



Rapport 2017.030.R001
Vakantiewoning Barendonk

Energetische studie

Status: DEFINITIEF

Rapport

Nummer: 2017.030.R001
Versie: 001
Datum: 4 oktober 2017
Status: Definitief

Opdrachtgever

Bedrijf: Landgoed Barendonk
Contactpersoon: mevr. L. Hermanussen-Thijssen
Adres: Millseweg 13
5437 NB BEERS
E-mail: receptie@barendonk.nl
Telefoon: 0485 316 436

Uitgevoerd door

Bedrijf: BCD Advies
Contactpersoon: dhr. ir. J. (Jan) Geerts
Adres: Kerkstraat 6
5087 BP DIESSEN
E-mail: j.geerts@bcdadvies.nl
Telefoon: 06 365 537 21

Inhoudsopgave	Pagina
1. INLEIDING.....	4
2. UITGANGSPUNTEN.....	5
2.1 Gehanteerde tekeningen	5
2.2 Gebruik van de vakantiewoning	5
2.3 Bouwkundig	5
2.4 Ventilatie.....	8
3. RESULTATEN	10
3.1 Toelichting	10
3.2 Verdieping.....	11
3.3 Toetsing aan eisen.....	12
4. INSTALLATIES	14
4.1 Verwarming.....	14
4.2 Warm tapwater.....	15
4.3 Ventilatie.....	15
5. CONCLUSIE	16
 Bijlage 1: Luchtdichtheid	

1. Inleiding

In opdracht van Landgoed Barendonk heeft BCD Advies voor de nieuwbouw van een vakantiewoning op landgoed De Barendonk in Beers de energetische prestatie van het ontwerp doorgerekend.

Het doel van dit onderzoek is om een nauwkeurige energieprestatie van de gebouwschil vast te stellen, (gebruiks)risico's in kaart te brengen en een bijpassend voorstel voor een installatieconcept te geven.

2. Uitgangspunten

2.1 Gehanteerde tekeningen

De berekeningen zijn opgesteld op basis van:

- Vergunningstekening van Aelmans Bouwadvies BV met datum 30-6-2017.
- Detailtekeningen van Kleijn Houtbouw zoals ontvangen op 21-8-2017.

De vakantiewoning moet wat contouren, oppervlakten en raamvlakken gelijk zijn aan de bestaande vakantiewoning die gesloopt zal worden.

2.2 Gebruik van de vakantiewoning

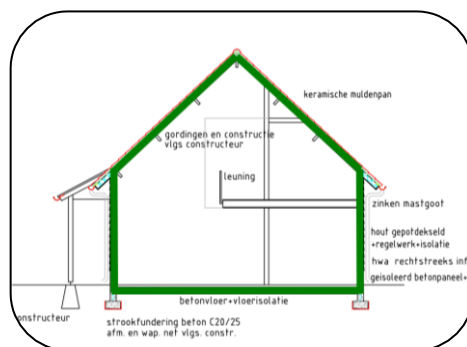
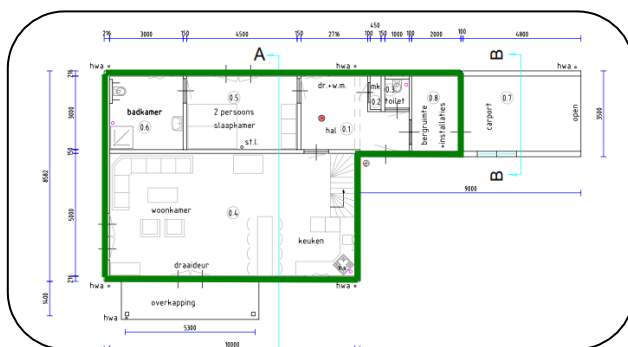
- Voor het bepalen van het energiegebruik voor verwarming: gemiddelde binnentemperatuur in de winter van 20° C.
- Voor het bepalen van de frequentie van oververhitting in de zomer: 25° C.
- Voor het bepalen van de interne warmtewinsten in de winter: bezetting van 6 personen.
- Voor het bepalen van de interne warmtewinsten in de zomer en ventilatiecapaciteiten: bezetting van 8 personen.

2.3 Bouwkundig

2.3.1 Thermische schil

Verloop

De thermische schil moet ononderbroken rond de binnenruimtes aangebracht worden. De carport ligt buiten de thermische schil. De bergruimte / installaties ligt binnen de thermische schil. Hiermee wordt de warmte van de installaties benut als vrije warmte voor de woning. Daarnaast beperkt dit het aantal leidingdoorvoeren door de thermische schil. In onderstaand afbeeldingen is het verloop van de thermische schil schematisch weergegeven.



