

Auteurs

Michiel van Bruggen (De Energiemanager), Björn Jansen, (THB Rensa BV), expertgroep klimaattechniek van TVVL

Nieuwe ISSO publicaties warmteverliesberekening

De bepaling van het juiste vermogen van een verwarmingsinstallatie is essentieel bij het ontwerp van de gebouwinstallaties. De warmte-opwekker moet voldoende vermogen hebben om bij lage buitentemperatuur het gebouw op temperatuur te krijgen, maar heeft bij voorkeur ook geen grote overmaat aan vermogen zodat een kosteneffectieve keuze gemaakt kan worden voor de warmte-opwekker. Om het vermogen van verwarmingsinstallaties voor gebouwen te kunnen bepalen wordt een warmteverliesberekening uitgevoerd. De berekeningsmethode is beschreven in drie ISSO publicaties: ISSO publicatie 51 voor woningen en woongebouwen, ISSO publicatie 53 voor utiliteitsgebouwen met vertrekhoogte tot 4 meter en ISSO publicatie 57 voor utiliteitsgebouwen met vertrekhoogte meer dan 4 meter. Deze drie publicaties zijn nu herzien in verband met vernieuwde Europese richtlijnen.

Gebouwen worden beter geïsoleerd, er worden nieuwe slimme ventilatiesystemen toegepast en de luchtdichtheid is verbeterd. Bij duurzame verwarmingsoplossingen zoals de warmtepomp is een juiste bepaling van het benodigde verwarmingsvermogen van groter belang dan bij de traditionele c.v. ketel. Het thermisch vermogen van de warmtepomp wordt zodanig gekozen dat deze onder de ontwerpcondities net de benodigde warmte kan leveren. Zo zorg je er voor dat de het werkpunt van de warmtepomp goed gekozen kan worden, wat de rendabele exploitatie bevordert. Om het gebouw te verwarmen worden afgiftesystemen met lage temperaturen gebruikt. Bij deze afgiftesystemen zijn grotere oppervlaktes nodig dan bij de systemen met hoge temperaturen. Dit heeft consequenties voor de ruimtelijke of bouwkundige inpassing van de warmte-afgiftesystemen. Met een goede warmteverliesberekening kan het benodigde vermogen per vertrek worden bepaald en een juiste keuze gemaakt worden met betrekking

tot de (oppervlakte van) warmteafgiftesystemen. Gezien deze ontwikkelingen is de Europese warmteverliesnorm EN12381-1 aangepast. De nieuwe ISSO publicaties zijn nu in lijn gebracht met deze Europese norm. Er zijn drie nieuwe ISSO publicaties die betrekking hebben op de warmteverliesberekening: ISS 51 voor woningen, ISSO 53 voor utiliteit en ISSO 57 voor hoge ruimten.

Wijzigingen

Er zijn vele verbeteringen aangebracht in de berekeningswijze, de meest in het oog springende veranderingen ten opzichte van de vorige versie zijn:

- De ontwerp binnentemperaturen zijn aangepast;
- de ontwerp buitentemperatuur wordt gecorrigeerd voor de tijdconstante (op basis van thermische opslagcapaciteit) van het gebouw;
- de opwarmtoeslag is alleen gebaseerd op gebruiksoppervlak;
- bij utiliteit worden andere waarden aangehouden voor de infiltratie;
- de (forfaitaire) toeslag van de lineaire koudebruggen is variabel;
- De vertrekhoogte in ISSO 57 is gewijzigd van 5 meter naar 4 meter.

Methode

De methode voor de warmteverliesberekening is gebaseerd op NEN-EN 12831, Verwarmingssystemen in gebouwen - Methode voor de berekening van de ontwerp warmtebelasting, waarvan in 2017 een nieuwe versie is uitgekomen. In grote lijnen is de berekeningswijze onveranderd gebleven. Desondanks kunnen de aanpassingen een forse impact hebben op de resultaten.

