

Inleiding thermische isolatie

Kennisbank Bouwfysica:

Samensteller: ir. Peter Erdsieck, uit:

“thermische isolatie van gebouwen” (Rgd publicatie nr. 14142.01)

“thermische isolatie, stand v/d techniek en veelbelovende ontwikkelingen” (Novem, 2000)

1 Het belang van thermische isolatie

De afgelopen tientallen jaren is met wisselend succes getracht om het energiegebruik van woningen en utiliteitsgebouwen zoals kantoren, ziekenhuizen en dergelijke te verminderen. De grootste besparing is hierbij zonder twijfel gerealiseerd met het thermisch isoleren van daken en muren, en het plaatsen van thermisch isolerende beglazing.

In nieuwe gebouwen worden tegenwoordig standaard goed isolerende beglazing en geïsoleerde gevels en daken geplaatst. De hoeveelheid aardgas die nodig is voor de verwarming van een nieuwbouw tussenwoning is hierdoor sinds 1980 flink gedaald. Was in 1980 nog 1500 à 2000 m³ aardgas nodig voor ruimteverwarming, momenteel is 500 à 900 m³ aardgas veelal voldoende.



figuur 1. omgekeerd dak; de isolatieplaten (geëxtrudeerd polystyreenschuim) worden los op de dakbedekking gelegd en bedekt met grof grind of tegels ter bescherming tegen zonlicht (ultraviolet) en tegen afwaaien (extra figuur pagina 12)

Bij bestaande woningen is nog steeds veel werk te verzetten. Uit het onderzoek “Kwalitatieve Woningregistratie ’94 – ’96” blijkt, dat in 1995 de helft van de daken en gevels van de bestaande woningen geïsoleerd was. Dit betekent dat in 1995 circa 170 miljoen m² spouwmuur en circa 150 miljoen m² hellend dak nog niet geïsoleerd was. In de bestaande utiliteitsbouw heeft nog relatief weinig na-isolatie plaats. Onder druk van nieuwe regelgeving zal dit over enige tijd veranderen. In de wet milieubeheer wordt nu al ingegaan op de “energiezorgplicht” van bedrijven. Dit is de plicht voor bedrijven om bij hun bedrijfsvoering aandacht te besteden aan het minimaliseren van energiegebruik.

1.1 Thermisch isoleren is meer dan energie besparen

Bij het ontbreken van thermische isolatie of bij zeer matige isolatie kunnen klachten ontstaan over het binnenklimaat. In het gebouw wordt het te koud of te warm en de gebruikers voelen zich niet behaaglijk. Omdat een onbehaaglijke situatie ook een gevolg kan zijn van bij

voorbeeld onvoldoende daglicht of te veel lawaai, spreken we in het kader van dit onderwerp over thermische isolatie en thermische behaaglijkheid.

Men kan spreken van een thermisch behaaglijke situatie, wanneer de gebruiker zich niet bewust is van een koude- of een warmtegevoel. In veel situaties is een te lage of te hoge luchttemperatuur de oorzaak van de klachten, maar ook andere fysische omgevingsvariabelen kunnen de oorzaak zijn, zoals:

- een te hoge luchtsnelheid bij een relatief lage luchttemperatuur (met name bij nek of voeten is men hier gevoelig voor);
- een te koude of te warme vloer;
- de aanwezigheid van een groot en slecht geïsoleerd raam.

Voor het garanderen van een thermisch behaaglijke situatie is een gelijkmatige verdeling van de isolatie over gevels, daken en vloeren van groot belang. Daarnaast spelen ook aspecten als luchtsnelheid en de activiteit van de gebruikers een belangrijke rol.



figuur 2. thermische isolatie bij de bouw van de Koninklijke Bibliotheek in Den Haag

2 Aandachtspunten bij thermische isolatie

Een dik pakket isolatiemateriaal is belangrijk om het energieverlies door de gebouwschil (vloeren, gevels en daken) te beperken. Echter, bij het verbeteren van de thermische isolatie komt meer kijken dan alleen het toepassen van een dik isolatiepakket. Het effect van isolatiemateriaal op het binnenklimaat hangt bij voorbeeld af van de plaats van het materiaal. De effectiviteit van de aangebrachte isolatie wordt bepaald door de aansluiting van het materiaal onderling en van de vochtigheid van het materiaal.

