Eq. 371 $$P_{pump,dis,instal,water,l,ref} = \mathrm{MAX}\left(25\ ;\ \frac{\sum_j l_{circ\ k,j}}{13{,}94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot (60-\theta_{amb,January,j})}{R_{l,j,ref}}\right) \quad \text{(W)}$$

met:

$l_{circ\ k,l}$ de lengte van segment l van circulatieleiding k, in m;

$\theta_{amb,January,l}$ de gemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment l voor de maand januari, in °C, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage A.1;

$R_{l,j,ref}$ de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, ontleend aan **Error! Reference source not found.** als functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment $D_{i,j}$, in m.K/W.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k die door circulatiepomp l bediend worden

Als een circulatiepomp meerdere EPN- en/of EPW-eenheden bedient, verdeel dan de referentiewaarde voor het pompvermogen ($P_{pumps,dis,instal,heat,l,ref}$) proportioneel over deze EPN- en/of EPW-eenheden op basis van de totale bruto-energiebehoefte voor warm tapwater van de respectieve eenheden.

C.4 Referentiewaarde voor het energieverbruik voor verlichting

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van de EPN-eenheid als volgt:

Eq. 253 $$W_{light,m,ref} = \sum_f W_{light,fct\ f,m,ref} \quad \text{(kWh)}$$

waarin:

$W_{light,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting, in kWh;

$W_{light,fct\ f,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f, in kWh, zoals hieronder bepaald.

Er moet gesommeerd worden over alle functionele delen f van de EPN-eenheid.

Specifiek kenmerk voor de functie “Onderwijs”: de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting in de functionele delen met deze functie, $W_{light,fct\ f,m,ref}$, wordt voor de maanden juli en augustus gelijk genomen aan nul.

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f als volgt:

Eq. 254 $$W_{light,fct\ f,m,ref} = \sum A_{f,rmr} \cdot p_{light,rmr,ref} \cdot \left(t_{day,fct\ f,m} + t_{night,fct\ f,m}\right)$$ (kWh)

waarin:

$W_{light,fct\ f,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting van functioneel deel f, in kWh;
$A_{f,rm\ r}$	de gebruiksoppervlakte van ruimte r, in m²;
$p_{light,rmr,ref}$	de referentiewaarde voor het specifieke vermogen voor verlichting in ruimte r, zoals hieronder bepaald, in kW/m²;
$t_{day,fct\ f,m}$	het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de dagperiode, bepaald per functioneel deel en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h;
$t_{night,fct\ f,m}$	het conventioneel vastgelegde aantal gebruiksuren per maand gedurende de nachtperiode, bepaald per functioneel deel en ontleend aan **Error! Reference source not found.**, in h.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r van functioneel deel f.

Bepaal de referentiewaarde voor het specifieke vermogen voor verlichting in ruimte r als volgt:

Eq. 255 $$p_{light,rmr,ref} = \min\left[\frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot \frac{L_{rmr}}{100}; \frac{\phi_{fctf,ref}}{1000} \cdot L_{fctf,ref}^{0,2} \cdot \frac{\left(L_{rmr}\right)^{0,8}}{100}\right]$$ (kW/m²)

waarin:

$p_{light,rmr,ref}$	de referentiewaarde voor het specifieke vermogen voor verlichting in ruimte r, in kW/m²;
$\phi_{fctf,ref}$	de referentiewaarde voor het specifieke vermogen per 100 lx in functioneel deel f waartoe ruimte r behoort, ontleend aan Tabel [43], en W/m².100 lx;
$L_{fct\ f,ref}$	de referentiewaarde voor de verlichtingssterkte in functioneel deel f waartoe ruimte r behoort, ontleend aan Tabel [43], in lx;
$L_{rm\ r}$	een dimensieloze hulpvariabele voor ruimte r, zoals bepaald in § 9.2.1 of in § 9.3.1, (-).

Tabel [43] : Waarden voor de parameters $\phi_{fctf,ref}$ en $L_{fct\ f,ref}$ per functie

Functies		$\phi_{fctf,ref}$ **(W/m²100 lx)**	$L_{fctf,ref}$ **(lx)**
Bewoning		3,50	200
Kantoor		2,40	500
Onderwijs		2,40	500
Gezondheidszorg	Nachtelijke bezetting ja	3,75	300
	Nachtelijke bezetting nee	3,75	300
	Operatieblok	3,50	1000
Samenkomst	Hoog gebruik	3,50	200
	Laag gebruik	3,50	200
	Cafetaria / Eetzaal	3,50	200
Keuken		2,40	500
Handel / Diensten		3,60	500
Sportinstallaties	Sporthal / Gymnasium	3,50	300
	Fitness / Dans	3,00	300
	Sauna / Zwembad	3,00	300
Technische lokalen		2,50	200
Gemeenschappelijk		2,50	300
Overig		2,50	200
Niet gekend		3,00	200

C.5 Referentiewaarde voor het primaire energieverbruik

C.5.1 Referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik

Bepaal de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid als volgt:

Eq. 256

$$E_{charannprimencons,ref} = \sum_{m=1}^{12} \begin{pmatrix} E_{p,heat,m,ref} + E_{p,cool,m,ref} + E_{p,water,m,ref} \\ + E_{p,aux,m,ref} + E_{p,light,m,ref} \end{pmatrix} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ de referentiewaarde voor het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik, in MJ;

$E_{p,heat,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming, berekend volgens § C.5.2, in MJ;

$E_{p,cool,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimtekoeling, berekend volgens § C.5.2, in MJ;

$E_{p,water,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, berekend volgens § C.5.3, in MJ;
$E_{p,aux,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire elektriciteitsverbruik voor ventilatoren en pompen, berekend volgens § C.5.4, in MJ;
$E_{p,light,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, berekend volgens § C.5.5, in MJ.

C.5.2 Referentiewaarde voor het primaire energieverbruik voor ruimteverwarming, bevochtiging en ruimtekoeling

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor ruimteverwarming en ruimtekoeling als volgt:

Eq. 257

$$E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,net,j,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

en:

Eq. 258

$$E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad \text{(MJ)}$$

waarin:

$E_{p,heat,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimteverwarming van de EPN-eenheid, in MJ;
$Q_{heat,net,seci,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming (rekening houdend met tussentijdse temperatuuraanpassingen) van energiesector i, bepaald volgens § C.2.2, in MJ;
$Q_{hum,net,j,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j, bepaald volgens § C.2.9, in MJ;
$E_{p,cool,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor ruimtekoeling van de EPN-eenheid, in MJ;
$Q_{cool,net,seci,m,ref}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse netto-energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens § C.2.3, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i en over alle bevochtigingstoestellen j van de EPN-eenheid.

C.5.3 Referentiewaarde voor het primaire energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik van de EPN-eenheid voor de bereiding van warm tapwater als volgt:

$$E_{p,water,m,ref} = \sum_i 2,20 \times \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{r_{water,bath\ i,net} \times \eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} + \sum_j 3,00 \times \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{r_{water,sink\ j,net} \times \eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} + \sum_k 4,00 \times \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{r_{water,other\ k,net} \times \eta_{water,circ,other\ k,m,ref}}$$

Eq. 419 (MJ)

waarin:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, zoals bepaald in § 5.10, in MJ;
$r_{water,bath\ i,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i door warmteterugwinning uit de afloop, zoals bepaald in § 5.10, (-);
$\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}$	de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus voor bad of douche i, zoals bepaald in § C.2.10, (-);
$Q_{water,sink\ j,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j, zoals bepaald in § 5.10, in MJ;
$r_{water,sink\ j,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht j door warmteterugwinning uit de afloop, zoals bepaald in § 5.10, (-);
$\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}$	de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus voor keukenaanrecht j, zoals bepaald in § C.2.10, (-);
$Q_{water,other\ k,net,m}$	de maandelijkse netto-energiebehoefte voor warm tapwater van een ander tappunt k voor warm water, zoals bepaald in § 5.10, in MJ;
$r_{water,other\ k,net}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar een ander tappunt k voor warm water door warmteterugwinning uit de afloop, zoals bepaald in § 5.10, (-);
$\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}$	de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus voor een ander tappunt k voor warm water, zoals bepaald in § C.2.10, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle douches en baden i, over alle keukenaanrechten j en over alle andere tappunten k voor warm water van de EPN-eenheid.

C.5.4 Referentiewaarde voor het primaire hulpenergieverbruik

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire hulpenergieverbruik, $E_{p,aux,m,ref}$, als volgt:

$$E_{p,aux,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(W_{fans,m,ref} + W_{aux,dis,m,ref} + W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m} \right)$$

Eq. 374 (MJ)

waarin:

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$W_{fans,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in de EPN-eenheid, bepaald volgens § C.3.1, in kWh;
$W_{aux,dis,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor distributie in de EPN-eenheid, bepaald volgens § C.3.2, in kWh;
$W_{throttle/fans,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik van de gaskleppen en/of ventilatoren voor de warmteopwekking van de beschouwde EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.5.2.2, in kWh;
$W_{electr,gen,m}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor de elektronica van de beschouwde EPN-eenheid, bepaald volgens § 8.5.2.4, in kWh.

