MASSIEF PASSIEF BOUWEN

een passiefhuis volgens de traditionele bouwmethode



www.massiefpassief.be

www.wienerberger.be

www.3Db.eu

www.recticelinsulation.be

09/2009
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de drie partners (Wienerberger/Recticel Insulation/3Db).

De informatie in deze syllabus kan niet als bindend worden beschouwd en kan op elk ogenblik door de drie partners worden gewijzigd. Voor het uitvoeren van bouwwerken op basis van onderhavige syllabus kunnen wij niet aansprakelijk gesteld worden en adviseren wij steeds contact te nemen met een technisch raadsman.

Inhoudstafel

Inhoudstafel 3
Voorwoord 4
A) Introductie: wat is een passiefhuis? 5
a. Wat is een passiefhuis? 5
b. Hoe verhoudt zich een passiefhuis t.o.v. LEW en K45 (E100)? 6
B) Het massief passiefhuis: de casestudie 7
a. Aandachtspunten bij het ontwerp 7
b. De PHPP berekening 9
c. De dynamische berekening 10
d. Stappenplan bij de opbouw van een passieve wand 13
e. Luchtdichting van het massief passiefhuis 15
f. De uitvoeringsdetails 17
C) De uitvoering van het massief passiefhuis 47
a. Planning van de werf 47
b. Draaiboek van de werf 49
D) De kostprijs van het massief passiefhuis 96
a. Raming 96
b. Meerkost 97
c. Subsidies 98
d. Kosten-batenanalyse 99
E) FAQ 100
F) Algemeen besluit 102

Wienerberger Building Value

3Db studio

RECTICEL insulation

www.wienerberger.be www.3Db.eu www.recticelinsulation.be

Voorwoord

Door de hoge energieprijzen en het groeiende milieubewustzijn is het noodzakelijk geworden onze bouwmethodes te gaan aanpassen zodat woningen, kantoren, scholen, verzorgingstehuizen enz. minder energie gaan verbruiken.

In de meeste van onze buurlanden is deze evolutie reeds meerdere jaren een feit en ook in ons land ziet men een toenemende vraag naar energiezuinige woningen. Vaak worden hiervoor de begrippen 'lage energie' en 'duurzaam bouwen' gebruikt, zonder dat deze concreet gedefinieerd zijn.

Het passiefhuis daarentegen is wel concreet afgelijnd zonder dat daarbij de bouwmethode strikt vastgelegd is. In deze context werd een testcase opgestart om een volledige woning te bouwen volgens het massief passiefconcept, een samenwerking tussen de fabrikanten Wienerberger en Recticel Insulation en het studiebureau 3Db bvba. Volgens het ontwerp van architect Kristof Cauchie werd de woning omgebouwd tot een passiefhuis volgens de traditionele bouwmethode met keramische materialen, waarbij elk detail volledig werd doorgelicht. In onderhavige syllabus wordt deze massief-passief testcase volledig uitgelegd.

A) Introductie: wat is een passiefhuis?

a. Wat is een passiefhuis?

De term 'passiefhuis' (PH) is een verfijning van de term 'lage-energiewoning' (LEW). De gebouwen die we passiefhuizen noemen, hebben een comfortabel binnenklimaat in winter en zomer zonder klassiek verwarming- of koelingsysteem. Zowel particuliere gebouwen, als kantoren, scholen, enz. kunnen volgens deze passiefhuis norm gebouwd worden. De architecturale vrijheid van passiefhuizen is daarbij zeer groot en er moet aan een aantal basisprincipes worden voldaan.

Zie: http://www.passiefhuisplatform.be/content/seetool_media/pdf/PassiefhuisConcept.pdf

Voor het bouwen van een passiefhuis zijn voorafgaandelijk een aantal aandachtspunten van groot belang:

Oriëntatie:
Dit is uiterst belangrijk om een project al dan niet PH of LEW uit te werken aangezien de zonnewinsten absoluut nodig zijn om te voldoen aan de energiebehoefte. Bij een PH is het uitgangspunt zo weinig mogelijk (kostbare) energie nodig te hebben om de woning te voorzien van een aangenaam binnenklimaat in winter en zomer, m.a.w. zonder het toepassen van traditionele verwarming of koeling.
Aan volgende criteria moet dan ook voldaan worden: de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming ≤ 15 kWh/m².jaar.

De hoofdpeilers om te voldoen aan deze passiefhuis standaard zijn:

Isolatie:
De λ–waarde van de verschillende te gebruiken materialen wordt zeer belangrijk om de U–waarde van de samengestelde constructies van wand, vloer en dak te bepalen. Aanbevolen wordt dat de U–waarde niet hoger is dan 0,15 W/m²K en dat de ingebouwde U–waarde van het buitenschrijnwerk niet hoger is dan 0,85 W/m²K. Dat wil zeggen dat er, afhankelijk van het type, al snel 16 tot 30 cm isolatie voorzien moet worden, dat het buitenschrijnwerk 3–voudige beglazing moet hebben en het profiel specifieke keuringen moet ondergaan hebben qua isolatiewaarde. Ook de plaatsing van de isolatie wordt heel specifiek aangezien dit zonder enige, en zelfs geringste koude brug moet uitgevoerd worden.

Luchtdichtheid:
Het algemeen Vlaams woningenbestand heeft gemiddeld een luchtdichtheid van 7,8h-1 bij 50 pascal drukverschil. Een LEW haalt doorgaans maximaal 1,5h-1, terwijl het resultaat van een 'Blowerdoor' test voor certificatie van PH maximum 0,6h-1 mag bedragen. Dit wil zeggen dat alle spleten en kieren tijdens de bouw moeten afgedicht worden met de juiste folies en tapes zonder te zondigen aan een correcte bouwfysische opbouw van de constructie.

Passieve energie:
Hier spreken we vooral over de zonnewinsten en de aardwarmte waar we onuitputtelijk beroep op kunnen doen. Enerzijds de oriëntatie en de omgeving (gebouwen, bomen…) zijn hier van groot belang, anderzijds het plaatsen van een grondbuis of aardwarmtewisselaar (AWW) of bodemwarmtewisselaar (BWW).

Balansventilatie:
In een PH moet gekozen worden voor een gecontroleerde balansventilatie met warmterecuperatie (systeem D+), waarbij de vers aangevoerde lucht altijd evenredig is met de uitgeblazen lucht. Om hieruit het hoogste rendement te kunnen halen, moeten we dus luchtdicht gaan bouwen. Deze ventilatie zorgt er dan ook voor dat het gebouw op temperatuur wordt gebracht, dat er nooit tocht is en dat het gebouw voorzien is van verse lucht. Op deze ventilatie wordt een naverwarming voorzien d.m.v. gas, zonne-energie of een warmtepomp.

Energiezuinige huishoudtoestellen:
Het is de keuze aan de bouwheer het energieverhaal door te trekken na de bouw, maar tijdens de bouw kunnen reeds maatregelen genomen worden voor een hot-fill wasautomaat of regenwaterrecuperatie.

Hernieuwbare energiebronnen:
Aangezien een PH of LEW veel minder energiebehoefte heeft, kan geopteerd worden voor b.v. fotovoltaïsche zonnepanelen of een wind. Dit is uiteraard de meest verregaande vorm van duurzaam bouwen, maar het is niet ondenkbeeldig dat door de hoge energieprijzen dergelijke investering op termijn zijn vruchten zal afwerpen.
Ecologie en economie moeten hier hand in hand gaan… investering, benutbare oppervlakte en toe te passen technieken zijn dan ook van groot belang om de keuze te maken tussen PH en LEW. Hiervoor is voorafgaandelijk een grondige studie vereist.

b. Hoe verhoudt zich een passiefhuis t.o.v. LEW en K45 (E100)?

Eerst en vooral een kleine verduidelijking: het K–peil van een gebouw spreekt enkel over de buitenschil van dit gebouw, de U–waarde van de verschillende vlakken naar de buitenomgeving, en dit betrokken op de referentiewoning.

De wetgeving is daarbij aangepast zodat we niet alleen met de buitenschil moeten rekening houden, maar ook met de verschillende technieken zoals verwarming en ventilatie die in het gebouw toegepast worden, het zogenaamde E – peil.

Volgend onderscheid kunnen we daarin maken (waarden Vlaanderen):
- Passiefhuis = +/-K18 (of lager) en +/-E45 (naargelang de keuzes die gemaakt worden)
- LEW = +/-K32 (of lager) en ≤E70
- EPB = maximum K45 en ≤E100 (vanaf 01/2010 ≤E80) (beiden het wettelijke maximum).

Algemeen kunnen we stellen dat er moet geïsoleerd worden om aan de normen te voldoen, maar dat de dikte en efficiëntie daarvan bepalend zijn om het gebouw te gaan definiëren.
Dit is het eenvoudigst te zien in vloer, wand en dak: hoe dikker we isoleren, hoe minder primaire energie we nodig hebben om het gebouw te verwarmen of te koelen. Ook bij de keuze van het glas zien we enorme verschillen in isolatiewaarde, van 1,3 W/m²K over 1,1 W/m²K tot 0,5 W/m²K.
Als men beter gaat isoleren, moet men ook gaan denken aan het uitsluiten van energieverliezen door luchtdicht te gaan bouwen en hier zien we de overgang tussen wat de wetgever ons oplegt (E100 en K45) en de stap naar LEW. Elke LEW moet idealiter luchtdicht gebouwd worden en wanneer we dan spreken over luchtdicht bouwen, komen we automatisch bij gecontroleerde mechanische ventilatie.

Het concept tussen LEW en passiefhuis is heel gelijklopend: goed en correct isoleren, luchtdicht bouwen en balansventilatie met warmterecuperatie. Bij de LEW kan men opteren om de beglazing op 1,1 W/m²K te houden en de isolatieschil iets minder dik te voorzien waardoor er nog altijd een klein verwarmingsysteem nodig blijkt (warmtepomp, gas, vloerverwarming…), terwijl dit bij het passiefhuis concept volledig wordt weggewerkt en men voldoende heeft aan de naverwarming op het ventilatiesysteem.

Concreet wil dit zeggen dat een passiefhuis voldoende kan hebben met 1 à 3 kW naverwarming op het ventilatiesysteem met een verbruik van 7 à 15 €/maand (of 84 à 180 € op jaarbasis), terwijl een LEW zal schommelen tussen de 6 à 12 kW met een verbruik van 25 à 35 €/maand (of 300 à 420 € op jaarbasis). Hierin zit de kost voor de productie van het sanitair warm water inbegrepen.
Een E100 woning daarentegen heeft al snel een energiefactuur van 125 à 175 €/maand (of 1.500 à 2.100 € op jaarbasis).
Bij een passiefhuis is het dus aangewezen het ontwerp nog sterker af te stellen op de oriëntatie om zonnewinsten te generen,

B) Het massief passiefhuis: de casestudie

a. Aandachtspunten bij het ontwerp

Bij het ontwerpen van een passiefhuis zijn een aantal richtlijnen te volgen door de ontwerper die bepalend zijn voor het behalen van het certificaat.

De belangrijkste daarbij zijn:

1) oriëntatie van de woning op het bouwperceel
2) zonnewering om oververhitting te voorkomen
3) compactheid van de woning
4) glasoppervlakte per windrichting
5) inplanting van de technieken en het ventilatiesysteem

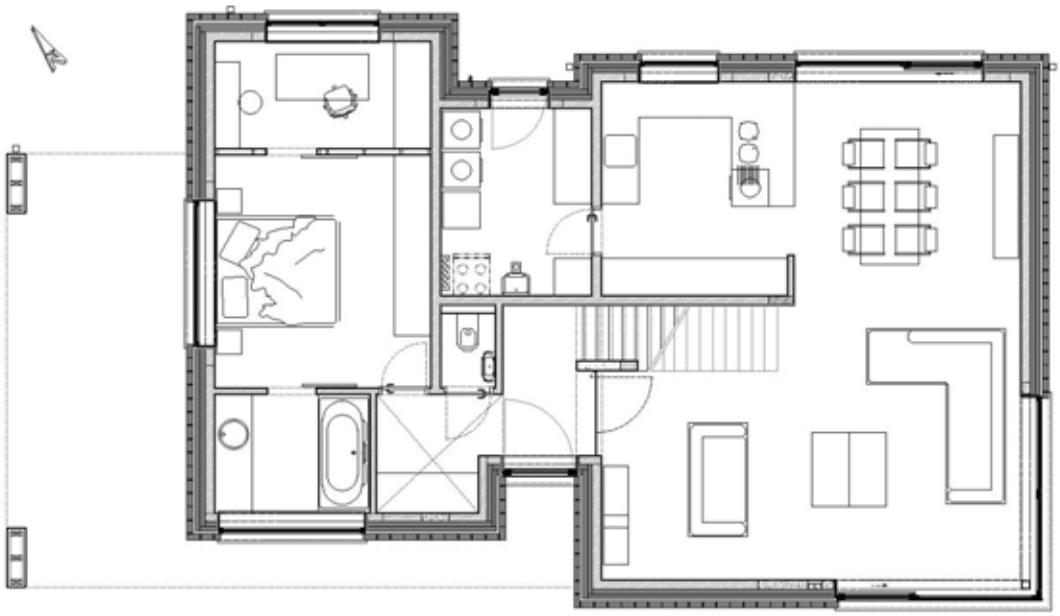


Fig. 01: grondplan casestudie

1) De oriëntatie:
    a. De oriëntatie is uiteraard van belang aangezien we zoveel mogelijk zonnewinsten nodig hebben in de winterperiode en zo weinig mogelijk verliesoppervlakte wensen aan de noordzijde.
    b. Dit wil evenwel niet zeggen dat een perceel waarbij het zuiden aan de straatzijde ligt, niet geschikt is om een passiefhuis op te bouwen, wel integendeel, als ontwerper zijn er tal van mogelijkheden om ook hier een oplossing te creëren, denk maar aan een grote glaspartij als inkom om zonnewinsten uit te halen.
    c. Dit wil ook niet zeggen dat enkel een blinde gevel mogelijk is op het noorden, maar wel een beperking van de glasoppervlakte.
    d. Het is ook perfect mogelijk dat we over een rijwoning spreken met een oost west oriëntatie, ook hier is het mogelijk tot de passiefhuis standaard te komen.

2) Dit alles impliceert dat er absoluut een zonnewering nodig is aan de zuidzijde om in de zomerperiode oververhitting te voorkomen. Deze zonnewering kan ofwel verwerkt worden in de architectuur d.m.v. een luifel, ofwel voorzien worden met geautomatiseerde screens.

3) De compactheid is belangrijk om zo de verliesoppervlaktes te beperken. Compact wil absoluut niet zeggen klein, maar het is evident dat een lange balk waarbij alles op één niveau is, veel meer buitenoppervlakte heeft dan een kubus in twee niveaus.

4) De betrachting is zo weinig mogelijk elektriciteit of andere nutsleidingen te voorzien in de buitenschil. Alternatieven genoeg in de binnenwanden of, waar het niet anders, kan moet of met een luchtdichte elektriciteitsaansluiting gewerkt worden of alles ingepleisterd worden achter de leidingen en de inbouwdozen. Daarnaast kan ook gekozen worden voor vloercontactdozen.

5) Er moet van bij het begin ook rekening gehouden worden met het ventilatiesysteem zodat het verloop van de kanalen mooi verwerkt zit in de architectuur. Een voldoende hoog plafond laat toe de ventilatieleidingen te verwerken in een vals plafond. Een voldoende vloeropbouw kan zelfs toelaten de ventilatieleidingen in de chape te plaatsen.

b. De PHPP berekening

Om de woning te toetsen aan de passiefhuis norm, wordt deze zowel in voorontwerp als tijdens en na de uitvoering berekend in het PassiefHuis ProjecteringsPakket (PHPP) rekenprogramma. Dit programma fungeert reeds vele jaren als het "ontwerpinstrument" van de Duitse passiefhuis projecten. Met dit pakket kan het ontwerp van het gebouw bijgestuurd worden tot men tot het optimale energiezuinig concept komt. Rekening houdend met het klimaat, de beschaduwing en de compactheid van het gebouw kan de samenstelling van de wanden, het type buitenschrijnwerk, de vorm van het gebouw enz. verbeterd worden en daaruit kan het type ketel, warmtepomp enz. afgeleid worden. Zo heeft men al op voorhand een idee van de energiezuinigheid van het gebouw via het energiekengetal dat vastgelegd wordt voor elk uniek gebouw.

Specifiek verbruik gerefereerd naar de geconditioneerde vloeroppervlakte

Geconditioneerde vloeroppervlakte:	173,1 m^2			
	Gebruikt:	maandmethode	PH Certificaat:	Voldaan?
Energiekengetal ruimteverwarming:	15	kWh/(m^2a)	15 kWh/(m^2a)	ja
Resultaat luchtdichtheidstest gebouwschil:	0,5	h^{-1}	0,6 h^{-1}	ja
Primaire energie kengetal (SWW, VW, koeling, hulp- en huishoudelektr.):	108	kWh/(m^2a)	120 kWh/(m^2a)	ja
Primaire energie kengetal (SWW, verwarming en hulpstroom):	48	kWh/(m^2a)		
Primaire energie kengetal Energiebesparing door zonnestroom:		kWh/(m^2a)		
Verwarmingsvermogen:	10	W/m^2		
Temperatuuroverschrijdingsfrequentie:	5	%	boven 25 °C	
Energiekengetal koeling:		kWh/(m^2a)	15 kWh/(m^2a)	
Koellast:		W/m^2		

Fig. 02: resultaat uit PHPP

Na het ingeven van tal van parameters bekijken we in voorontwerpfase het energiekengetal. Dit getal moet lager zijn dan 15 kWh/(m²a). Tijdens het voorontwerp houden we ook altijd rekening met de vereiste luchtdichting van 0,6h-1 aangezien we het eindresultaat na de Blowerdoor test nog niet kennen. Pas wanneer we deze test uitgevoerd hebben kunnen we het gemeten cijfer invullen (zie hierboven). Daarnaast moet het percentage oververhitting altijd lager zijn dan 5%.