2.1 De plaats van het isolatiemateriaal

Isolatiemateriaal kan worden aangebracht aan de buitenzijde van de constructie, aan de binnenzijde van de constructie en in de constructie zelf. De plaats van het materiaal heeft bij gelijke dikte en materiaalkeuze geen (wezenlijke) invloed op het warmteverlies door de constructie. De plaats is wel van invloed op het te verwachten binnenklimaat.

2.1.1 Isolatie aan de buitenzijde van de constructie

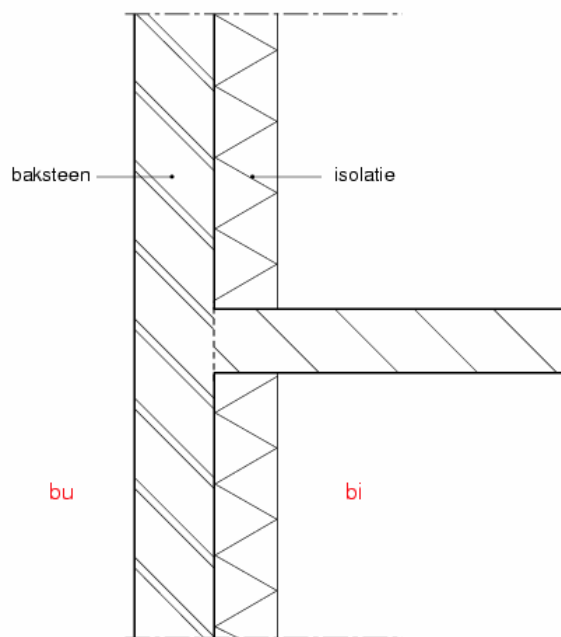
Het aanbrengen van isolatiemateriaal aan de buitenzijde is mogelijk bij zowel gevels, vloeren als daken. Het isoleren van gevels aan de buitenzijde gebeurt in Nederland nog weinig. In bij voorbeeld Duitsland wordt de zogenaamde “buitengevelisolatie” wel op grote schaal toegepast. Hierbij wordt aan de buitenzijde van de gevel isolatie aangebracht, die vervolgens wordt afgewerkt met een stuc laag. Voor het oog ontstaat hierdoor een uiterlijk dat past bij een steenachtige constructie. Buitengevelisolatie brengt een aantal belangrijke voordelen met zich mee:

- Bij een steenachtige constructie wordt deze beschermd tegen grote temperatuurverschillen. Hierdoor zal het materiaal minder uitzetten (bij stijgende temperatuur) en krimpen (bij dalende temperatuur). De kans op schade aan de constructie neemt hierdoor af.
- De ruimten in een gebouw worden niet door een isolatielaag gescheiden van de (draag)constructie. Daardoor is bij een steenachtige constructie meer massa aanwezig, dat zorgt voor een veel gelijkmatiger temperatuurverloop in het gebouw. Denk hierbij aan oude panden waar het, onder andere door de enorme massa, in de zomer koel blijft.
- Bij renovatie van een gebouw gaan gevelisolatie en een esthetische upgradering van de gevel hand in hand. Omdat in wezen een nieuwe huid om het gebouw wordt gemaakt, worden de slechte plekken in de gevel verbeterd zowel wat betreft de thermische isolatie als wat betreft het uiterlijk. Bij monumentale of gezichtsbepalende panden, is het toepassen van buitengevelisolatie vaak niet mogelijk.

2.1.2 Isolatie aan de binnenzijde van de constructie

Isolatie aan de binnenzijde is mogelijk bij vloeren, gevels en daken, maar wordt het meest toegepast bij de renovatie van gebouwen. Door aan de binnenzijde materiaal aan te brengen, zijn geen wijzigingen aan de buitenzijde van het gebouw nodig. Dit is vooral van belang bij de renovatie van karakteristieke panden, waar wijzigingen aan de buitenzijde vaak niet zijn toegestaan.

De voordelen zoals genoemd bij isolatie aan de buitenzijde gelden niet bij isolatie aan de binnenzijde. Op zich hoeft dat niet altijd nadelig te zijn. In een gebouw dat slechts incidenteel wordt gebruikt, heeft het ontbreken van massa als voordeel dat het gebouw in veel kortere tijd kan worden opgewarmd, omdat niet een zware steenachtige constructie mee opgewarmd hoeft te worden. Een duidelijk nadeel van isolatie aan de binnenzijde is de noodzakelijke doorbreking van de isolatielaag, bij voorbeeld op die plaatsen waar binnenwanden aansluiten op de gevel. Een plaats waar geen isolatie kan worden aangebracht, noemen we een koudebrug, omdat hier plaatselijk veel meer warmte naar buiten stroomt. In paragraaf 2.4 wordt op hoofdlijnen ingegaan op de problematiek rond koudebruggen.