C.5.5 Referentiewaarde voor het primaire energieverbruik voor verlichting

Bepaal de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting als volgt:

Eq. 261 $$E_{p,light,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m,ref}$$ (MJ)

waarin:

$E_{p,light,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijkse primaire energieverbruik voor verlichting, in MJ;
f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in bijlage F van bijlage A.1 bij dit besluit, (-);
$W_{light,m,ref}$	het maandelijkse elektriciteitsverbruik voor verlichting in de EPN-eenheid, bepaald volgens § C.4, in kWh.

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 3 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Wijzigingen die moeten worden aangebracht in Bijlage B1 bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.

Art.1 Paragraaf 5.5. wordt vervangen door:

"5.5 Warmteweerstand van luchtlagen (luchtruimten) met dikte groter dan 300 mm

Luchtlagen met een dikte groter dan 300 mm worden beschouwd als een aangrenzende onverwarmde ruimte. Aangrenzende onverwarmde ruimten worden in het kader van de energieprestatieregelgeving behandeld zoals beschreven in bijlage A van bijlage A1 van het Besluit van 15 mei 2014. "

Art.2 Paragraaf 7.2.3 wordt vervangen door:

"7.2.3 Correctie voor mechanische bevestigingen die een isolatielaag doorboren

7.2.3.1 Numerieke berekening

Wanneer een isolatielaag doorboord wordt door mechanische bevestigingen (bv. spouwhaken, dakbevestigingen, ...), dan kan het effect van deze bevestigingen altijd nauwkeurig berekend worden door numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10211. Deze nauwkeurige rekenmethode moet steeds toegepast worden indien beide uiteinden van de mechanische bevestiging in thermisch contact zijn met metalen platen.

Figuur [4] : Verzonken mechanische bevestiging

7.2.3.2 Vereenvoudigde berekening

Zolang beide uiteinden van de mechanische bevestiging niet in thermisch contact zijn met metalen platen, kan de numerieke berekening in 2 specifieke gevallen vervangen worden door een vereenvoudigde berekening:

- Mechanische bevestigingen die de isolatielaag doorboren;
- Mechanische bevestigingen voor buitenisolatiesystemen van gevels.

Beide soorten mechanische bevestigingen kunnen ook samen voorkomen. In dat geval is de globale ΔU_f gelijk aan de som van beide correctietermen.

7.2.3.2.1 Mechanische bevestigingen die de isolatielaag doorboren

Wanneer mechanische bevestigingen de isolatielaag doorboren kan de hierna volgende benaderende rekenmethode toegepast worden, waarbij het effect van de mechanische bevestigingen bepaald wordt door de correctieterm ΔU_f die als volgt berekend wordt:

$$\Delta U_f = \alpha . \frac{\lambda_f . A_f . n_f}{d_1} . \left[\frac{R_1}{R_{T,h}} \right]^2$$

Eq. 12 W/(m².K)

waarin:

d_1	de lengte van de bevestiging, in m, als volgt bepaald: - bij bevestigingen die de isolatielaag volledig doorboren (onder rechte of schuine hoek) is de lengte gelijk aan de dikte van de isolatielaag (d_{ins}): $d_1 = d_{ins}$, - bij verzonken bevestigingen is de lengte gelijk aan het gedeelte van de bevestiging dat de isolatielaag doorboort (zie Figuur [4]) ;
λ_f	de warmtegeleidbaarheid van de mechanische bevestiging, in W/(m.K), (zie NOTA);
n_f	aantal mechanische bevestigingen per m², in m^{-2};
A_f	doorsnede van 1 mechanische bevestiging, in m²;
λ_{ins}	de warmtegeleidbaarheid van de isolatielaag, in W/(m.K);
α	(-) is een correctiecoëfficiënt als volgt bepaald: - $\alpha = 0,8$ indien de mechanische bevestiging de isolatielaag volledig doorboort; - $\alpha = 0,8 . d_1/d_{ins}$ indien de bevestiging verzonken is in de isolatielaag (zie Figuur [4]) ;
R_1	warmteweerstand (van het deel) van de isolatielaag die door de mechanische bevestiging doorboord wordt ($R_1 = d_1/\lambda_{ins}$), in m².K/W;
$R_{T,h}$	totale warmteweerstand van het bouwelement, zonder rekening te houden met enige koudebrugwerking, in m².K/W, berekend volgens § 6.1.

NOTA De correctieterm ΔU_f dient in het geval van spouwhaken niet toegepast te worden voor de volgende gevallen:
- spouwhaken in ongeïsoleerde spouwen;
- spouwhaken waarvan de warmtegeleidbaarheid (λ_f) kleiner is dan 1 W/(m.K) (bv. kunststof).

<u>Waarden bij ontstentenis voor spouwhaken</u>:

Voor spouwhaken is het altijd toegelaten volgende waarden bij ontstentenis te gebruiken:

- aantal spouwhaken per m²: $n_f = 5\ m^{-2}$;
- sectie van een spouwhaak: $A_f = 1,3.10^{-5}$ m² (Æ 4 mm);
- warmtegeleidbaarheid van het spouwhaakmateriaal: $\lambda_f = 50$ W/(m.K) (staal);
- lengte van de spouwhaak gelijk aan de dikte van de isolatielaag: $d_1 = d_{ins}$.

7.2.3.2.2 Mechanische bevestigingen voor buitenisolatiesystemen van gevels

In het geval van mechanische bevestigingen voor buitengevelisolatiesystemen van gevels, op voorwaarde dat voldaan is aan de hieronder beschreven randvoorwaarden, kan het effect van deze mechanische bevestigingen vereenvoudigd bepaald worden door de correctieterm ΔU_f die als volgt berekend wordt:

$$\Delta U_f = \frac{\Psi}{E} + n_f X$$

Eq. 121 W/(m².K)

waarin:

ψ	de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt van het draagprofiel, zoals bepaald door tabel [10], W/(m.K);
E	de hart op hart afstand van de draagprofielen, m;
n_f	het aantal mechanische bevestigingen per m², (m^{-2});
ψ	de puntwarmtedoorgangscoëfficiënt, zoals bepaald in tabel [11], W/K.

Indien de hart op hart afstand E niet gekend is, is het altijd toegelaten de waarde bij ontstentenis van 0,3m te gebruiken. Indien het aantal mechanische bevestigingen per m² niet gekend is, is het altijd toegelaten de waarde bij ontstentenis van 11 te gebruiken.

Deze waarden bij ontstentenis mogen enkel gebruikt worden bij buitengevelsystemen die vallen onder één van onderstaande type-oplossingen.

Tabel [10]: Waarden bij ontstentenis voor ψ (W/(m.K))

	Typeoplossing 1: winkelhaak met T-profiel				**Typeoplossing 2: winkelhaak met houten draaglatten**			
	Alu winkelhaak		**RVS winkelhaak**		**Alu winkelhaak**		**RVS winkelhaak**	
Isolatiedikte	**draagmuur (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,002	0,005	0,001	0,003	0,016	0,024	0,015	0,022
100 mm	0,001	0,004	0,001	0,002	0,013	0,019	0,012	0,017
150 mm	0,001	0,003	0,001	0,002	0,010	0,015	0,010	0,014
200 mm	0,001	0,002	0,001	0,001	0,008	0,011	0,007	0,010
250 mm	0,000	0,001	0,000	0,001	0,005	0,008	0,005	0,007
300 mm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,002	0,003

Tabel [11]: waarden bij ontstentenis voor χ (W/K)

	Typeoplossing 1: winkelhaak met T-profiel				**Typeoplossing 2: winkelhaak met houten draaglatten**			
	Aluminium winkelhaak		**RVS winkelhaak**		**Aluminium winkelhaak**		**RVS winkelhaak**	
Isolatiedikte	**draagmuur (W/m.K)**							
	≤ 0,3	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**	**≤ 0,3**	**> 0,3**
50 mm	0,101	0,281	0,059	0,158	0,058	0,085	0,054	0,076
100 mm	0,093	0,259	0,054	0,145	0,055	0,08	0,051	0,072
150 mm	0,085	0,235	0,049	0,132	0,052	0,076	0,048	0,068
200 mm	0,077	0,212	0,044	0,119	0,049	0,072	0,046	0,065
250 mm	0,069	0,192	0,040	0,108	0,045	0,066	0,042	0,059
300 mm	0,062	0,171	0,036	0,096	0,041	0,061	0,039	0,055

In bovenstaande tabellen mag de isolatiedikte geïnterpoleerd worden.

Randvoorwaarden voor het gebruik van de waarden bij ontstentenis voor psi en chi

- Algemeen:
  - Draagmuur:
    - Dikte van 140 tot 300 mm;
    - l-waarde tussen 0,12 en 2,50 W/(m.K);
    - Homogeen (geen skeletopbouw);
  - Isolatie:
    - Dikte van 50 tot 300 mm;
    - l-waarde tussen 0,01 en 0,05 W/(m.K);
  - Schroef:
    - Diepte maximaal 100 mm;
    - Diameter maximaal 12 mm;
    - l-waarde maximaal 50 W/(m.K).

