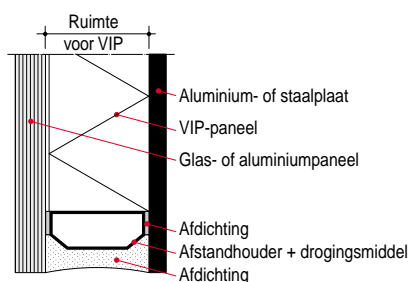


Vacuümisolatiepanelen voor de bouw



Als dubbele beglazing De doorsnede van een VIP voor een vliesgevel. De opbouw is afgeleid van het principe van dubbele beglazing: een binnen- en buitenblad met een afstandhouder en afdichtingsmateriaal.



Ontwikkelingen interessant voor nieuwbouw en renovatie.

Met vacuümisolatiepanelen (VIP) zijn dunne constructies met een hogere R_c -waarde te realiseren. De toepassing ervan is vooral geschikt voor industrieel vervaardigde, paneelachtige constructies. Verdere ontwikkelingen zullen ook leiden tot een op de bouw te verwerken isolatieplaat. De vaste maatvoering en de kwetsbaarheid van de aangeleverde platen blijven evenwel een aandachtspunt. De besparing aan dikte moet het echter interessant maken om deze ongemakken voor lief te nemen.

Tekst: Prof. ir. J.J.M. Cauberg, TU-Delft, Sectie Gebouwen en bouwtechniek, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen
Foto's: ZAE-Bayern (Zentrum für angewandte Energieforschung), Würzburg

Efficiëntere isolatiematerialen en een daaraan aangepaste constructiewijze zijn in de toekomst onontbeerlijk als gevolg van de verhoging van R_c -waarden en de noodzaak tot CO₂ reductie. Vacuümisolatiepanelen (VIP) bieden mogelijkheden. Toepassing vindt al plaats bij koel- en vriesapparaten, transportboxen maar ook bij panelen in de carrosseriebouw van koelwagens, boten en caravans.

De ontwikkeling van VIP-isolatie voor de bouw staat echter pas aan het begin. Er zijn in proefprojecten al VIP panelen verwerkt in gevelementen en deuren en onderzoeken naar andere mogelijkheden zijn gaande. Internationaal worden bouwtoepassing bestudeerd in IEA verband binnen Annex 39 'High Performance Thermal Insulation'.

Gevelpanelen

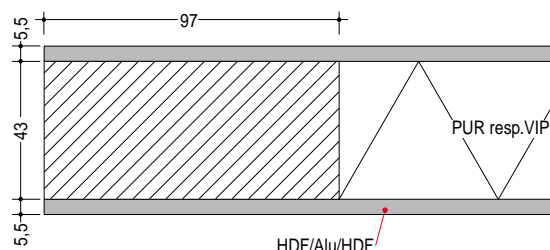
Een voor de hand liggende toepassing is VIP-panelen in prefab gevelpanelen. Niet alleen bij nieuwbouw maar ook bij de isolatieverbetering in bestaande woningen en kantoren, met name bij gevelpanelen waarvoor radiatoren staan opgesteld.

Voor aluminium vliesgevels is een paneel ontwikkeld, dat is opgebouwd als dubbele

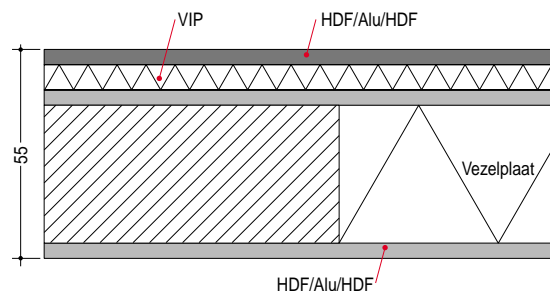


Vloerverwarming In Duitsland is ook geëxperimenteerd met vacuümislatiepanelen bij vloerverwarming. De VIP's zijn aangebracht tussen twee lagen traditioneel isolatiemateriaal.

Deurblad Om buitendeuren met een VIP thermisch goed te isoleren zijn twee mogelijkheden voor handen. De kernisolatie vervangen door een VIP of een VIP afgeschermd aanbrengen over het gehele deuroppervlak.



Deurblad met PUR-vulling



Deurblad met toegevoegd VIP-paneel

beglazing met in de luchtspouw een VIP-paneel. Deze opbouw beschermt het VIP-paneel tegen mechanische beschadiging en verlaagt de mogelijkheid van diffusie van waterdamp en gas sterk. De effectieve warmtegeleidingscoëfficiënt bedraagt $\lambda = 0,007 \text{ W/mK}$. Bij een dikte van ca. 40 mm kan theoretisch een $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ gerealiseerd worden.

Een punt van aandacht bij deze paneelconstructie is het thermisch effect van de randverbinding tussen het binnen- en buitenblad van een paneel. Net als bij dubbel glas vormt de afstandhouder een lineaire koudebrug. Om de invloed te reduceren zijn voor isolerende beglazing diverse geïsoleerde afstandhouders ontwikkeld; de zogenaamde 'warm edge' afstandhouders.