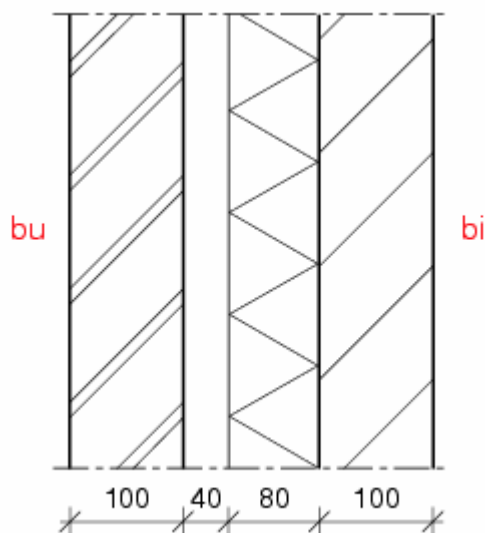


figuur 3. horizontale doorsnede van de aansluiting van een binnenwand op een massieve muur met isolatie aan de binnenzijde

2.1.3 isolatie in de constructie

Een voorbeeld van een gevel met isolatie in de constructie is de in Nederland veel toegepaste geïsoleerde spouwmuur. Een dergelijke constructie bestaat van binnen naar buiten gezien uit:

- een gemetseld binnenblad van circa 100 mm;
- een isolatiepakket van ten minste 80 mm;
- een spouw van ten minste 20 mm (tegenwoordig meestal 40 mm);
- een gemetseld buitenblad van circa 100 mm.



figuur 4. horizontale doorsnede van een spouwmuur

De geïsoleerde spouwmuur heeft (een deel van) de voordelen van buitengevelisolatie. Daarnaast is het bij deze constructie mogelijk om aan de buitenzijde het metselwerk zichtbaar

te laten, wat in Nederland nog altijd erg populair is. Om constructieve redenen is het noodzakelijk om het gemetselde binnenblad en het gemetselde buitenblad aan elkaar te verbinden. Deze verbinding wordt gemaakt met zogenaamde spouwankers. Spouwankers hebben als nadeel dat sprake is van kleine koudebruggen. Daarnaast is de lengte van de spouwankers en daarmee de dikte van het isolatiemateriaal beperkt. Als de gewenste of verplichte isolatie toeneemt, ligt het dan ook voor de hand dat buitengevelisolatie in populariteit zal toenemen.

2.2 De keuze van het isolatiemateriaal

Verreweg de meeste isolatie wordt aangebracht in de vorm van platen. Bij het isoleren met isolatieplaten is het van belang dat de platen onderling goed aansluiten. Op plaatsen waar het materiaal niet goed aansluit, ontstaan namelijk lekken waar de warmte uit het gebouw stroomt. Omdat via deze lekken ook warmte uit de directe omgeving van het lek wordt weggetrokken, is de invloed van de lekken relatief groot.

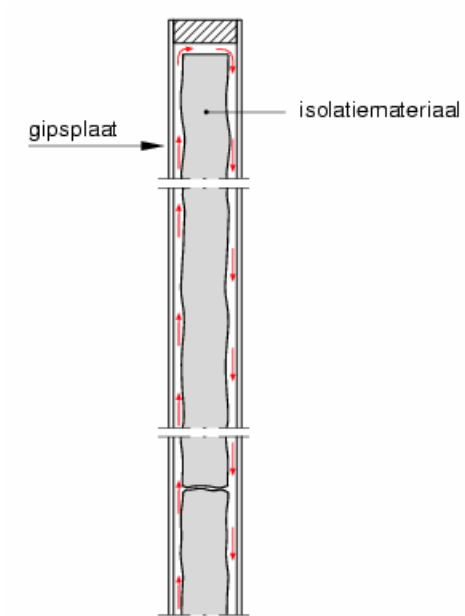
Zachte isolatiematerialen, zoals minerale wol, zijn enigszins indrukbaar waardoor het relatief eenvoudig is om de platen onderling goed te laten aansluiten. Bij harde isolatieplaten van bijvoorbeeld Polystyreenschuim (PS) zijn kleine onvolkomenheden moeilijker op te vangen. Bij het berekenen van de warmteweerstand van een constructie moet rekening worden gehouden met de invloed van naden, vocht, koudebruggen, bouwfouten enzovoort.