Isolatiewaarden vloer, gevel en dak

In de berekeningen is uitgegaan van de volgende isolatiewaarden (Rc-waarden) en opbouwen:

- Vloer: $R_c = 5.5 \text{ m}^2\text{K/W}$:
 - Hectar funderingsvloer, met 220 mm Airpop isolatie (EPS) met $\lambda = 0.040 \text{ W/mK}$,
 - UrbanBase schuimbeton vloer, 600 mm

Beide vloersystemen bestaan uit een plaatfundering, waarbij zo veel mogelijk ecologische materialen toegepast zijn.

- Gevel: $R_c = 8.0 \text{ m}^2\text{K/W}$, opbouw (van binnen naar buiten):

- leemstuc (= dampopen afwerking)
- leemstucplaat (bijvoorbeeld van Lemix, 16 mm)
- 40 mm houten regelwerk met daartussen houtwolisolatie (bijvoorbeeld Pavaflex)
- 12 mm Ecoboard (zie ook onderdeel 'luchtdichtheid')
- 300 mm houtskeletbouw voorzien van vlasisolatie (bijvoorbeeld Isovlas)
- 60 mm doorgaande en winddichte isolatie (bijvoorbeeld Pavatherm plus)
- Verticaal houten regelwerk (geen bijdrage aan isolatiewaarde)
- Houten gevelbekleding (geen bijdrage aan isolatiewaarde)
- Dak: $R_c = 8.0 \text{ m}^2\text{K/W}$:
 - Prefab dakplaat (bijvoorbeeld van Isovlas)

Kozijnen

Standaard houten KVT kozijnen hebben een warmtedoorgang (U_{fr} -waarde) van circa $1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$. De PUP-kozijnen van HP kozijn (www.hpkozijn.nl/) behalen een U_{fr} van $0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$ en zijn daarmee 2×1 zo energiezuinig. Deze kozijnen bestaan voor 100% uit hout en zijn voorzien van een drievoudige kierdichting (drie rubbers in draaiende delen). Met deze kozijnen is de vakantiewoning doorgerekend.

Als alternatief kan het eveneens in Nederland gefabriceerde SmartWin kozijn (www.smartwinbv.nl/) toegepast worden. De energetische prestatie is met een U_{fr} van $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ nog wat beter. In dit kozijn wordt echter aluminium toegepast waardoor deze op ecologisch vlak minder goed presteert.

In de berekeningen is uitgegaan van het aanbrengen van isolatie aan de buitenzijde van de kozijnen. Dit is ook zo op de details reeds uitgewerkt.

Glas

Het negatieve aspect van het warmteverlies door ramen en deuren wordt (deels) gecompenseerd door de zonnewarmte die door het glas naar binnen schijnt. Hiervoor is het van belang om glas toe te passen met een zo hoog mogelijk zontoetreding (g-waarde). In de berekeningen is uitgegaan van:

- Guardian ClimaGuard nrG (4-/18/4/18/4 Ar 90%) met g-waarde = 0.62 en U_g -waarde = $0.64 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Als afstandhouder van de glasplaten is gerekend met SwissPacer Ultimate.

