



Buildwise

Magazine

Editie
Gebouwschil



Shutterstock

mrt-apr
2024

P04. Vloeistofdichtheid van betonnen kelders
P12. Isolerende mortels op platte daken
P20. Herziene specificaties voor borstweringen

Inhoud

Buildwise Magazine maart-april 2024



04

Betonnen kelders: naar een betere omschrijving van de dichtheidsklassen



06

Hergebruik van lokaal ontgonnen zand voor circulair beton?



08

Hoe de kop van een gemene muur isoleren bij hellende daken?



10

Hellende daken: correcte positionering van de dakgoot



12

Een isolerende mortel op een plat dak kan de isolatielaag niet vervangen



14

Platte daken en kwaliteit van gerecupereerd hemelwater



16

Mechanische bevestiging van gevelbekledingsplaten uit vezelcement



18

Knalgeluiden in aluminium schrijnwerk



20

Herziening van de specificaties voor borstweringen



22

De massificatie van energetische renovaties



24

FAQ



25

Focus



26

Connection Tour



27

Beurzen en evenementen

De Valorisation Managers, onmisbare schakels

We bevinden ons op een scharniermoment waarop alle krachten gebundeld moeten worden om de huidige uitdagingen aan te gaan. Iets meer dan een jaar geleden zijn we van naam veranderd. Deze **nieuwe naam staat symbool voor ons DNA en onze ambitie om meer toegevoegde waarde te bieden aan de aannemers**. Door onze kennis te delen en in de praktijk te brengen op werven en in bedrijven, maken we de weg vrij voor innovatie en de modernisering van de sector.



A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Yves Martin.

Yves Martin,
Communication Director

| Practice what we preach!

Samenwerken en transversaliteit bevorderen om het beste van verschillende disciplines samen te brengen en onze acties onophoudelijk op de klant te richten: dat zijn de principes die we toepassen binnen de interne organisatie van Buildwise. De uitdagingen van de sector en in het bijzonder van onze leden vormen de leidraad voor onze onderzoeksactiviteiten en de diensten die we aanbieden. We vinden het essentieel om **communicatie en praktische toepassing in al onze projecten te integreren**.

Om dit doel te bereiken, hebben we onze organisatie fundamenteel herzien ten gunste van een meer wendbare aanpak die meer ruimte laat voor initiatief en samenwerking en uiteindelijk een **grotere impact heeft op de sector en de bouwbedrijven**.

Vier Buildwise-medewerkers werden benoemd tot Valorisation Manager. Hun belangrijkste missie is om de binnen Buildwise ontwikkelde kennis te valoriseren en te communiceren naar de bouwbedrijven, waarvan de verwachtingen sterk kunnen variëren afhankelijk van hun type of grootte. Ze

staan ook in voor de coherente vertaling van de behoeften van de sector en de doelstellingen van Buildwise in een **efficiënt en concreet werkprogramma voor de Technische Comités**.

De belangrijkste missie van de Valorisation Managers is om de binnen Buildwise ontwikkelde kennis te valoriseren en te communiceren naar de bouwbedrijven.

Deze synergie tussen de sector en de onderzoeksteams moet ervoor zorgen dat onze acties en initiatieven niet alleen de **realiteit op het terrein weerspiegelen**, maar ook **innovatie en vooruitgang stimuleren**.





Betonnen kelders: naar een betere omschrijving van de dichtheidsklassen

Nog al te vaak ontstaan er na de uitvoering van kelders discussies over waterinfiltraties doorheen de betonnen wanden en vloerplaten. De definitie van het begrip 'vloeistofdicht' blijkt vaak niet eenduidig te zijn. De bouwheer moet daarom van in het begin de gewenste vloeistofdichtheidsklasse opgeven.

B. Vanhauwere, P. Van Itterbeeck, S. Vercauteren, Buildwise

Vóór de uitvoering moet het zowel voor de opdrachtgever, de ontwerper als de uitvoerder duidelijk zijn welke prestaties verwacht worden op het vlak van de vloeistofdichtheid van betonnen kelders, hoe men deze wil bereiken en welke financiële middelen hiervoor nodig zijn. Vloeistofdichtheid is immers een belangrijk **uitgangspunt voor de berekening van de betonconstructie** en geen label dat achteraf op de constructie geplakt kan worden.

Bepaling van de vloeistofdichtheidsklassen

De bouwheer moet vooraf een vloeistofdichtheidsklasse definiëren volgens de norm NBN EN 1992-3 (Eurocode). Het volstaat niet om 'een (perfect) waterdichte kelder' te vragen. Deze omschrijving is te vaag en kan niet objectief gecontroleerd worden.

Het is de taak van de ontwerpers om de bouwheer bij te staan in de keuze van de meest gepaste dichtheidsklasse. Hierbij moeten ze de bouwheer wijzen op de gevolgen van deze keuze. Een hogere klasse zorgt doorgaans voor hogere kosten en langere uitvoeringstermijnen (zie [Buildwise-artikel 2023/02.02](#)). Een lagere klasse kan dan weer beperkingen opleveren voor het gebruik en/of de afwerking van de kelderruimten.

Wees voorzichtig met het gebruik van termen als '**constructie in waterdicht beton**'. Deze term verwijst immers alleen naar de kenmerken van het beton. Aangezien beton onvermijdelijk scheurt, kan er nog steeds water via de scheuren binnendringen. Een 'constructie in waterdicht beton' betekent dus niet dat de constructie waterdicht is.

Om de partijen bij te staan in deze keuze wordt er momenteel gewerkt aan de herziening van [TV 247](#). Hierin zal er meer nadruk gelegd worden op de keuze van de dichtheidsklasse voor kelders. Door de verschillende klassen duidelijker te omschrijven, zal een **objectievere beoordeling van de vloeistofdichtheid** bij oplevering mogelijk worden (zie tabel op de volgende pagina).

Alternatief voor dichtheidsklasse 2

Om een vloeistofdichtheid volgens klasse 2 te bereiken, is het volgens de Eurocode niet noodzakelijk om de betonconstructie zo te ontwerpen dat er geen doorgaande scheuren kunnen ontstaan. Een gelijkwaardig resultaat kan volgens ons ook bereikt worden door het beton als een klasse 1 te berekenen en achteraf **eventuele watervoerende scheuren te injecteren**. Het beton moet dan wel toegankelijk blijven tijdens het gebruik om inspectie en eventuele injecties mogelijk te maken.