De methode bestaat uit de volgende onderdelen

1. Bepalen van de ontwerp- buiten en ontwerp binnentemperaturen
2. Bepalen van de ontwerp temperaturen van aangrenzende woningen op basis van een zekerheidsklasse.
3. Bepalen van verliezen door transmissie, waarbij de toeslag voor thermische bruggen kan variëren tussen 0 en 0,1 W/m².K
4. Bepalen van warmteverliezen door buitenluchttoetreding.
5. Bepalen van de opwarmtoeslag.
6. Bepaal de gelijktijdig optredende systeemverliezen.

Figuur 1: Nieuwe uitgaven van ISSO publicaties warmte-verliesberekening.



Ontwerp binnen- en buitentemperatuur

Voor de binnentemperatuur in een woning wordt in ISSO 51 voor woningen aanbevolen bij goed geïsoleerde woningen ($R_c \geq 3,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) een ontwerp binnentemperatuur van 22°C aan te houden. De aanleiding voor de aanpassing van de ontwerp binnentemperaturen was dat een berekening van de PMV (predicted mean vote) bij de oude waarde (20°C in een verblijfsgebied) liet zien dat deze temperatuur overwegend als te koel zou worden ervaren. Ook bij andere ruimtes zoals toilet en verkeersruimtes is de ontwerp binnentemperatuur verhoogd van 15°C naar 18°C .

De ontwerp buitentemperatuur is -10°C , maar deze kan gecorrigeerd worden op basis van de tijdconstante van het gebouw. De tijdconstante $[\tau \text{ in h}]$ is de effectieve warmte-opslagcapaciteit van het gebouw (C_{eff} in Wh/K) gedeeld door het specifieke warmteverlies van het gebouw (H in W/K). De temperatuurcorrectie door de tijdconstante is dan $0,016 \cdot \tau - 0,8 \text{ [K]}$. De temperatuurcorrectie door de tijdconstante is minimaal 0°C en maximaal 4°C . Het maximale effect van deze correctie is dus een vermindering van circa 13% op het ontwerpvermogen. Voor

industriegebouwen (ISSO 57) wordt deze correctie niet toegepast.

Zekerheidsklasse

Voor rijtjeswoningen of appartementengebouwen wordt een zekerheidsklasse voor de aangrenzende woning gehanteerd naar de aangrenzende woning. Als een aangrenzende woning niet gebruikt wordt kan de binnentemperatuur daar laag zijn. Dit heeft gevolgen voor het warmteverlies vanuit de woning. De zekerheidsklasse varieert in vier categorieën van de maximale zekerheid, klasse A, waarbij er altijd voldoende verwarmingsvermogen is bij leegstand of afwezigheid van de aangrenzende woningen tot minimale zekerheid, klasse D, waarbij er vanuit gegaan wordt dat de aangrenzende woningen hetzelfde temperatuurniveau hebben als de beschouwde woning. Deze zekerheidsklasse heeft een forse invloed op het te realiseren verwarmingsvermogen. Bij een goed geïsoleerde rijtjeswoning neemt het te realiseren verwarmingsvermogen met circa 30% toe als er vanuit wordt gegaan dat bij één van de aanliggende woningen een binnentemperatuur aanwezig is van 10°C . De woning kan minder gevoelig voor de zekerheidsklasse gemaakt worden door de muren naar de aangrenzende woning te isoleren.

Transmissie

De transmissieberekening wordt uitgevoerd op basis van de U-waarden van de gebouwschil, waarbij de U-waarde bepaald is volgens NEN 1068. Voor thermische bruggen is er een toeslag op de U-waarde van de constructie. Deze toeslag

	toeslag ΔU_{18} [W/m ² .K]
Toeslag is reeds verrekend in de U-waarde (bepaald volgens NEN1068)	0
Nieuw gebouw met goede isolatie en speciale bouwkundige voorzieningen om thermische bruggen te beperken/voorkomen	0,02
Nieuw gebouw	0,05
Gebouw met isolatie aan de binnenzijde en isolatie doorbroken door plafonds	0,15
Overige situaties	0,1

Tabel 1: Toeslag op de warmtedoorgangscoefficiënt in verband met thermische bruggen.

kan een forse invloed hebben op het totale verwarmingsvermogen. De te hanteren toeslagen zijn in tabel 1 weergegeven.