2.2.1 isolatieplaten moeten goed aansluiten

Wanneer verticale isolatielagen niet goed aansluiten, kunnen zoveel kieren en spleten ontstaan, dat er een gestage luchtstroom op gang komt. In het uiterste geval stijgt warme lucht hierbij aan de warme kant van de isolatie op en zakt door afkoeling aan de koude zijde weer naar beneden. Het spreekt voor zich dat hierdoor ongewenste afkoeling plaatsheeft aan de warme zijde van het isolatiemateriaal.

Bij horizontale isolatielagen kan hetzelfde effect optreden als aan de bovenzijde van de isolatielaag een lagere temperatuur heerst dan aan de onderzijde. De warme lucht aan de onderzijde van het materiaal heeft de neiging te stijgen, terwijl de koude lucht aan de bovenzijde juist wil dalen.

Een goed aaneengesloten isolatiepakket dat goed tegen de constructie aansluit, voorkomt luchtstroming rond het isolatiemateriaal. Als zich aan beide zijden van de isolatielaag een luchtspouw van meer dan 5 mm bevindt, wordt de warmteweerstand van de betreffende laag gehalveerd (NEN 1068; "Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden").



figuur 5. luchtconvectie rondom de isolatieplaten



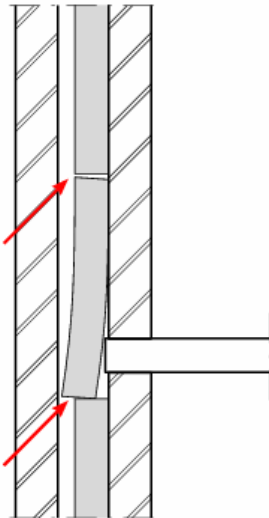
figuur 6. de kwaliteit van isoleren laat soms sterk te wensen over

2.3 Het voorkomen van vochtproblemen

Voor een blijvend hoogwaardige thermische isolatie van de gebouwschil is het belangrijk dat de warmte-isolerende eigenschappen van het isolatiemateriaal in de loop van de tijd niet afnemen. De belangrijkste oorzaak voor het afnemen van deze eigenschappen is het vochtig worden van de isolatie. Vochtopeenhoping wordt voorkomen door een juiste keuze van het isolatiemateriaal en door het voorkomen van een oneigenlijke vochtbelasting.

Concreet betekent dit:

- Voorkom lekkages en vochtdoorslag bij gevels en daken. Voor gevels is een goede bescherming tegen regen van belang om de isolatie droog te houden. Bij gemetselde buitenspouwbladen zal altijd enig vocht binnendringen. Isolatiematerialen die de spouw volledig vullen, horen hiertegen bestand te zijn. Echter, bij de toepassing van isolatieplaten kunnen vochtbruggen ontstaan doordat de platen onderling niet goed aansluiten of door valspectie op de platen.
- Voorkom vochtophoping onder in de spouw bij spouwmuren door een goede afvoer voor regenwater te maken.
- De luchtvochtigheid in kruipruimten is vaak zeer hoog. Bij de na-isolatie van vloeren boven een kruipruimte wordt daarom de toepassing van isolatiemateriaal dat geen vocht opneemt, aanbevolen. Bij buitengevelisolatie is bijzondere aandacht nodig bij de detaillering ter plaatse van de aansluitingen op ramen en dergelijke.



figuur 7. verticale doorsnede van een geïsoleerde spouwmuur met vochtbruggen

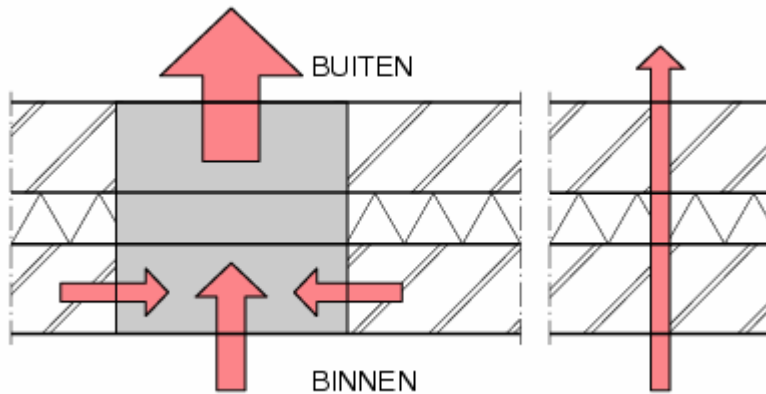
- Voorkom condensatie van vocht in het materiaal. Gedurende het grootste deel van het jaar heeft vochttransport plaats van binnen naar buiten. Om te voorkomen dat vocht zich ophoopt in de constructie, moet een constructie aan de warme zijde (vaak de binnenzijde) meer vocht tegenhouden dan aan de koude zijde (vaak de buitenzijde).