2.3.2 Luchtdichtheid

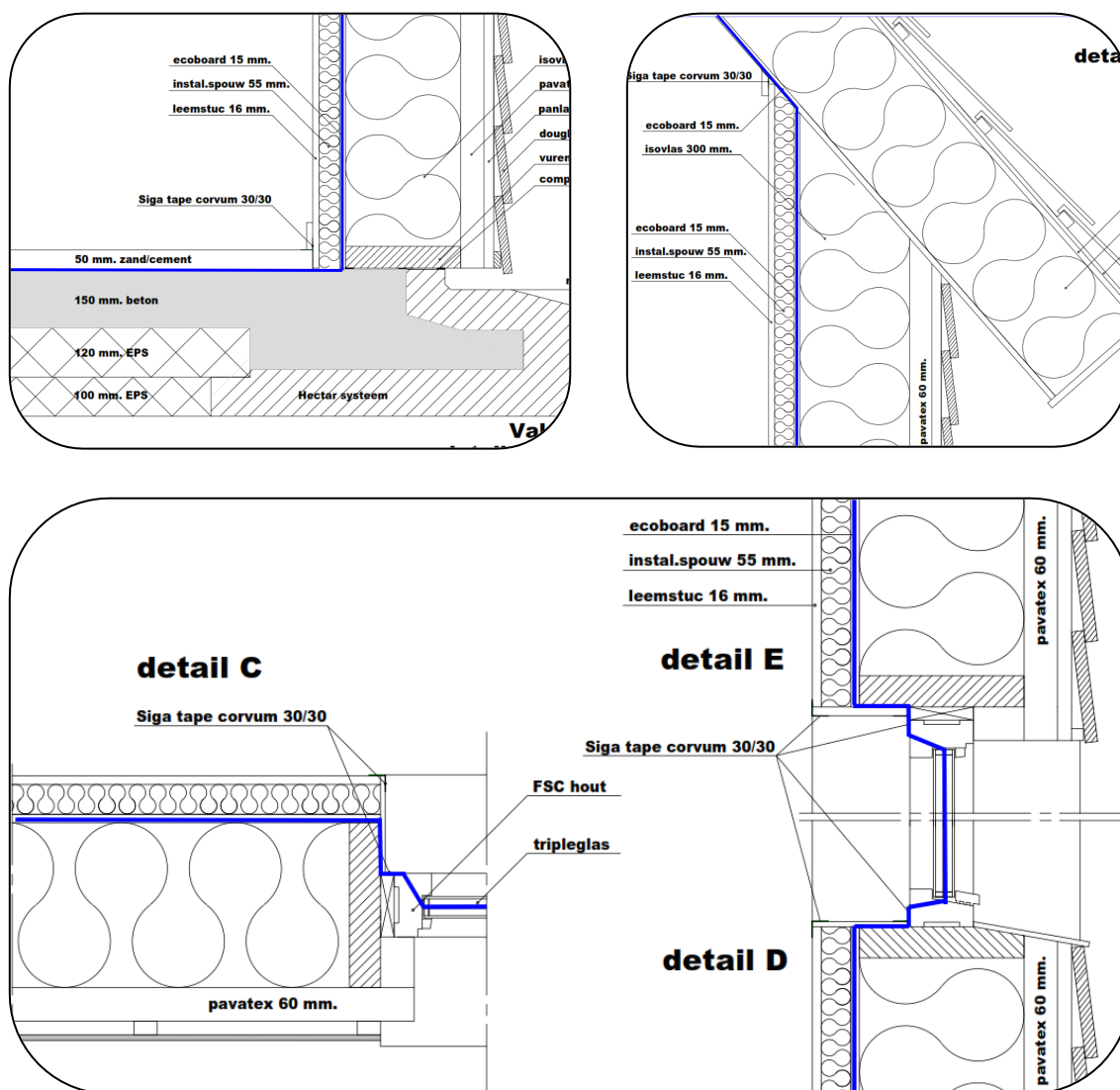
Een goede luchtdichtheid van een gebouw heeft veel voordelen. De belangrijkste voordelen zijn het tegengaan van onnodig energieverlies, voorkomen van tocht en het beter kunnen sturen van de ventilatiehoeveelheden. Andere voordelen zijn onder andere dat er minder stof en ongedierte de woning in komen en dat er op lange termijn minder onderhoud nodig is.

In de bijlage een overzicht van de aandachtspunten voor een gebouw dat voldoet aan luchtdichtheidsklasse 3. Klasse 3 komt overeen met een luchtdichtheid van $n_{50} = 0.60 \text{ h}^{-1}$. Dit is de maximale luchtdichtheid in passiehuizen en energiezuinige woningen.

¹ Voor U-waardes geldt hoe lager hoe energiezuiniger. Voor R_c -waardes geldt hoe hoger hoe energiezuiniger.

Verloop

Net als de thermische isolatie moet de luchtdichte laag ononderbroken en in een vlak rondom de hele woning aangebracht worden. In onderstaande afbeelding is deze lijn in blauw aangegeven. Let op! de luchtdichte tapes (Siga tapes) staan niet op de juiste plaats aangegeven.



De volgende vlakken vormen de luchtdichte laag:

- Onderzijde dakplaat
- Ecoboard²
- Kozijnen
- Betonvloer

² De luchtdichtheid van Ecoboard is niet bekend. Afhankelijk van het resultaat van de luchtdichtheidsmeting is er nog een luchtdichte folie (Intello folie) aan de binnenzijde van deze plaat noodzakelijk.

Alle naden en onderlinge aansluitingen moeten zorgvuldig afgetaped worden. Siga-tapes zijn hiervoor zeer geschikte materialen. Het is aan te raden een vertegenwoordiger van Siga voor aanvang van het aanbrengen van de tapes langs te laten komen. De juiste tapes en de juiste manier van aanbrengen kunnen dan besproken worden.

Leidingen

Perforaties, doorboringen en doorbrekingen van de luchtdichte laag dienen zo veel mogelijk vermeden te worden. Dit is de reden van de leemstucplaat en de 40 mm houtwolisolatie aan de binnenzijde van de luchtdichte laag. Dit is de zogenaamde leidingspouw, waarin electra en andere voorzieningen opgenomen kunnen worden.