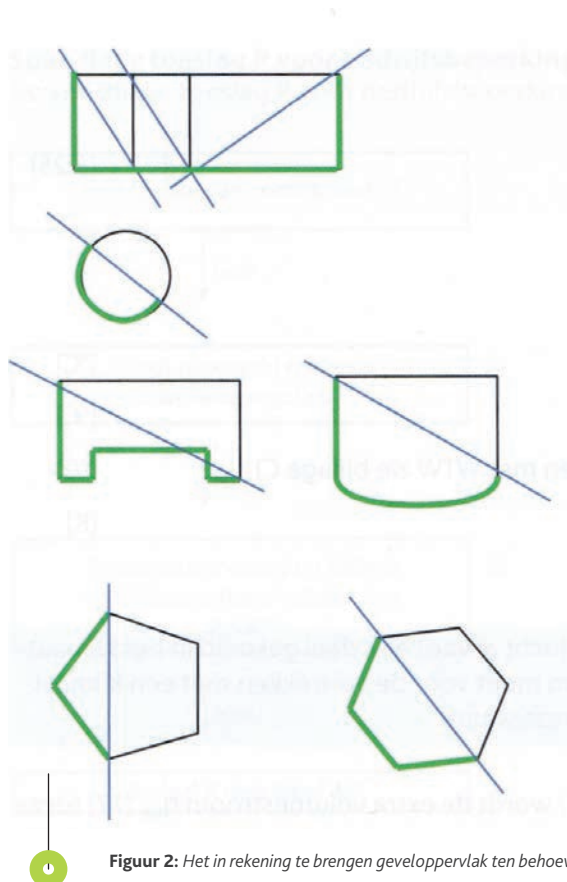
Het warmteverlies door verwarmde vlakken, zoals vloer- of wandverwarming worden niet meegenomen bij de transmissieberekening. Bij de berekening wordt er van uitgegaan dat dit systeemverliezen van het verwarmingssysteem zijn. Bij de berekende waarde van het benodigde verwarmingsvermogen moeten dus nog de berekende systeemverliezen opgeteld worden. Dit komt in de ISSO publicaties apart aan de orde.

Buitenluchttoetreding

De buitenluchttoetreding bestaat uit ventilatie en infiltratie. De buitenluchttoetreding voor ventilatie wordt bepaald door de ventilatie-eisen. Of het effect van warmteterugwinning meegenomen moet worden met de berekening van het warmteverlies hangt af van de wijze van vorstbeveiliging van de WTW. In sommige gevallen is de vorstbeveiliging gebaseerd op onbalans tussen ventilatietoever en ventilatieafvoer. Om dichtvriezen van de WTW te voorkomen regelt de WTW zichzelf zodanig in onbalans dat de unit niet bevriest. Er wordt dan meer lucht afgevoerd dan toegevoerd. Naast dat dit in zeer luchtdichte woningen voor een ongemakkelijke onderdruk in de woning zorgt,

betekent dit ook dat bij zeer lage temperaturen het rendement van de warmteterugwinning laag wordt. In dit geval mag het effect van de warmteterugwinning niet meegenomen worden bij de warmteverliesberekening. Als de WTW-unit met een aparte verwarmer is uitgerust ten behoeve van de vorstbeveiliging wordt voor de warmteverliesberekening uitgegaan van de uittrede temperatuur uit de WTW unit. Het benodigde vermogen voor deze verwarmer wordt dan dus ook niet betrokken in de warmteverliesberekening en wordt als aparte post meegenomen. Als ventilatielucht centraal wordt voorverwarmd wordt voor de temperatuur van de toegevoerde ventilatielucht de temperatuur na de voorverwarmer gebruikt. De warmte die nodig is om de ventilatielucht te verwarmen wordt niet betrokken in de warmteverliesberekening en wordt als een aparte post berekend. Infiltratie wordt vaak aangeduid met de $q_{v;10;kar}$ waarde. De $q_{v;10;kar}$ (in dm³/s.m²). Deze waarde is gerelateerd aan het vloeroppervlak Ag. Bij de warmteverliesberekening wordt de infiltratie gerelateerd aan het schiloppervlak. In de ISSO publicaties wordt hiervoor een omreken tabel gegeven.