Wanneer deze injecties door de ontwerpers voorzien worden in het ontwerp om de gewenste dichtheidsklasse te verkrijgen, moet de bouwheer anticiperen op de kosten ervan. Hiervoor moet dan een specifieke budgetpost in rekening genomen worden.

Minimale wapening

Het is belangrijk om te benadrukken dat wapeningsnetten #150/150/8/8 niet volstaan voor platen en wanden van 30 cm dik, zelfs niet bij een klasse 0.

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Eurocodes, gesubsidieerd door het NBN en de FOD Economie.

A Verduidelijking van de vloeistofdichtheidsklassen voor betonnen kelders.

	Vloeistofdichtheidsklasse			
	0	1	2	3
Eisen met betrekking tot lekkage ⁽¹⁾	Een zeker lekdebiet is toelaatbaar of de lekkage van vloeistof heeft geen gevolgen.	Lekkage moet beperkt worden tot een klein lekdebiet. Enkele oppervlakkige vochtvlekken zijn toelaatbaar.	Minimaal lekdebiet. Vochtplekken doen geen afbreuk aan het uitzicht.	Geen lekdebiet toelaatbaar.
Toelichting	• Er mag water infiltreren doorheen de betonconstructie. • Het infiltrerende water moet indien nodig opgevangen en afgevoerd worden zodat het normale gebruik van de ruimte niet in het gedrang komt. • Er is geen vochtgevoelige afwerking rechtstreeks op de betonnen constructie toegelaten.	• Bij een infiltratie via een wand mogen druppels gevormd worden op de vinger wanneer deze tegen een vochtvlek gehouden wordt. • Het lekwater kan opgevangen worden in een verdampingsgoot • Bij een infiltratie via een vloerplaat mag er plasvorming zijn. • Er is geen vochtgevoelige afwerking rechtstreeks op de betonnen constructie toegelaten.	• Bij een infiltratie via een wand mogen geen druppels gevormd worden op de vinger wanneer deze tegen een vochtvlek gehouden wordt. • Bij een infiltratie via een vloerplaat mag er geen plasvorming zijn. • Beperkte vochtvlekken zijn toegelaten. • Er is geen vochtgevoelige afwerking rechtstreeks op de betonnen constructie toegelaten.	Er is geen vocht-aftekening ten gevolge van infiltraties toegelaten ⁽³⁾ .
Toepassingsvoorbeelden ⁽²⁾	Ondergrondse parkeergarage	• Werkplaats • Ondergrondse parkeergarage waar de afvoer van lekwater niet mogelijk is	• Fitnessruimte • Atelier • Leefruimten (mits aangepaste materiaalkeuze) • Droge berging	• Tentoonstellingsruimte • Alle ruimten met vochtgevoelige afwerkingen
Illustratie				

⁽¹⁾ Naast deze eisen voor het lekdebiet moet ook steeds voldaan worden aan de eisen voor de maximale scheurwijdte uit Eurocode 2.

⁽²⁾ De toepassingsvoorbeelden worden louter ter illustratie gegeven. Het staat de bouwheer en ontwerpers vrij om een meer of minder strenge dichtheidsklasse voor te schrijven in functie van de omstandigheden.

⁽³⁾ Vocht-aftekening door oppervlaktecondensatie staat los van de dichtheidsklasse.





Hergebruik van lokaal ontgonnen zand voor circulair beton?

Bij de bouw van een tweede getijdendok in de haven van Antwerpen zou voor de aanmaak van het beton ongeveer 215.000 ton natuurlijk zand nodig zijn. Binnen het Horizon 2020 PIONEERS-project werd onderzocht of hiervoor lokaal ontgonnen zandgrond, die vrijkomt bij de uitgraving van het dok, gebruikt kan worden. Met dit initiatief willen de betrokken partners het transport van zand uit de Noordzee of onze buurlanden verminderen.

N. Hulsbosch, Buildwise

Bouw van een nieuw getijdendok

Als antwoord op de groeiende containeractiviteiten in de haven van Antwerpen streeft Port of Antwerp-Bruges naar de ontwikkeling van een nieuw getijdendok en bijbehorende infrastructuur. Dit project omvat onder andere de bouw van meer dan drie kilometer aan kademuren, wat neerkomt op zo'n 360.000 kubieke meter beton. Naast cement en granulaten is voor het beton ongeveer 215.000 ton zand nodig. In het oorspronkelijke scenario zou dit zand getransporteerd worden vanuit de Noordzee of geïmporteerd worden uit het buitenland (Duitsland of Nederland). Er wordt nu gekeken naar een alternatieve aanpak, waarbij gebruikgemaakt wordt van **lokale grondstoffen** door zand te recupereren

uit de grond die tijdens de bouw van het getijdendok uitgegraven wordt.

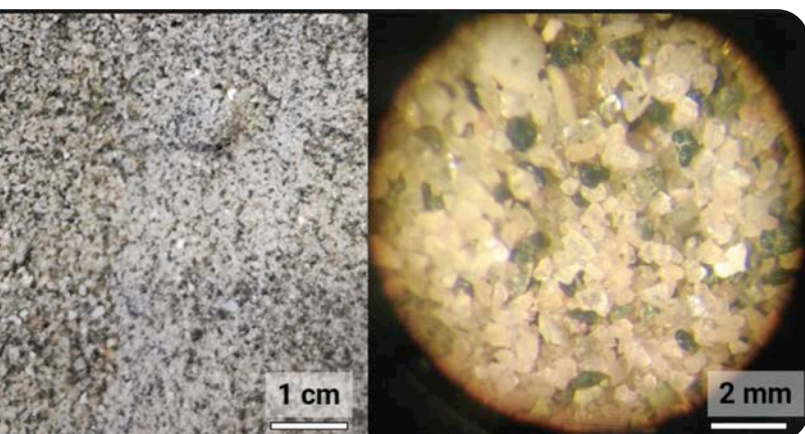
Gebruik van lokaal ontgonnen zand

Bij de afgraving van het nieuwe getijdendok zal ongeveer 30 miljoen kubieke meter grond vrijkomen. Deze grond is zeer heterogeen en bevat fijn zand, slib, klei, veen en schelpen. In het oorspronkelijke scenario zou een beperkte hoeveelheid van deze grond gebruikt worden voor laagwaardige toepassingen (bv. grondophogingen), maar voor de meeste grond zou een andere oplossing gevonden moeten worden (bv. opslag of opvulling van oude groeven).