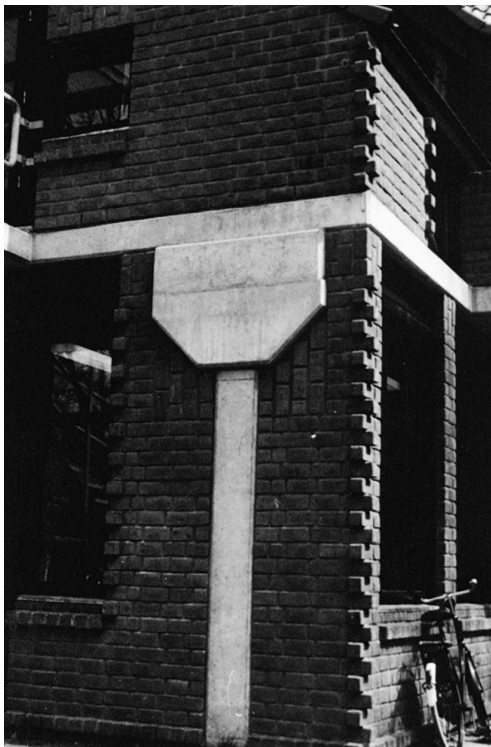
figuur 8. niet direct de meest geschikte wijze om isolatiemateriaal op zijn plaats te houden!

2.4 Het voorkomen van koudebruggen

Koudebruggen zijn plekken in een constructie waar meer warmte naar buiten weglekt dan op andere plaatsen. Het gaat hierbij om plekken waar de isolatielaag dunner is dan op andere plaatsen of waar de isolatielaag plaatselijk helemaal afwezig is. Koudebruggen kunnen bijvoorbeeld constructiedelen zijn die van binnen naar buiten doorsteken, maar ook spouwankers in een spouwmuur. Behalve dat koudebruggen leiden tot energieverlies kunnen ze ook gezondheidsrisico's met zich meebrengen, doordat op (ernstige) koudebruggen op den duur vaak schimmelvorming optreedt. De sporen van deze schimmels veroorzaken vervuiling van de binnenlucht en klachten bij de gebruikers.



figuur 9. extra groot warmteverlies bij koudebrug door zijlingse aanvoer van warmte



figuur 10. betonkolom en vloerrand die koudebrug vormen

Wanneer de isolatie toeneemt, wordt de invloed van koudebruggen naar verhouding steeds groter. De toenemende isolatie van gebouwen maakt het dan ook noodzakelijk om steeds meer aandacht te besteden aan het voorkomen van koudebruggen. Bij zwaar geïsoleerde constructies vormen koudebruggen belangrijke thermische lekken, die tientallen procenten extra warmteverlies kunnen veroorzaken. In module W-7 "Koudebruggen, berekenen van f-waarden onder stationaire condities" wordt ingegaan op verschillende soorten koudebruggen.

3 Thermische isolatie bij nieuwbouw en bij renovatie

Bij nieuwbouw kan gemakkelijker een hoog isolatieniveau worden gerealiseerd, dan bij bestaande bouw. Grotere isolatiedikten zijn bij nieuwbouw eenvoudiger toe te passen en thermische lekken door koudebruggen zijn eenvoudiger te voorkomen.

Het toepassen van grotere isolatiedikten is het eenvoudigst bij daken. In principe is elke gewenste dikte toepasbaar zonder ingrijpende constructieve consequenties. Bij gevels is dat minder gemakkelijk en kan het interessant zijn over te gaan op andere bouwconstructies dan gebruikelijk. Bij isolatiedikten van meer dan 120 – 150 mm wordt het aantrekkelijk om van de gebruikelijke spouwmuurisolatie over te stappen op buitengevelisolatie of bij voorbeeld houtbouw (houtskeletbouw). Als de voorkeur uitgaat naar een steenachtige gevelconstructie, is buitengevelisolatie een optie. Bij buitengevelisolatie is bijzondere aandacht vereist voor de detaillering van aansluitingen met andere bouwdelen (ramen, deuren, enzovoort) en de bevestiging van bouwelementen zoals balkonhekken of hemelwaterafvoeren.