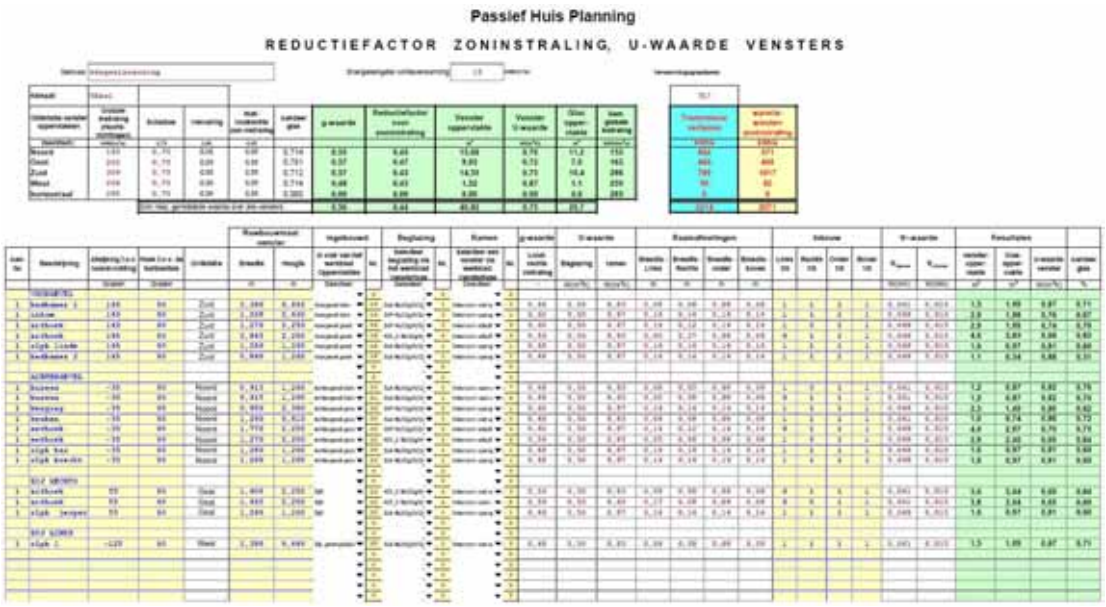


Fig. 03: het ingeven van het buitenschrijnwerk moet heel secuur gebeuren

Er bestaat enerzijds de mogelijkheid een opleiding te volgen voor het invullen van het PHPP pakket bij het PHP (www.passiefhuisplatform.be) of anderzijds een extern studiebureau aan te spreken dat zowel de EPB als de PHPP voor het passiefhuis project begeleidt (www.3Db.eu).

c. De dynamische berekening

Voor de casestudie werd tevens een dynamische berekening gemaakt om het resultaat nog meer in detail te gaan bekijken. Hierbij werd de vergelijking gemaakt met dezelfde woning in houtskelet.

Naast het feit dat de luchtdichtheid van een massief passiefwoning relatief eenvoudig te realiseren is door het pleisterwerk, is er nog een groot voordeel van het gebruik van massieve materialen in energie-efficiënte constructies.



Fig. 04: 3D voorstelling gebouw casestudie

Als energievraag voor ruimteverwarming heeft houtskelet een energievraag die 9% hoger ligt dan die van het massief passiefhuis (10.8 kWh/(m²a) t.o.v. 11.8 kWh/(m²a)). In de PHPP berekeningen komt men aan een warmtevraag van 15 kWh/(m²a). Hierbij moeten we er rekening mee houden dat deze resultaten met 2 totaal verschillende programma's uitgerekend werden. De invoer gebeurt op verschillende wijze. In de PHPP wordt b.v. een constante interne warmtewinst van 2.1 W/m² in rekening gebracht, terwijl bij de dynamische simulatie met een variabele interne warmtewinst gerekend wordt met een gemiddelde waarde van 2.7 W/m².

Deze dynamische berekening is geen noodzaak bij particuliere woningen. Wel is het aangewezen dergelijke berekening te doen bij tertiaire gebouwen. Door de grootte van het gebouw en de specifieke toepassing waarvoor het zal gebruikt worden, zoals een schoolgebouw of rusthuis, geeft een dynamische berekening ons een veel duidelijker beeld van de mogelijke oververhittingperiodes waar ingegrepen zal moeten worden.

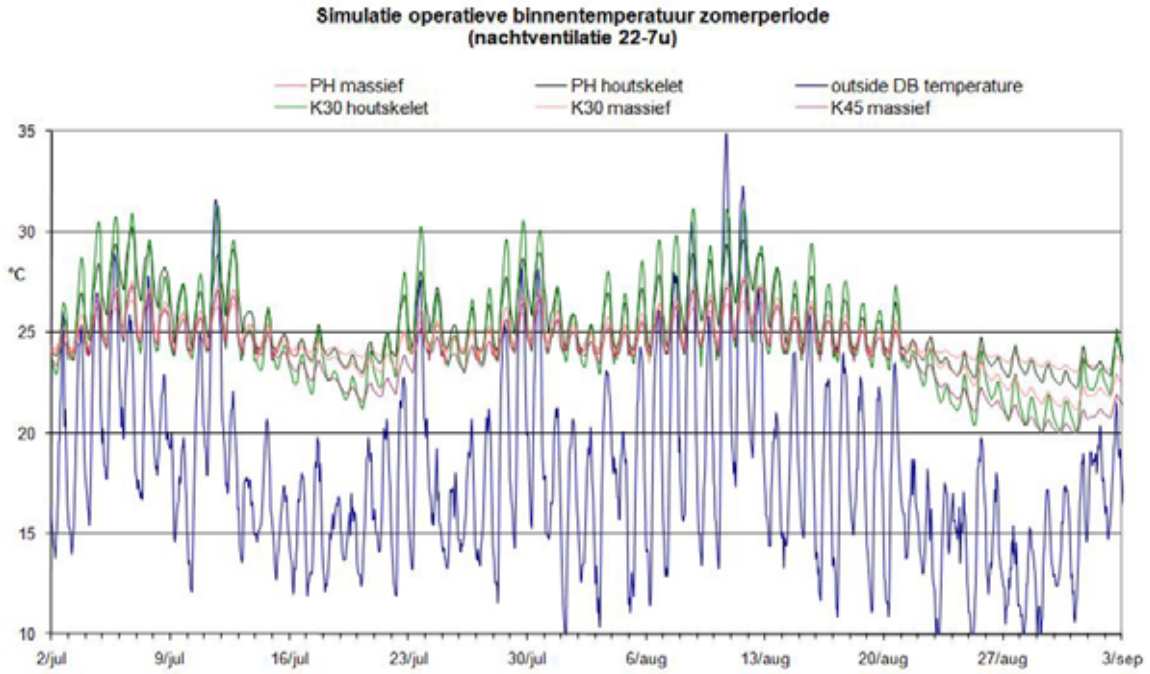


Fig. 05: simulatie binnentemperatuur in zomerperiode met nachtventilatie, zonnewering niet in acht genomen

In de grafiek ziet men dat het massieve karakter van de woning de warmte nog beter kan bufferen en men hierdoor een temperatuursafvlakking krijgt. In een houtskelet fluctueert het temperatuursverloop veel meer. Nachtelijke ventilatie is in deze woning onontbeerlijk. Zonder nachtelijke ventilatie is de temperatuuroverschrijding onaanvaardbaar. Het is dus een misvatting te veronderstellen dat een passiefhuis geen opengaande ramen zou mogen hebben, integendeel. Men heeft deze nodig om gedurende warmere periodes gebruik te maken van de nachtelijke koeling.

De massieve passief keramische massa zal een belangrijke thermische inertie toevoegen aan het gebouw. Daardoor worden, zoals eerder aangehaald, grote temperatuurfluctuaties buiten beter opgevangen binnen, met een beter wooncomfort tot gevolg.

Bijkomend zal deze thermische werking ervoor zorgen dat de netto energiebehoefte voor verwarming van een woning in massiefbouw lager zal zijn dan voor een vergelijkbare lichtere constructie. Dit voordeel is vooral te danken aan het bufferende effect in de tussenseizoenen, waar de warmte overdag opgeslagen wordt in de stenen om afgegeven te worden gedurende de koudere nachten.

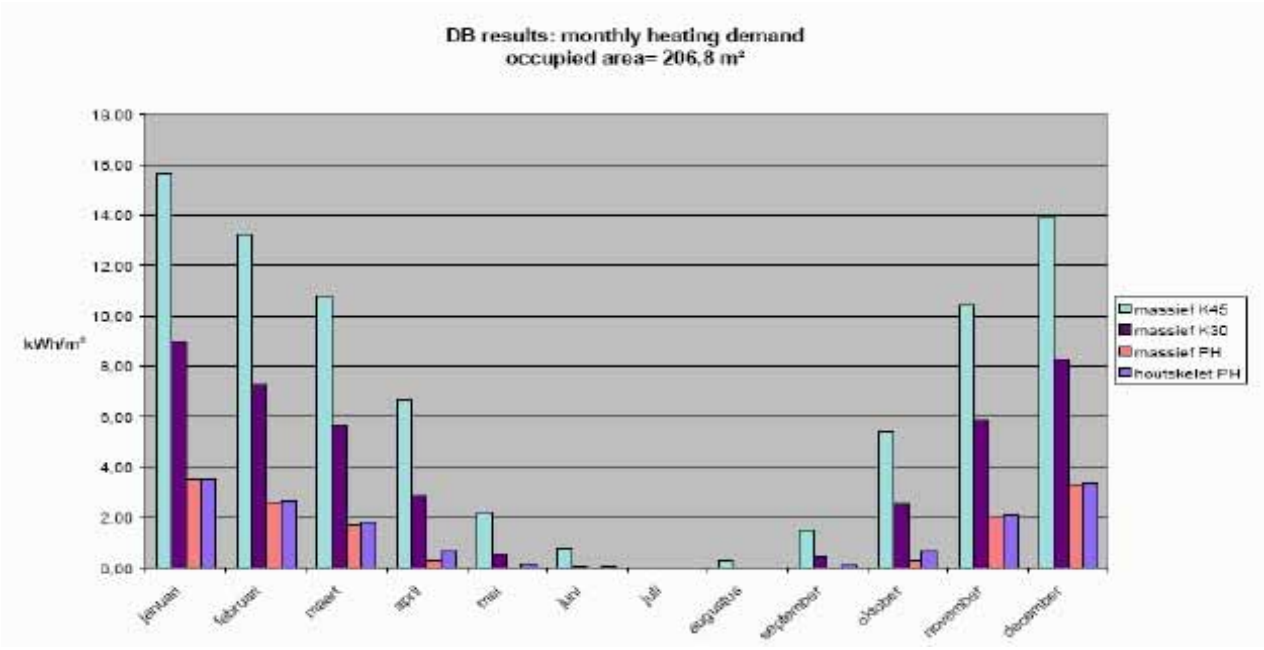


Fig. 06: maandelijks gevraagde verwarming voorbeeld casestudie

Men ziet ook dat de binnentemperatuur, zoals gezegd, minder afhankelijk is van de buitentemperatuur, waardoor vooral in de zomermaanden het risico op oververhitting in passiefhuizen aanzienlijk kan worden gereduceerd.

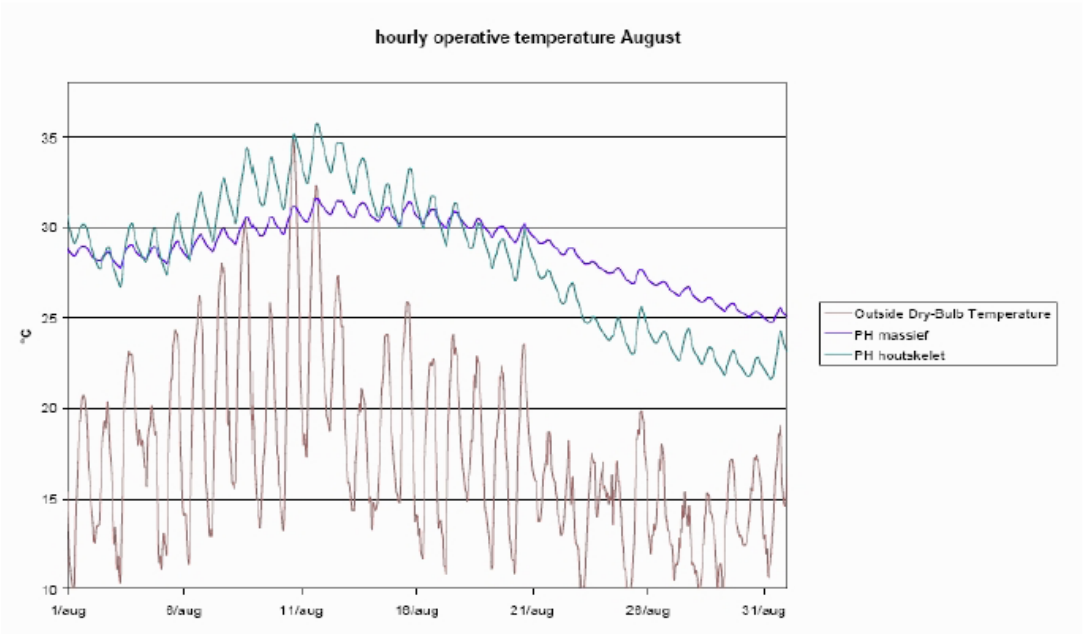


Fig. 07: uurverloop van de temperatuur in augustus, zzonnewering niet in acht genomen

Naast de hierboven beschreven voordelen blijven de gekende voordelen van keramische materialen natuurlijk ook gelden, b.v. akoestiek, vormstabiliteit, chemische inertie, vrij van organische aantasting,…Het massief passiefconcept zorgt dus dat alléén het energieverbruik vermindert, en niet het comfort.

d. Stappenplan bij de opbouw van een passieve wand

1. Het binnenspouwblad wordt gemetseld met de koord aan de buitenkant, zodat het binnenspouwblad vlak is aan de kant waartegen de isolatie wordt aangebracht.

2. Op de buitenzijde van de muur wordt de (meter)pas boven het referentievlak gesmet. Dit draagt bij tot een horizontale aanzet van de eerste isolatielaag.

3. Het is aangewezen eerst de volledige eerste laag platen, welke niet worden afgekleefd, te plaatsen alvorens de buitenste laag aan te vatten. Enkel op die manier kan een juiste controle plaatsvinden door het werfbestuur.

4. De eerste isolatielaag wordt geplaatst. Er wordt op gelet dat deze perfect aansluit tegen de gevel! Deze laag wordt voorlopig vastgezet met behulp van bijvoorbeeld Borgh-pluggen type MIP isolatiedoorn (ongeveer 2 stuks diagonaal geplaatst per isolatiepaneel, aangepast aan de dikte van de 1ste isolatielaag). Voor de plaatsing van die plug moet een gat geboord worden met een diamantgeslepen klopboor van 8 mm zonder klop- of hamerstand.


Borgh: MIP isolatiedoorn

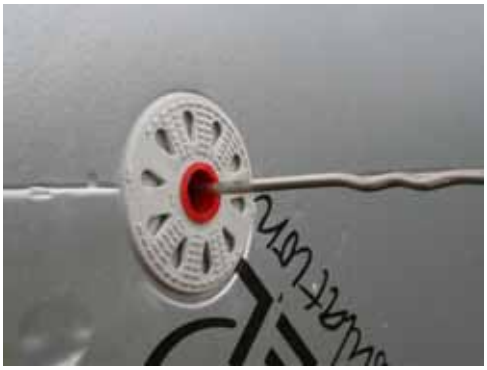
5. De tweede isolatielaag wordt geplaatst. Hierbij worden de panelen met de verticale en horizontale naden geschrankt geplaatst t.o.v. de panelen van de eerste isolatielaag.

6. De voegen tussen de isolatieplaten worden afgekleefd met een tape uit het gamma van de isolatiefabrikant. Deze tape dient volledig winddicht gekleefd te worden. Niet alleen de horizontale en verticale naden, maar ook de hoeken moeten d.m.v. een specifiek hiervoor geleverde tape worden afgekleefd.



Recticel: Rectitape

7. Vastzetting van de tweede isolatielaag gebeurt met behulp van het Combi-Fix XL systeem van Borgh, een plug van 250 mm met een spouwanker van 400 mm voor een isolatiedikte van 160 tot 200 mm (zie: http://www.borgh.net/CombifixSpouwanker.pdf).




Als alternatief kan ook volgende oplossing gekozen worden (7. wordt vervangen door 8. t.e.m. 13):

8. Vastzetting van de tweede isolatielaag gebeurt met behulp van bijvoorbeeld de pluggen van Hilti type SD-FV isolatiedoorn. Ongeveer 5 stuks per m².



9. Na plaatsing van de tweede isolatielaag worden de ankers voor verbinding van het buitenspouwblad met het binnenspouwblad geplaatst. Minimum 5 stuks/m². Hiertoe wordt eerst een gat geboord met een diamantgeslepen klopboor 6 mm zonder klop- of hamerstand, dit om een perfect gat te bekomen, doorheen de twee isolatielagen in de snelbouwsteen.

10. Een universele plug, bijvoorbeeld MU 6x35 van Borgh met kraag, wordt op een anker van bijvoorbeeld Moerman (Moerman Wire Bending te Menen) type HDS 300/4, geplaatst.