De mariene zanden in het havengebied zijn zeer fijn (0/0,5 mm - 0/1 mm) en worden gekenmerkt door de aanwezigheid van **glauconiet**, een mineraal in de vorm van donkergroene korrels (zie afbeelding 1). Glauconietkorrels zijn vrijwel even groot als de korrels van het zand waarin ze aanwezig zijn (*). Glauconiet is echter beduidend zachter dan kwartszand omdat het opgebouwd is uit kleimineralen. Hierdoor kunnen deze korrels gemakkelijk vervormd en verpulverd worden, wat een aanzienlijke invloed heeft op hun bouwtechnische eigenschappen. Het gebruik van glauconiethoudend zand in hoogwaardige en kwaliteitsvolle betontoepassingen brengt bijgevolg enkele **technologische uitdagingen** met zich mee.

1

Aanwezigheid van glauconiet (groene mineralen) in de mariene zanden van het havengebied.



PIONEERS-project

Binnen het Horizon 2020 PIONEERS-project streven de projectpartners Buildwise, VITO en Port of Antwerp-Bruges

(*) Het zand dat gebruikt wordt in beton heeft een korrelgrootte van 0,063 mm tot 4 mm (NBN EN 12620). Door verschillende korrelgroottes te combineren, kan een optimale verdeling van de korrels in het beton bekomen worden om een goede pakkingsdichtheid, verwerkbaarheid, sterkte en duurzaamheid te garanderen. In België worden voornamelijk kwartshoudende zanden van alluviale (rivier) of mariene oorsprong toegepast.



2 Uitvoering van een betonduurzaamheidsproef in reële omstandigheden.

ernaar om tot 40 % in massa van het oorspronkelijke zand bestemd voor het beton te vervangen door lokaal ontgonnen, glauconiethoudend zand. Een gedetailleerde studie werd uitgevoerd om de technische haalbaarheid hiervan te beoordelen. Deze studie bestond uit:

- de selectie van de meest geschikte geologische zandlagen op basis van historische gegevens
- de bemonstering, karakterisering en mogelijke opwaardering van de glauconiethoudende zanden
- de optimalisatie en uitgebreide mechanische beproeving van verschillende samenstellingen met diverse cementtypes en zandvervangingspercentages zowel op mortel- als op betonniveau
- de uitvoering van betonduurzaamheidsproeven, zowel in het laboratorium als in situ, om een levensduurmodel op te stellen. Zo worden in het Deurganckdok sinds december 2023 representatieve betonelementen beproefd onder reële omstandigheden, dat wil zeggen blootgesteld aan de getijden en aan zeewater (zie afbeelding 2).

Het beton werd uitvoerig beproefd volgens de norm NBN B 15-105 die een methodologie beschrijft voor het aantonen van de gebruiksgeschiktheid van inerte grondstoffen in beton. Zo werden de eigenschappen van het vers beton (verwerkbaarheid in de tijd, luchtgehalte ...), de mechanische eigenschappen (druksterkte, splijttreksterkte ...) en de duurzaamheidseigenschappen (carbonatatieweerstand, chloride-indringingweerstand ...) onderzocht. Uit deze proeven bleek dat **hoogwaardig beton aangemaakt kan worden met 30 tot 40 % glauconietzand** volgens de eisen uit de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001 en dat dit beton toegepast kan worden in infrastructuurwerken in getijden- en spatzones (d.w.z. omgevingsklassen ES4-EA1).

Uiteindelijk zullen ook de **beoogde milieuwinsten** ten opzichte van het oorspronkelijke scenario gekwantificeerd

worden met een levenscyclusanalyse en zal er, via onder andere marktbevragingen, nagegaan worden of de totale productiekosten vergelijkbaar zijn met het oorspronkelijke scenario.

Demonstratieproject

De laboratoriumproeven tonen al aan dat 30 tot 40 % van het zand in massa vervangen kan worden zonder dat de verwerkbaarheid, mechanische eigenschappen en duurzaamheid in het gedrang komen (C35/45 druksterkteklasse en zetmaatklasse S4 die voldoet aan de eisen van de omgevingsklassen ES4-EA1). Vanaf juni 2024 zullen de eerste resultaten van de in-situproeven beschikbaar zijn. Deze zullen bepalen of lokaal ontgonnen zand uit de Antwerpse ondergrond beschouwd kan worden als een potentiële grondstof voor de vervanging van natuurlijk zand in beton voor maritieme toepassingen. Binnen het PIONEERS-project zal ook het economische aspect van dit model voor andere bouwprojecten bestudeerd worden en zullen lessen getrokken worden voor het certificeringskader en de verzekeraarbaarheid door een verzekeringsmaatschappij.

Deze studie levert al de **eerste veelbelovende resultaten** op. Voor de aannemers zal dit project vooral van belang zijn om de milieu-impact van beton te verlagen, de transportgerelateerde koolstofemissies te verminderen, kosten-efficiëntie te bereiken en bij te dragen aan innovatie in de Belgische bouwsector.



Dit onderzoek maakt deel uit van het **PIONEERS-project**, gefinancierd door het Horizon 2020-programma voor onderzoek en innovatie van de Europese Unie in het kader van subsidieovereenkomst 101037564.

Hoe de kop van een gemene muur isoleren bij hellende daken?

Bij het langs buiten isoleren van het hellend dak van een rijwoning moet het bovenste deel van de gemene muur zorgvuldig geïsoleerd worden om warmteverliezen te verminderen en koudebruggen tot een minimum te beperken. Over het algemeen is het aangeraden om de volledige muurkop te isoleren met het oog op optimale thermische prestaties.

D. De Bock, Buildwise
J. Vincent, Build & Law

Waarom is het zo belangrijk om de kop van de gemene muur te isoleren?

Bij het langs buiten isoleren van het hellend dak van een rijwoning vormt het bovenste deel van de gemene muur vaak een gevoelig punt, omdat er koudebruggen kunnen optreden. Door de muurkop te isoleren, wordt er een continue thermische barrière gecreëerd. Dit leidt tot:

- **een aanzienlijke vermindering van de warmteverliezen** en dus van het energieverbruik dat nodig is om het huis te verwarmen, wat dan weer zal zorgen voor een verlaging van de verwarmingsfactuur
- **de eliminatie van de mogelijke koudebruggen** en een afname van het risico op condensatie en schimmel.