3.1 Optimale isolatiedikte

De economisch optimale isolatiedikte is moeilijk te geven, omdat die sterk afhangt van de levensduur van de constructie en de ontwikkeling van de energieprijzen. Vast staat dat voor een goed isolatieniveau bij woningbouw een grotere isolatiedikte toegepast moet worden dan minimaal vereist volgens het Bouwbesluit.

In een deel van de bestaande bouw is nog helemaal geen thermische isolatie aanwezig. Met uitzondering van zeer ingrijpende renovaties, ligt bij na-isolatie het niveau dat wordt nagestreefd, lager dan bij nieuwbouw. De toegepaste isolatiedikte wordt bij renovatie vaak niet gebaseerd op een energetisch ideale situatie, maar bepaald door de praktische mogelijkheden en de financiële ruimte. Voor gevels geldt dat na-isolatie van spouwmuren in veel gevallen het goedkoopst is. De dikte van het isolatiemateriaal is uiteraard beperkt tot de spouwbreedte. Vaak is dit niet meer dan 50 mm. De warmte-isolerende eigenschappen van na-isolatiematerialen voor spouwen is geringer dan van isolatiemateriaal in plaatvorm. De warmteweerstand van nageïsoleerde spouwmuren is daarmee bij gelijke isolatiedikte ongunstiger dan de warmteweerstand van andere isolatieconstructies.

Isolatiemaatregelen zijn in de bestaande bouw vaak onderdeel van de technische exploitatie. Door isolatiemaatregelen te combineren met onderhoud kan vaak met een kleinere investering worden volstaan. Voorbeelden hiervan zijn:

- Vochttopzuiging in de begane grondvloer kan in een aantal situaties worden opgelost door deze aan de onderzijde te isoleren met een gesloten isolatielaag.
- Een grauwe gevel van betonelementen kan door toepassing van buitenisolatie een facelift krijgen. Dit komt de marktwaarde en de eventuele verhuurbaarheid ten goede.



figuur 11. isolatie van een muur aan de buitenzijde
Voor de isolatielaag komen technisch gezien zowel minerale wol als kunststofschuim in aanmerking. De afwerking heeft plaats door middel van pleisterwerk - al dan niet met kunsthars toevoeging - met een wapening van glasweefsel of metaalgaas. De verschillende oplossingen hebben uiteraard hun eigen milieukwaliteit.

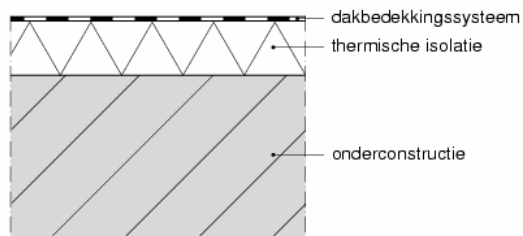
- Isolatiemaatregelen kunnen de kwaliteit van het binnenmilieu verbeteren, doordat bij voorbeeld schimmelvorming op koudebruggen door na-isolatie wordt opgelost.
- Na-isolatie van het dak kan de thermische behaaglijkheid zowel in de zomer als in de winter verbeteren.



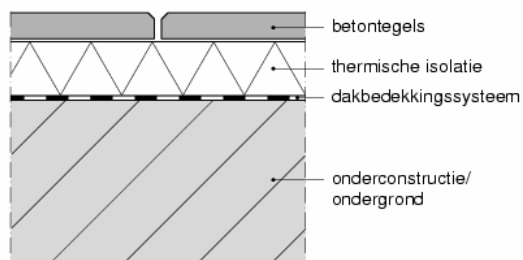
figuur 12. na-isolatie van een pannendak met speciale polystyreenschuim-elementen