11. Het spouwanker wordt samen met voorgemonteerde plug als doorsteekmontage door de isolatie tot in het geboorde gat geplaatst zodat de kraag van de plug aansluit op het gat en de spouwhaak kan worden ingeschroefd.

12. Het anker wordt naar beneden geplooid op de gevelsteen.

13. Het geboorde gat in de isolatie wordt nadien met PU schuim opgespoten.

<u>Variante 10 + 11 + 12</u>: Een alternatieve oplossing is het gat in de isolatie op te spuiten vóór plaatsing van het anker. Onmiddellijk na het opspuiten wordt het spouwanker met voorgemonteerde plug als doorsteekmontage in het opgespoten gat geduwd totdat de kraag van de plug aansluit tegen de binnenmuursteen. De spouwhaak wordt vervolgens ingeschroefd en naar beneden omgeplooid.

e. Luchtdichting van het massief passiefhuis

Zoals eerder al aangegeven, is in een passiefhuis de luchtdichtheid van uiterst groot belang. Om aan de voorwaarden van het passiefhuis te voldoen, mogen bij een over- en onderdruk van 50Pa de lekverliezen maximaal 0,6 keer het netto volume bedragen.

Bij een massief passiefhuis is de luchtdichtheid te bekomen met de pleisterlaag die op zich luchtdicht is, echter dient bij aansluitingen gebruik gemaakt te worden van luchtdichtingsfolies.

Deze folies worden overal aangebracht waar we geen luchtdichtheid kunnen verkrijgen door onze pleisterlaag:

1. De overgang tussen de vloer en het opgaande metselwerk
2. De omtrek van alle buitenschrijnwerk
3. De overgang tussen het metselwerk en het hellende of platte dak
4. Doorgangen van nutsleidingen door de buitenschil

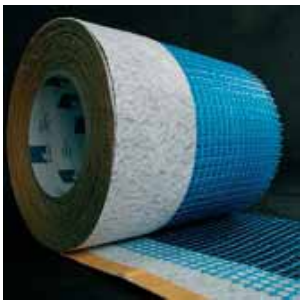
1. De overgang tussen de vloer en het opgaande metselwerk

Ter hoogte van de overgang tussen de betonplaat en het dragende metselwerk wordt gebruik gemaakt van een dampremmend membraan (scheurvast, waterresistent en waterdicht, b.v. Pro Clima DA). Dit membraan wordt op de stofvrij gemaakte betonplaat vastgekleefd met behulp van een luchtdicht kleefmiddel (b.v. Pro Clima Orcon F) en opgetrokken tegen het dragende metselwerk. Aan de bovenzijde van dit membraan wordt ter hoogte van de waterkering een aansluitband (b.v. Pro Clima Contega PV) aangebracht. Deze aansluitband zorgt voor de luchtdichte aansluiting tussen dampremmend membraan en aangrenzend pleisterwerk. Deze aansluitband is voorzien van een wapeningsnet dat ingepleisterd wordt.

De breedte van de folie is afhankelijk van de uitvoeringswijze, maar een minimumbreedte van 10 cm op de betonplaat en folie tot ongeveer 2 cm boven de vloerpas is noodzakelijk.



Pro Clima DA



Pro Clima Contega PV

Waar de betonplaat van de verdieping op de dragende muur ligt (m.a.w. aansluiting wand/plafond), wordt een luchtdichte soepele voeg aangebracht (b.v. Pro Clima Orcon F).

2. De omtrek van alle buitenschrijnwerk

Gebruik dient gemaakt te worden van daartoe bestemde aansluitbanden (bvb: Pro Clima Contega PV, SL of FC).

Voor het plaatsen van het buitenschrijnwerk worden twee uitvoeringsmogelijkheden vooropgesteld:

- Gezien het buitenschrijnwerk in de isolatie moet zitten, komt het buiten het binnenspouwblad te hangen en rust het best ook niet op de buitendorpel. Om het gewicht van het 3-voudig glas te kunnen dragen wordt daarom een multiplexkader rond het schrijnwerk aangebracht dat gelijk komt met de binnenzijde van het binnenspouwblad waarin het verankerd wordt. Tussen het buitenschrijnwerk en het multiplexkader wordt een luchtdichte siliconenkit aangebracht. Op de rand van dit multiplexkader wordt de luchtdichtingsfolie aangebracht in de neg van het raam. Deze folie wordt dan omgeplooid en ingepleisterd. Dit geeft een optimale garantie op succes.

- Een andere mogelijkheid is het verankeren van het buitenschrijnwerk met doken in het binnenspouwblad. Dit kan enkel bij kleine ramen met een kleiner gewicht en die niet te ver voorbij het binnenspouwblad komen. Ook hier wordt een luchtdichtingsfolie gebruikt die aan de zijkant van het buitenschrijnwerk wordt gekleefd en tevens wordt ingepleisterd. Het is belangrijk dat de folie wordt gekleefd alvorens de doken op het raam worden geschroefd zodat de luchtdichting ook hier kan verzekerd worden.

3. De overgang tussen het metselwerk en het hellende of platte dak

Gebruik dient gemaakt te worden van daartoe bestemde aansluitbanden naargelang de uitvoering (b.v. Pro Clima Contega PV, SL of FC en/of Pro Clima Unitape, Tescon en Rapidcel).

Voor de luchtdichting van een hellend dak worden verschillende uitvoeringsmogelijkheden vooropgesteld:

- De meest efficiënte oplossing is het aanbrengen van OSB platen aan de binnenzijde van de dakspanten waarvan de naden worden afgekleefd met daarvoor bestemde luchtdichtingskleefmiddelen. De overgang tussen de OSB platen en het metselwerk gebeurt ook met de hoger vernoemde luchtdichtingsfolie die ingepleisterd wordt.

- Een identieke, maar minder gemakkelijke mogelijkheid is de OSB platen vervangen door een dampremmende, luchtdichte folie (b.v. Pro Clima DB+ of Intello). Deze folies moeten zo vlak en zo strak mogelijk geplaatst te worden, bij onderbreking moet een overlapping van 10 cm voorzien worden. Deze overlapping moet luchtdicht worden uitgevoerd (b.v. dicht gekleefd met Orcon F). Steeds dienen de plaatsingsvoorschriften van de fabrikanten te worden nagelezen en nageleefd. Deze oplossing is van toepassing wanneer deze ruimtes afgewerkt worden met een plaatmateriaal. Gezien er tussen de spanten geen isolatie zit, bestaat het gevaar anders dat de folie later doorboord wordt of scheurt, waardoor de luchtdichting niet verzekerd kan worden.

- Er kan ook gekozen worden om op de spanten een OSB plaat te plaatsen waarvan de naden worden afgekleefd langs de buitenzijde alvorens de isolatieplaten te bevestigen. Hierbij moet er vooral aandacht geschonken worden aan de topgevels en de dakgoot.

4. Doorgangen van nutsleidingen door de buitenschil

Verschillende nutsleidingen moeten ook luchtdicht afgekleefd worden, zoals de energiebocht, de toe- en afvoer van de ventilatie en de afvoerbuizen van het vuil water. Ook hier moet met de nodige zorg aandacht besteed worden aan het dichten van de spleet tussen de desbetreffende buis en de opening in de vloer, wand of dak.

Aangeraden wordt gebruik te maken van luchtdichte manchet doorvoeren.

f. De uitvoeringsdetails

Om tot het vereiste eindresultaat te komen moeten een aantal detailleringen onder de loep genomen worden alvorens met de uitvoering te starten. Zo moeten alle mogelijke koudebruggen onderzocht en zo mogelijk vermeden worden.

De eerste vraag stelt zich telkens aan de aanzet van het opgaande metselwerk op de betonplaat. Gezien we niet onder de betonplaat isoleren en de spouwisolatie zich buiten het dragende metselwerk bevindt, zou hier de isolatieschil onderbroken worden en zo krijgen we een koudebrug. Dit hebben we onderzocht zonder een onderbreking (1), met een onderbreking in cellenbeton (2) en in cellenglas (3). We zien daarbij dat de eerste oplossing (klassiek systeem) een te grote koude brug vertoont die nefast is voor het welslagen van het eindresultaat. Beide andere oplossingen hebben een goed resultaat, maar aangezien het cellenbeton telkens 1cm breder is dan de standaard snelbouwsteen en er daarbij dus of aan de binnenzijde of aan de buitenzijde een oneffenheid zou optreden, werd er gekozen voor cellenglas dat dezelfde breedtematen heeft als snelbouwsteen (9, 14 of 19 cm).

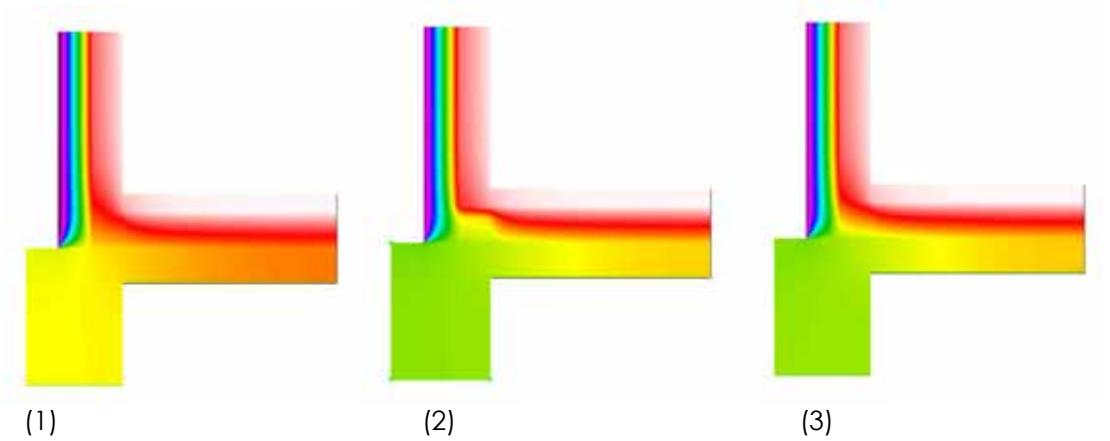
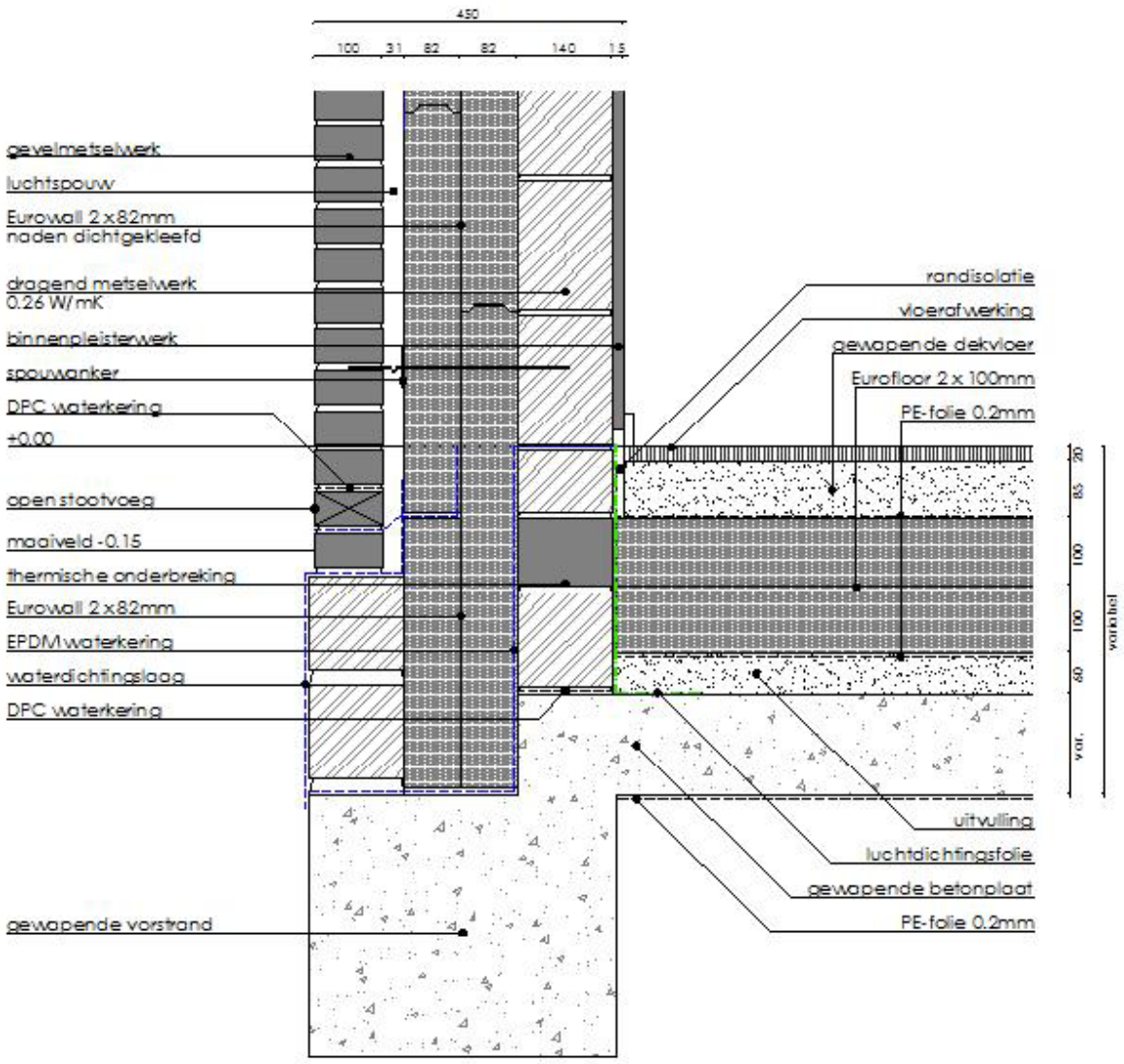


Fig. 07: koudebrug onderbreking van de funderingsaanzet

Het desbetreffende uitvoeringsdetail ziet er dan als volgt uit:


450
100
31
82
82
140
15
gevelmetselwerk
luchtspouw
Eurowall 2 x 82mm
naden dichtgekleefd
dragend metselwerk
0.26 W/mK
binnenpleisterwerk
spouwanker
DPC waterkering
+0.00
open stootvoeg
maaiveld -0.15
thermische onderbreking
Eurowall 2 x 82mm
EPDM waterkering
waterdichtingslaag
DPC waterkering
gewapende vorstrand
randisolatie
vloerafwerking
gewapende dekvloer
Eurofloor 2 x 100mm
PE-folie 0.2mm
uitvulling
luchtdichtingsfolie
gewapende betonplaat
PE-folie 0.2mm
var.
60
100
100
85
20
variabel