Indien er leidingen, armaturen of andere zaken tegen het hellende dak bevestigd worden, dan geldt dat ook hier een leidingspouw noodzakelijk is. Verwerking van deze installaties kan echter ook prima plaatsvinden in binnenwanden en verlaagde plafonds.

Plaatselijke perforaties van de luchtdichte laag zijn onvermijdelijk. Denk onder andere aan het binnenkomen van de nuts-voorzieningen en de toe- en afvoerkanalen voor de ventilatielucht. Voor de luchtdichting rondom deze doorvoeringen zijn prefab manchetten verkrijgbaar.

Blowerdoor

Er zijn twee momenten waarop de luchtdichting door middel van een blowerdoor gemeten moet worden:

- Zodra de luchtdichte laag is aangebracht. Hiermee wordt een indicatie verkregen van de te behalen luchtdichtheid. Via een rookproef of infrarood-meting komen eventuele onvolkomenheden aan het licht. Omdat de afwerklaag ontbreekt kunnen deze op dit moment nog eenvoudig hersteld worden.
- Net voor oplevering. Met deze meting moet de uiteindelijke luchtdichtheid van de vakantiewoning aangetoond worden.

2.4 Ventilatie

Alle gebouwen dienen geventileerd te worden om een gezond binnenklimaat te realiseren. Vanwege het Nederlandse klimaat zijn er drie ventilatie seizoenen te onderscheiden:

- Winter: balansventilatiesysteem met gesloten ramen en deuren.
- Lente en herfst: balansventilatiesysteem met eventueel geopende ramen en deuren.
- Zomer: balansventilatiesysteem met overdag gesloten ramen en deuren en 's nachts geopende ramen.

2.4.1 Winter

De winterse kou wil je zo veel mogelijk buiten houden. Hierdoor dienen ramen en deuren gesloten te blijven. De balansventilatie is voldoende om de vakantiewoning te voorzien van verse lucht.

2.4.2 Lente en herfst

Als mensen in de lente of herfst de ramen of deuren open willen zetten, dan kan dat. De mogelijkheid om dit te doen plus het gevoel van de frisse wind die door de woning gaat, heeft een grote positieve bijdrage op de ervaren behaaglijkheid van de vakantiewoning.

De balansventilatie blijft echter noodzakelijk om er zeker van te zijn dat iedere ruimte voldoende geventileerd wordt. Met geopende ramen zal de warmteterugwinning die in de ventilatie-unit plaatsvindt iets minder effectief zijn. Gezien de hogere buitentemperaturen is dit echter niet erg.

2.4.3 Zomer

In de zomer is het van belang de vakantiewoning niet te heet te laten worden. De isolatie plus luchtdichting houden in dit seizoen dus warmte buiten in plaats van binnen. Om de warmte effectief buiten te houden is het van belang dat ramen en deuren gesloten blijven. Desondanks zal de binnentemperatuur gedurende de dag langzaam oplopen. 's Nachts moet deze warmte weggeventileerd worden door ramen open te zetten.

In de berekening is gerekend dat de volgende ramen 's nachts open zullen staan:

- Raam in de hal, op kiepstand
- Een raam in de keuken, op kiepstand
- Beide dakramen in de woonkamer.

In verband met ongedierte is een hor in deze ramen aan te raden. De dakramen dienen voorzien te worden van een regensensor en afstandsbediening. Onder andere Velux levert dergelijke dakramen. Eventueel kunnen de twee dakramen in het andere dakvlak gebruikt worden (deze zijn immers met de hand te bedienen). De effectiviteit van de zomernachtventilatie is dan echter een stuk kleiner, omdat de binnendeuren waarschijnlijk gesloten zullen zijn.

Omdat de meeste personen dit zomerse ventilatieprincipe niet gewent zijn, is het raadzaam de gasten hierover te informeren. Te denken valt aan een pamflet waarin het nut en de manier van ventileren uitgelegd wordt.

2.4.4 Ventilatiesysteem

De vakantiewoning wordt voorzien van een balansventilatiesysteem met warmteterugwinning. De te hanteren capaciteit is 250 m³/h voor de gehele woning. Dit is voldoende voor de grootte van de vakantiewoning, het aantal personen en het aantal natte ruimtes.

Met een lagere capaciteit ventileren zal resulteren in de ophoping van verontreinigingen. Meer ventileren zal resulteren in onnodig energieverlies en droge lucht.

De Nederlandse leveranciers Brink Climate Systems en Zehnder leveren goede systemen met hoge percentages warmteterugwinning. Deze systemen zijn daarnaast goed in te regelen en geruisloos.

3. Resultaten

Met behulp van de nZEB-tool zijn de energetische prestaties van de vakantiewoning bepaald. De nZEB-tool is de Nederlandse vertaling van de Duitse Passiefhuis software (PHPP-tool). Deze software is al meer dan 25 jaar in gebruik. Door middel van praktijkmetingen te vergelijken met de berekeningen is aangetoond dat deze tool zeer nauwkeurige voorspellingen geeft van het te verwachten energiegebruik.