Figuur [52]: Afmetingen van de winkelhaak

- Winkelhaak:
  - Dikte maximaal 3 mm;
  - Hoogte maximaal 150 mm;
  - l-waarde maximaal 160 W/m.K voor aluminium of 17 W/m.K voor austenitisch RVS;
  - Volledig bedekt door isolatie.

- Typeoplossing 1:
  - Winkelhaak:
    - Breedte maximaal 40 mm;
  - Draagprofiel:
    - l-waarde maximaal 160 W/(m.K);
    - Breedte maximaal 3 mm;
    - Breedte maximaal 150 mm;
    - Diepte maximaal 52 mm.

Beeld [53]: Afmetingen van een draagprofiel

- Typeoplossing 2:
  - Winkelhaak:
    - Breedte maximaal 50 mm;
    - Overlap met draagprofiel maximaal 40mm;
  - Draaglat:
    - l-waarde maximaal 0,2 W/(m.K);
    - Breedte maximaal 60 mm;
    - Breedte maximaal 100 mm;
  - Houtschroeven:
    - l-waarde maximaal 50 W/(m.K);
    - Diameter maximaal 12 mm."

Art. 3 In paragraaf 8.2, na het lid dat begint met "Indien de functies van raamprofiel..." en eindigt met "... als een ventilatierooster beschouwd.", wordt het volgende lid ingevoegd:

"NOTA Indien U_w of U_D als eindresultaat gepresenteerd worden, dan moeten ze afgerond worden tot minstens 2 beduidende cijfers (een afronding tot meer is dus toegestaan). Hetzelfde geldt voor het presenteren van U-waarden van profielen U_f, vulpanelen U_p en ventilatieroosters U_r en voor de waarden voor Ψ_g en Ψ_p. De U-waarden van beglazingen U_g moet afgerond worden tot minstens 1 cijfer na de komma. "

Art. 4 In tabel A14a wordt het lid:

" *(3) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, pluimen, schapenwol, ..."*

vervangen door:

" (3) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, pluimen, schapenwol, ... Strobalen vallen niet onder deze categorie, maar worden behandeld in Tabel A.14b. "

Art. 5 In tabel A14b wordt het lid:

" *(4) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, riet, kurkkorrels, pluimen, schapenwol, ..."*

vervangen door:

" *(4) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, riet, kurkkorrels, pluimen, schapenwol, ... Strobalen vallen altijd in deze categorie."*

Art.6 Paragraaf D.1 wordt vervangen door:

"D.1 Houten raamprofielen

De waarde bij ontstentenis voor de warmtedoorgangscoëfficient U_f van een houten raamprofiel wordt berekend met de volgende formules, in functie van het houttype:

- voor type 1 (λ_U = 0,18 W/(m.K)):

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000402.(d_f)^2 - 0{,}0188.d_f + 3{,}23$ W/(m².K)

- voor type 2 (λ_U = 0,16 W/(m.K)):

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000383.(d_f)^2 - 0{,}0178.d_f + 3{,}04$ W/(m².K)

- voor type 3 (λ_U = 0,13 W/(m.K)):

Eq. XXX $U_f = 0{,}0000366.(d_f)^2 - 0{,}0166.d_f + 2{,}77$ W/(m².K)

waarin:

d_f de raamprofieldikte, bepaald als de gemiddelde dikte van de samenstellende raamprofielen (vast kader en vleugel), zoals getoond in Figuur [33], in mm.

Deze formules zijn enkel geldig voor raamprofieldiktes groter dan of gelijk aan 30 mm en kleiner dan of gelijk aan 170 mm. Als de raamprofieldikte niet gekend is, wordt bij ontstentenis verondersteld dat d_f = 50 mm.

Om te bepalen tot welk houttype een bepaalde houtsoort behoort, wordt Tabel D.4 gebruikt. Als de houtsoort niet gekend is, wordt verondersteld dat ze van type 1 is.

Figuur [33] : Definitie van de dikte d_f van de verschillende houtprofielen

Tabel D.4: Houttypes

Type 1 λ_U = 0,18 W/(m.K)	Type 2 λ_U = 0,16 W/(m.K)	Type 3 λ_U = 0,13 W/(m.K)
Afzelia	Sapelli	Mahonie-Afrikaans
Calophyllum	Sipo	Larix
Blauwe gomboom	Tasmanian oak	Witte spar
Eucalyptus	Mengkulang	Light White Seraya
Merbau	Niangon	Grove den
Heavy White Seraya	Iroko	Oregon pine/Europese Douglas
Pometia Pinnata	Ocotea Rubra	Light Red Meranti
Eik	Dark Red Meranti	Mahonie-Amerikaans
Robinia	Teak	Idigbo
Loofhout niet elders vermeld in de tabel	Makoré	Hemlock
		Naaldhout niet elders vermeld in de tabel

"

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 4 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Bijlage C2 bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen

VENTILATIEVOORZIENINGEN IN WOONGEBOUWEN
Bepalingsmethode en vereisten
(Bijlage VHR)

1 Eisen

1.1. Ventilatiesystemen in woongebouwen moeten voldoen aan de norm NBN D 50-001, behalve voor de volgende punten:

1. Voor alle debieten geldt altijd de waarde uitgedrukt in m³/u. Het minimale vereiste debiet in een ruimte of lokaal, uitgedrukt in m³/u, moet worden afgerond op een hele eenheid;

2. In Tabel 1 van de norm NBN D 50-001 wordt de zin "*Men moet de 10 l/s en per persoon (36 m3/h persoon) niet overschrijden*." vervangen door "*Het nominale debiet mag beperkt worden tot 20 l/s (72 m3/h)*".

3. In Tabel 1 van NBN D50-001 wordt de ruimteaanduiding "woonkamer" vervangen door de aanduiding "woonkamer + analoge ruimten" en wordt de ruimteaanduiding "slaapkamer, studeerkamer of speelkamer" vervangen door de aanduiding "slaapkamer, studeerkamer, speelkamer + analoge ruimten";

4. In bijlage AII-1.2 2) van de norm NBN D 50-001 dient voor daken met een helling groter dan 23° volgende bepaling toegevoegd te worden: "In elk geval moet de hoogte van de uitmonding boven het dak minstens 0,5 m bedragen.";

5. De toevoerlucht kan worden genomen in aangrenzende, onverwarmde ruimten, zoals een serre, een onverwarmde zolder,..., onder volgende voorwaarden:
   - indien bij systemen A of C regelbare toevoeropeningen worden voorzien die in contact zijn met een aangrenzende, onverwarmde ruimte (zoals gedefinieerd in bijlage V), dient (dienen) tussen de betrokken aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving een (of meerdere) regelbare toevoeropening (en) te worden voorzien die bij 2 Pa het nominaal debiet realiseert (realiseren).
   - indien bij systemen B of D een luchttoevoer wordt voorzien waarbij de lucht wordt aangezogen vanuit een aangrenzende, onverwarmde ruimte (zoals gedefinieerd in bijlage V), dient (dienen) tussen de betrokken onverwarmde ruimte en de buitenomgeving een (of meerdere) regelbare toevoeropening(en) te worden voorzien die bij 10 Pa het nominaal debiet realiseert (realiseren)..

6. In uitbreiding van paragraaf 4.2 van de norm NBN D 50-001 mogen regelbare toevoeropeningen ook worden geplaatst in een dak met een helling die groter is dan 30°.
   - als er zich geen verticaal gevelelement met een effectieve hoogte van minstens 2 meter in een ruimte bevindt;
   - waar dergelijke gevelelementen toch aanwezig zijn, maar waar het plaatsen van een regelbare toevoeropening in deze gevelelementen in strijd zou zijn met andere door de overheid gestelde eisen.

7. Als in een bestaande ruimte moet voldaan worden aan de luchttoevoereisen, is het minimaal geëiste ontwerptoevoerdebiet gelijk aan het debiet voor de ruimte, bepaald volgens tabel 1 van de norm NBN D50-001.. Het minimaal geëiste toevoerdebiet mag echter beperkt worden tot 45 m3/h per lopende meter venster dat in de ruimte vervangen of toegevoegd wordt;

8.

In uitbreiding van § 4.3.1.2 b) van de norm NBN D 50-001, en tenzij er zich in deze ruimte een toestel bevindt met een open verbrandingskamer aangesloten op een rookkanaal mogen de regelbare toevoeropeningen die zich bevinden in een ruimte die voorzien is van een mechanische afvoer, gedimensioneerd worden bij een drukverschil van 10 Pa. In dit geval wordt uitgegaan van een zelfreguleringsklasse P3, zoals vermeld in tabel 18 van bijlage A1 bij dit besluit, voor deze toevoeropening;

9.

In uitbreiding van § 4.3.1.3 b) van de norm NBN D 50-001 mogen de regelbare afvoeropeningen die zich bevinden in een ruimte die voorzien is van een mechanische toevoer, gedimensioneerd worden bij een drukverschil van 10 Pa;

10.