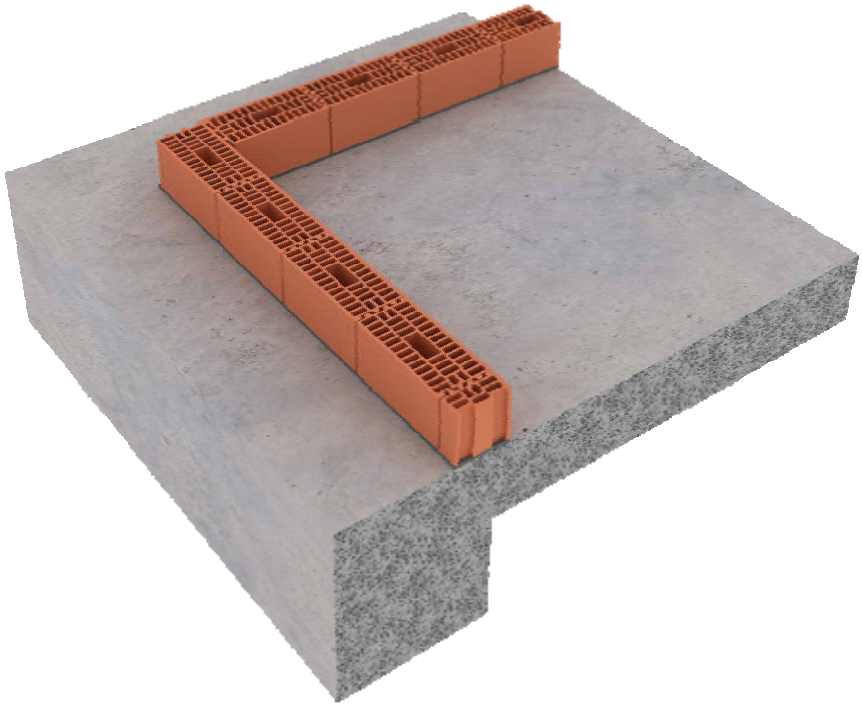
FUNDERINGSAANZET

- gewapende betonplaat met vorstrand -



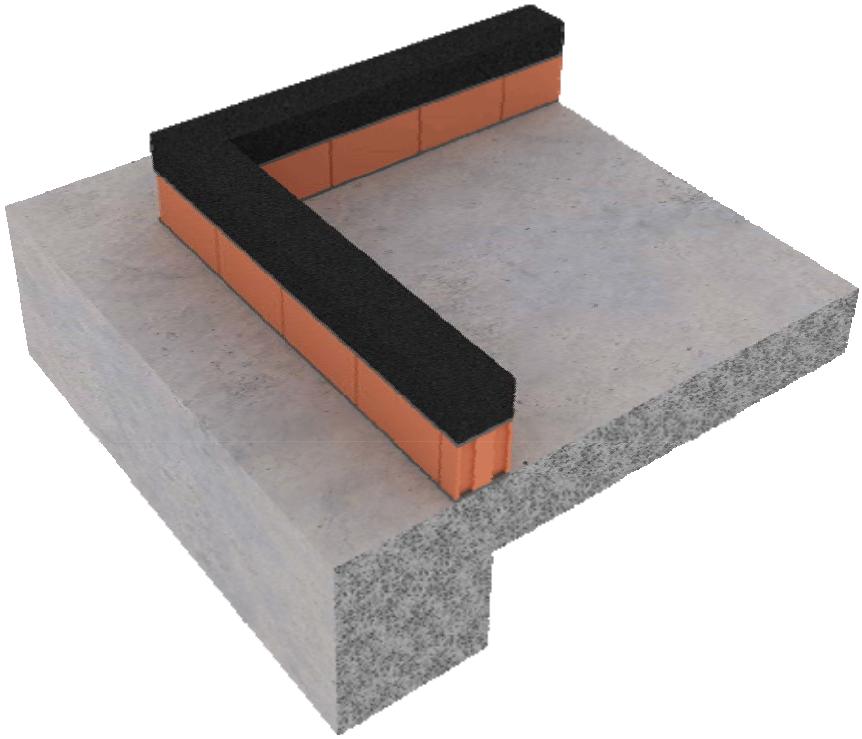
FUNDERINGSAANZET

- eerste laag dragend metselwerk -



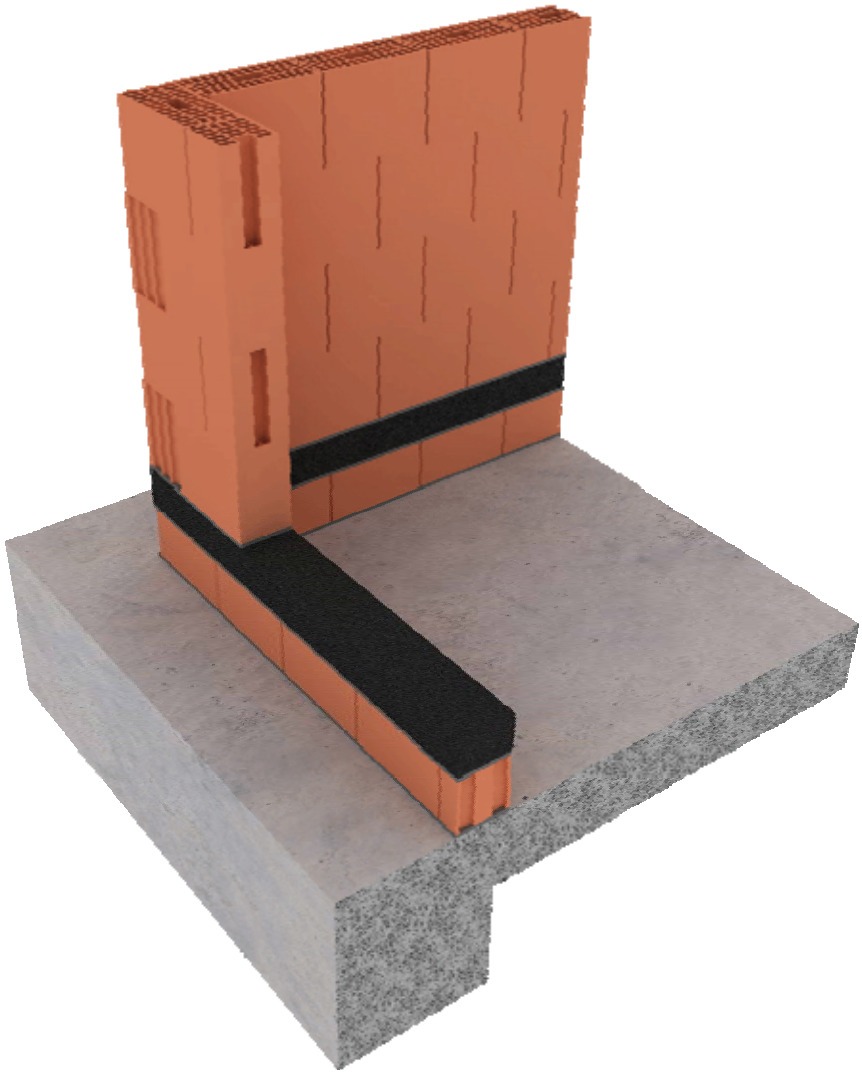
FUNDERINGSAANZET

- drukvaste isolatie -



FUNDERINGSAANZET

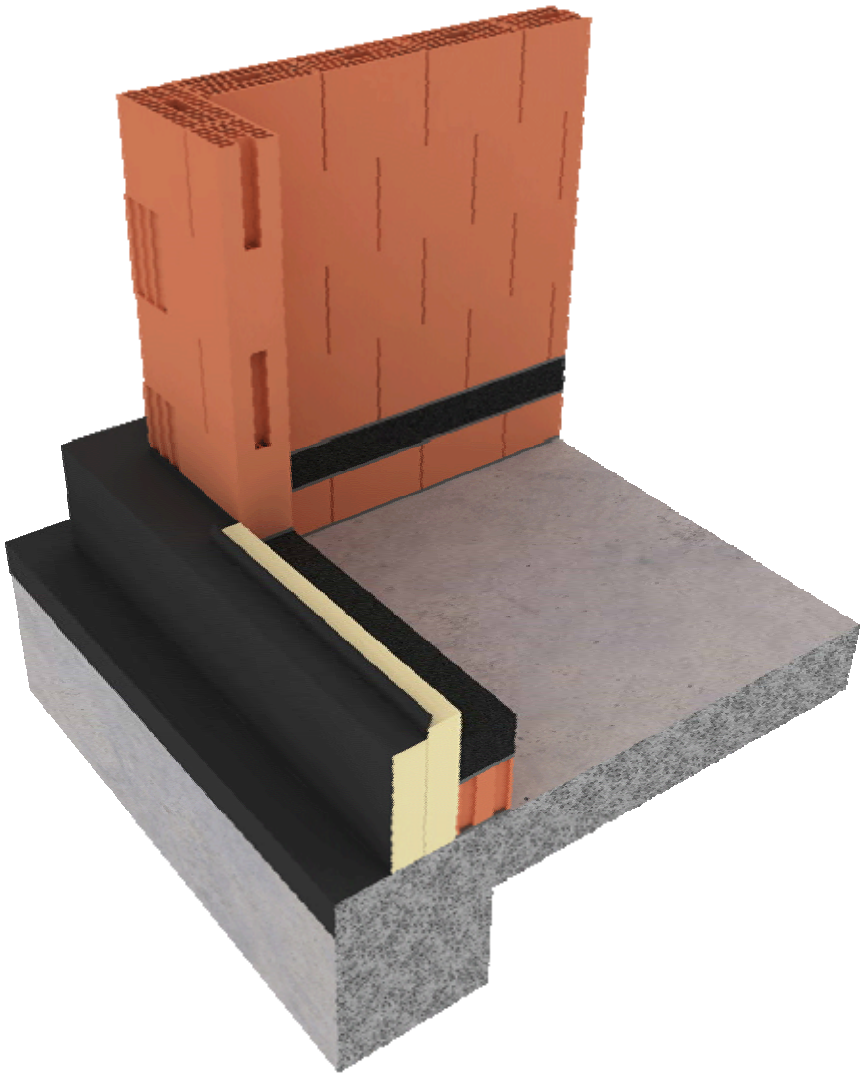
- verlijmd(*) dragend metselwerk -



(*) Traditioneel metselwerk is ook mogelijk. De invloed van de metselmortel wordt in dat geval gecompenseerd door een iets dikkere isolatie.