Bij utiliteitsgebouwen zijn de waarden voor infiltratie herzien en is het in rekening te brengen geveloppervlak voor het bepalen van de



Figuur 2: Het in rekening te brengen geveloppervlak ten behoeve van infiltratie.

afkoeling °C		1		1,5		2		2,5		3	
zwaarte		licht	zwaar	licht	zwaar	licht	zwaar	licht	zwaar	licht	zwaar
opwarm-tijd [h]	0,5	14	18	22	27	29	35	37	44	44	53
	1	10	14	16	21	21	28	27	36	32	43
	2	7	11	10	17	13	22	17	28	21	33
	3	5	10	8	15	10	19	13	23	15	27
	4	4	9	6	13	8	17	11	21	13	25

Tabel 2: Specifieke toeslag voor bedrijfsbeperking voor woningen in W/m²

infiltratie duidelijker omschreven. Het in rekening te brengen geveloppervlak is bijvoorbeeld de helft van het totale geveloppervlak als een ruimte twee tegenover elkaar liggende gevelvlakken heeft.

Het aanpassen van de rekenregels voor de infiltratie bij utiliteitsgebouwen zorgt voor minder grote infiltratieverliezen dan in de voorgaande versie van de berekening.

Opwarmtoeslag

De opwarmtoeslag moet er voor zorgen dat er voldoende verwarmingsvermogen is om het gebouw op te warmen als na lage buitentemperaturen het gebouw is afgekoeld (nacht- of weekendverlaging). De opwarmtoeslag is afhankelijk van de opwarmtijd, de zwaarte van het gebouw en het aantal uren temperatuurverlaging. Bij utiliteit hoeft onder bepaalde voorwaarden de opwarmtoeslag niet in rekening te worden gebracht:

- Bij continubedrijf
- Als de verwarming geregeld wordt met een adaptieve regelaar
- Bij temperatuurverlaging tijdens bedrijfsbeperkingen minder dan 2,5°C is. De ISSO publicatie geeft een methode om de te verwachten afkoeling te berekenen.

Bij utiliteit kan, bij mechanische toevoer van ventilatielucht, de gegeven toeslag gecorrigeerd worden voor lagere ventilatieluchttoevoer buiten gebruiksuren.

Bij woningen is de opwarmtoeslag afhankelijk van de maximale afkoeling, de zwaarte van het

gebouw en de opwarmtijd. De te verwachten maximale afkoeling is afhankelijk van de schakeling van de woning met andere woningen. De specifieke toeslag voor bedrijfsbeperking voor woningen P [W/m²] is gegeven in tabel 2.

Gelijktijdig optredende systeemverliezen

Er zijn een aantal posten niet standaard in de warmteverliesberekening meegenomen waar wel rekening mee gehouden moet worden als het benodigde verwarmingsvermogen bepaald moet worden:

- Het naar beneden afgegeven vermogen van vloerverwarming naar kruipruimte of aangrenzend pand. Dit kan apart met ISSO 49 bepaald worden of er worden de volgende forfaitaire waarden aan gehouden:
 - 0,15 maal totale warmteverlies van het vertrek bij een geïsoleerde vloer ($R_c \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
 - 0,40 maal het totale warmteverlies van het vertrek.

Het afgegeven vermogen van wandverwarming of plafondverwarming naar buiten of een aangrenzend pand. Ook hiervoor kan ISSO 49 gebruikt worden of anders de volgende forfaitaire waarden:

- 0,20 maal totale warmteverlies van vertrek bij een geïsoleerde vloer ($R_c \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)
- 0,50 maal het totale warmteverlies van het vertrek.

Het extra warmteverlies door de vloer- wand of plafondverwarming kan dus nog een forse aandeel zijn in het totale warmteverlies.