Overtuigende thermische simulaties

Uit thermische simulaties blijkt dat de isolatie van de volledige kop van de gemene muur een positieve impact heeft (zie tabel hiernaast). Als we deze simulaties toepassen op een dak gevormd door twee dakschilden van 6 m breed (woning A), stellen we vast dat **de warmteverliezen door het volledige dak met 27 % toenemen wanneer de isolatie stopt bij de perceelgrens** (d.w.z. halverwege de gemene muur), vergeleken met een dak waarbij de isolatie over de volledige dikte van de muur doorloopt.

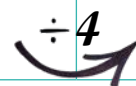
De resultaten tonen ook aan dat, als de burens (woning B) energie willen besparen, ze er alle belang bij hebben om toe te laten dat de gemene muur over zijn volledige dikte geïsoleerd wordt. Als we een gelijkaardige analyse uitvoeren voor woning B (uitgaande van de hypothese dat het dak van de burens geïsoleerd is volgens de minimale EPB-waarde), zien we dat de warmteverliezen 14 % hoger zijn wanneer de isolatie onderbroken wordt op de perceelgrens.

Juridische aspecten

Het langs buiten isoleren is niet altijd verenigbaar met het juridische concept van eigendom. Zo **botst het technisch gezond verstand op de juridische realiteit** die de bouwprofessional niet mag negeren. Het nieuw Burgerlijk Wetboek (zie uittreksel op de volgende pagina) stelt dat er niet voorbij de perceelgrens gebouwd mag worden zonder toestemming van de burens.

- A** Vergelijking van de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt, al naargelang de gemene muur geïsoleerd is tot aan de perceelgrens of over zijn volledige dikte.

Warmteverlies doorheen de gemene muur	Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt psi [W/m.K]	
	Tot de perceelgrens	Over de volledige dikte van de gemene muur
Vanaf woning A	0,254	0,074
Vanaf woning B	0,265	0,056
Totaal warmteverlies	0,519	0,130



Uittreksel van artikel 3.62 van het nieuw Burgerlijk Wetboek (in voege getreden op 1 september 2021)

§ 1. Indien een bouwwerk ten dele op, boven of onder de grond van de nabuur is gebouwd, kan laatstgenoemde de verwijdering hiervan eisen, behoudens indien deze grensoverschrijding een wettelijke of contractuele titel heeft. (...)

Indien bouwwerken boven, op of onder de grond van de nabuur zijn aangebracht op grond van een wettelijke of contractuele titel en een inherent bestanddeel zijn van een bouwwerk dat toebehoort aan de eigenaar die de grens overschreden heeft, behoren ze toe aan deze laatste op grond van natrekking voor de duurtijd van die titel.

In dat geval moet er een overeenkomst opgesteld worden in de vorm van een **recht van opstal** die door beide partijen ondertekend wordt en bijvoorbeeld geldig is gedurende de levensduur van het dak (te bepalen in de overeenkomst). Als de bouwheer besluit om de muurkop over zijn volledige dikte te isoleren, moet hij van de dakdekker alle relevante informatie krijgen om de juridische gevolgen van zijn keuze te kunnen beoordelen.

De uitvoerders moeten zich ervan bewust zijn dat ze in een nieuw juridisch kader werken, wat betekent dat:

- er **nog geen jurisprudentie is**
- er nog een zekere ruimte overblijft voor **subjectieve beoordeling**.

In deze context moet er vooral op gelet worden dat niets de burens vermindert om hun dak later langs de buitenzijde te isoleren (zie afbeelding 1). Het lijkt daarom beter om een **roeflat** te gebruiken (zie afbeelding 2) in plaats van een aansluiting met een gevelpan (zie afbeelding 3), tenzij met de burens overeengekomen is hoe de dakrand eruit moet zien.

Bij enige twijfel raden we de uitvoerders en ontwerpers aan om een juridisch adviseur te raadplegen. Leden van een beroepsorganisatie, zoals Embuild of Bouwunie, kunnen ook contact opnemen met hun juridische dienst.

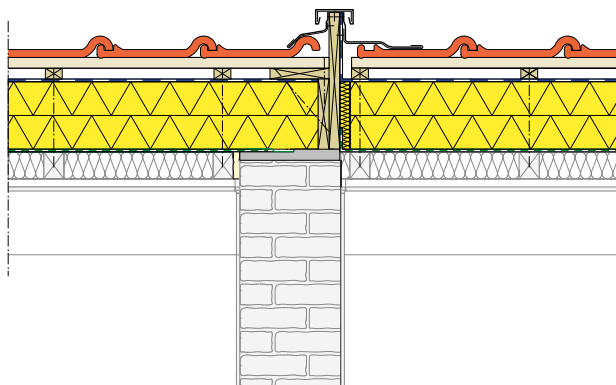
Hemelwaterbeheer

Dakgoten tussen rijwoningen worden vaak gescheiden op de perceelgrens. Daarom is het beter om het **water dat van de pannen van de dakrand afvloeit om te leiden** naar de dakgoot van de betreffende eigenaar. In de praktijk kan dit bereikt worden door onderaan het dakschild bijvoorbeeld een loden slab te voorzien die als deflector fungeert.

Bijkomende eisen

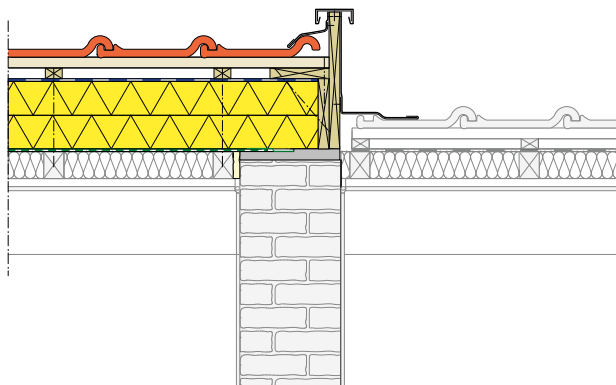
In afbeelding 1, waar de gemene muur van de rijwoningen bekleed zou worden met een stijve en brandbare isolatie, moet erop gelet worden dat:

- de roef over de volledige dikte van de isolatie minstens 38 mm dik is om de snelheid te beperken waarmee een brand zich via het dak kan verspreiden
- er geen hard contact is tussen de twee daken (met uitzondering van de slab op de dakpan), zodat de akoestische isolatie niet verminderd wordt.