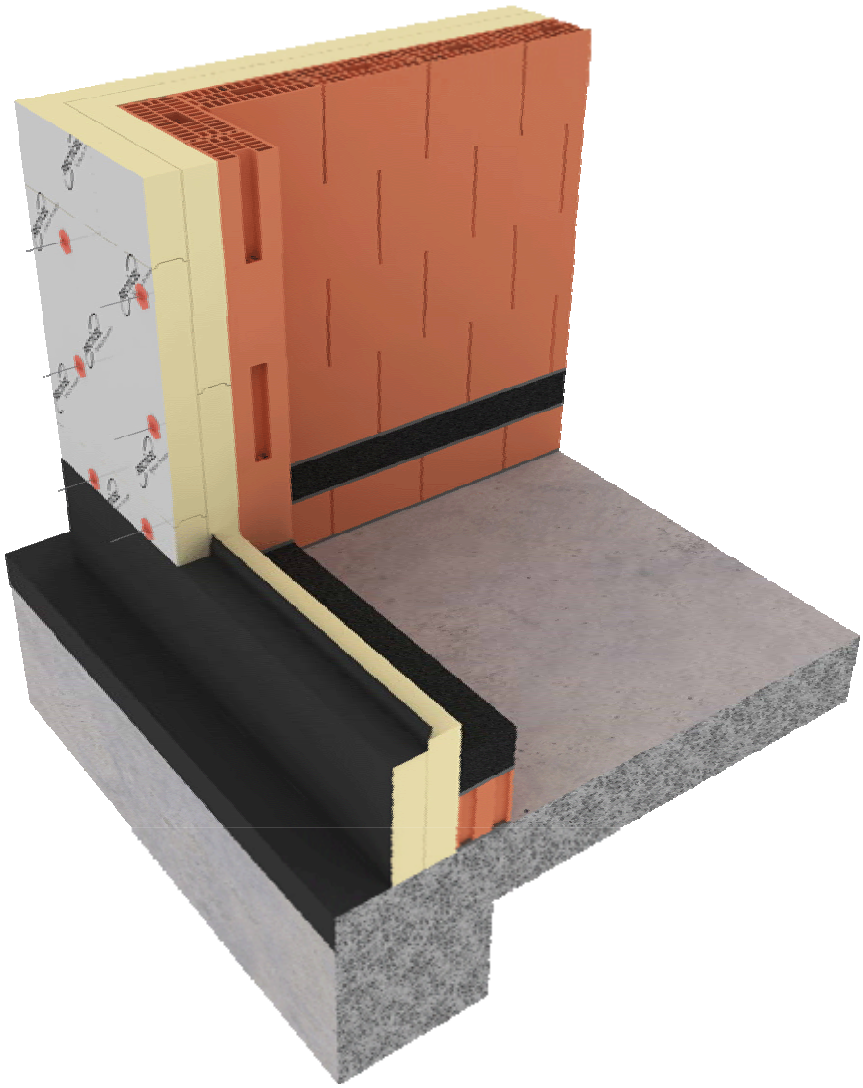
FUNDERINGSAANZET

- dubbele isolatie met EPDM waterkering -



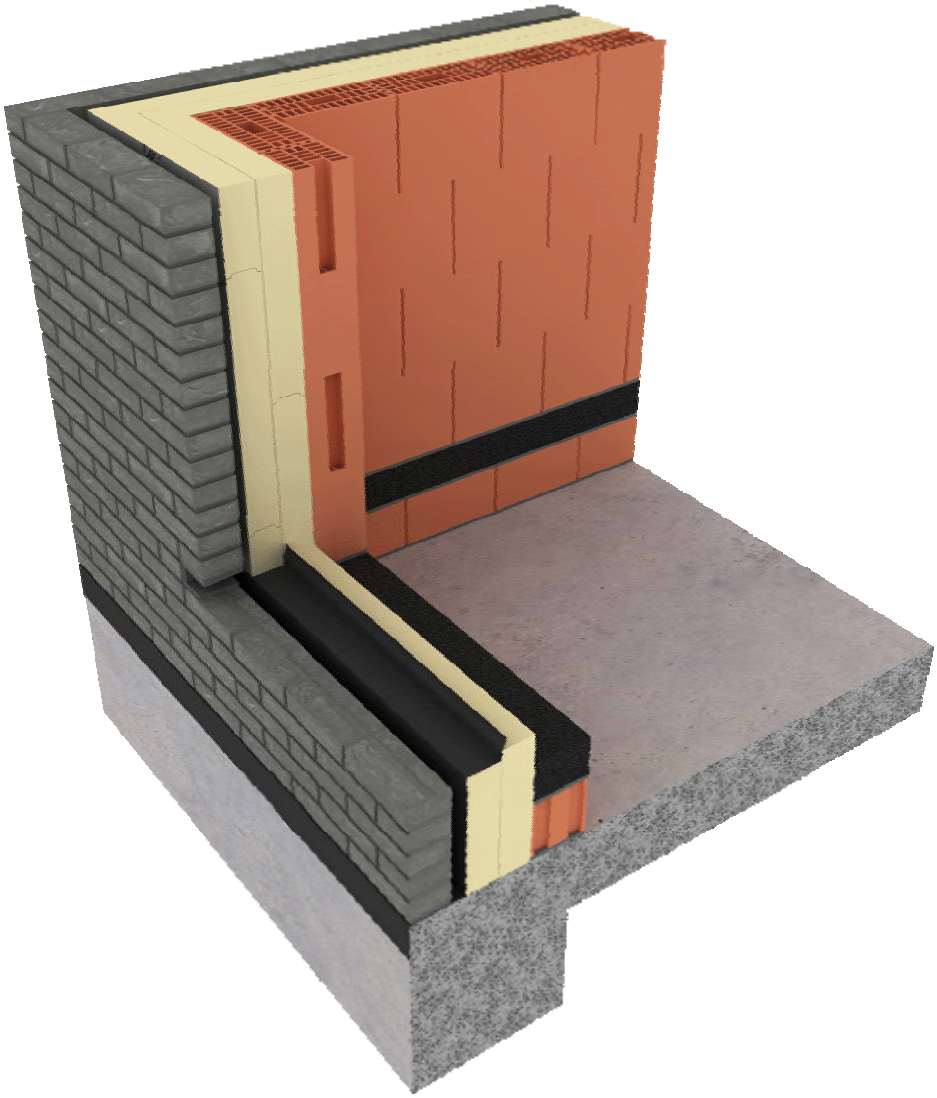
FUNDERINGSAANZET

- dubbele isolatie met thermisch onderbroken spouwankers -



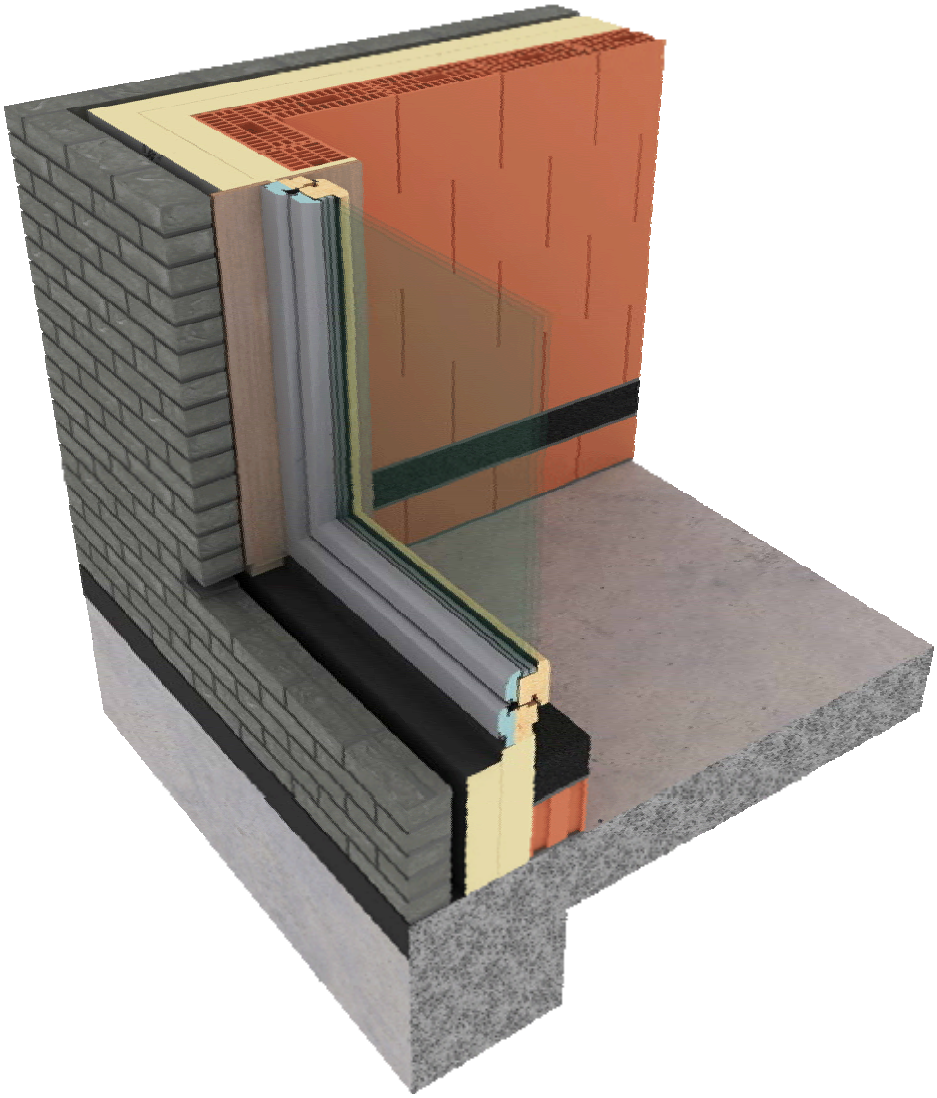
FUNDERINGSAANZET

- gevelmetselwerk -



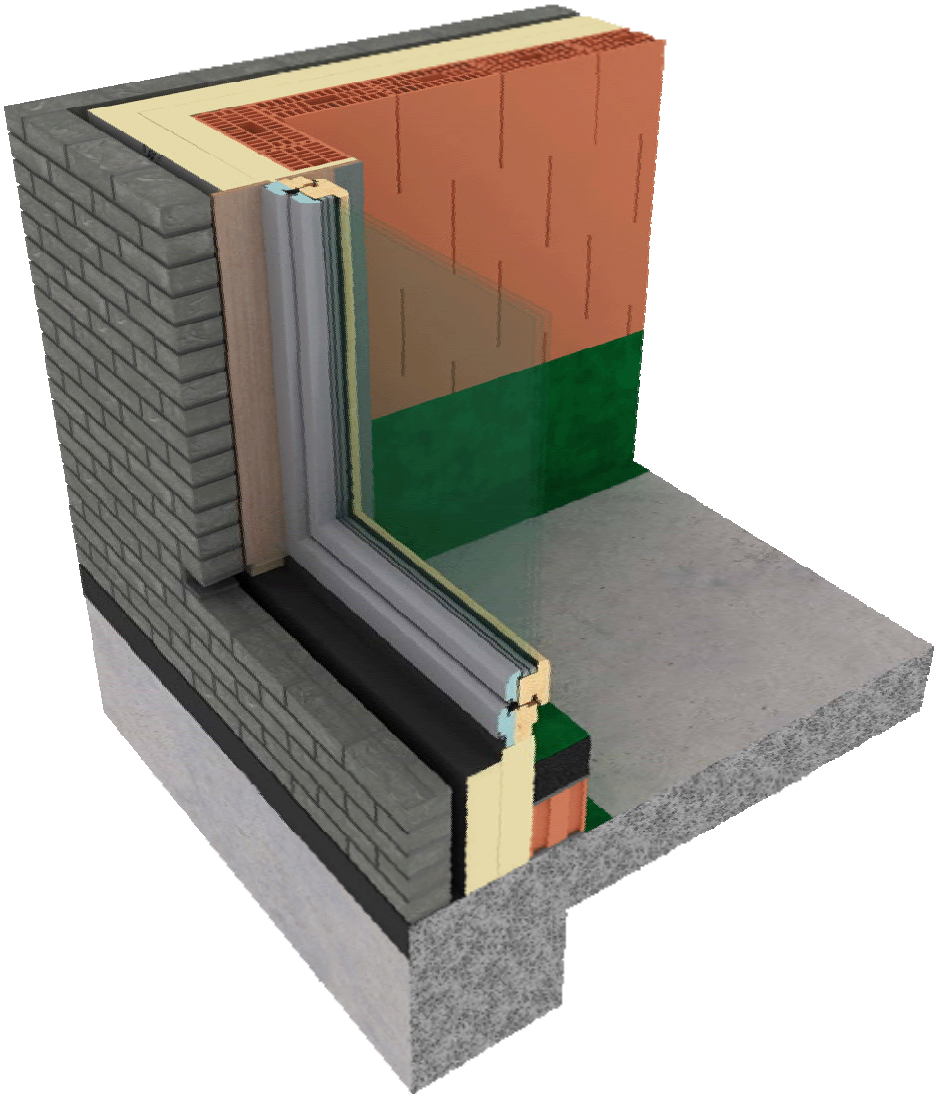
FUNDERINGSAANZET

- buitenschrijnwerk -



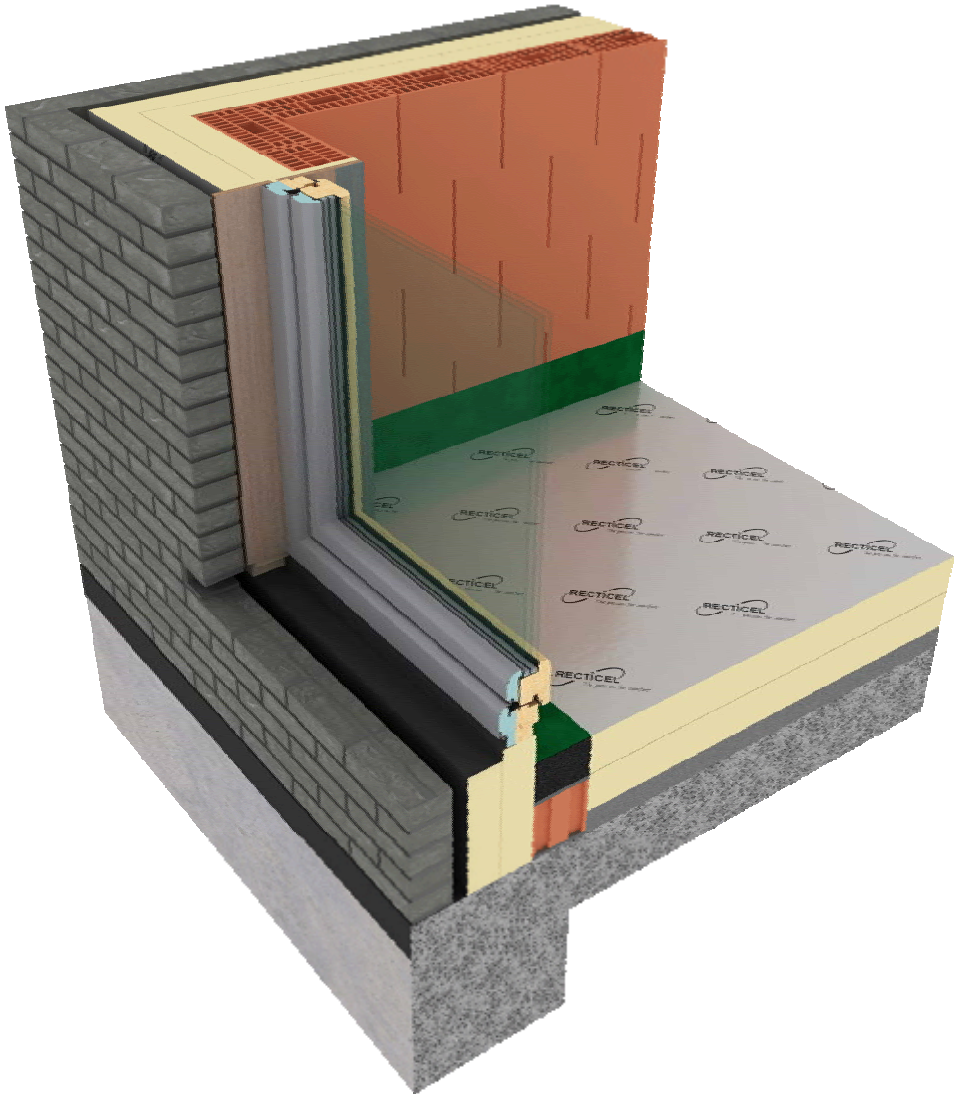
FUNDERINGSAANZET

- luchtdichting -



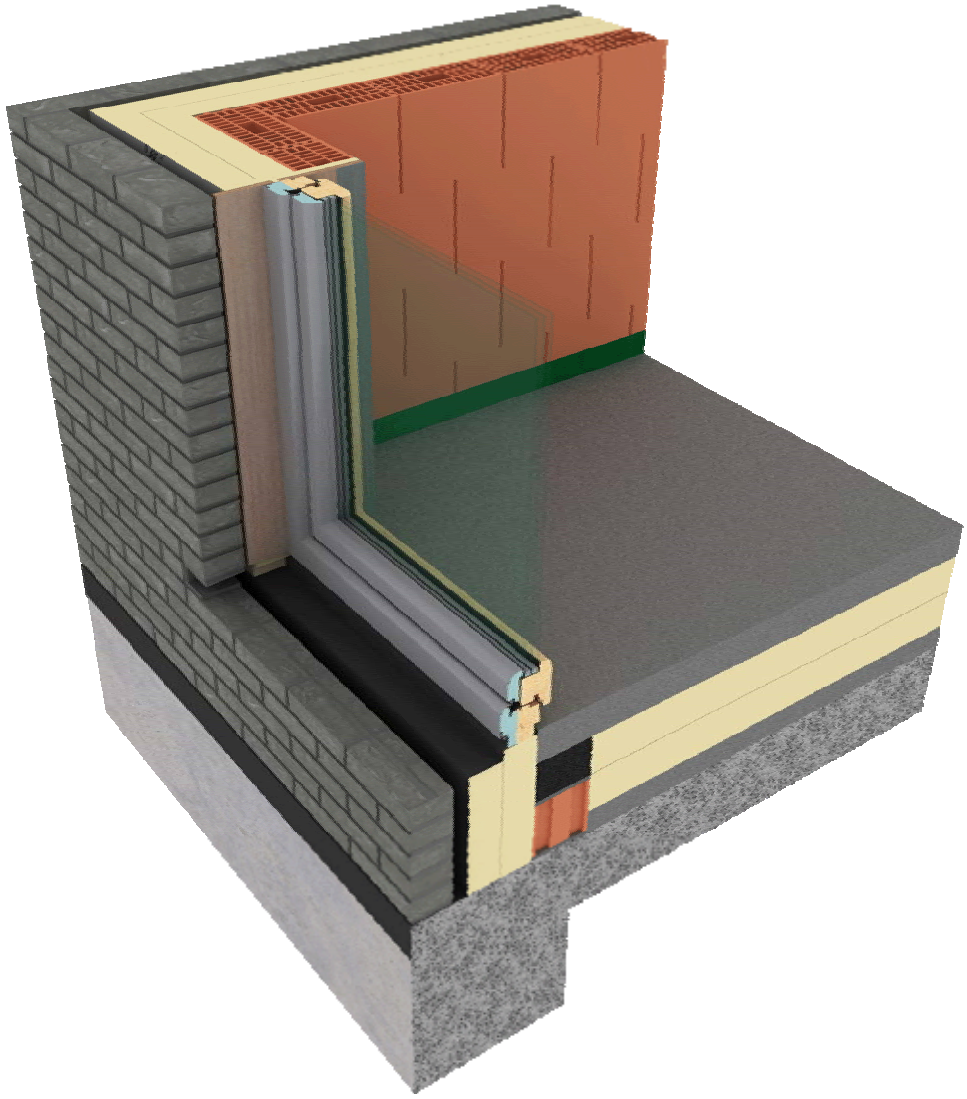
FUNDERINGSAANZET

- dubbele laag vloerisolatie -



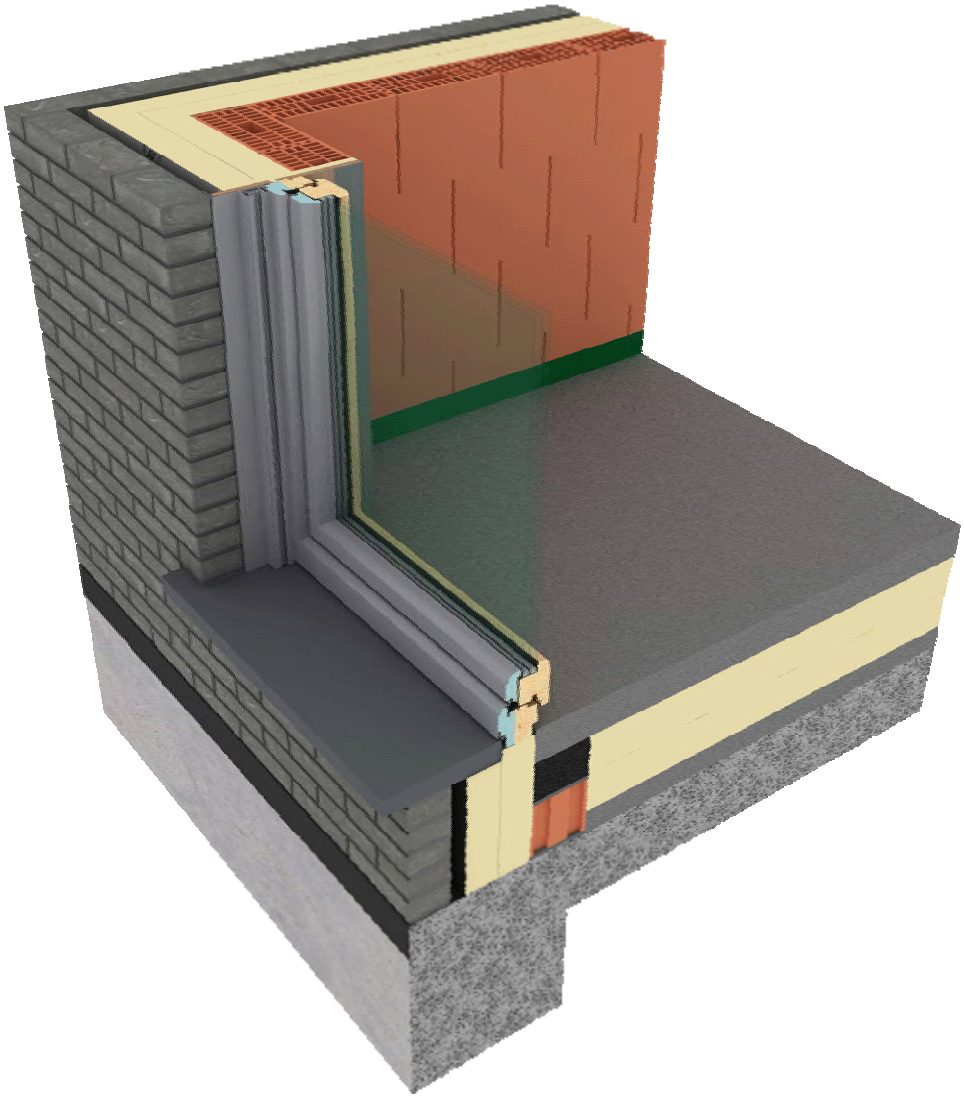
FUNDERINGSAANZET

- gewapende dekvloer -



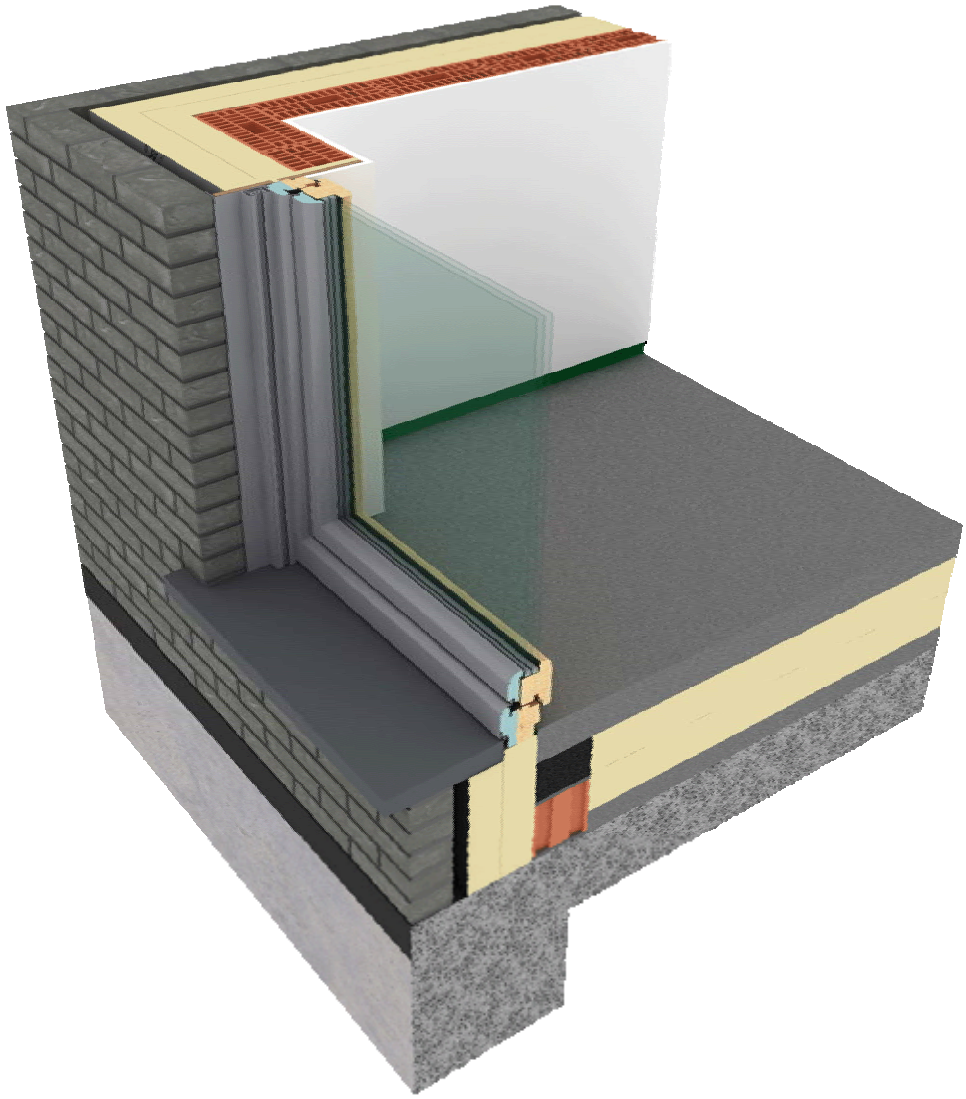
FUNDERINGSAANZET

- dorpel en zonnewering -



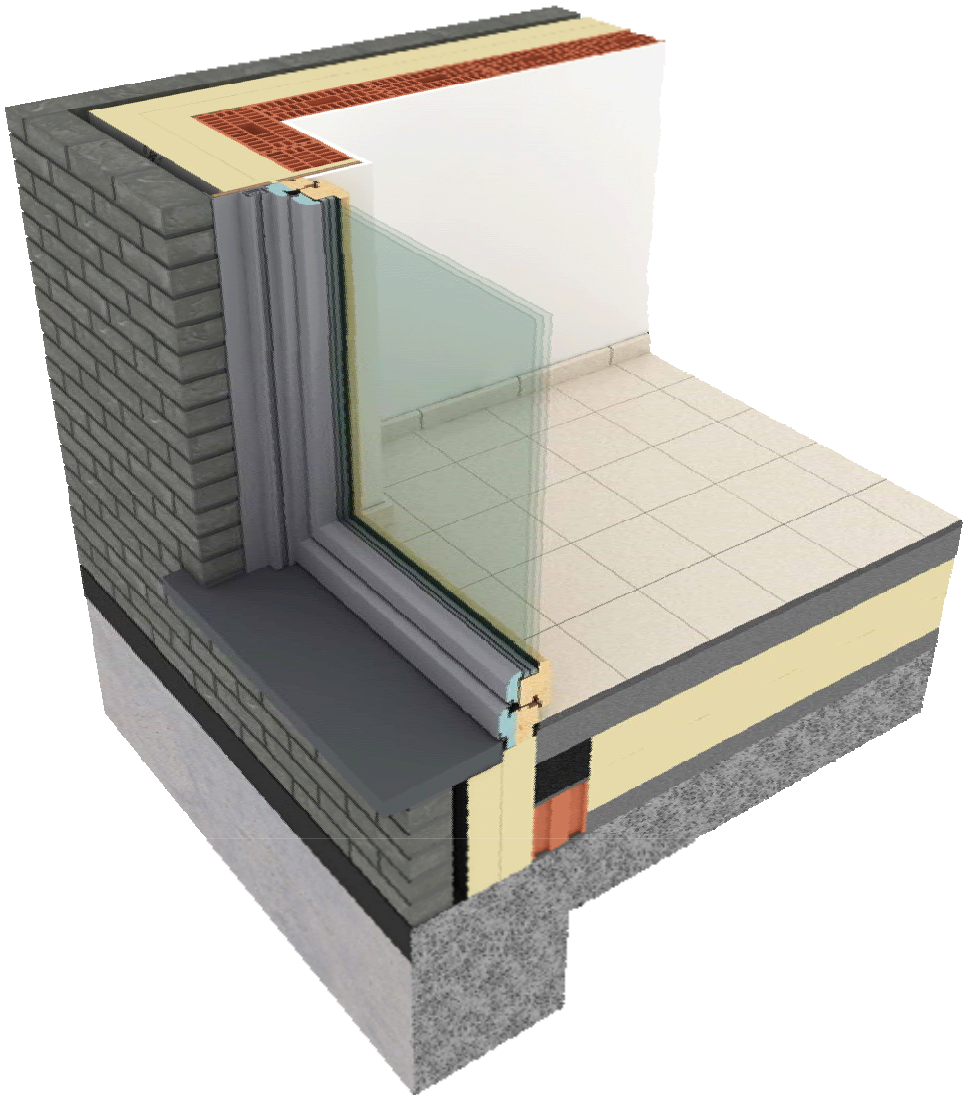
FUNDERINGSAANZET

- binnenpleisterwerk -

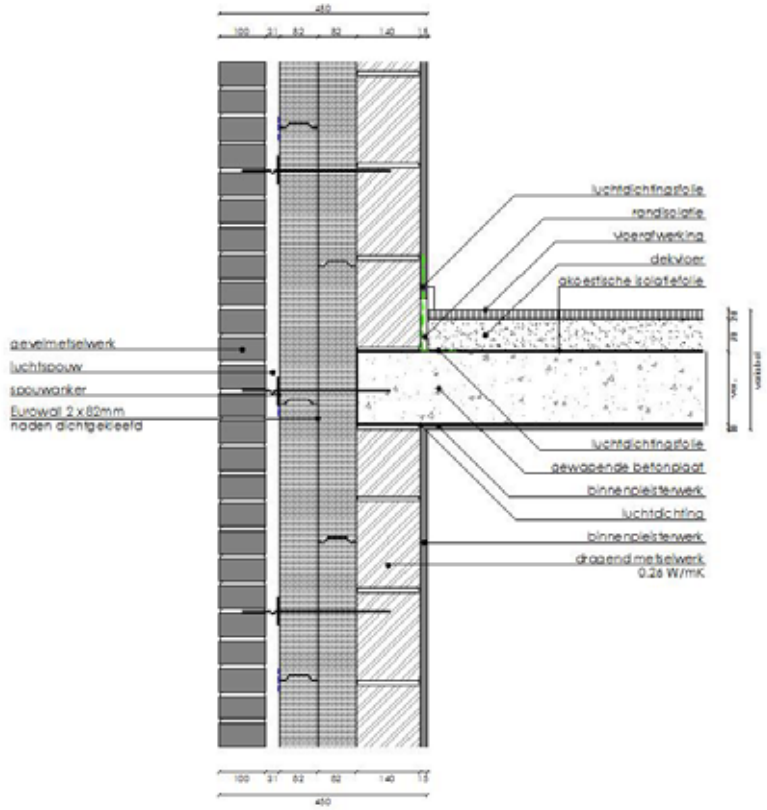


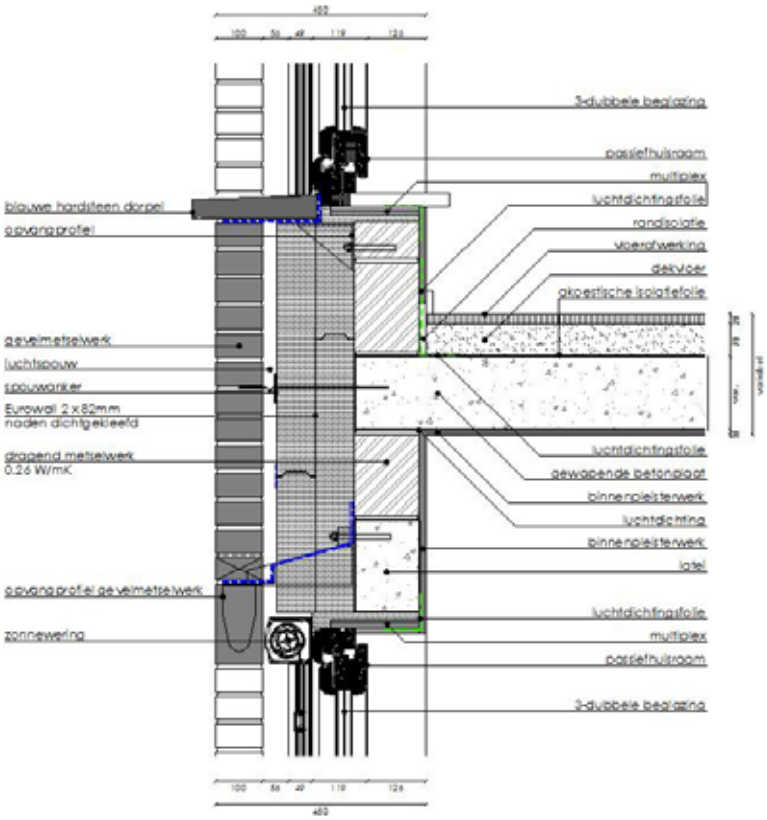
FUNDERINGSAANZET

- vloerafwerking -

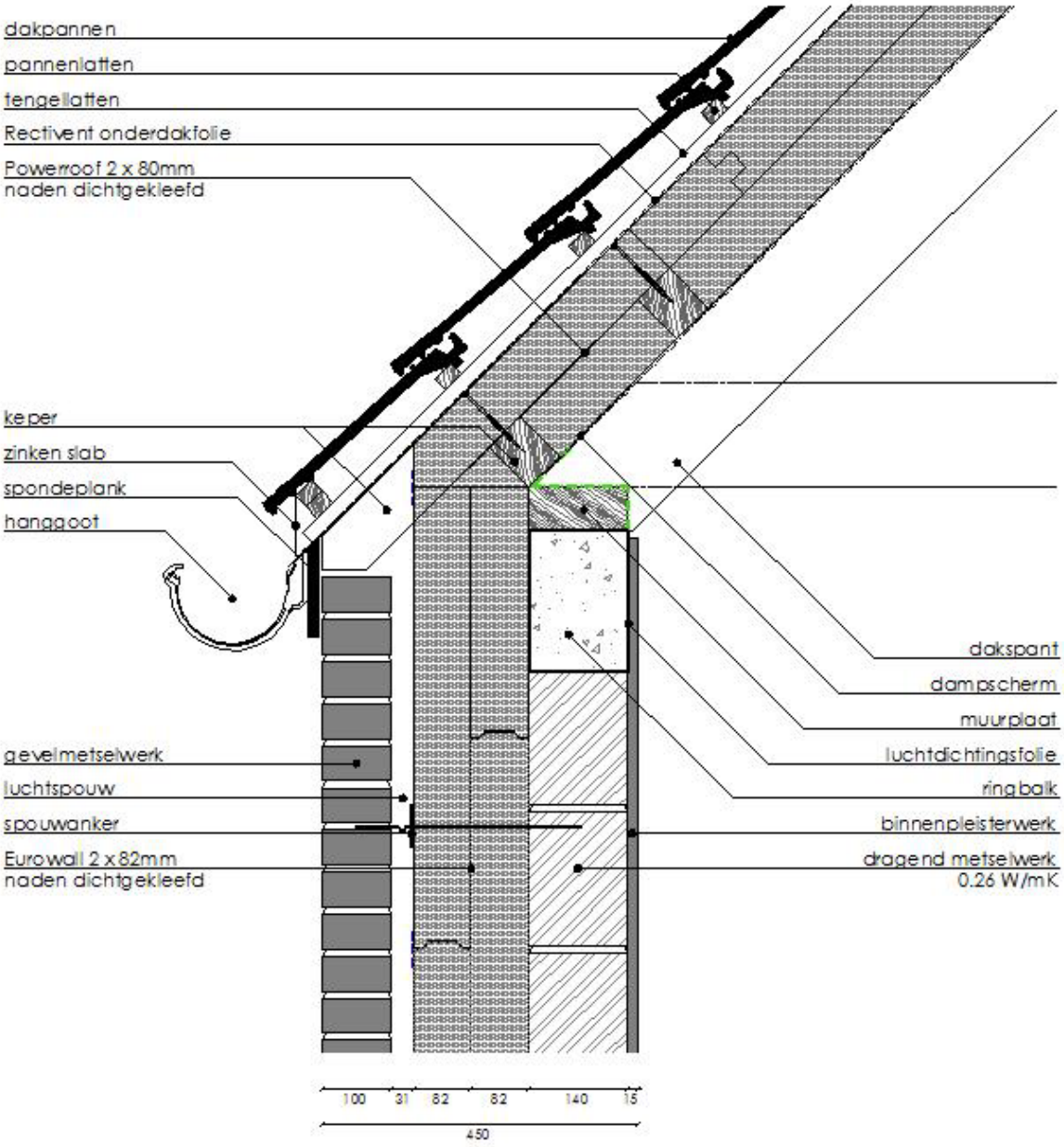


Uitvoeringsdetail van de tussenvloer:



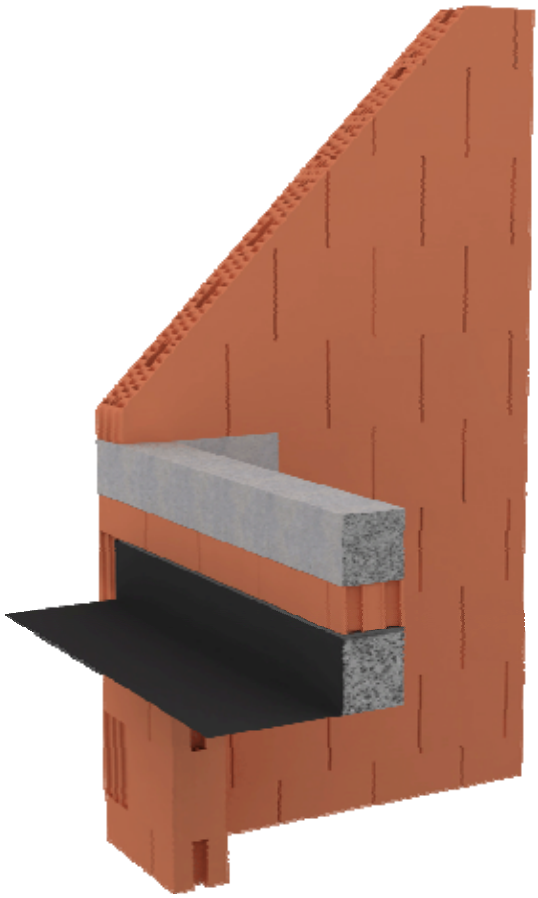


Uitvoeringsdetail van het hellende dak:



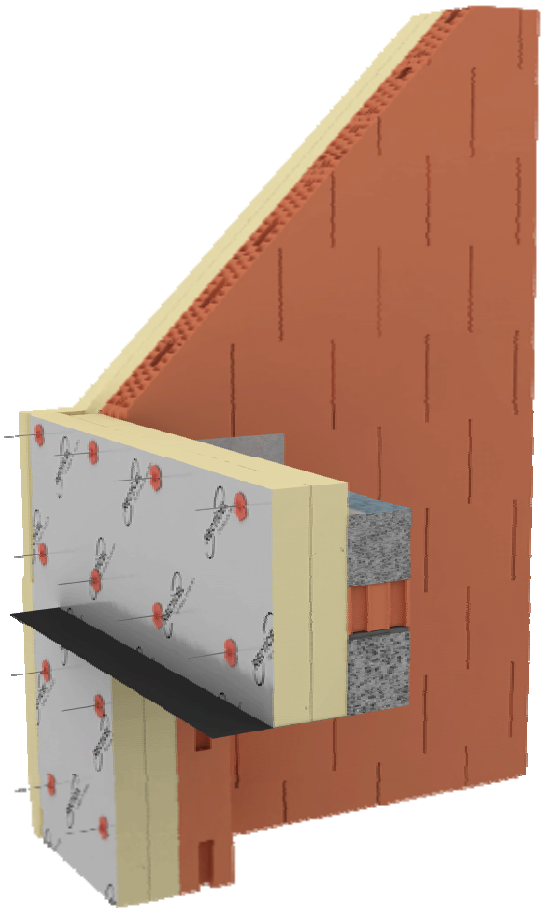
HELLEND DAK

- verlijmd metselwerk met betonlatei en EPDM waterkering -