De dikte van sandwichpanelen in bestaande gevelvullende puiken is ook een belangrijk aandachtspunt. De sandwichelementen worden vaak als droge beglazing geplaatst.

Uitgaande van vlakke panelen is een dikte van 38 mm veelal het maximum, waarmee afhankelijk van het toegepaste isolatiemateriaal een R_c van 1,0 tot 1,75 $\text{m}^2\text{K/W}$ is te realiseren. Met VIP-panelen is een R_c tot 5,0 $\text{m}^2\text{K/W}$, exclusief randeffecten, te halen.

Een bijzonder aandachtspunt vormt de duurzaamheid van het paneel als om welke reden dan ook het vacuüm verloren gaat. De gas- en damprem waarmee de buiten- en binnenbeplating is verlijmd, verliest dan zijn hechting aan de isolatiekern van het VIP-paneel en daarmee kan de vlakheid van het paneel verloren gaan. Een oplossing is de buiten- en binnenbeplating plaatselijk te verankeren aan het VIP-paneel. Of het paneel opbouwen uit een regelwerk met daartussen de VIP-panelen.

Buitendeur

De thermische isolatie van standaard, industrieel gefabriceerde buitendeuren varieert van $R_c = 0,3$ tot $0,9 \text{ m}^2\text{K/W}$. Een $R_c = 0,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ ontstaat door een polyurethaanvulling van het deurpaneel van 43 mm dikte. De PUR-isolatie is vrij eenvoudig te vervangen door een VIP-paneel (met $R_c = 6,14 \text{ m}^2\text{K/W}$) waardoor de R_c -waarde van het gehele deurpaneel van $0,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ verhoogd wordt tot $1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$. (Een deuroppervlak bestaat voor ca. 28% uit randhout en dat is van invloed). Een andere mogelijkheid is om uit te gaan van een deur met een geringere dikte en daar een VIP-paneel over het gehele oppervlak aan toe te voegen. Door een $R_c = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ te realiseren

zou een bestaande deur vervangen door een geïsoleerde deur voor subsidie in aanmerking komen.

Binnenspouwbladen

Lichte binnenspouwbladen met aan de binnenzijde een halfsteens buitenmuur of lichte beplating wordt in Nederland in de woningbouw veel toegepast. De warmteweerstand van deze constructie is via zijn dikte aan te passen aan de eisen van de huidige regelgeving van $R_c = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$. Ook hier geldt dat de vereiste dikte sterk bepaald wordt door het aanwezige percentage hout.

Deze constructie thermisch opwaarderen tot $R_c = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ door regels en isolatie-

Dikker isoleren?

De regelgeving stelt op het ogenblik een minimum R_c -waarde van $2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor daken, dichte geveldelen en vloeren. Om een $\text{EPC} = 1,0$ of lager te kunnen realiseren zijn in bouwprojecten R_c -waarden van 3 en $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ niet meer zeldzaam. De bouwindustrie bereidt zich dan ook al voor op constructies met $R_c = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Uitgaande van huidige isolatiematerialen zoals minerale wol of PS-schuim betekent dit theoretisch een isolatielaag van circa 17 cm. Door koudebrugwerking in constructies door elementen zoals regels en ankers en/of door geometrie (bijv. aansluiting aan kozijnen) is de dikte in de praktijk enkele centimeters meer.

De noodzaak tot CO_2 reductie zal de eisen aan het energieverbruik van woningen steeds nadrukkelijker bepalen. Het concept van de energie passieve woning vertaalt zich in een U -waarde van circa $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor de dichte gebouwomhullend vlakken en een U -waarde van maximaal $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor de beglazing. Realisatie van $U = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ betekent met traditionele isolatiematerialen een dikte van 25 à 35 cm. In tegenstelling tot de beglazing waarvoor in het afgelopen decennium een enorme reductie van de U -waarde is gerealiseerd, heeft de ontwikkeling van isolatiematerialen min of meer stil gestaan.



Gevelrenovatie Bij een proefproject in Duitsland is een bestaande gevel aan de binnenzijde nageïsoleerd met vacuümislatiepanelen. De moeilijkheid was de panelen te bevestigen zonder de folie te beschadigen.

materiaal dikker te maken leidt tot een onevenredig grote toename van de dikte, veroorzaakt door de koudebrugwerking van de regels.

Door het traditionele isolatiemateriaal te vervangen door VIP panelen neemt de vereiste dikte af. Ook nu blijkt dat de invloed van het percentage hout van de regels die de isolatie

doorbreken een grote invloed heeft. In plaats van een stijl- en regelwerk met een dikte gelijk aan de dikte van het VIP-paneel, is het aan te bevelen het stijl- en regelwerk ieder met halve dikte kruiselings aan te brengen.