De resultaten voor de vakantiewoning zijn:

- Energiebehoefte voor verwarming: 16.9 kWh/m² per jaar
- Pieklast verwarming: 11.9 kWh/m² per jaar
- Frequentie temperatuur > 25° C: 1.3 %

3.1 Toelichting

3.1.1 Energiebehoefte voor verwarming

De energiebehoefte voor verwarming bedraagt 16.9 kWh/m² per jaar. Dit is lager dan de eis die vanaf 2021 gaat gelden voor nieuwbouwwoningen (maximaal 25 kWh/m² per jaar). Momenteel is hiervoor geen wettelijke eis gesteld maar de meeste Nederlandse nieuwbouwwoningen behalen een warmtevraag van 50 tot 75 kWh/m² per jaar, met uitschieters tot 85 kWh/m² per jaar.

De passiefhuis-eis van 15 kWh/m² per jaar wordt net niet gehaald.

3.1.2 Pieklast verwarming

De pieklast bedraagt 11.9 kWh/m² per jaar. Aan de hand van deze pieklast wordt de capaciteit van de verwarmingsinstallatie uitgelegd. Deze pieklast is dusdanig laag dat een warmtepomp achterwege gelaten kan worden. Zie het hoofdstuk installaties voor een nadere uitwerking. (Opgemerkt wordt dat veel installateurs de capaciteit baseren op basis van een warmteverliesberekening. Deze is zeer globaal waardoor veel grotere installaties geplaatst worden dan strikt noodzakelijk.)

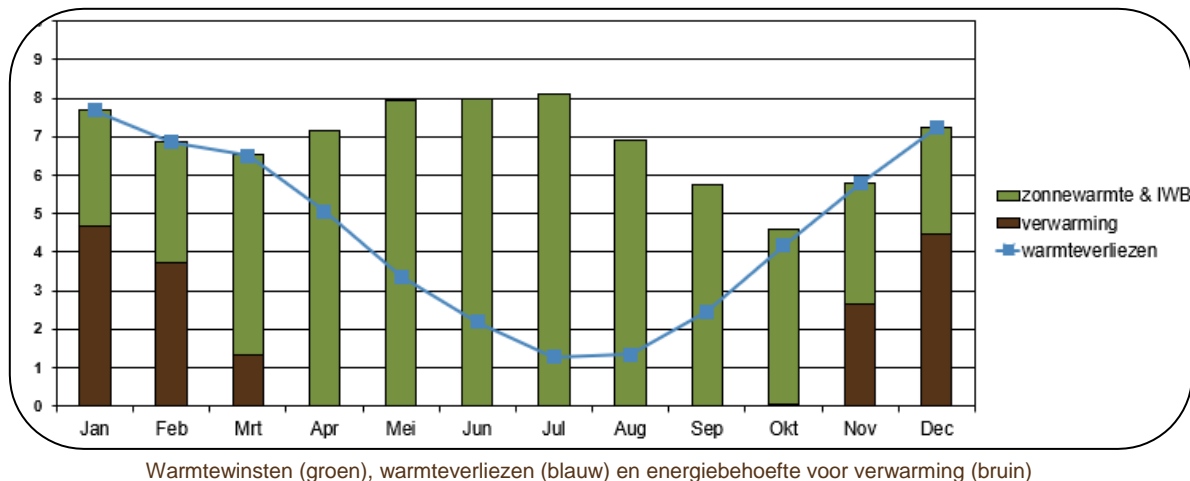
3.1.3 Frequentie temperatuur > 25° C

Gedurende 1.3 % van de tijd zal het binnen warmer worden dan 25° C. Er vanuit gaande dat ramen en deuren op zomerse dagen zo veel mogelijk dicht blijven en gebruik gemaakt wordt van zomernachtventilatie. Dit percentage ligt ruim onder de passiefhuis-eis van 10% en is dus als zeer goed te bestempelen.

Temperaturen hoger dan 25° C zullen de meeste mensen als oncomfortabel ervaren.