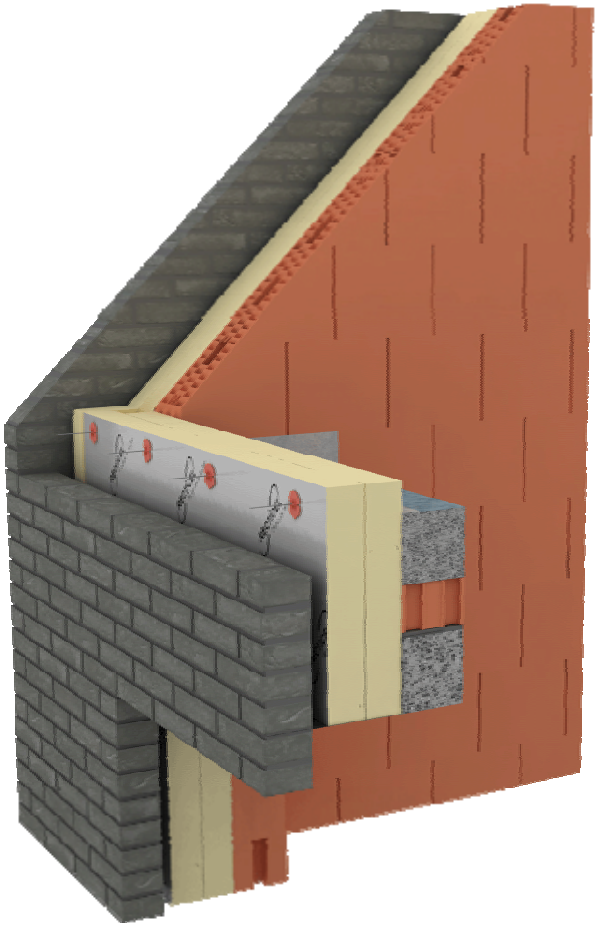
HELLEND DAK

- dubbele laag isolatie verankerd met thermisch onderbroken spouwankers -



HELLEND DAK

- gevelmetselwerk -



HELLEND DAK

- houten dakconstructie met spanten(h.o.h. max. 60 cm) -



HELLEND DAK

- eerste laag isolatie steunt af op de horizontale kepers -



HELLEND DAK

- opvangkepers voor de dakgoot -



HELLEND DAK

- tweede laag isolatie geschrankt op de eerste laag, naden af te kleven -



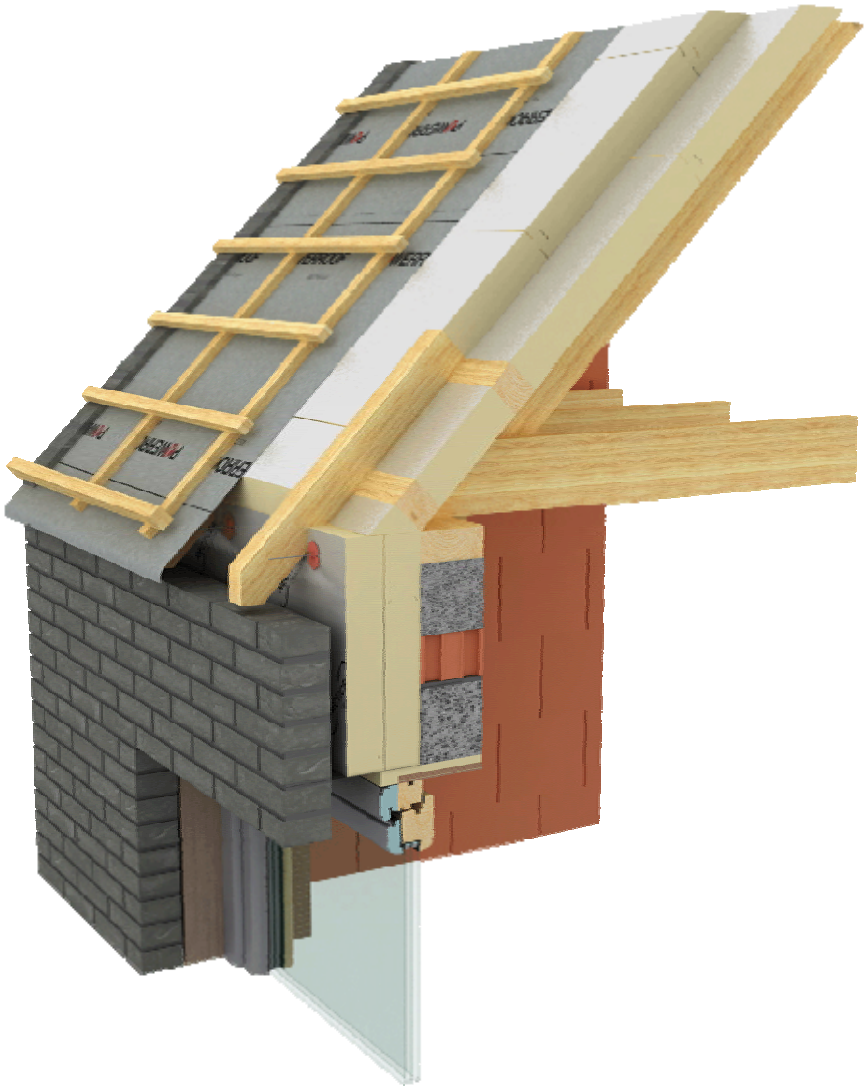
HELLEND DAK

- onderdakfolie en tengellatten te schroeven doorheen de isolatieplaten, pannenlatten -



HELLEND DAK

- het buitenschrijnwerk -



HELLEND DAK

- dakbedekking en dakgoot -



HELLEND DAK

- zonnewering -



HELLEND DAK

- binnenpleisterwerk en plafondafwerking -



C) De uitvoering van het massief passiefhuis

a. Planning van de werf

Uiterst belangrijk bij het bouwen van een passiefhuis project is de planning vooraf en de communicatie tijdens de uitvoering. Een passiefhuis vraagt een veel striktere en strengere opvolging! Hiermee willen we zeggen dat meer nog dan anders het resultaat staat of valt met de uitvoering en elke fout in de gebouwenschil (zowel qua winddichting, isolatie als luchtdichting) nefaste gevolgen kan hebben.