Het vermogen nodig voor voorverwarmen van ventilatielucht of voor het vorstvrijhouden van de warmtewisselaar bij warmteterugwinning wordt apart berekend op basis van de buitentemperatuur, de binnentemperatuur en de luchtvolumestroom.

Rekenen met verstand

Vanwege de complexiteit van de berekening is de berekening nauwelijks handmatig uit te voeren. Zowel VABI als BINK hebben berekeningsmodules voor de warmteverliesberekening. Bij het invoeren van de benodigde gegevens is kennis van zaken echter essentieel. Ontwerpkeuzes kunnen een forse invloed hebben

zonder dat op het eerste gezicht helder is waarom de invloed zo groot is, en wat daar eventueel aan te doen is. Voorbeelden daarvan zijn:

De keuze van de zekerheidsklasse kan een groot effect op het berekende vermogen hebben.

Zo kan uit een berekening blijken dat voor een hoekwoning minder verwarmingsvermogen nodig is dan voor een tussenwoning omdat bij de tussenwoning warmteverliezen door de vaak slecht geïsoleerde muur meegerekend worden in verband met de zekerheidsklasse. Dit kan beïnvloed worden door de muren naar de aanliggende woningen beter te isoleren of een andere zekerheidsklasse te kiezen.

Afhankelijk van het type van de vorstbeveiliging van de ventilatie-warmteterugwinning wordt het effect van de warmteterugwinning meegeteld bij het berekenen van het warmtevermogen. Het kiezen van het juiste type warmteterugwinning kan een grote invloed hebben op het berekende warmtevermogen.

De transmissie door vloeren met vloerverwarming, wanden met wandverwarming of plafonds met plafondverwarming moet apart bepaald worden. Deze verliezen worden gezien als gelijktijdig optredende systeemverliezen. Als uitgegaan wordt van de forfaitaire waarden voor het bepalen van de warmteverliezen door deze systemen kan dit fors bijdragen aan het berekende verwarmingsvermogen.

“De keuze van de zekerheidsklasse kan een groot effect op het berekende vermogen hebben”

Ook voorverwarmde ventilatielucht wordt in de berekening gezien als een aparte post en wordt dus apart berekend. Het is makkelijk om dit over het hoofd te zien.

Bij ventilatie is de maximale capaciteit van de ventilatie-unit (indien al bekend) maatgevend. Dit kan minder zijn dan de totale berekende ventilatiehoeveelheid als het ventilatiesysteem geregeld wordt op basis van aanwezigheid of CO₂ concentratie.

Het effect van infiltratie kan erg groot zijn op het berekende verwarmingsvermogen. Bij woningen is de grootste waarde voor infiltratie een factor 19 groter dan de kleinste waarde voor infiltratie. Bij utiliteit is dat een factor 10.

Rekenvoorbeelden

Op basis van een aantal rekenvoorbeelden wordt inzichtelijk gemaakt wat het verschil is tussen de uitkomsten van de rekenmethode 2012 en de rekenmethode 2017. In onderstaande tabellen zijn de resultaten gegeven voor drie varianten van een woning.

Lichte woning

- Het transmissieverlies is lager doordat voor de forfaitaire toeslag voor thermische bruggen een lagere waarde aangehouden kon worden (0,05 W/m².K in plaats van 0,1 W/m².K).

		Tussenwoning Licht		Tussenwoning Zwaar		Passief huis niveau	
		2012	2017	2012	2017	2012	2017
Basisontwerptemperatuur	[°C]		-10		-10		-10
Tijdsconstante schil	[h]		51		413		280
Temperatuurcorectie	[°K]		0		4		3.5
Ontwerptemperatuur	[°C]	-10	-10	-10	-6	-10	-6.5
Forfaitaire toeslag koudebrug	[W/m ² .K]	0.1	0.05	0,1	0.05	0.1	0.02
Transmissie verlies	[W]	1780	1612	1914	1559	1536	1115
Ventilatieverlies	[W]	966	959	917	828	579	442
Opwarmtoeslag	[W]	220	1104	1202	1742	660	568
Aansluitvermogen	[W]	2966	3675	4033	4129	2775	2125
Exclusief opwarmtoeslag	[W]	2746	2571	2831	2387	2115	1557