De spleten onder de binnendeuren mogen als doorstroomopeningen worden beschouwd voor zover de kleinste afmeting van de spleet ten minste 5 mm bedraagt. De spleethoogte wordt gemeten vanaf het niveau van de afgewerkte vloer. . Als de vloerafwerking niet bekend is, wordt voor de vloerafwerking een dikte van 10 mm genomen. Men moet rekening houden met een debiet van 0,36 m3/h per cm2 spleet, voor een drukverschil van 2 Pa.

11. Voor kelders en zolders binnen het beschermd volume mogen de voorschriften van § 5.7 van de norm NBN D 50-001 niet gevolgd worden. Voor deze kelders en zolders moet bepaald worden welk ander ruimtetype het best aansluit bij de beoogde functie.. De ventilatie-eisen (of -aanbevelingen) van dat ruimtetype zijn dan van toepassing;

12. Het debiet van elke regelbare toevoeropening, elke regelbare afvoeropening en elke doorstroomopening, zowel voor een drukverschil van 2 Pa als voor een drukverschil van 10 Pa, wordt uitgedrukt in m3/h en wordt afgerond op de eenheid.. Het debiet van elke mechanische toevoeropening en elke mechanische afvoeropening wordt uitgedrukt in m^3/u en moet worden afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal;

13. De afvoerlucht moet rechtstreeks naar buiten worden afgevoerd. Afvoeren naar aangrenzende, onverwarmde ruimten, zoals een onverwarmde zolder of kelder zijn niet toegelaten.

14. De minister kan nadere specificaties vastleggen voor de praktische toepassing van de ventilatie-eisen overeenkomstig punt 1.

1.2. De ventilatie-installatie van een residentieel gebouw moet zo worden ontworpen en gebouwd dat de mechanische toevoer- en/of afvoerdebieten overal gelijktijdig kunnen worden gerealiseerd. Het ontwerp waarbij bepaalde zones het minimaal geëiste ontwerpdebiet alleen kunnen bereiken als het debiet in andere zones wordt geregeld tot beneden het minimaal geëiste ontwerpdebiet, is niet toegestaan. Bij een meting op de nominale ventilatorstand moeten de minimaal geëiste debieten overal gelijktijdig gehaald worden. De minister kan bijkomende specificaties vastleggen voor de kwaliteit van het ventilatiesysteem en de meting die de overeenstemming tussen de geëiste en de gerealiseerde debieten aantoont.

1.3. Als ventilatiesystemen van een verschillend type (A, B, C, D) worden gecombineerd binnen de residentiële delen van dezelfde wooneenheid, wordt alleen het debiet van het preferent systeem in rekening gebracht voor het behalen van de minimaal vereiste debieten. Daarbij wordt het ventilatiesysteem dat het grootste aandeel van het minimaal vereiste debiet levert als het preferent systeem beschouwd.

1.4. In ruimten die nog niet afgewerkt zijn op het moment van de EPB-aangifte maar die ontworpen zijn om een van de functies beschreven in tabel 1 van NBN D50-001 te vervullen, moeten de minimaal vereiste ventilatiedebieten voor die functie gerealiseerd kunnen worden. . In afgewerkte ruimtes die ontworpen en gebouwd zijn om een van de functies beschreven in tabel 1 van NBN D50-001 te vervullen, maar die tijdelijk een ander gebruik hebben, moeten de minimaal vereiste ventilatiedebieten uit deze tabel gerealiseerd kunnen worden voor de functie waarvoor de ruimte ontworpen en gebouwd is.

2. Aanbevelingen

2.1. De volgende paragrafen van de norm NBN D 50-001 moeten beschouwd worden als aanbevelingen:
- § 4.3.2.3.
- § 4.3.2.6.
- § 4.3.3 1), 4), 5) en 6) ;
- § 5;
- § 6;
- bijlage II, met uitzondering van AII-2. 1);

2.2. Aanvullend wordt in het kader van de regelgeving gesteld dat de aanbevelingen van § 5.7 enkel bedoeld zijn voor kelders en zolders buiten het beschermd volume.

2.3. Om het binnendringen van hinderlijk gedierte via een regelbare toevoeropening in de mate van het mogelijke tegen te gaan, is het aanbevolen ervoor te zorgen dat volgende voorwerpen niet doorheen de regelbare toevoeropening kunnen passeren, hetzij van binnen naar buiten, hetzij omgekeerd:
- een metalen bolletje met een diameter van 4 mm;
- een metalen schijfje met een diameter van 10 mm en een dikte van 3 mm.

Dit geldt voor elke open stand.

2.4. Om regendoorslag via een regelbare toevoeropening in de mate van het mogelijke tegen te gaan, is het aanbevolen ervoor te zorgen dat er geen waterpenetratie mogelijk is tot en met een drukverschil van 150 Pa in de stand “Gesloten” en tot en met een drukverschil van 20 Pa in de stand “Volledig open”. Voor vensters die specifiek als regelbare toevoeropening ontworpen zijn, wordt met de stand “Volledig open” de maximale openingspositie voor ventilatie bedoeld (en niet de maximale openingspositie van het venster);

2.5. De bepaling van de waterdichtheid van de toevoeropeningen gebeurt volgens de norm NBN EN 13141-1. Daarbij zijn de volgende voorschriften van toepassing:
- De regelbare toevoeropening moet overeenkomstig leveranciersvoorschriften in een plaat geïnstalleerd worden die de dikte heeft van de drager waarop de regelbare toevoeropening bij toepassing geplaatst zal worden.

  Bijvoorbeeld:
  - een plaat met een dikte van 20mm in geval van beglazing;
  - een plaat met een dikte van 60mm in geval van een kader van een venster;
  - een plaat met een dikte van 300mm in geval van een muur.;

  De dikte van de plaat zal in het verslag vermeld worden;
- Conform NBN EN 13141-1 worden de proeven uitgevoerd volgens de norm NBN EN 1027. De weerhouden proefmethode is de methode 1A;
- Voor regelbare toevoeropeningen met variabele afmetingen moet de test op een proefstuk uitgevoerd worden waarvan de dagmaat van de (elke) variabele afmeting 1m bedraagt. Indien de maximaal voorkomende afmeting kleiner is dan 1 meter, dient de test op een proefstuk met de maximale afmeting uitgevoerd te worden. De dagmaat van een regelbare toevoeropening is de totaalmaat van de regelbare toevoeropening minus de inbouwflensmaat. Al deze maten worden beschouwd langs de binnenzijde (zie figuur “voorbeeld van dagmaat van een toevoeropening” in bijlage C3 van dit besluit);

2.6. Om comfortproblemen in de mate van het mogelijke te voorkomen, wordt aanbevolen dat de onderzijde van regelbare toevoeropeningen geplaatst wordt op een hoogte van minstens 1,80 m boven het niveau van de afgewerkte vloer.

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 5 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

"Bijlage C3 bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.

VENTILATIEVOORZIENINGEN IN NIET-RESIDENTIËLE GEBOUWEN
Bepalingsmethode en eisen
(Bijlage HVNR)

1 Onderwerp

Deze bijlage legt minimale eisen op aan het ontwerp en de realisatie van ventilatiesystemen om in niet-residentiële gebouwen, bestemd voor menselijk gebruik, een gezonde en aangename luchtkwaliteit te bekomen.

Deze bepalingsmethode behandelt niet het gebruik van deze ventilatiesystemen en waarborgt evenmin dat de gewenste luchtkwaliteit altijd en op alle plaatsen wordt bereikt.

2 Toepassingsdomein

Deze bijlage is van toepassing op niet-residentiële gebouwen of gedeelten hiervan, bestemd voor menselijk gebruik.

De ventilatie van speciale ruimten (zie § 6.4) valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage.

3 Normreferenties

Deze bijlage verwijst meermaals naar bepalingen uit andere publicaties die hieronder worden opgesomd:

1. NBN EN 12792:2003 Ventilatie van gebouwen - Symbolen en terminologie
2. NBN EN 12599:2000 Ventilatie van gebouwen - Beproevingsprocedures en meetmethoden voor de oplevering van geïnstalleerde ventilatie- en luchtbehandelingssystemen
3. NBN EN 13779:2004 Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en kamerbehandelingssystemen
4. NBN EN 13141-1:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 1: Binnen en buiten gemonteerde luchtroosters
5. NBN EN 13141-2:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 2: Toe- en afvoerroosters
6. NBN EN 1027:2000 Ramen en deuren - Waterdichtheid - Beproevingsmethode
7. NBN EN 13829:2001 Thermische eigenschappen van gebouwen - Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen - Overdrukmethode

Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing.

4 Definities

In deze bijlage zijn de definities van de norm NBN EN 12792 van toepassing, evenals de volgende.