Ter plekke verwerken

In de tot nu toe genoemde toepassingen is vooral sprake van prefab bouwproducten waarbij in de productiefase met de gevoeligheid van het materiaal goed rekening is te houden. Ook voor verwerking op de bouwplaats zelf kent VIP interessante toepassingen. Hierbij wordt de extra aandacht die het VIP paneel bij verwerking vraagt voor lief genomen, omdat daar het voordeel van een aanmerkelijke geringere dikte tegenover staat.

Zo zijn in proefprojecten op kleine schaal VIP panelen verwerkt als thermische isolatie onder vloerverwarming, als na-isolatie aan de binnenzijde van buitenwanden en als koudebrugisolatie bij dagkanten.

Om de gevoeligheid tijdens de verwerking te verminderen zijn VIP panelen ontwikkeld die

Literatuur

- M. Zimmerman, Hans Bertschwinger, 'High Performance Thermal Insulation Systems, Vacuum Insulated Products', EMPA, Duebendorf Switzerland 2000
- R.E. Collins, T.M. Sinko, 'Current status of the science and technology of vacuum glazing', Solar Energy 1998, vol. 62, no. 3
- P. de Graaf, J. Bango, 'Handboek Houtskeletbouw-Ontwerp, techniek, uitvoering' SBR, Centrum Hout 2000
- NEN 1068, ontwerp december 2000, 'Thermische isolatie van gebouwen-Rekenmethode', NNI, Delft
- Prüfbericht P7-11811996 Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten und der Oberflächertemperaturen von Verglasungen mit unterschiedlichen Verglasungs-k-wert und Abstandshalter-Ausführungen, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 1996

'ingepakt' zijn in een laagje van 7,5 à 10 mm EPS schuim. Bij deze panelen wordt zelfs gedacht aan een toepassing als isolatie in een spouwmuur. Het mag duidelijk zijn dat laatstgenoemde mogelijkheid nog veel ongewisheid met zich meebrengt en alleen als een bijzondere oplossing kan worden gezien. □

Samenstelling

Een VIP paneel bestaat uit 3 componenten: een isolatiemateriaal voor de kern, verpakt in een gas- en dampremmende omhulling en een ingesloten gasabsorber (getter). In het paneel wordt een vacuüm gerealiseerd met een druk lager dan 1 mbar.

Een conventioneel isolatiemateriaal zoals EPS 25 heeft een warmtegeleidings-coëfficiënt van 0,034 W/mK. Deze is opgebouwd uit warmtegeleiding via de ingesloten lucht in het schuim $I_g = 0,025$ W/mK, uit geleiding in het vaste materiaal $I_s = 0,002$ W/mK en uit stralingsoverdracht in de ingesloten luchtcellen $I_r = 0,007$ W/mK. Door de atmosferische druk in de luchtcellen van isolatiematerialen te verlagen tot onder circa 0,1 mbar wordt de warmtegeleiding in de luchtcellen praktisch geëlimineerd. Dit resulteert in een warmtegeleidingscoëfficiënt van ongeveer 0,004 W/m²K.

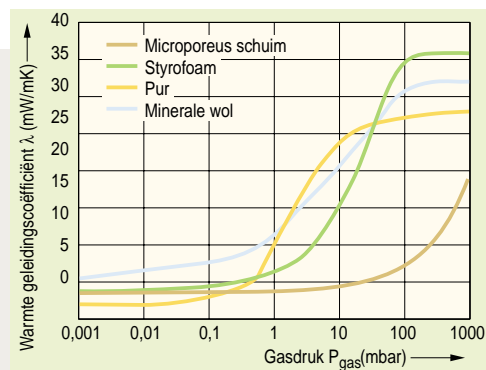
Om het vacuüm te kunnen realiseren is rond het kernmateriaal (isolatieplaat) een damp- en gasdichte folie nodig. De kwaliteit van deze verpakking bepaalt de levensduur van de isolatieplaat als VIP isolatie. Om die reden verdienen voor toepassingen in de bouw gelamineerde aluminium folies de voorkeur.

Bij de folieverpakking spelen drie aspecten een rol. Door het damp- en gasdrukverschil ontstaat er een diffusie door het folie. Hierdoor vermindert het vacuüm en neemt de warmtegeleidingscoëfficiënt langzaam maar zeker toe. Behalve diffusie

kunnen ook foutieve naadafdichtingen van de folie een afname van het vacuüm veroorzaken. Een aluminiumfolie heeft een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt. Dit leidt tot een koudebrugwerking via het folie dat immers van de warme kant naar de koude kant doorloopt. Ondanks deze koudebrug is het verschil met traditionele isolatiematerialen nog steeds aanmerkelijk.

Verder zijn mechanische beschadigingen bij de verwerking van belang, speciaal in de bouw. VIP isolatie moet dus bij voorkeur bij prefabricage van bouwelementen toegepast worden. Ook al omdat ze tijdens de verwerking niet zijn aan te passen.

Nochtans zijn er interessante mogelijkheden voor een directe verwerking op de bouwplaats.



Warmtegeleidingscoëfficiënt als functie van het aanwezige vacuüm voor verschillende typen isolatie.