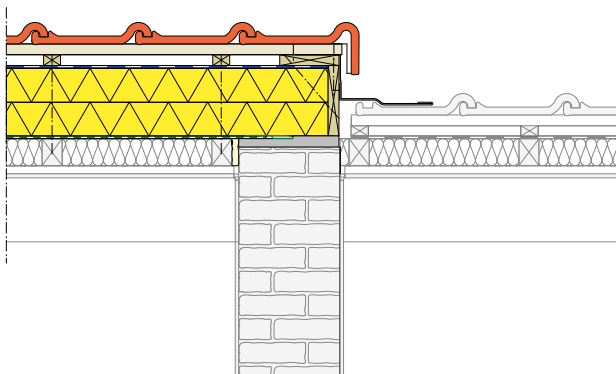
1

Achteraf uitgevoerde isolatie van het dak van het aanpalende huis.



2

Roeflat.



3

Aansluiting met een gevelpan.

Hellende daken: correcte positionering van de dakgoot

Volgens de empirische regels voor de plaatsing van de dakgoot van een hellend dak moet de dakbedekking doorlopen over een derde van de gootbreedte (verhouding 1/3-2/3). In het kader van het Rainroof II-project hebben we verschillende dakopbouwen beproefd, waaronder sarkingdaken die een invloed hebben op de positionering van de dakgoot.

B. Michaux, Buildwise

Als een dak langs de buitenzijde geïsoleerd wordt volgens de sarkingmethode, kan het niveau van de dakbedekking tot 25 cm hoger liggen dan bij een traditioneel, langs de binnenzijde geïsoleerd dak. Dit beïnvloedt de manier waarop het hemelwater naar de dakgoot stroomt.

Verplaatsing van de dakgoot: de te verkiezen oplossing

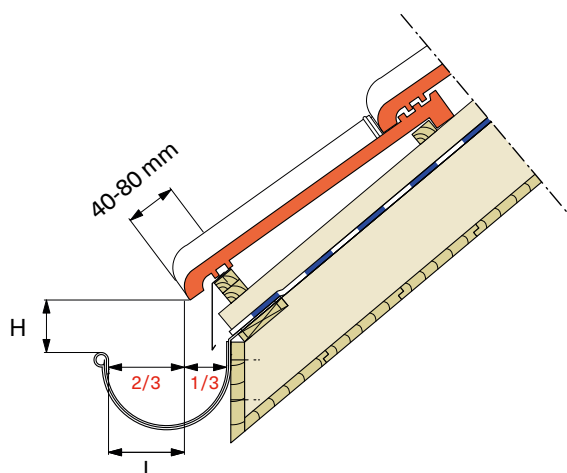
Het verplaatsen van de dakgoot, zoals weergegeven in afbeelding 1, is de voorkeursoplossing om de afvoer van hemelwater efficiënt te beheren en te voldoen aan de eer-

der genoemde empirische regels (verhouding 1/3-2/3). In het ideale geval:

- steken de pannen aan de dakvoet ongeveer 1/3 van de breedte van de dakgoot uit over de goot
- springen deze pannen ongeveer 40 tot 80 mm uit voorbij de eerste panlat
- is de hoogte H, gedefinieerd als het niveauverschil tussen de onderkant van de pannen aan de dakvoet en de 'buitenrand' van de goot, kleiner dan 100 mm.

Deze oplossing kwam al aan bod in [Buildwise-artikel 2020/06.02](#).

Het is ook aangeraden de **dakvoet te versterken met bijkomende kepers** (zie afbeelding 2) om de eventuele

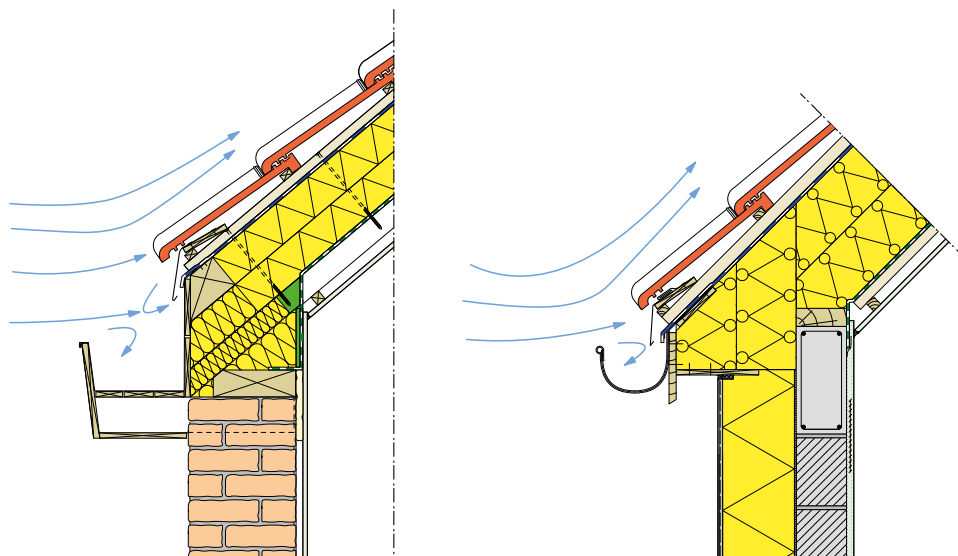


1 Empirische regels voor de positionering van de dakgoot.



2 Kopers aan de dakvoet.

3 Illustratie van de turbulenties in functie van de positie van de dakgoot.



belastingen op te nemen. Op deze kepers worden de panlatten aan de dakvoet, de boordplank of afwerkingsplaat en de dakgoot bevestigd. Deze structuur, die verankerd is in het daktimmerwerk, maakt het mogelijk om de goothaken onder het onderdak te plaatsen, waardoor het water dat door het onderdak opgevangen wordt, gemakkelijker afgevoerd kan worden naar de dakgoot.