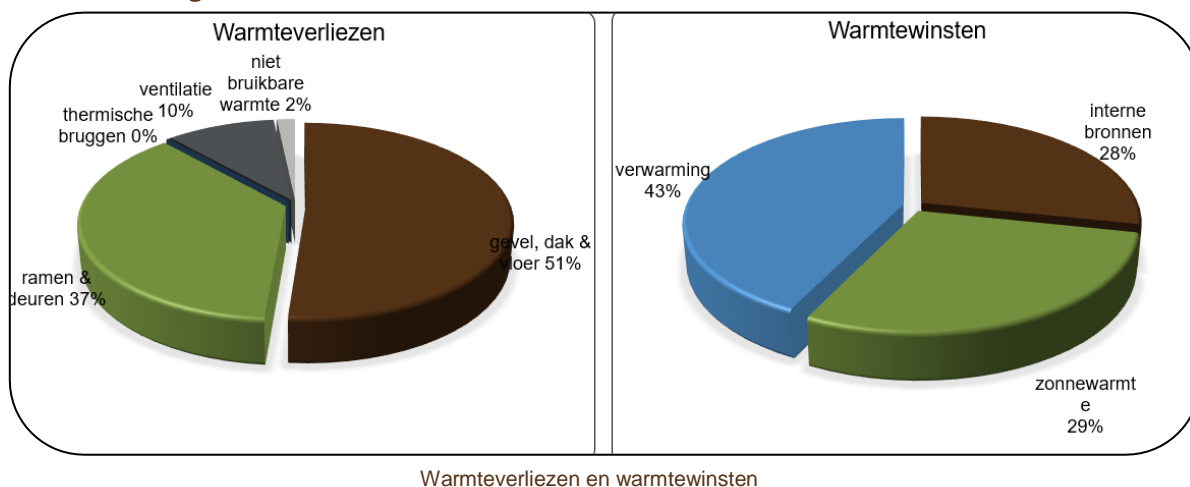
3.2 Verdieping

3.2.1 Stookseizoenen



Uit bovenstaande grafiek is af te lezen dat er vanaf eind oktober (miniem bruin balkje) tot medio maart verwarmd moeten worden. Voor de manier waarop dit het beste plaats kan vinden, zie hoofdstuk installaties.

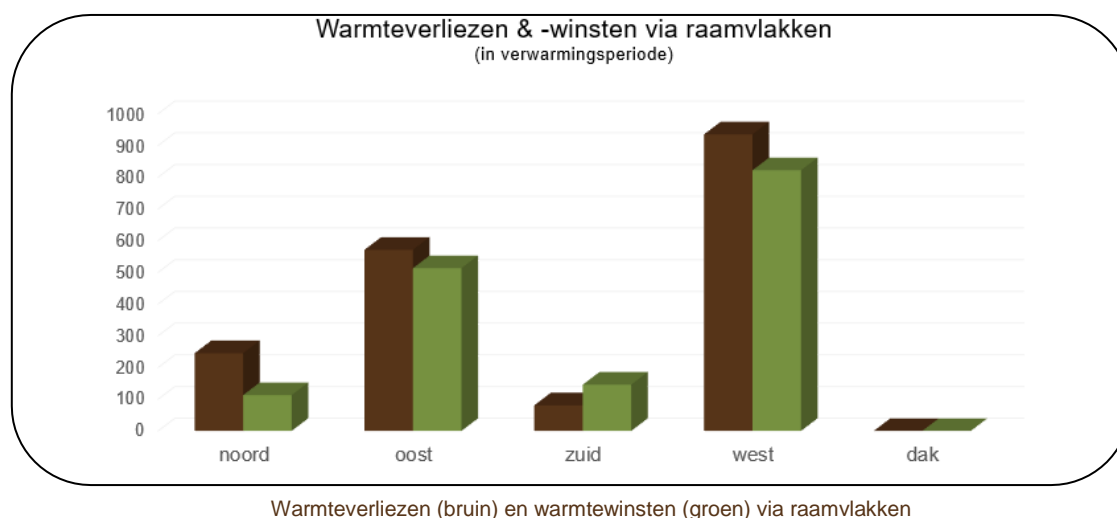
3.2.2 Onderverdeling warmteverliezen en warmtewinsten



Iets meer dan de helft van het (beperkte) warmteverlies vindt plaats via gevel, dak en vloer. De ramen en deuren hebben een bijdrage van 37% en de ventilatie neemt 10% van het warmteverlies voor haar rekening.

Van de totale warmtevraag moet 43% door een verwarmingssysteem geleverd worden. Het overige deel komt van interne bronnen (28%, personen en apparatuur) en warmte van de zon (29%).

3.2.3 Verliezen en winsten via ramen



In bovenstaande figuur zijn de warmteverliezen en warmtewinsten via de raamvlakken weergegeven. (Opgemerkt wordt dat de dakramen opgenomen zijn bij de oost- en westgevel en niet bij 'dak'. In de categorie 'dak' worden alleen ramen in platte daken meegenomen.)