Tabel 3

- De opwarmtoeslag is veel hoger. Bij de oude methode wordt de opwarmtoeslag bepaald aan de hand van het totale accumulerende oppervlak, dus ook van de verticale wanden. Bij houtskeletbouw hebben deze bijna geen massa en tellen deze derhalve niet mee. Bij de nieuwe methode is de opwarmtoeslag alleen gebaseerd op het vloeroppervlak. Hierbij is de categorie 'licht' aangehouden.
- Het totale verwarmingsvermogen is met de nieuwe methode hoger.

Zware woning

- Het transmissieverlies is lager doordat er nu vanwege de thermische traagheid van de schil met een hogere ontwerp-buitentemperatuur gerekend mag worden (-6°C in plaats van -10°C).
- De opwarmtoeslag is iets hoger.
- Het totale verwarmingsvermogen is met de nieuwe methode iets hoger.

Woning op passiefhuisniveau

- Het transmissieverlies is lager omdat, naast de hogere ontwerp-binnentemperatuur, er nu ook met een forfaitaire waarde van $0,02 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ voor thermische bruggen gerekend wordt in verband met de goede luchtdichtheid van een passiefhuis.
- De opwarmtoeslag is lager omdat bij goede isolatie gerekend mag worden met een temperatuur van 1°C voor nachtverlaging.
- Bij passiefhuis is vraaggestuurde ventilatie toegepast. De maximale capaciteit van de ventilatie-unit is lager dan de totale berekende verseluchtbehoefte. Door de goede WTW is dit verschil echter niet groot.
- Het totale verwarmingsvermogen is met de nieuwe methode een stuk lager.

		Kantoorgebouw	
		Totaal	
		2012	2017
Basisontwerptemperatuur	$^{\circ}\text{C}$	-10	-10
Temperatuurcorrectie tijdconstante	$^{\circ}\text{K}$		4
Ontwerptemperatuur	$^{\circ}\text{C}$	-10	-6
Forfaitaire koudebrug $[\text{W/m}^2\cdot\text{K}]$	$[\text{W/m}^2\cdot\text{K}]$	0.1	0.05
BVO	$[\text{m}^2]$	564.5	564.5
Warmteverlies naar buiten	$[\text{W}]$	40861	33456
Voorverwarming ventilatie	$[\text{W}]$	0	0
Infiltratie	$[\text{W}]$	24914	19000
Ventilatie	$[\text{W}]$	2378	2970
Toeslag voor bedrijfsbeperking	$[\text{W}]$	35655	28502
Aansluitvermogen	$[\text{W}]$	103809	83928
Excl Aanwarming	$[\text{W}]$	68154	55426

Tabel 4: In bovenstaande tabel zijn de berekeningsresultaten gegeven voor een kantoorgebouw.

Kantoor

- De transmissieverliezen zijn lager door een hogere ontwerp-buitentemperatuur en een lagere waarde voor de forfaitaire toeslag voor thermische bruggen.
- De verliezen door infiltratie zijn lager door de hogere ontwerp-buitentemperatuur.
- De verliezen door ventilatie zijn wat hoger door de hogere ontwerp-binnentemperaturen voor verkeersruimten.
- De opwarmtoeslag is lager. In de nieuwe methode wordt de opwarmtoeslag per m^2 vloeroppervlak bepaald en oude methode door het totaal accumulerend oppervlak. Hierdoor ontstaan er verschillen in de opwarmtoeslag. Voor een kantoorgebouw met veel massa is de opwarmtoeslag volgens de oude methode hoger.
- Het totale verwarmingsvermogen is een stuk lager.

Tot slot

De berekeningssoftware van VABI en BINK zijn beide inmiddels geactualiseerd. De berekeningen van de verschillende woningen en de daarbij horende opmerkingen en conclusies zijn opgesteld door VABI.