- **Ontwerpdebiet:** het ventilatiedebiet waarvoor het ventilatiesysteem is ontworpen.
- **Ruimte bestemd voor menselijke bewoning**: ruimte die bedoeld is voor langdurig verblijf van mensen (bijvoorbeeld kantoorruimtes, vergaderzalen, lokettenzaal, onthaal, enz.).
- **Ruimte die niet bedoeld is voor menselijke bewoning:** ruimte die bedoeld is voor mensen om slechts voor een relatief korte tijd in te verblijven bij normaal gebruik (bijv. verkeersruimten zoals gangen, trappenhuizen, enz.; toiletten; archieven; opslagruimten; garages, enz.) Als er een werkpost is voorzien in een ruimte (bijvoorbeeld een bureau voor een werknemer in een archiefruimte), dan valt de ruimte niet onder deze categorie.
- **Dagmaat van een toevoeropening:** totale afmeting van de toevoeropening min de afmeting van de flens die moet worden ingebouwd, gemeten aan de kant die naar de binnenomgeving is gericht.

Figuur [1]: voorbeeld van een dagmaat van een toevoeropening

Vue de l'intérieur avec :
a, a' = dimension du rebord à encastrer (mesuré du côté de l'environnement intérieur)
b, b' = dimension de l'embout
c = dimension du profil
d = dimension totale de la bouche d'alimentation

- **Toegangssluis:** ruimte tussen de buitenomgeving en een gang of ontvangsthal, zonder toegang tot een andere ruimte dan deze gang of ontvangsthal, die dient als bufferruimte tussen de binnen- en buitenomgeving. Als zo'n ruimte expliciet is ontworpen als werkruimte of is uitgerust met zitplaatsen, kan het niet langer worden beschouwd als een toegangsluis.

De volgende definities zijn rechtstreeks overgenomen uit de norm NBN EN 12792.

- **Toevoerlucht (supply air) :** luchtstroom die de te behandelen ruimte binnenkomt of lucht die het systeem binnenkomt na een behandeling.
- **Binnenlucht (indoor air) :** lucht in de kamer of in de te behandelen ruimte.
- **Menglucht (mixed air):** lucht die twee of meer luchtstromen bevat.
- **Buitenlucht (outdoor air):** lucht die in het systeem of door openingen van buiten binnenkomt, vóór enige luchtbehandeling.
- **Herbruikte lucht (recirculation air):** Afvoerlucht die naar een luchtbehandelingskast wordt teruggevoerd.
- **Afgevoerde lucht (exhaust air) :** lucht die in de atmosfeer wordt geloosd.
- **Afvoerlucht (extract air):** lucht die de te behandelen ruimte verlaat.
- **Doorstroomlucht (transferred air):** Binnenlucht die van de ene te behandelen ruimte naar de andere te behandelen ruimte stroomt.
- **Luchtopening (Air terminal device):** component van een installatie die ontworpen is om een bepaalde luchtstroming aan de in- of uitgang van een te behandelen ruimte te bekomen. Luchtopeningen kunnen tot de volgende categorieën behoren:
  - **automatische**: Toestellen met beweegbare delen die interactief reageren op een verandering van plaatselijke omstandigheden zoals temperatuur, vochtigheid, CO2-concentratie, drukverschil, luchtdebiet, enz. ;
  - **vaste**: Toestellen zonder regelbaar deel.

- **manuele**: Toestellen met beweegbare delen die door de gebruiker manueel kunnen worden geregeld.

- **Toevoeropening (supply air terminal device)**: luchtopening waarlangs lucht in de te behandelen ruimte binnendringt. Het is ontworpen om vooraf bepaalde comfortcondities in de leefzone te garanderen, in termen van temperatuur, luchtsnelheid, vochtigheid en geluid.
- **Afvoeropening (extract air terminal device):**: luchtopening waarlangs lucht de te behandelen ruimte verlaat.
- **Ventilatiecomponent (component of ventilation):** Eenvoudig functioneel element dat deel uitmaakt van een ventilatie-installatie.
- **Binnen gemonteerde luchtroosters (internally mounted air transfer device) :** een rooster die is ontworpen om lucht door te laten tussen twee binnenruimtes.
- **Te behandelen ruimte (treated space):** ruimte die wordt bediend door een distributiesysteem.
- **Infiltratie (infiltration):** Ongecontroleerde doorgang van lucht in een ruimte via lekken in de schil van die ruimte.
- **Ventilatie-installatie (ventilation installation):** geheel van alle componenten die vereist zijn voor de ventilatie.
- **Ventilatiesysteem (ventilation system):** combinatie van de ventilatie-installatie en het gebouw zelf.
- **Ventilatie (ventilation):** gewilde toe- en afvoer van lucht naar en uit een te behandelen ruimte.
- **Hybride ventilatie (hybrid ventilation):** ventilatie waarin de natuurlijke ventilatie gedurende een bepaalde tijd kan worden ondersteund of vervangen door de mechanische ventilatie..
- **Mechanische ventilatie (mechanical ventilation):** ventilatie met behulp van gemotoriseerde componenten die de lucht in beweging brengen.
- **Mechanische toe- en afvoerventilatie (fan assisted balanced ventilation):** ventilatie die gebruik maakt van gemotoriseerde componenten om zowel de toegevoerde als de afgevoerde lucht in beweging te brengen om zo een bepaalde debiet/drukverhouding te bereiken.
- **Mechanische afvoerventilatie (fan assisted exhaust ventilation):** ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de afvoerlucht in beweging te brengen.
- **Mechanische toevoerventilatie (fan assisted supply air ventilation):** ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de toevoerlucht in beweging te brengen.
- **Natuurlijke ventilatie (natural ventilation):** ventilatie via lekgaten (infiltratie) en openingen (ventilatie) in het gebouw ten gevolge van drukverschillen en zonder hulp van mechanische apparaten die de lucht in beweging brengen.

5 Symbolen en eenheden

In deze bijlage zijn de symbolen en eenheden van de norm NBN EN 12792 van toepassing.

6 Uitdrukking van de eisen

6.1 Uitdrukking van de eisen

De uitdrukking van de eisen aan ventilatiesystemen is beschreven in de norm NBN EN 13779, met inbegrip van bijlage A.

6.2 Uitdrukking van aanvullende eisen

De uitdrukking van bepaalde aanvullende eisen alsook de bepaling van de eventueel daarmee verbonden prestaties worden hieronder beschreven.

6.2.1 Drukvoorwaarde

De drukvoorwaarde in een gebouw of gedeelte van een gebouw ten gevolge van het debietverschil tussen de luchttoevoer en de luchtafvoer wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$PC = sign(q_{v,supply} - q_{v,extract}) \times \left(\frac{abs(q_{v,supply} - q_{v,extract})}{\dot{V}_{50}} \right)^{\frac{1}{0,65}} \times 50$$

Eq. 1 (-)

met:

$q_{v,supply}$ luchttoevoerdebiet in m³/h ;

$q_{v,supply}$ luchtafvoerdebiet in m³/h ;

$\dot{V}_{50}$ lekdebiet bij 50 Pa van het gebouw of van een deel van het gebouw zoals gedefinieerd door de norm NBN EN 13829, in m³/h.

6.2.2 Ventilatie van toiletruimten

Het ontwerpdebiet van toiletruimten wordt bepaald volgens het aantal wc's (inclusief urinoirs). Is het aantal wc's niet gekend, dan wordt het ontwerpdebiet van de toiletten bepaald op basis van hun vloeroppervlakte.

6.3 Ventilatie van speciale ruimten

De ventilatie van speciale ruimten valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage. Onder speciale ruimten worden hier ruimten verstaan met (een risico op) speciale verontreinigingen waarvoor andere (specifieke en/of meer stringente) eisen qua ventilatie gelden.

De volgende ruimten moeten zeker als speciale ruimten worden beschouwd:

- garages met een oppervlakte (berekend op grond van de binnenafmetingen) van meer dan 40 m² ;
- stookplaatsen en verwarmingsruimtes;;
- brandstofopslagruimten ;
- gasmeterruimten;
- ruimten voor drukreduceerinrichtingen van aardgas;
- liftkokers en liftkooien en machinekamers;
- huisvuilkokers en verzamelruimte voor huisvuil;
- bepaalde laboratoria (medisch, biologisch, ...);
- ruimtes waarin generatoren staan.

Naast de ruimten met (een risico op) speciale verontreiniging mogen onderstaande ruimten eveneens beschouwd worden als speciale ruimte:

- koelruimten ;
- inkomsassen;
- technische kokers
- hoog- en laagspanningscabines (ALSB, UPS, transformatoren, ...) ;
- technische ruimten voor luchtbehandelingsgroepen
- technische ruimten voor luchtbehandelingsgroepen
- trappen ;
- Opslagruimtes met een oppervlakte van minder dan 2 m² ;
- server- en racklokalen;

- lokalen met watertanks;
- laad- en losruimten in industriële gebouwen.

7 Minimale prestatieniveaus en bepaling van de prestaties van ventilatiesystemen

In deze paragraaf worden de minimaal te bereiken prestaties opgesomd.

7.1 Kwaliteit van de binnenlucht

Bij de dimensionering van ventilatiesystemen mag het ontwerpdebiet niet kleiner zijn dan het minimum debiet overeenkomend met binnenluchtklasse IDA3. Hierbij is de waarde uitgedrukt in m^3/u van toepassing. Het minimale ontwerpdebiet in een ruimte, uitgedrukt in m^3/u, moet worden afgerond op een hele eenheid;

7.2 Ventilatiedebieten

Het ontwerpdebiet van een ruimte moet zowel bij de afvoer als bij de toevoer gerealiseerd kunnen worden.