Omdat er in de oost- en westgevel grotere raamvlakken aanwezig zijn dan op noord en zuid is de bijdrage van deze gevels ook groter. Ook zichtbaar is dat de ramen in de noordgevel naar verhouding meer warmte verliezen dan winnen. Dit is te verklaren doordat de zon het grootste deel van het jaar niet op deze gevel schijnt. De ramen in de zuidgevel hebben, over een heel jaar gezien, een positieve bijdrage op de energievraag. De warmtewinst is hier groter dan het warmteverlies.

Door de ramen in de noordgevel te verkleinen en met name die in de zuidgevel te vergroten, kan de totale energievraag voor verwarming omlaag gebracht worden. Hier is geen rekening mee gehouden, omdat het ontwerp niet gewijzigd is. Dit is wel de meest logische stap om de warmtevraag onder de passiefhuis-eis van 15 kWh/m² per jaar te krijgen.

3.3 Toetsing aan eisen

3.3.1 Passiefhuis

Er wordt net niet aan alle eisen van passiefhuis voldaan. De warmtevraag moet hiervoor teruggebracht worden van 16.9 naar 15.0 kWh/m² per jaar. Omdat de isolatiewaarden (Rc en U), luchtdichtheid en ventilatie reeds geoptimaliseerd zijn, ligt het voor de hand de raamvlakken op zuid en noord aan te passen, mocht de passiefhuis behaald willen worden.

3.3.2 BENG-eisen

Vanaf 2021 zijn in Nederland de BENG-eisen van toepassing. Voor nieuwbouw woningen gaat gelden:

- Energiebehoefte voor verwarming: ≤ 25 kWh/m² per jaar
- Primaire fossiel energiegebruik: ≤ 25 kWh/m² per jaar
- Aandeel hernieuwbare energie: $\geq 50\%$

Alhoewel de BENG-eisen niet van toepassing zullen zijn op vakantiewoningen is toch een toetsing aan deze eisen uitgevoerd. Aan de eerste eis wordt voldaan. Om aan de derde eis te voldoen zijn zonnepanelen nodig. Door deze zonnepanelen zal ook het primair fossiel energiegebruik dalen en wordt ook aan de tweede eis voldaan.

4. Installaties

4.1 Verwarming

Het passiefhuisprincipe gaat uit van een dusdanig lage warmtevraag dat traditionele warmtebronnen zoals een HR-ketel, warmtepomp of pelletkachel achterwege kunnen blijven. Passiefhuizen kunnen verwarmd worden door de ventilatielucht op te warmen. Dit opwarmen gebeurt grotendeels door de warmte uit de afgevoerde lucht terug te winnen. Dit is de warmteterugwinning van de balansventilatie. Op koude dagen wordt de in te blazen lucht extra bij verwarmd door een elektrische weerstand (gloeispiraal) of warm water. Brink Climate Systems brengt deze op de markt onder de naam Elan E (elektrisch) en Elan 4 (water)

In de nZEB-tool wordt de warmtevraag berekend voor twee maatgevende dagen. Dit resulteert in de pieklast voor verwarming. Deze twee dagen zijn:

- Een temperatuur van -7° C en een onbewolkte hemel. Er is dus sprake van zonnestraling.
- Een temperatuur van 0° C en een bewolkte hemel. Er is dus nauwelijks sprake van zonnestraling.

		$P_{\text{tot}} - P_G$	=	1540	of	1508
Pieklast P_{VW}			=	1540	W	
Oppervlaktegerelateerde pieklast P_{VW} / A_{VVO}			=	11,9	W/m²	
Invoer max. luchttoevoertemperatuur	52 °C					
Max. luchttoevoertemperatuur $\vartheta_{\text{toevoer,max}}$	52 °C	Luchttoevoertemperatuur zonder naverwarming	$\vartheta_{\text{toevoer,min}}$	18,1 °C		18,1 °C
Ter vergelijking: maximaal verwarmingsvermogen toevoerlucht $P_{\text{toe,max}}$			=	2171	W specifiek:	16,7 W/m²
						(Ja/Nee)
				Verwarming via luchttoevoer voldoende?		ja

Zoals uit bovenstaande afbeelding af te lezen is, kan de vakantiewoning door middel van luchtverwarming verwarmd worden. Vanuit oogpunt van comfort is het wel aan te raden in de woonkamer en badkamers een infrarood-paneel of kleine radiator te plaatsen. Dit geeft bewoners het gevoel controle te hebben over de temperatuur, waardoor zij automatisch meer tevreden zullen zijn met het binnenklimaat.

De elektrische systemen (Elan E en IR-panelen) kunnen op het elektriciteitsnet aangesloten worden. Indien watergedragen systemen (Elan 4 en radiatoren) geplaatst worden, dan kunnen deze het beste aangevuld worden met een boiler. Deze kan op zijn beurt gevoed worden door middel van zonnepanelen.