Als de goothoogte niet gewijzigd kan worden

Als het onmogelijk blijkt om de bestaande dakgoot te verplaatsen, vooral om stedenbouwkundige redenen, zal de hemelwaterafvoer niet optimaal zijn.

Daarom hebben we in het Rainroof II-project de **wind- en regenbelastingen** onderzocht bij dakgoten die op verschillende hoogtes gepositioneerd werden. Naarmate de afstand tussen de goot en de dakpannen groter wordt, treden er lucht-turbulenties op (zie afbeelding 3). Hierdoor wordt het afvloeiende hemelwater verspreid. Als er geen wind is, kan het water over de goten spatten. De dimensionerings-

regels voor de dakgoten moeten dus aangepast worden. Het Rainroof II-project heeft deze regels ook verduidelijkt (zie tabel A).

De volledige dimensionering van de dakgoten wordt besproken in [Buildwise-artikel 2016/02.13](#).

Deze aanpassing van de dimensioneringsregels kan echter niet toegepast worden als er op het dak **plaatsen zijn waar het afvloeiende water samenkomt**, zoals kielgoten. In dat geval moet de goot hoger geplaatst worden.

Wanneer de dakvoet blootligt of wanneer de hoogte H groter is dan 100 mm, is het essentieel een **voorgevormde strook** aan te brengen om wateropstijgingen onder de dakbedekking te voorkomen. Onze proeven hebben immers aangetoond dat het water zonder deze strook tot meer dan een meter kan opstijgen en opspatten.

Als de hoogte H groter is dan 250 mm, moet er bovenop de dakpannen een deflector aangebracht worden om het water naar de dakgoot te leiden. Deze oplossing vergt echter meer onderhoud.



A Dimensionering van de dakgoot in functie van het type dakbedekking en de afstand tussen de goot en de pannen (zie afbeelding 1 op de vorige pagina).

Hoogte H (*)	Minimale breedte l van de dakgoot	
	Gewelfde dakpannen of helling > 40°	Gelegen vóór de tegelpannen/leien
≤ 100 mm	De positie van de goot voldoet aan de verhouding 1/3-2/3	
120 mm	> 130 mm	> 120 mm
160 mm	> 160 mm	> 150 mm
200 mm	> 185 mm	> 165 mm
240 mm	> 200 mm	> 185 mm

(*) Zonder bijkomende voorzieningen (plaatsing van een deflector) mag de hoogte H niet meer dan 250 mm bedragen.

Een isolerende mortel op een plat dak kan de isolatielaag niet vervangen

We krijgen bij Buildwise regelmatig de vraag of de thermische isolatieplaten in een warm plat dak vervangen mogen worden door een isolerende mortel. Het Technisch Comité Dichtingswerken raadt dit af omwille van de aanzienlijke dikte en het hoge vochtgehalte van de mortellaag.

E. Mahieu, Buildwise

Wat is een isolerende mortel?

Isolerende mortels zijn opgebouwd uit **schuimbeton** of uit een **samenstelling** van cement, isolerende granulaten (doorgaans EPS-korrels, maar soms ook vermiculiet of perliet), zand, water en hulpstoffen voor onder meer een verhoogde verwerkbaarheid en verpompbaarheid.

Deze mortels worden in de regel gebruikt als onderlagen in vloeropbouwen (waarvoor ze ook over een gebruiksgeschiktheidsattest kunnen beschikken) of als hellingslagen in platte daken (geplaatst onder het dampscherm). In § 5.2.3 van [TV 280](#) wordt vermeld dat dergelijke hellingslagen, ondanks hun licht isolerende functie, **de isolatielaag in een plat dak niet kunnen vervangen**.

Waarom raden we af om de isolatie in een plat dak te vervangen door een isolerende mortel?

Zoals in [TV 280](#) en [Buildwise-artikel 2014/02.05](#) toegelicht wordt, kunnen cementgebonden lagen op een plat dak bij hun plaatsing **aanzienlijke hoeveelheden bouwvocht** bevatten (alleen al om ze te kunnen verpompen).

Wanneer voor de thermische isolatie van het dak enkel op de isolerende mortel gerekend wordt, is een zeer grote dikte noodzakelijk (zie afbeelding 1 op de volgende pagina). Hoe dikker de mortellaag, hoe meer vocht deze zal bevatten. Bovendien zijn isolerende mortels doorgaans vrij poreus waardoor ze bij berekening tijdens of net na de plaatsing bijkomende hoeveelheden vocht kunnen opnemen.

Dit ingesloten bouwvocht moet kunnen drogen, wat aanleiding kan geven tot:

- vochtproblemen
- hechtingsproblemen van de bovenliggende lagen
- onzekerheden over de thermische prestaties van de isolatielaag.

Dit maakt de isolerende mortels **ongeschikt als volwaardige isolatielaag** op een plat dak.

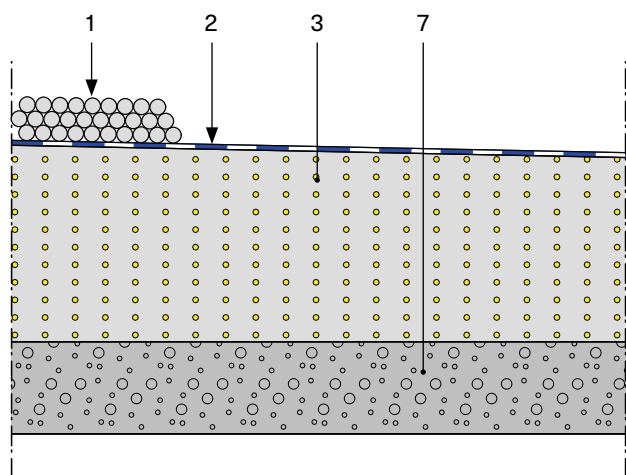
We raden aan om gebruik te maken van isolatieplaten die, zoals vermeld in [TV 280](#), over een **gebruiksgeschiktheidsattest** (zoals een ATG) beschikken voor toepassing in een plat dak. Deze bezitten immers gecontroleerde eigenschappen en bieden zekerheid over hun geschiktheid voor de beoogde toepassing.