De planning wordt gestuurd door enkele mijlpalen:

- Isolatieschil
- Blowerdoor test
- Ventilatie

De aanvang van de werken is identiek aan het bouwen van een traditionele woning:

- Fundering en rioleringswerken
- Dragend metselwerk en vloerplaten
- Isolatieschil van de buitenwanden*
- Gevelmetselwerk en dorpels
- Dakspanten
- Plat en hellend dakisolatie
- Dakranden, dakgoten en dakbedekking
- Plaatsing van het buitenschrijnwerk**
- Luchtdichting
- Pleisterwerken***
- Blowerdoor test
- Elektriciteitsleidingen en ventilatiekanalen
- Sanitaire leidingen
- Vloerisolatie
- Vloerafwerking
- Binnenschrijnwerk
- Afwerking ventilatie
- Afwerking sanitair

* het is aangewezen de isolatieschil niet te plaatsen tijdens het optrekken van het gevelmetselwerk zo is er enerzijds een betere controle mogelijk van het correct aanbrengen van de isolatie zodat koude bruggen vermeden worden en kunnen alle naden winddicht afgekleefd worden. Nadien wordt het buitenspouwblad opgetrokken.

** bij het buitenschrijnwerk moet de volgende bedenking gemaakt worden: wanneer het binnenprofiel in hout is, wordt het buitenschrijnwerk best na het pleisterwerk geplaatst zodat de profielen tijdens het uitdrogen het vocht niet gaan opnemen. De neggen kunnen dan nadien uitgepleisterd worden om de luchtdichting te verzekeren.

*** vermits het pleisterwerk mee dienst doet als luchtdichting, is het uitdrogen van de woning zeer moeilijk. Het is aangewezen dit natuurlijk te laten gebeuren door ramen en deuren volledig open te zetten tijdens het droogproces. Beter is alle vleugels weg te halen tot het grootste overtollige vocht afgevoerd is. Een bouwdroger en verwarmingselement zullen daarbij nooit het gewenste resultaat geven. Daarnaast moet er ook op voorhand gecommuniceerd worden aan de plakker, indien niet gebruik gemaakt wordt van het multiplexkader, dat ook de tabletten moeten uitgepleisterd worden gezien ook hier de luchtdichtheid moet verzekerd worden.

De meeste aandacht moet uiteraard gaan naar een optimale communicatie tussen aannemer en ontwerpteam. Een algemene opstartvergadering is daarbij aangewezen zodat iedereen op de hoogte kan gebracht worden van de cruciale momenten.

b. Draaiboek van de werf



afgraven van de teelaarde en graven van de fundering



fundering is uitgevoerd, deze doet tevens dienst als vorstrand



de energiebocht en de socarex voor de bodemwarmtewisselaar



het teren en berapen van het ondergronds metselwerk



de eerste isolatieplaten doen dienst als ‘verloren’ bekisting voor de betonplaat



de eerste steenlaag wordt volledig waterpas uitgevoerd



het dragende metselwerk van het gelijkvloers wordt opgetrokken in Porotherm keramische binnenmuursteen, λ 0,26 W/mK, te verlijmen om zo enerzijds extra koudebruggen via het mortelbed en anderzijds luchtlekken te vermijden



de koudebrug onderbreking wordt hoger voorzien dan gebruikelijk in functie van de dikkere vloerisolatie aangezien deze best in het midden van de isolatie moet komen



de waterkering aan de voet van het metselwerk is extra lang voorzien in functie van de isolatiedikte maar doet ook dienst als bescherming voor de reeds geplaatste isolatie



onder zowel de binnen- als de buitenmuren werd een drukvaste isolatielaag voorzien om de koudebrug te onderbreken



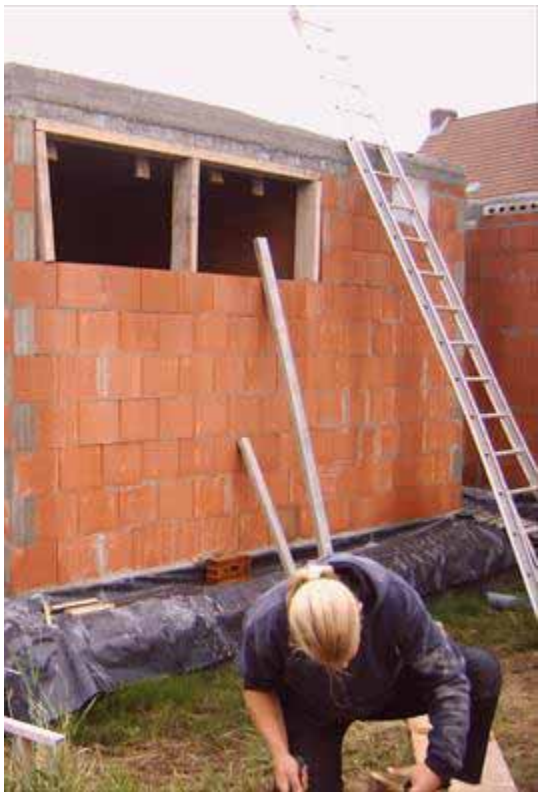
door het Porotherm Lijm Systeem (PLS) krijgen we een heel vlakke ondergrond voor het plaatsen van de isolatieschil; alle lijmresten en andere oneffenheden moeten dan ook vlak getrokken worden



de aanzet van de trap wordt eveneens onderbroken door een drukvaste isolatielaag



het gelijkvloers is volledig opgemetst



het afstorten van de betonplaat boven het gelijkvloers gebeurt op traditionele wijze, wel moet toegezien worden dat de kopse zijde van de betonplaat mee ingestort wordt om luchtlekken te vermijden



de vloer boven het gelijkvloers is gestort



de binnenmuurstenen vormen de basis voor een uitstekende luchtdichtheid doordat zij later gepleisterd worden met een pleisterlaag, een traditionele werkwijze die nu in deze vooruitstrevende nieuwe bouwmethodiek opnieuw haar voordelen bewijst



de binnenmuurstenen zijn bij vervaardiging vlak geslepen, wat verlijming met dunne voeg (< 2 à 3 mm) mogelijk maakt



het dragend metselwerk van de verdieping wordt opgetrokken



het verlijmen van de keramische binnenmuurstenen met het koord aan de buitenkant heeft als voordeel dat er een vlakkere wand bekomen wordt waartegen de isolatie dient te worden bevestigd (lijmresten te verwijderen!)



het optrekken van het binnenspouwblad is uitgevoerd, de gewelven kunnen worden geplaatst



soms zijn constructieve koudebruggen moeilijk uit te sluiten, zoals te zien is bij deze betonkolom



voor het isoleren van de muren, is er gekozen voor Eurowall spouwisolatie (2 x 82 mm)



de isolatieplaten worden geschrankt geplaatst en verankerd met isolatiepluggen



bij het plaatsen van de Eurowall spouwisolatie is het uiterst belangrijk om de naden en hoeken (ook onderaan bij de waterkering) goed af te tapen, een goede winddichtheid is hiermee verzekerd



hier wordt de Eurowall spouwisolatie ingesneden ter hoogte van de verankering van de metalen steunprofielen, nadien worden deze openingen dicht gespoten met PU schuim



na het plaatsen van de isolatie wordt het gevelmetselwerk opgetrokken



de spouwhaken worden bevestigd in het binnenspouwblad door de isolatielaag



de spouwmuuropbouw



het lijkt wel een traditionele werf zoals we die allemaal kennen



de topgevel wordt bekleed met gevelpannen en werd dus ook voorzien in hout



de houten dakspanten zijn geplaatst



strekkenlaag met daarboven de klassieke afwateringsopeningen
ook het afdekken ter bescherming van het metselwerk door houten latten valt op



rond de houten balk voor de carport is de isolatie nauwkeurig uitgesneden en zijn de voegen tussen de isolatieplaten en de balk opgespoten met PU schuim



belangrijk bij een dergelijk bouwdetail, is dat de opening voor doorvoer van de balk zo nauw mogelijk wordt gemaakt en dat de naden rondom volledig worden opgespoten met PU schuim



de aansluiting van de gevelisolatie met de dakisolatie dient precies te gebeuren zodat alle aansluitingen perfect uitgevoerd zijn, eventuele kieren en gaten worden opgespoten met PU schuim



bij moeilijke overgangen moet er veel aandacht besteed worden aan de continuïteit van de isolatieschil, zowel in verticale als in horizontale zin



de dubbele isolatielaag loopt door ter hoogte van de dakrand, daartegen wordt het hellingsbeton gegoten en de platte dakisolatie Powerdeck F kan zo perfect aansluiten



het gevelmetselwerk is zo goed als beëindigd



de isolatiedikte in de spouw is goed zichtbaar



het hellingsbeton is geplaatst en de opening voor de afvoerbuis is voorzien boven de drukvaste isolatie die de continuïteit van de isolatieschil verzekert



de Powerroof isolatieplaten voor het hellend dak werden geleverd



de zijdelingse verholen goot wordt afgewaterd naar de achtergevel, de helling wordt bekomen door de houten klossen via de koord te plaatsen waarbij ook plaatselijk de isolatie wordt uitgezaagd



de isolatie ter hoogte van de houten klossen (ter ondersteuning van de verholen goot) is uitgesneden op maat van de planken waardoor de dakisolatie naadloos op de gevelisolatie kan worden aangesloten. Eventuele openingen worden opgespoten met PU schuim.



de eerste Powerroof dakisolatieplaten worden geplaatst



de Rectivent onderdakfolie wordt geplaatst



met tengellatten wordt het volledige isolatiepakket d.m.v. de correcte schroeven vastgezet in het dakspanten



de latafstand van de pannenlatten wordt uitgezet op de tengellatten



de topgevel wordt identiek uitgevoerd als het hellend dak met Powerroof, Rectivent, lattenwerk en gevelpannen



de plaatsing van de KoraSun® zonnepanelen gebeurt gelijktijdig met het leggen van de dakpannen



de dakbedekking bestaat uit Migeon Actua kleidakpannen van Koramic met geïntegreerde fotovoltaïsche zonnepanelen van KoraSun®



de KoraSun® zonnepanelen zijn mooi geïntegreerd in het hellende dak



de Powerdeck F isolatieplaten voor het plat dak liggen klaar om te plaatsen



Powerdeck F bestaat uit Taufoam by Recticel, brandveilige isolatie



de kleeflaag (bitumen) wordt aangebracht om de isolatie te verlijmen op het hellingsbeton



de Powerdeck F platen worden ook geschrankt geplaatst



de dakdichting werd aangebracht op de isolatie van het plat dak



het buitenschrijnwerk wordt geplaatst met klassieke raamdoken en rondom wordt alles opgespoten met PU schuim



de schuiframen worden voorzien van een multiplex kader om zo enerzijds een betere luchtdichtheid te bekomen en anderzijds om het grote gewicht van deze ramen beter te kunnen bevestigen aan het binnenspouwblad of in dit geval de betonkolom



de algemene luchtdichtheid wordt bekomen door het pleisterwerk, alle andere aansluitingen worden voorzien van verschillende tapes en folies om de luchtdichtheid te kunnen verzekeren



door nuttig gebruik te maken van de bestaande beplanting (kerselaar op het zuidwesten), is het risico op oververhitting beperkt gebleven en is er geen noodzaak voor een zonnewering, waardoor de ramen op klassieke wijze achter slag gezet worden



de luchtkanalen voor de balansventilatie met warmterecuperatie worden geplaatst en worden geïntegreerd in valse plafonds en meubilair



alle ventilatiekanalen worden ook afgeplakt om het rendement te optimaliseren



bij de overgang van de vloer – muur worden de folies opgetrokken tot een tweetal cm boven de vloerpas en het netje zorgt voor een optimale verbinding met het pleisterwerk



waar de ramen vastgezet werden met doken, wordt aan de dagkanten nog een uitvulmateriaal aangebracht achter het in te pleisteren netje van de luchtdichtingsfolie



de pleisterwerken zijn beëindigd waarbij de luchtdichtingsfolies geïntegreerd zijn in het pleisterwerk



de vloeren worden geïsoleerd met Eurofloor vloerisolatie in twee geschrankte lagen



op de dubbele laag wordt een PE folie aangebracht met daarboven de gewapende dekvloer



de plaatsing van de ventilatie-unit, een gecombineerd toestel voor balansventilatie met warmteterugwinning en productie van sanitair warm water door middel van een lucht/water warmtepomp



de batterij van de bodemwarmtewisselaar zorgt voor het laatste beetje bijverwarming tijdens de winter en de koeling tijdens de zomer

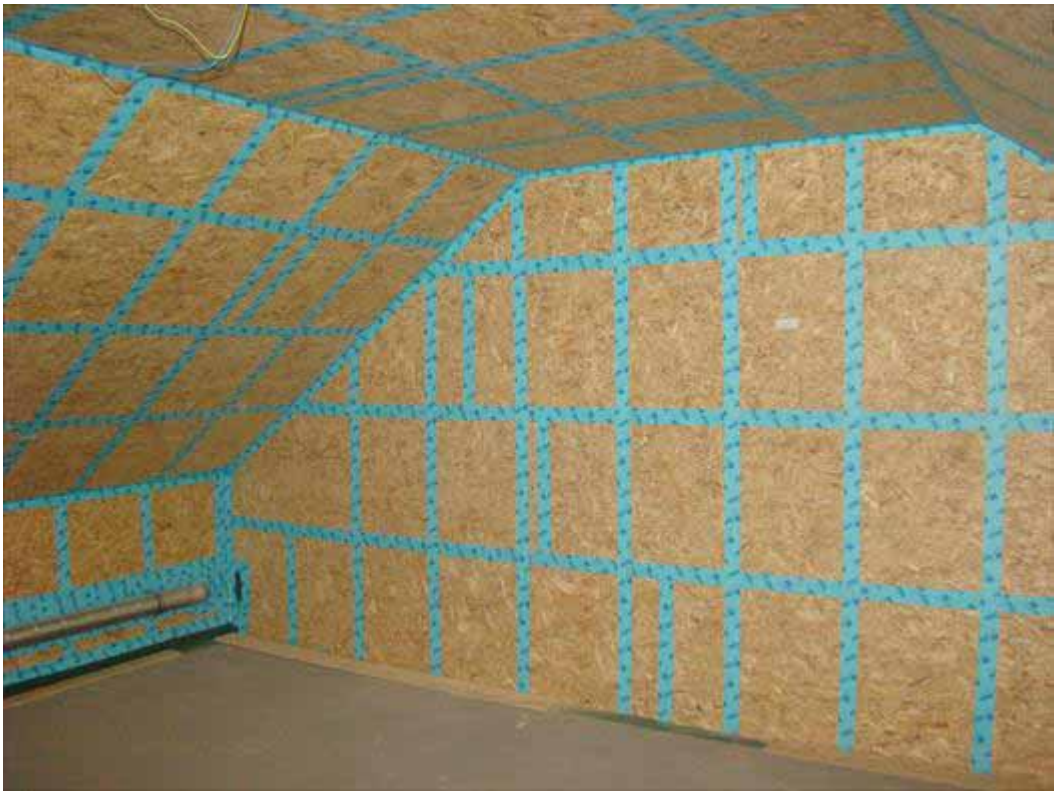


ventilatiekanalen worden geïntegreerd in de bovenplint van het vast meubilair



de sturing van het binnenklimaat gebeurt door een elegant regelpaneeltje dat in de leefruimte wordt opgehangen (voldoende ver van het systeem); i.f.v. de behoefte kunnen hier het ventilatiedebiet, de temperatuur en allerlei dagprogramma's worden ingesteld





de luchtdichting van het dak gebeurt door OSB platen tegen de spanten aan te brengen en de voegen luchtdicht af te kleven
zo bekomt men een continue schil die onderaan op de betonplaat wordt gekleefd



door middel van de Blowerdoor wordt de luchtdichting van de woning gemeten

Dit is een massief passiefhuis project te Herent:

Deze massief passiefwoning wordt gebouwd volgens de traditionele bouwmethodes.
Hieronder vindt u enkele foto's van de aanzet van deze woning.