4.1.1 Snel of traag systeem

Bovengenoemd verwarmingssysteem heeft een snelle reactietijd. Zodra mensen de temperatuur anders instellen, merken zij vrijwel direct een verschil. Een dergelijk snel systeem heeft in zeer energiezuinige woningen de voorkeur boven een traag systeem zoals vloerverwarming. De reactietijd van trage systemen is simpelweg te lang.

4.2 Warm tapwater

In zeer energiezuinige woningen zoals de vakantiewoning is de meeste energie benodigd voor het verwarmen van tapwater.

Voor warm tapwater is een boiler (orde grootte 300 l) een geschikte optie. Deze kan gevoed worden met elektriciteit opgewekt door zonnepanelen. De boiler is hiermee een kleine thermische accu voor de opgewekte stroom van de zonnepanelen. Alternatief is een elektrisch gevoed doorstroomtoestel. Een installateur dient echter aan te geven welk van beide systemen voor de vakantiewoning het meest geschikt is. Van belang hierbij is dat de drie badkamers tegelijkertijd gebruikt moeten kunnen worden.

Toepassing van warmteterugwinning uit douchewater (bijvoorbeeld de douchegoot-WTW model 800/3 van Dutch Solar Systems) leidt tot een besparing van 30% op de verwarming van warmtapwater. Voor dergelijke besparingen dienen uiteraard alle drie de douches uitgevoerd te worden met een dergelijk systeem.



Douchegoot-WTW 800/3 van DSS

4.3 Ventilatie

Zoals beschreven in paragraaf 2.4.4 zal de woning voorzien worden van een balansventilatiesysteem met een capaciteit van 250 m³/h. In iedere verblijfsruimte (woon- en slaapkamers) dient minimaal een inblaasvoorziening aanwezig te zijn. Afvoer moet plaatsvinden in de natte ruimtes (badkamers, toilet en keuken).

De capaciteit van de toevoer in de slaapkamers dient 30x het aantal personen te zijn. In twee persoons slaapkamers dus 60 m³/h. In de vierpersoonskamer 120 m³/h. In de woonkamer dient de toevoer 8x30 = 240 m³/h te zijn. De totale toevoer is hiermee veel hoger dan 250, echter zullen de vier verblijfsruimtes nooit gelijktijdig volledig bezet zijn. Door CO₂-sensoren in de ruimtes aan te brengen kan de toevoercapaciteit in iedere ruimte aangepast worden naargelang het aantal aanwezige personen.

De afzuigkap in de keuken dient een recirculatiekap te zijn. Een afvoer naar buiten zal resulteren in een onnodig en te groot verlies van warmte.

5. Conclusie

Voor een nieuw te bouwen vakantiewoning op landgoed Barendonk is een energetische studie uitgevoerd. Voor de onderbouwende berekeningen is gebruik gemaakt voor de nZEB-tool. Met de bouwkundige uitgangspunten zoals besproken in hoofdstuk twee kan een zeer energiezuinige vakantiewoning gerealiseerd worden.

Deze vakantiewoning kan een gezond en comfortabel binnenklimaat krijgen door toepassing van de in hoofdstuk 4 voorgestelde installaties.

Diessen, 4 oktober 2017

BCD Advies



Ir. J. (Jan) Geerts

Bijlage 1

Luchtdichtheid

Aandachtspunten voor luchtdichtheidsklasse 3

- Eenzijdige afgeschuinde haakschoten H&S-werk (zie figuur hieronder) in combinatie met nastelbaar hang- en sluitwerk. Eventueel zelfstellende sluitkommen (zie figuur hieronder).
- Controleer detail voor detail.
- Alle naden afplakken (zie figuur hieronder).
- Dubbele rondgaande luchtdichtingen in de draaiende delen (drievoudig in geval van HP kozijn).
- Bij beglazing rondgaande dichting toepassen (afkitten).
- Scharnieren waarbij de binnendichting niet wordt doorbroken (bijvoorbeeld verborgen uitvoering).
- Kabeldoorvoeren, leidingdoorvoeren (buitenlichtpunten en buitenkranen), prefab manchetten gebruiken of afplakken en bij elektriciteitspijpen ook in de pijp afkitten of dichtingsdoppen gebruiken.
- Overlappen en aansluitingen van de dampremmende laag (folie) afplakken.
- Gerichte controle van de aangebrachte luchtdichtingen (tijdens gevel- en daksluiting) en controlemetingen (blowerdoor-proef, eventueel in combinatie met infraroodmetingen).
- Specifieke instructies met betrekking tot het aanbrengen van afdichtingen voor de bouwplaatsmedewerkers.
- (Extra) kwaliteitscontrole op de bouwplaats.



Eenzijdig afgeschuinde haakschoot.



Zelfstellende sluitkom



aftapen naden