EXTRA FIGUREN

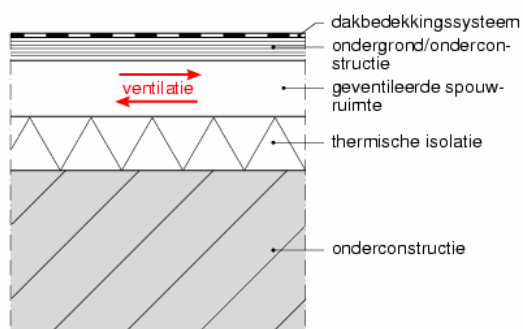
Ad figuur 1:



1 warm dak



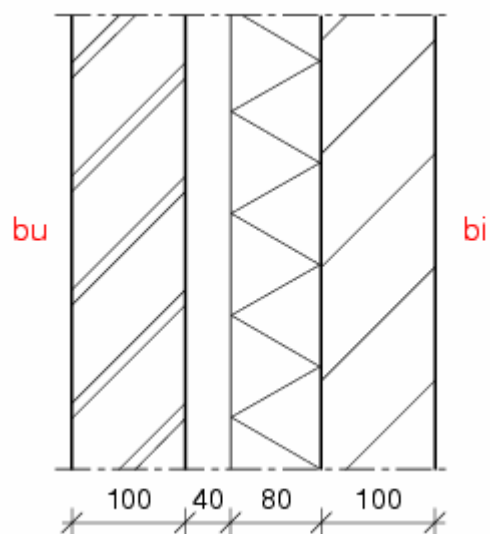
2 omgekeerd dak

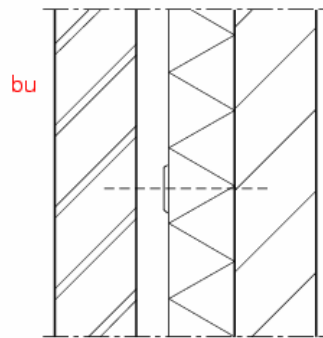


3 koud dak

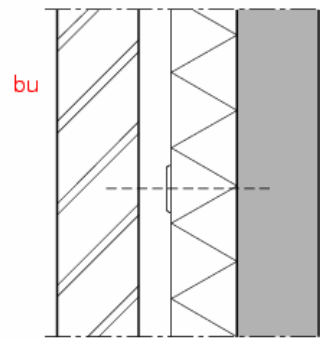
Enkele daktypen

Ad figuur 4:

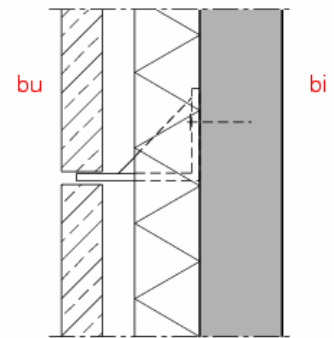




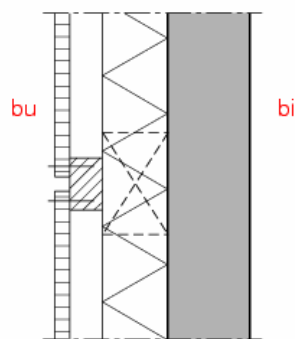
1 gemetselde spouwmuur
2 bladen baksteen



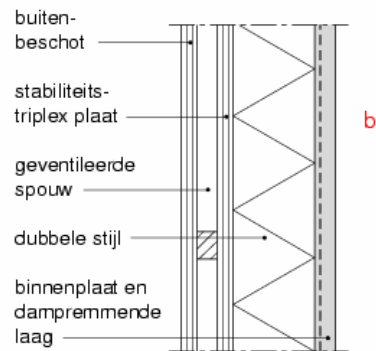
2 spouwmuur met
betonnen binnenblad



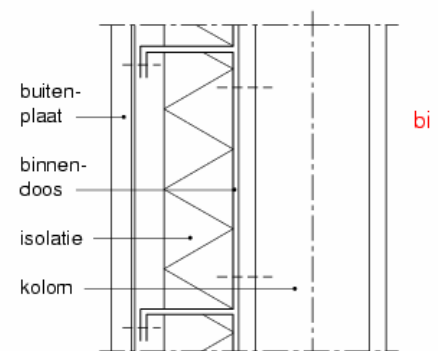
3 betonnen binnenblad en
natuursteen bekleding