Om de rollaag boven deur- en raamopeningen op te vangen, wordt een L-profiel in de gevel ingemetst. Voor niet te grote openingen dient het L-profiel niet verankerd te worden aan het binnenspouwblad en worden koudebruggen aldus vermeden.



De gevelmetselwerken zijn bijna rond, enkel de topgevels moeten nog worden afgewerkt. De daktimmerwerken zijn eveneens van start gegaan.



De werken op het eerste verdiep zijn recent terug opgenomen. Het gebruik van traditioneel metselwerk wordt door het passiefhuis concept niet uitgesloten.



Het passieve deel van de woning wordt ter hoogte van de garage gescheiden van het niet passieve deel, door een doorlopend isolatiepakket.



Het gebruik van harde isolatieplaten heeft het voordeel dat ze kunnen gebruikt worden als bekisting bij het aanstorten van de vloerplaat.





Het metselwerk wordt onderbroken tussen de woning en de garage waardoor de isolatie rond de woning continu kan doorlopen.





Ook onder de ramen dient gelet te worden op de vereiste koudebrugonderbreking.





De lateien werden, waar mogelijk, smaller uitgevoerd zodat hier extra isolatie kan voorzien worden.

D) De kostprijs van het massief passiefhuis

a. Raming

MEERKOST									RAMING
artikel + omschrijving	#	l	b	h	*subtot.*	hoev.	ehd.	mt.	basis
LOT 01. RUWBOUW EN VOLTOOIINGSWERKEN									€ 72.151,73
LOT 02. TIMMER- EN BINNENSCHRIJNWERK									€ 16.587,21
LOT 03. DAKDICHTINGSWERKEN									€ 20.637,01
LOT 04. BUITENSCHRIJNWERK									€ 16.072,33
LOT 05. VLOERWERKEN									€ 20.487,68
LOT 06. PLEISTERWERKEN									€ 9.093,13
LOT 07. TECHNIEKEN									€ 16.042,50
TOTAAL excl. BTW									171.071,59

De raming van de architect werd opgemaakt voor het bouwen van een E100 woning (K45) waarbij 6 cm isolatie werd voorzien in de spouw, 6 cm in de vloer en 15 cm minerale wol in de dakconstructie. Tevens werd er een ventilatie type C voorzien. Deze raming kwam op een totaal van 171.071,59€ excl. BTW.

b. Meerkost

MEERKOST									KOSTPRIJS	
artikel + omschrijving	#	l	b	h	*subtot.*	hoev.	ehd.	mt.	basis	passief
LOT 01. RUWBOUW EN VOLTOOIINGSWERKEN									€ 72.151,73	€ 7.361,79
LOT 02. TIMMER- EN BINNENSCHRIJNWERK									€ 19.447,50	€ 0,00
LOT 03. DAKDICHTINGSWERKEN									€ 20.637,01	€ 4.670,06
LOT 04. BUITENSCHRIJNWERK									€ 16.072,33	€ 8.090,86
LOT 05. VLOERWERKEN									€ 19.969,33	€ 1.809,26
LOT 06. PLEISTERWERKEN									€ 9.093,13	€ 0,00
LOT 07. LUCHTDICHTHEID EN TECHNIEKEN									€ 12.981,28	€ 13.867,72
TOTAAL excl. BTW									170.352,31	35.799,70

In bovenstaande tabel werd aan de hand van alle eindfacturen (na afwerking) de totaalkost van de woning volgens de passiefhuis standaard berekend (170.352,31 + 35.799,70€ = 206.152,01€). Dit brengt met zich mee dat er een meerkost van 21% is t.o.v. de E100 woning met ventilatiesysteem C.

De verschillen zijn:

- Lot 01: extra isolatie en winddichting: + 7.361,79€
- Lot 03: extra isolatie en winddichting: + 4.670,06€
- Lot 04: passief buitenschrijnwerk: + 8.090,86€
- Lot 05: vloerwerken: + 1.809,26€
- Lot 07: luchtdichtheid en balansventilatie met warmterecuperatie: + 13.867,72€

c. Subsidies

Subsidies en fiscale voordelen 2009

1. Federaal niveau
10x € 830 (*)/jaar fiscale aftrek personenbelasting (gecertificeerd passiefhuis)
€ 2.770/jaar klassieke fiscale aftrek voor energiebesparende investeringen
(*) geïndexeerd bedrag inkomstenjaar 2009 / aanslagjaar 2010

2. Gewestelijk niveau

a. Vlaams Gewest
40% vermindering onroerende voorheffing gedurende 10 jaar voor zeer lage energiewoningen/passiefhuizen (op basis van E-peil, ten hoogste E40)

b. Brussels Hoofdstedelijk Gewest
€ 100/m² tot max. 150 m² (gecertificeerd passiefhuis)
€ 50/m² voor het gedeelte > 150 m²

c. Waals Gewest
€ 6.500 voor een ééngezinswoning
(voor het jaar 2008 en niet cumuleerbaar met de aftrek voor energiebesparende investeringen)

3. Gemeentelijk niveau
Volgende gemeenten geven een extra premie:
Avelgem, Balen, Beveren, Bilzen, Hoeilaart, Mechelen, Sint-Truiden, Turnhout, Waasmunster,Wuustwezel, Zulte.

Meerdere gemeenten onderzoeken momenteel een invoering van gemeentelijke passiefhuispremies. Voor een overzicht van alle andere premies in uw gemeente, surf naar www.energiesparen.be of bel gratis 1700.

4. Premies netbeheerders
Alle voorwaarden voor premies kunnen worden opgevraagd bij uw netbeheerder

Een overzicht:

- Overzicht huishoudelijke premies voor nieuwbouw, bij Eandis (op basis van E-peil)
o **Tot € 3800** (€ 4100 met zonneboiler) voor een woning
o **Tot € 2000** (€ 2300 met zonneboiler) voor een appartement

- Overzicht huishoudelijke premies voor bestaande woning, bij Eandis
o **€ 2000** voor verbouwen woning volgens het passiefhuisprincipe
o **€ 700** voor verbouwen appartement volgens het passiefhuisprincipe

- Overzicht premies bij Infrax
o **€ 2000** voor verbouwen woning volgens het passiefhuisprincipe (meer info)
o **Tot € 3800** (€ 4100 met zonneboiler) voor een nieuwbouwwoning
o **Tot € 2000** (€ 2300 met zonneboiler) voor een nieuwbouwappartement

d. Kosten-batenanalyse

Stel dat onze bijkomende investering voor een PH t.o.v. een LEW 21.500€ bedraagt, betalen we per jaar 1.754,40€ (= 12 x 146,20€/maand gespreid over 20 jaar, rekening houdend met interestverliezen), een bedrag dat gemakkelijk verantwoordbaar is bij de financiële instelling aangezien we bij een PH doorgaans +/-1.250€ per jaar besparen aan de energiefactuur. Enerzijds krijgt men 10 jaar lang een belastingsvermindering bij het bouwen van een passiefhuis en anderzijds krijgt men verschillende subsidies (zie voorgaande). Bij een energieprijsstijging van jaarlijks 2,5% ziet men na 30 jaar een spaarpotje van 33.760€ en met een prijsstijging van 5% wordt dit nog eens verdubbeld.

kosten-batenanalyse PASSIEFHUIS

* Voor premies en subsidies zie www.energiesparen.be

investering:	**-21500**
bijkomende aflossing per maand:	**-146,2**
bijkomende aflossing per jaar:	**-1754,4**
energiebesparing per jaar:	**1250**

Jaar	Afbetaling	Belasting	Premies	2,5%	Winst	**Totaal**	5,0%	Winst	**Totaal**
1	-1754,4	778	5830	1.250	6.104	**6.104**	1.250	6.104	**6.104**
2	-1754,4	786		1.281	313	**6.416**	1.313	344	**6.448**
3	-1754,4	794		1.313	353	**6.769**	1.378	418	**6.865**
4	-1754,4	802		1.346	394	**7.163**	1.447	495	**7.360**
5	-1754,4	810		1.380	435	**7.598**	1.519	575	**7.935**
6	-1754,4	818		1.414	478	**8.076**	1.595	659	**8.594**
7	-1754,4	826		1.450	521	**8.597**	1.675	747	**9.341**
8	-1754,4	834		1.486	565	**9.163**	1.759	838	**10.179**
9	-1754,4	842		1.523	611	**9.774**	1.847	934	**11.114**
10	-1754,4	850		1.561	657	**10.430**	1.939	1.035	**12.148**
11	-1754,4			1.600	-154	**10.276**	2.036	282	**12.430**
12	-1754,4			1.640	-114	**10.162**	2.138	384	**12.814**
13	-1754,4			1.681	-73	**10.088**	2.245	490	**13.304**
14	-1754,4			1.723	-31	**10.057**	2.357	603	**13.907**
15	-1754,4			1.766	12	**10.069**	2.475	721	**14.627**
16	-1754,4			1.810	56	**10.125**	2.599	844	**15.471**
17	-1754,4			1.856	101	**10.226**	2.729	974	**16.446**
18	-1754,4			1.902	148	**10.374**	2.865	1.111	**17.556**
19	-1754,4			1.950	195	**10.569**	3.008	1.254	**18.810**
20	-1754,4			1.998	244	**10.813**	3.159	1.404	**20.214**
21				2.048	2.048	**12.861**	3.317	3.317	**23.531**
22				2.099	2.099	**14.961**	3.482	3.482	**27.014**
23				2.152	2.152	**17.113**	3.657	3.657	**30.670**
24				2.206	2.206	**19.318**	3.839	3.839	**34.509**
25				2.261	2.261	**21.579**	4.031	4.031	**38.541**
26				2.317	2.317	**23.897**	4.233	4.233	**42.774**
27				2.375	2.375	**26.272**	4.445	4.445	**47.218**
28				2.435	2.435	**28.707**	4.667	4.667	**51.885**
29				2.496	2.496	**31.202**	4.900	4.900	**56.785**
30				2.558	2.558	**33.760**	5.145	5.145	**61.931**

E) FAQ

Veel voorkomende vragen:

- ***Is het echt noodzakelijk een luchtdichtingsfolie te plaatsen die vertrekt van achter de plint tot op de vloerplaat? Kan kitwerk niet volstaan?***

Om een correcte luchtdichting te garanderen tussen het luchtdichte pleisterwerk van de buitenwanden en de luchtdichte betonplaat, is het noodzakelijk om b.v. een DA folie aan te brengen. Deze moet gekit worden op de betonplaat en tot 4 cm boven de waterkering gekleefd worden op de wand. De continuïteit met het pleisterwerk wordt gevormd door een Contega PV strip 1,5 cm te kleven op de DA folie. Er kan ook geopteerd worden voor een gebitumineerde dichting die gekleefd wordt op de betonplaat en op de wand tot 4 cm boven de vochtkering, maar ook hier moet de Contega PV of gelijkwaardig aangebracht worden. Er moet enkel verzekerd kunnen worden dat er na verloop van tijd geen veroudering optreedt waarbij het membraan scheuren vertoond.
De chape en de vloerafwerking zijn niet luchtdicht, waardoor het noodzakelijk is de luchtdichte verbinding te realiseren tussen het pleisterwerk en de betonvloer.
Door het isolatiepakket op de betonplaat gaat het hier al snel over meer dan 30 cm hoogte waardoor opkitten niet mogelijk is.

- ***Wat is de meerkost van een passief woning t.o.v. een EPB woning en t.o.v. een lage-energiewoning?***

Bovenstaande berekening toont een meerkost van 20% tot 25% aan t.o.v. het hoogste EPB peil. Een vergelijking met LEW toont aan dat er een meerkost van ongeveer 10% is, rekening houdend met het feit dat er reeds balansventilatie met warmterecuperatie is en de luchtdichting reeds goed verzorgd wordt.

- ***Kan ik gebruik maken van vloerverwarming?***

Het overgrote deel van de passiefhuis ontwerpen hebben voldoende aan een kleine naverwarming van 3 à 4 kW. Dit wordt gedeeltelijk verkregen door de naverwarming op de ventilatie, maar ook andere systemen zijn mogelijk, zoals b.v. vloerverwarming. Deze kan zowel via een warmtepomp als via een condenserende gaswandketel aangestuurd worden naargelang de mogelijkheden. De vloerverwarming wordt dan meestal in de leefruimte voorzien, maar vaak ook in de badkamer. Aangezien we in de badkamer enkel afzuigen met de ventilatie, is het aangenaam hier een extra warmtebron te voorzien.

- ***Wat met het gebruik van blokdeuren en toegankelijkheid?***

De meeste passiefhuis buitendeuren zijn voorzien met een onderregel van 16 mm opstand waardoor de toegankelijkheid verzekerd kan worden.
Blokdeuren zijn perfect mogelijk gezien dit binnendeuren zijn en dus niets te maken hebben met de luchtdichte buitenschil.

- ***Kunt u de aannemers aanbevelen om massief-passief te bouwen?***

In principe kan elke gemotiveerde aannemer massief-passief bouwen, daar de traditionele materialen worden gebruikt. Meer aandacht dient te worden geschonken aan de knooppunten. Echter wanneer die detailleringen gekend zijn, kan dit geen drempel vormen, want ook bij lage energie-woningen of zelfs EPB woningen dient de nodige aandacht aan knooppunten te worden besteed.

- ***Kan ik een kelder maken in mijn passiefwoning?***

Dit kan zonder probleem. De kelder wordt meestal niet betrokken in het passieve gedeelte waardoor enkel de trap en de sas luchtdicht en geïsoleerd moeten worden.

- ***Wat met mijn dampkap en droogkast?***

Voor de dampkap moet gebruik gemaakt worden van een dampkap met actieve koolfilter, een recirculatiedampkap.
Voor de droogkast moet gebruik gemaakt worden van een gesloten systeem waarbij de droogkast haar eigen energie recupereert en het water opvangt in een reservoir.
Enkel op die manier is er geen doorboring van de buitenschil.

- ***Vervolg vorige vraag: Is een dampkap met actieve koolfilter verplicht? Mijn ervaringen zijn niet zo positief hiermee?***

Als alternatief kan gekozen worden om geen dampkap te voorzien. Door het aanwezig zijn van het ventilatiesysteem wordt de lucht reeds ververst. Het is wel aangewezen het ventilatierooster dat in de keuken voorzien wordt, niet rechtstreeks boven het fornuis te hangen en een extra vetfilter te voorzien in de ventilatiekanalen.

- ***Dient een zonnescherm te worden voorzien of volstaat het om b.v. langs de binnenkant verduisterende gordijnen te plaatsen of gewone rolluiken?***

Voor de certificatie worden de uren van oververhitting gelimiteerd. Zo mag er maximaal 5% oververhitting optreden per jaar.
Het sluiten van rolluiken i.p.v. het gebruik maken van geautomatiseerde zonnewering of een zonnescherm zal ook het daglicht wegnemen, wat het leefcomfort niet ten goede komt. Daarnaast is het ook niet evident om de rolluikkasten correct en efficiënt te isoleren en luchtdicht te krijgen.
Gebruik maken van verduisterende gordijnen is hetzelfde als binnenzonnewering en heeft geen enkele invloed op de oververhitting van de woning. Aangezien de lucht tussen het glas en het gordijn opgewarmd wordt, zal deze hete lucht in het ventilatiesysteem komen en zo de woning verder opwarmen.

- ***Wie staat in voor de calculatie om te voldoen aan de eisen van het Passiefhuis-Platform? M.a.w. bij wie kan ik terecht om mijn PHPP berekening uit te voeren? Wie kan de koudebruggen berekenen die dienen ingevoerd in de PHPP berekening?***

Het Passiefhuis-Platform schrijft cursussen uit voor berekening van PHPP.
Voor de berekening van koudebruggen kan gebruik gemaakt worden van software als Trisco, Bisco,..., een berekening die door de energieconsulent dient te gebeuren. Dit kan enerzijds de architect zelf zijn indien hij/zij vertrouwd is met deze berekeningen of door een extern studiebureau dat zowel de PHPP berekening, de koudebrugberekeningen als de EPB verslaggeving van de woning kan verzorgen.

F) Algemeen besluit

Met deze syllabus wordt aangetoond dat, naast de reeds bestaande en beproefde bouwsystemen om tot de passiefhuis standaard te komen, ook een oplossing bestaat met de traditionele bouwmaterialen die de aannemers gewoon zijn te gebruiken. Het maakt de drempel om te kiezen voor een passiefhuis gemakkelijker, waarbij de voordelen van massiefbouw, zoals de inertie van het gebouw en de goede akoestische eigenschappen van de bakstenen, behouden blijven.

Een passiefhuis wordt voor iedereen toegankelijk, zowel voor de particulier die een eengezinswoning wil bouwen als de promotor die een passiefappartement wil optrekken, maar ook zijn hier mogelijkheden om grootschalige sociale woningen of scholen te bouwen volgens een doorgedreven lage–energie- of passiefhuisnorm.

* * *