Vochtproblemen

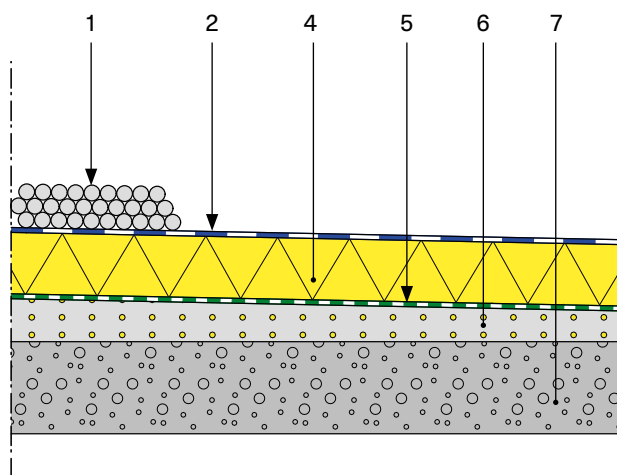
Wanneer de isolerende mortel de thermische isolatie in een plat dak vervangt, wordt deze rechtstreeks (zonder scheidingslaag of dampscherm) op de dakvloer (doorgaans beton) aangebracht om geen bouwvocht in te sluiten en om een droging naar binnen toe mogelijk te maken. Nochtans is volgens tabel 14 van [TV 280](#) op een nieuwe betonvloer minimaal een dampschermklasse E3 vereist om inwendige condensatie ten gevolge van het bouwvocht in het beton te beperken. De fabrikanten van isolerende mortels rekenen dus enerzijds op de dampdichtheid van de betonvloer om condensatieproblemen te vermijden, maar anderzijds gaan ze uit van een droging van het bouwvocht in de mortellaag via die betonvloer.

Het ingesloten bouwvocht kan in principe enkel zeer geleidelijk aan langs onderen en via de dakopstanden en detailleringen drogen. Bovenaan bevindt zich immers een dampdichte dakafdichting. De dakopstanden (bv. isolerend metselwerk) bestaan doorgaans uit meer dampopen materialen dan de dakvloer, waardoor het bouwvocht eerder langs die weg zal drogen dan naar binnen toe. De droging van dergelijke, dikke cementgebonden lagen zal bijgevolg heel veel tijd in beslag nemen. Dit kan leiden tot vochtproblemen door omkeercondensatie en/of condensatieproblemen in de dakopstanden.

De problematiek van **omkeercondensatie** bij platte daken wordt toegelicht in [Buildwise-artikel 2017/02.05](#). Terwijl er nauwelijks risico bestaat op omkeercondensatie bij cementgebonden hellingslagen, die onder het dampscherm en een isolatielaag geplaatst worden, is dit wel het geval wanneer er geen bijkomende isolatielagen meer op deze vochthoudende lagen voorzien worden: de temperatuurgradiënt over de vochthoudende laag wordt immers veel groter.



1. Ballastlaag (eventueel)
2. Dakafdichting
3. Isolerende mortel
4. PIR-dakisolatie
5. Dampscherm



6. Cementgebonden hellingslaag
7. Dakvloer

1 Vergelijking tussen een dakopbouw met een isolerende mortel als isolatielaag (links) en met een PU-isolatie (rechts) met dezelfde U-waarde.

Bij het drogen van het vocht via de dakopstanden kan dit bij dakopstanden uit isolerend metselwerk aanleiding geven tot condensatie (zie [Bouwgebrek nr. 118](#)).

Hechtingsproblemen

Er kunnen problemen ontstaan met de hechting van de afdichting op de isolatiemortel. De **oppervlaktecohesie** van de bovenste mortellaag moet toereikend zijn en het systeem mag niet beschadigd worden door vorst-dooicycli. Een te hoog vochtgehalte kan onder meer een negatieve invloed hebben op de oppervlaktecohesie. Een hechtende plaatsing van de aangebrachte dakafdichting is dus niet altijd mogelijk (zie [Buildwise-artikel 2014/02.05](#)). Een mechanische bevestiging is evenmin evident omdat de afdichting tot in de dakvloer bevestigd moet worden, waardoor bij dergelijke dikke isolerende mortels zeer lange bevestigingen gebruikt moeten worden.

Onzekere effectieve isolatiewaarde

Door het ingesloten vocht in de isolatiemortel en de lange droogtijd van zo'n mortel is zijn isolatiewaarde onzeker. De effectieve isolatiewaarde van de mortel zal immers sterk afhankelijk zijn van zijn **vochtgehalte**, dat op zijn beurt beïnvloed wordt door heel wat factoren en dus moeilijk in te schatten is. De thermische geleidbaarheid (λ -waarde) van een isolatiemortel in een vochtige toestand kan 25 % tot 50 % hoger zijn.

Als men dan toch een inschatting van de isolatiewaarde van een isolerende mortel op een plat dak zou moeten maken, zou er volgens ons veiligheidshalve met de λ -waarde in voch-

tige omstandigheden (λ_e -waarde) gerekend moeten worden (een waarde die door de fabrikanten vaak niet bepaald wordt).

Dikte en gewicht

Isolerende mortels beschikken over een **lagere isolatiewaarde en een hogere volumieke massa** dan de isolatieplaten die courant op platte daken toegepast worden. Om eenzelfde isolatiewaarde te bereiken, zijn hogere diktes en gewichten dus noodzakelijk. Dit heeft niet alleen gevolgen voor de dimensionering van de dakvloer, maar ook voor de milieu-impact van de betrokken materialen: de isolerende mortellaag op zich en de eventueel zwaarder gedimensioneerde dakvloer.

Isolatiesystemen bestaande uit een isolerende mortel en geïntegreerde isolatieplaten

Deze variant van het warme dak, waarbij isolatieplaten in de isolerende mortellaag ingebed worden (mortel onder, tussen en op de platen), wordt in [TV 280](#) behandeld bij de opbouwen die bijzondere aandacht vereisen omdat er bouwvocht ingesloten zit in het systeem.

Om de vochttoevoer te beperken en de prestaties van het systeem veilig te stellen, moet er aan **strikte plaatsingsvoorwaarden** voldaan worden en moet de samenstelling van de mortel aangepast zijn.

Wanneer men voor dit systeem opteert, is het aangeraden om de technische documentatie en het gebruiksgeschiedenisattest te raadplegen.



Platte daken en kwaliteit van gerecupereerd hemelwater: bijkomende mogelijkheden?