4 betonnen binnenblad met
lichte bekledingsplaat

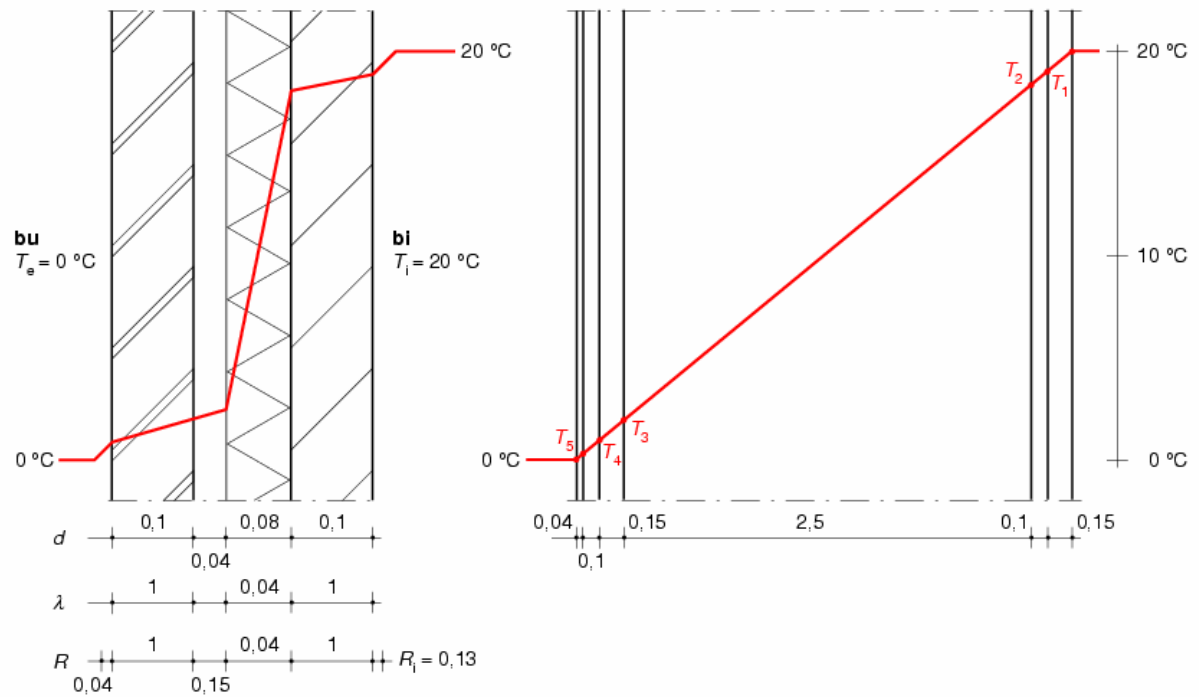


5 houtskeletbouwgevel



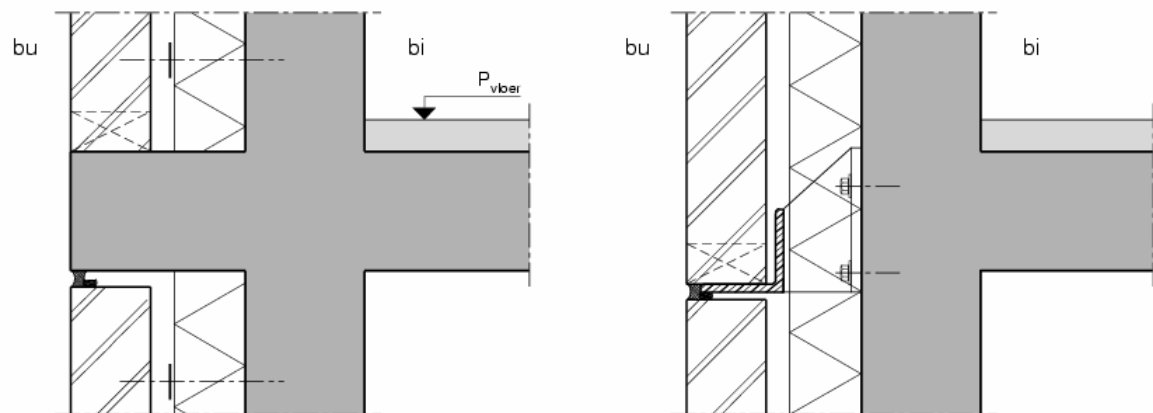
6 stalen gevelprofiel
op staalskelet

Principegevelsconstructie



Spouwmuur, warmteweerstand en temperatuurverloop

Ad figuur 9:



1 oude constructie vormt koudebrug

2 slechts geringe koudebrug

Oude en nieuwe constructie van opvang van gevelmetselwerk ten behoeve van dilatatie