-
-

Wanneer in een bestaande ruimte moet worden voldaan aan ventilatie-eisen met betrekking tot de luchttoevoer, is het minimale ontwerpdebiet gelijk aan het debiet dat voor deze ruimte is vastgesteld in § 7.2.1 of § 7.2.2, al naar gelang het geval. Het minimaal ontwerptoevoerdebiet mag echter beperkt worden tot 45 m3/h per lopende meter venster dat in de ruimte vervangen of toegevoegd wordt;

7.2.1 In ruimten bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 11 (Rates of outdoor air per person) van de norm NBN EN 13779. Daarbij wordt in principe uitgegaan van de ontwerpbezetting zoals vastgelegd door het bouwteam.

Indien echter,

- de ontwerpbezetting voor een ruimte kleiner is dan de waarde bepaald op basis van onderstaande tabel,
- of het bouwteam zelf geen ontwerpbezetting vastlegt,

dan dient bij de bepaling van het minimum ontwerpdebiet de bezetting volgens onderstaande tabel aangehouden te worden. Bij de bepaling van de bezetting aan de hand van de tabel dient het berekende aantal personen op de eenheid naar boven afgerond te worden.

Bij het gebruik van tabel 11 van de norm NBN EN 13779 dient er te worden vanuit gegaan dat roken niet is toegestaan, tenzij uitdrukkelijk wordt opgegeven dat er mag gerookt worden.

De hoofdcategorieën in onderstaande tabel (vette druk) zijn slechts indicatief. Binnen 1 gebouw kunnen in principe alle typen van ruimten uit de tabel voorkomen.

Tabel 1: Te hanteren minimale waarden bij de bepaling van de bezetting nodig voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting (zie tekst)

Hoofdcategorieën (indicatief)	Soort ruimte	Vloeroppervlakte per persoon (m²/persoon)
Horeca	Restaurants, cafetaria, snelbuffet, kantine, bars, cocktailbars	1,5
	Keuken, kitchenette	10
Hotels, motels, vakantiecentra	Slaapkamers in hotels, motels, vakantiecentra, enz.	10
	Slaapzalen in vakantiecentra	5
	Lobby, inkomhal	2
	Vergaderzaal, ontmoetingsruimte, polyvalente zaal	2
Kantoorgebouwen	Bureau	15
	Ontvangstruimten, receptie, vergaderzalen	3,5
	Hoofdingang	10
Publieke ruimten	Vertrekhal, wachtzaal	1
	Bibliotheek, mediatheek	10
Publieke verzamelplaatsen	Religieus gebouw, regeringsgebouwen, gerechtszalen, musea en galerijen	2,5
Detailhandel	Verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra)	7
	Winkelcentrum	2,5
	Kapsalon, schoonheidssalon	4
	Winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20
	Supermarkt, grootwarenhuis, dierenspeciaalzaak	10
	Wasserettes, wassalon	5
Sport en ontspanning	Sporthal, sportterrein/speelterrein, turnzaal	3,5
	Garderobe (waar mensen werken)	2
	Toeschouwerruimte, tribunes	1
	Discotheek / dansgelegenheden	1
	Sportclub: aerobicruimten, fitnessruimte, bowlingclub	10
	Zwembad, sauna, wellness	2
	Bioscoop, concertzaal	1

Hoofdcategorieën (indicatief)	Soort ruimte	Vloeroppervlakte per persoon (m²/persoon)
Werkruimten	Fotostudio, donkere kamer, ...	10
	Apotheek (bereidingsruimte)	10
	Lokettenzaal in banken/kluizenzaal voor publiek	20
	Kopieerruimte/ruimte voor printers	10
	Computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25
Onderwijsinstellingen	Leslokalen	4
	Cursus workshop, cursus laboratorium	4
	Auditorium	2
	Lerarenkamer	4
	Kinderdagverblijven, kinderopvang, speelkamer	4
	Polyvalente zaal	1
Gezondheidszorg	Ziekenzaal	10
	Behandeling- en onderzoekskamers	5
	Operatie- en verloskamers, ontwaakzaal en intensieve zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	5
Correctionele instellingen	Cel, dagverblijf	4
	Bewakingspost	7
	Inschrijving / registratie / wachtruimte	2
Overige ruimten	Overige ruimten	15
	Opslagruimte van een magazijn	100

De Minister kan in nadere specificaties de te hanteren waarden bij de bepaling van de bezetting die nodig zijn voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet vastleggen voor de ruimtes die in tabel 1 vallen onder "overige ruimten".

7.2.2 In ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 12 van de norm NBN EN 13779.

Het minimale ontwerpdebiet in toiletten bedraagt echter 25 mü.h-1 per wc (met inbegrip van de urinoirs) of 15 mü.h-1 per m vloeroppervlakte indien het aantal wc's niet gekend is op het ogenblik van de dimensionering van het ventilatiesysteem. In doucheruimten en badkamers bedraagt het minimum ontwerpdebiet 5 m³/u per m² vloeroppervlakte, met een minimum van 50 m³/u per ruimte.

7.3 Luchtkwaliteit van toevoerdebieten

Het minimum ontwerptoevoerdebiet moet gerealiseerd worden met buitenlucht. Alle bijkomende debieten mogen gerealiseerd worden met buitenlucht, herbruikte lucht of doorstroomlucht.

Bij hergebruik van afvoerlucht dient voldaan te worden aan elk van de richtlijnen gegeven in bijlage A.6 van de norm NBN EN 13779.

In afwijking van beide voorgaande eisen kan in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting het ontwerptoevoerdebiet volledig worden gerealiseerd met afvoerlucht uit andere ruimten van de kwaliteit ETA 1 of ETA 2.

De bijdrage van afvoerlucht uit andere ruimten van kwaliteit ETA 1 of ETA 2, in het ontwerpdebiet van een ruimte hangt af van het ontwerpdebiet van de ruimte(n) waaruit deze lucht betrokken wordt. De som van de ontwerpdebieten vanuit een ruimte naar andere ruimten, kan niet groter zijn dan het eigen ontwerpdebiet van die ruimte.

7.4 Regeling van de luchtkwaliteit

De mechanische ventilatiesystemen voorzien van een regelsysteem van het type IDA-C1 en van het type IDA-C2 zijn niet toegelaten.

De regelsystemen gebaseerd op de luchttemperatuur die toelaten het ventilatiedebiet onder het minimum ontwerpdebiet te verlagen zijn niet toegelaten.

7.5 Drukvoorwaarden in de ruimten of gebouwen

De drukvoorwaarde (PC) die in het gebouw wordt veroorzaakt door het onevenwicht tussen de luchttoevoerdebieten (qv,supply) en de luchtafvoerdebieten (qv,extract) mag niet kleiner zijn dan -5 Pa of groter zijn dan 10 Pa (de berekening moet gebeuren met een lekdebietwaarde bij 50 Pa (V50) gelijk aan V m³ h-1 - waarbij V het volume (berekend op basis van de buitenafmetingen, in m³) van het gebouw of van het beschouwde deel van het gebouw is).

Aan deze drukvoorwaarden moet worden voldaan in elke ventilatiezone, ongeacht het type ventilatiesysteem (mechanisch of natuurlijk).

7.6 Dimensionering van de natuurlijke luchtopeningen en de doorstroomopeningen

De toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa. De toevoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische afvoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa, tenzij een toestel met open verbrandingsruimte, dat aangesloten is op een afvoerkanaal, zich in deze ruimte bevindt.

De afvoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de afvoeropeningen van een mechanisch toevoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa.. De afvoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische toevoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa.

De doorstroomopeningen worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 10 Pa indien minstens 1 van de 2 ruimten die ze bedienen voorzien is van een mechanisch ventilatiesysteem. In alle andere gevallen wordt dit maximum herleid tot 2 Pa.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen, van de toevoeropeningen voor mechanische afvoerventilatiesystemen en van de doorstroomopeningen volgens de norm NBN EN 13141-1.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen, van de toevoeropeningen voor mechanische afvoerventilatiesystemen en van de doorstroomopeningen volgens de norm NBN EN 13141-2.

Het debiet van elke toevoeropening van een natuurlijk ventilatiesysteem, van elke toevoeropening voor mechanische afvoerventilatiesystemen, van elke afvoeropening van een natuurlijk ventilatie systeem, van elke afvoeropening van een mechanisch toevoerventilatiesysteem en van elke doorstroomopening, ongeacht of deze wordt opgegeven voor een drukverschil van 2 Pa of 10 Pa, wordt uitgedrukt in m³/u en moet worden afgerond op een hele eenheid.

7.7 Regelbaarheid van de luchtopeningen

De doorstroomopeningen moeten vast (niet-regelbaar) zijn.

De toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen en de afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische toevoerventilatiesystemen moeten manueel of automatisch regelbaar zijn. Ze moeten in voldoende tussenstanden kunnen worden afgesteld tussen de standen "Gesloten" en "Volledig open". Die afstelling kan hetzij continu gebeuren, hetzij via ten minste 3 tussenstanden tussen de standen " Gesloten " en " Volledig open ".

7.8 Afvoer voor natuurlijke ventilatie

De afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie zijn verbonden met een afvoerkanaal dat uitmondt boven het dak. De afvoerkanalen moeten zo veel als mogelijk een verticaal tracé hebben. Afwijkingen van hoogstens 30° t.o.v. de verticaal worden toegelaten.

De afvoerkanalen en toebehoren worden gedimensioneerd voor een maximale luchtsnelheid van 1 m/s.

7.9 Aard van de doorstroomopeningen

De spleten onder de binnendeuren mogen als doorstroomopeningen worden beschouwd voor zover de kleinste afmeting van de spleet ten minste 5 mm bedraagt (de spleethoogte wordt gemeten vanaf het niveau van de afgewerkte vloer; indien de vloerafwerking niet gekend is, dan neemt men voor deze vloerafwerking een dikte aan van 10 mm). In dat geval moet men rekening houden met een debiet van:

- 0,36 m^3/uur per cm^2 spleet voor een drukverschil van 2 Pa;
- - 0,80 m^3/uur per cm^2 spleet voor een drukverschil van 10 Pa.

Een permanent geopende branddeur, uitgerust met een systeem dat de deur enkel sluit in geval van brand, mag aanzien worden als doorstroomopening. In dat geval moet men rekening houden met een debiet van:

- 0,36 m^3/uur per cm^2 spleet voor een drukverschil van 2 Pa;
- 0,80 m^3/uur per cm^2 spleet voor een drukverschil van 2 Pa;

7.10 Het binnendringen van hinderlijk gedierte via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen

Om het binnendringen van hinderlijk gedierte via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatie systeem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, mag het niet mogelijk zijn om volgende voorwerpen doorheen de toevoeropening te laten passeren, hetzij van binnen naar buiten, hetzij omgekeerd:

- een metalen bolletje met een diameter van 4 mm;
- een metalen schijfje met een diameter van 10 mm en een dikte van 3 mm.

Dit geldt voor elke open stand.

7.11 Waterpenetratie via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanisch afvoerventilatiesystemen

Om regendoorslag via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatiesysteem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, mag er geen waterpenetratie mogelijk zijn tot en met een drukverschil van 150 Pa in de stand " Gesloten " en tot en met een drukverschil van 20 Pa in de stand " Volledig open ".

Voor vensters die specifiek als toevoeropening ontworpen zijn, wordt met de stand " volledig open " de maximale openingspositie voor ventilatie bedoeld (en niet de maximale openingspositie van het venster).

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de waterdichtheid van de toevoeropeningen volgens de norm NBN EN 13141-1. Daarbij zijn de volgende voorschriften van toepassing:

- De toevoeropening moet overeenkomstig de leveranciersvoorschriften in een plaat geïnstalleerd worden die de dikte heeft van de drager waarop de toevoeropening bij toepassing geplaatst zal worden, bijvoorbeeld:
  - een plaat met een dikte van 20mm in geval van beglazing;
  - een plaat met een dikte van 60mm in geval van een kader van een venster;
  - een plaat met een dikte van 300mm in geval van een muur.;
- de dikte van de plaat zal in het verslag vermeld worden;
- conform NBN EN 13141-1 worden de proeven uitgevoerd volgens de norm NBN EN 1027. De weerhouden proefmethode is de methode 1A;
- voor toevoeropeningen met variabele afmetingen moet de test op een proefstuk uitgevoerd worden waarvan de dagmaat van de (elke) variabele afmeting 1m bedraagt. Indien de maximaal voorkomende afmeting kleiner is dan 1 meter, dient de test op een proefstuk met de maximale afmeting uitgevoerd te worden.

7.12 Luchtverspreiding in de gebruiksruimte

Om comfortproblemen in de mate van het mogelijke te voorkomen, moet de onderzijde van toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatiesysteem en van toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem geplaatst worden op een hoogte van minstens 1.80m boven het niveau van de afgewerkte vloer.

In afwijking van de voorgaande eis, mag de onderzijde van toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatiesysteem of van een mechanisch afvoerventilatiesysteem geplaatst worden op een hoogte lager dan 1.80m boven het niveau van de afgewerkte vloer, mits een testrapport over de luchtverspreiding in de woonzone, opgemaakt volgens de norm NBN EN 13141-1, paragraaf 4.5 (" Air diffusion in the occupied zone "), beschikbaar is. Conform aan paragraaf 4.5 en aan tabel 5 van de norm NBN EN 13141-1, wordt de bepaling van de luchtverspreiding in de gebruiksruimte uitgevoerd voor de combinatie delta theta = 0K en deltap = 10Pa.

7.13 Bepaling van de prestaties van geïnstalleerde mechanische ventilatiesystemen

De prestaties van geïnstalleerde mechanische ventilatiesystemen worden bepaald volgens de norm NBN EN 12599.

Het debiet van elke mechanische toevoeropening en elke mechanische afvoeropening wordt uitgedrukt in m^3/u en moet worden afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal.

7.14 Bijkomende specificaties met betrekking tot de kwaliteit van het ventilatiesysteem en de meting van de mechanische debieten

De Minister kan bijkomende specificaties vastleggen met betrekking tot de kwaliteit van het ventilatiesysteem en de meting die de overeenstemming tussen de geëiste en de mechanisch gerealiseerde debieten aantoont.

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 6 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Wijzigingen die moeten worden aangebracht in bijlage D bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen

Art.1. Paragraaf 11.3.4.2.4 wordt vervangen door :

"11.3.4.2.4 EcoDesign-Richtlijn : in aanmerking nemen van het rendement

In het kader van de evaluatie van het rendement voor de productie van sanitair warm water wordt het rendement uit de EcoDesign-richtlijn "ηwh" gebruikt in de berekening beschreven in § 11.3.3, rekening houdend met:

Vgl. 260 Als de energiedrager geen elektriciteit is:

$\eta_{gen,water} = \eta_{wh} / 100$;

als de energiedrager elektriciteit is:

$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) . CC$ (-)

met:

η_{wh}: de energie-efficiëntie voor het verwarmen van water, uitgedrukt ten opzichte van de calorische bovenwaarde, in %, bepaald zoals uitgelegd in § 11.3.4.2.3a) of § 11.3.4.2.3b);

CC : de omrekeningscoëfficiënt [voor elektriciteit], zoals gedefinieerd in de bovengenoemde Verordeningen, (-), gelijk aan 2,50. "

Art.2. In paragraaf 12.2 wordt vergelijking 140 vervangen door :

" **Eq. 140** $f_{as,water,bathi,m} = f_{as,water,sin\,ki,m} = \min\left(0.999,\ \eta_{as,water,m} \cdot f_{d,as} \cdot Q_{as,m}/Q_{demand,as,water,m}\right)$ "

Art.3. Paragraaf 14.2. wordt vervangen door :

"14.2 Maandelijkse elektriciteitsproductie

De maandelijkse elektriciteitsproductie van een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i, in kWh, wordt berekend volgens Vgl. 158, tenzij een gunstigere waarde kan worden bepaald op basis van regels die door de bevoegde instanties zijn vastgelegd. [Op 01/01/2014 bestaan deze regels niet, zodat Vgl. 158 moet worden toegepast.]

Vgl. 158 $$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600}$$ [kWh]

Met:

$P_{pv,i}$ het piekvermogen van het fotovoltaïsch systeem i bij een bezonningsstroom van 1000 W/m², in W, bepaald volgens NBN EN 60904-1,

$RF_{pv,i}$ de reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem, zonder eenheid, bepaald zoals hieronder vermeld,

$c_{pv,i}$ de correctiefactor voor beschaduwing, berekend zoals hieronder vermeld;

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maande, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald zoals hieronder vermeld.

De bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing door vaste obstakels wordt berekend volgens Bijlage G (waarin het woord "raam" moet worden vervangen door het woord "fotovoltaïsch zonne-energiesysteem"). In deze bijlage wordt een vereenvoudigde rekenmethode en een standaard rekenmethode beschreven.

De correctiefactor voor de beschaduwing, $c_{pv,i}$, wordt als volgt bepaald:

Vgl. 258

$$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right) \quad (-)$$

Met:

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maande, rekening houdend met de beschaduwing door vaste obstakels, in MJ/m², wordt bepaald volgens deze bijlage;

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maande, waarbij enkel rekening wordt gehouden met de beschaduwing van de horizon, in MJ/m², wordt bepaald volgens deze bijlage. De andere obstakels (overstekken en gelijkwaardige schermen) worden niet in aanmerking genomen bij de berekening.

(Als er buiten de horizon geen andere obstakels zijn die voor beschaduwing zorgen, $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,i} = 1$, en dan is er geen productievermindering).

Voor de certificering is steeds de vereenvoudigde rekenmethode van toepassing voor het berekenen van de bezonning van een fotovoltaïsch zonnesysteem, zoadat $C_{pv,i} = 1$.

De reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem wordt bepaald als volgt:

Vgl. 262

$$RF_{pv,i} = 0{,}78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i} \quad (-)$$

met:

$G_{tech,pv,i}$ de prestatiewinst door de keuze voor dunnefilm fotovoltaïsche technologie, (-), weergegeven in

Tabel [**113**];

$G_{TL,pv,i}$ de prestatiewinst gebonden aan de afwezigheid van een galvanische scheidingstransformator in de omvormer, (-), getoond in

Tabel [**113**];

$G_{inst,pv,i}$ de prestatiewinst gebonden aan een installatiemethode die niet is geïntegreerd in de gebouwwand, (-), weergegeven in

Tabel [**113**].

Tabel [113] : Waarden van de parameters die in aanmerking worden genomen bij de berekening van de reductiefactor van het fotovoltaïsche zonne-energiesysteem $RF_{pv,i}$

Parameters	Eigenschappen	Waarde (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Mono- of polykristallijne technologieën	0,00
	Dunne-filmtechnologieën	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Omvormer met galvanische scheidingstransformator (**)	0,00
	Omvormer zonder galvanische scheidingstransformator (**)	0,01
$G_{inst,pv,i}$	Fotovoltaïsche zonnepanelen geïntegreerd in de gevel van het gebouw	0,00
	Fotovoltaïsche zonnepanelen die niet geïntegreerd zijn in de gevel van het gebouw	0,01
(*) Het type technologie dat wordt gebruikt, staat vermeld op het gegevensblad van de module. (**) Transformaterless (zonder transformator) "TL" wordt meestal aangegeven in het gegevensblad van de omvormer (onder "Topologie").		

"

Art.4. Paragraaf U.2.3 van bijlage U wordt vervangen door :

« **U.2.3 U-waarden van muren die rechtstreeks in contact staan met de bodem**

Voor muren die in contact staan met de bodem wordt de U-waarde als volgt bepaald:

Vgl. 243 $d_w = 2.(R_{si} + R + R_{se})$ [m]

Vgl. 244 Wanneer $d_w \geq d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0.5.d_t}{d_t+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

Wanneer $d_w < d_t$: $U = \frac{4}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5\ d_w}{d_w+z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ [W/(m².K)]

Met:

d_w de totale equivalente dikte van de muur, in m ;

d_w de totale equivalente dikte van de muur, in m ;

R_{si} de thermische weerstand van de oppervlaktewisseling aan binnenzijde, in m².K/W, gegeven in tabel 88;

R de thermische weerstand van het bouwelement is, in m².K/W ;

R_{si} de thermische weerstand van de oppervlaktewisseling aan buitenzijde, in m².K/W, gegeven in tabel 88;

z de gemiddelde diepte onder vloerniveau van de muur in contact met de bodem, in m, afgerond op een veelvoud van 0,5 m (met een maximum van 10 m). Wanneer z = 0 m, dan wordt de berekening uitgevoerd met z = 0,01 m.

Voor de certificering wordt de totale equivalente dikte d_w van de vloer bij afspraak vastgelegd op 1,16.

OPMERKING: De waarde d_t = 1,16 is gebaseerd op het referentiedocument voor verliezen door transmissie, met de volgende hypotheses: λ_{sol} = 2 W/mK, dikte van ingegraven muren = 30 cm, thermische weerstand van de vloerplaat = 0,22 m².K/W.

Voor de certificering wordt de thermischeweerstand van de constructie R bepaald volgens § **Error! Reference source not found.**. "

Art.5. In paragraaf U.3.1 van bijlage U, in A.1.1.11, wordt de zin "• wanneer het gebouw elektrisch wordt of werd verwarmd" tussen "... De waarde van $R_{isolant\ 1}$ wordt bepaald volgens de hieronder weergegeven tabel in de volgende gevallen: ..." en "... • wanneer het gaat om een gebouw dat in of na 1985 is gebouwd en dat sinds de bouw als appartement werd toegewezen" vervangen door :

" • wanneer het gebouw ontworpen werd om elektrisch te worden verwarmd, "

Art.6. De waarden voor de berekening van de omrekenfactoren in tabel 109 van bijlage X worden vervangen door :

« **Tabel 109 : Berekeningswaarden voor comrekenfactoren f_p, $f_{l/h}$ en f_{CO2} (alleen ter informatie)**

Energiebron/brandstof	**Bron**	**f_p**	**$f_{l/h}$**	**f_{CO2} [kg/MJ]**
Aardgas	(1)	1,0	0,90	0.056
Mazout = dieselolie	(1)	1,0	0,94	0.073
Propaan/butaan/LPG	(1)	1,0	0,92	0.062
Steenkool	(1)	1,0	0,96	0.093
Hout	(1)	1,0	0,93	0
Pellets	(2)	1,0	0,91	0
Andere biomassa	(2)	1,0	0,93	0
Elektriciteit	(1)	2,5	1:00 (3)	0.179
Zelfgeproduceerde elektriciteit (fotovoltaïsch)	(1)	2,5	1:00 (3)	0.179
Zelfgeproduceerde elektriciteit (warmtekrachtkoppeling)	(1)	2,5	1:00 (3)	0.179
Andere brandstoffen		Vast te stellen volgens de regels van de bevoegde autoriteiten.		

"

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Bijlage 7 bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen met het oog op de integratie van minimumvereisten voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen

Wijzigingen die moeten worden aangebracht in Bijlage E bij het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 ter uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen.

"5. Tekort in geval van niet-naleving van de EPB-eisen op het gebied van hernieuwbare energie

5.1 Jaarlijks percentage hernieuwbare energie beoordeeld voor één enkele EPB-eenheid

Indien bij een controle blijkt dat de in de definitieve EPB-aangifte of ter plaatse vastgestelde waarde van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie, %HE, voor één of meerdere EPB-eenheden lager is dan de opgelegde minimumwaarde, wordt het tekort op het gebied van hernieuwbare energie, voor de betrokken EPB-eenheid, uitgedrukt in MJ/jaar, als volgt bepaald:

$$\Delta = \left(\frac{\%_{\mathrm{RE,exigence}}}{100}\right) \cdot Q_{\mathrm{tot\ th,constatation}} - Q_{\mathrm{RE\ th,constatation}} \qquad \text{(MJ/an)}$$

waarin:

$\%_{\mathrm{HE,\ eis}}$ de door de EPB-regelgeving opgelegde minimumwaarde voor het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van de EPB-eenheid, (-);

$Q_{\mathrm{tot\ th,\ vaststelling}}$ de bij controle vastgestelde waarde voor de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte energie binnen de EPB-eenheid, in MJ/jaar;

$Q_{\mathrm{HE\ th,\ vaststelling}}$ de bij controle vastgestelde waarde voor de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte energie binnen de EPB-eenheid, in MJ/jaar.

5.2 Jaarlijks percentage hernieuwbare energie beoordeeld voor een beschermd volume dat meerdere EPB-eenheden bevat

Indien bij een controle blijkt dat de in de definitieve EPB-aangifte of ter plaatse vastgestelde waarde van het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie, $\%_{\mathrm{HE}}$, voor één of meerdere beschermde volumes lager is dan de opgelegde minimumwaarde, wordt het tekort op het gebied van hernieuwbare energie, voor het betrokken beschermde volume, uitgedrukt in MJ/jaar, als volgt bepaald:

$$\Delta_{\mathrm{VP}} = \left(\frac{\%_{\mathrm{RE,exigence}}}{100}\right) \cdot \sum_{\mathrm{i}} Q_{\mathrm{tot\ th,constatation,i}} - \sum_{\mathrm{i}} Q_{\mathrm{RE\ th,constatation,i}} \qquad \text{(MJ/an)}$$

waarin:

$\%_{\mathrm{HE,\ eis}}$ de door de EPB-regelgeving opgelegde minimumwaarde voor het jaarlijkse percentage hernieuwbare energie van het beschermde volume, (-);

$Q_{\mathrm{tot\ th,\ vaststelling}}$ de bij controle vastgestelde waarde voor de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte energie binnen de i-EPB-eenheid, in MJ/jaar;

$Q_{\mathrm{HE\ th,\ vaststelling}}$ de bij controle vastgestelde waarde voor de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte energie binnen de i-EPB-eenheid, in MJ/jaar.

De som moet worden gemaakt over alle EPW-eenheden en alle EPN-eenheden van het beschermde volume. "

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse Regering van 5 juni 2025 tot wijziging van het besluit van de Waalse Regering van 15 mei 2014 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energieprestaties van gebouwen, teneinde minimumeisen op te nemen voor energie uit hernieuwbare bronnen in gebouwen.

Namen, 5 juni 2025.

Voor de Regering:

De Minister-president en Minister van Begroting, Financiën, Onderzoek en Dierenwelzijn,
A. DOLIMONT

De Minister van Energie, Lucht-Klimaatplan, Huisvesting en Luchthavens,
C. NEVEN

Moniteur belge, chaussée d'Anvers 53, 1000 Bruxelles. – Belgisch Staatsblad, Antwerpsesteenweg 53, 1000 Brussel.
Directeur : Eva Kuijken