Het op platte daken opgevangen hemelwater wordt al vele jaren met succes gebruikt voor courante toepassingen zoals het doorspoelen van toiletten en het besproeien van planten. In de huidige context van waterschaarste wint deze praktijk steeds meer aan belang en kan ze dus alleen maar aangemoedigd worden. Een studie van Pieter-Jan De Buyck (VITO, ex-UGent) gaat nog een stapje verder door te kijken naar het mogelijke gebruik van dit water voor andere toepassingen, met – onder bepaalde omstandigheden – bemoedigende resultaten.

E. Noirfalisse, Buildwise, op basis van het werk van Pieter-Jan De Buyck, VITO (*)

Hoofdstuk 2 van [TV 280](#) gaat dieper in op de recuperatie van hemelwater bij platte daken, evenals op de elementen die in dit water aangetroffen kunnen worden en de gevolgen van hun aanwezigheid (verkleuring, geur, afzettingen ...).

De studie van Pieter-Jan De Buyck vormt een wetenschappelijke aanvulling op deze TV door zich te richten op de identificatie en kwantificering van micropolluenten in het hemelwater na contact met de dakafdichtingsmaterialen. Het doel is om hun **bronnen te achterhalen** en **behandelingen voor te stellen om ze te verwijderen** met het oog op een breder gebruik waarvoor een hogere waterkwaliteit nodig is (visie op langere termijn).

Het Technisch Comité Dichtingswerken van Buildwise heeft zijn medewerking verleend aan de studie door te helpen bij de selectie van de te bestuderen afdichtingsmaterialen. Hierdoor konden de proeven uitgevoerd worden op een **representatieve waaier van de Belgische markt**, waaronder bitumineuze en synthetische membranen van verschillende types en met diverse afwerkingen, alsook vloeibaar aangebrachte afdichtingen.

Beschrijving van de studie

De studie had als doel om de **uitloging van afdichtingsmaterialen** te analyseren, met andere woorden om de

bestanddelen te onderzoeken die door deze materialen kunnen vrijkomen wanneer ze in contact komen met water. Verschillende courante materialen op de Belgische en Europese markten werden eerst onderworpen aan laboratoriumproeven en daarna aan proeven in reële omstandigheden om ook externe factoren (atmosferische afzettingen, weersomstandigheden) in beschouwing te nemen.

Onder de zestien bestudeerde materialen vallen:

- verschillende **plastomere (APP) of elastomere (SBS) bitumineuze membranen**, allemaal voorzien van een afwerking (zand, leischilfers of granulaten), sommige bestand tegen worteldoorboring
- **synthetische membranen** (EPDM, EPDM met aan de onderzijde een elastomeer bitumen, pvc, TPO en EVA)
- **vloeibaar aangebrachte afdichtingen** uit polyurethaan (PU).



(*) Roof runoff quality in view of its utilization and discharge: the effect of material leaching and treatment possibilities. P.-J. De Buyck, PhD dissertation, Ghent University, 2022.

De uitlogingsproeven in het laboratorium gaven al een idee van de stoffen die uit de stalen kunnen vrijkomen. De proeven onder reële buitenomstandigheden werden uitgevoerd op modellen met een oppervlakte van één vierkante meter. Hierdoor konden we een grotere uitloging waarnemen tijdens droge, zonnige periodes die gekenmerkt werden door een hoge blootstelling aan de zon.

De bestudeerde **polluenten** omvatten een selectie van zware metalen, PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen), ftalaten en biocides. De pH, de geleidbaarheid en het chemische zuurstofverbruik (gehalte aan organische stoffen) werden ook onderzocht.

Vervolgens werden verschillende waterbehandelings technieken geselecteerd en werd hun doeltreffendheid beoordeeld in het laboratorium.

Resultaten van de studie

De resultaten tonen aan dat er verschillen bestaan tussen de materialen en dat de waterkwaliteit varieert in functie van de weersomstandigheden.

De bitumineuze membranen, en vooral die met een gekleurde afwerking, gaven de grootste hoeveelheid aluminium af. De metaalconcentraties van de synthetische membranen en de vloeibaar aangebrachte afdichtingen zijn zeer laag of liggen onder de detectielimiet, terwijl de EPDM-membranen hoge zinkconcentraties vertoonden. Bij de meeste bitumineuze membranen werden organische verontreinigingen (PAK's) vastgesteld. Bij de pvc- en EVA-membranen werden enkele ftalaten gedetecteerd, wat wijst op de uitloging van plastificeerders. Deze membranen vertoonden een verzurend effect, in tegenstelling tot de meeste andere materialen, die een alkaliserend effect hadden. De bitumineuze materialen hebben de hoogste geleidbaarheid, met een aanzienlijke invloed van het type oppervlakteafwerking. Bij EPDM-membranen en, in mindere mate, bij de bitumineuze membranen die bedekt zijn met gekleurde granulaten werd een verkleuring waargenomen.



De kwaliteit van het gerecupereerde water van platte daken schommelt in de loop van de tijd. Zo is deze minder goed tijdens de beginperiode (wanneer het dak net uitgevoerd is) en kan deze nog verslechteren tijdens droge en zonnige periodes, door een verhoogde uitloging en een toename van de atmosferische afzettingen.

Laboratoriumproeven hebben aangetoond dat deze verontreinigingen in het afgevoerde water efficiënt vermindert kunnen worden met behulp van **relatief eenvoudige waterbehandelingstechnologieën**, zoals filtratie met zand, granulaire actieve kool of nanofiltratie. Zo is uit de uitgevoerde metingen gebleken dat de combinatie van de zandfilter en de actievekoolfilter het gehalte aan organische stoffen met meer dan 70 % vermindert, het gehalte aan metalen met meer dan 80 % en het gehalte aan PAK's met meer dan 95 %.

De **economische rentabiliteit** van deze behandelingsmethodes hangt echter af van de grootte van het dak, waardoor ze geschikter zijn voor daken van meer dan 500 m².

Conclusies en praktische aanbevelingen

Deze studie toont aan dat het **gerecupereerde hemelwater van platte daken voor meer toepassingen gebruikt kan worden** dan nu het geval is.

De kwaliteit van dit water wordt echter aangetast door de uitloging van de afdichtingsmaterialen en de aard van de polluenten, die verschillen naargelang het materiaal en de weersomstandigheden. De waterkwaliteit schommelt ook in de loop van de tijd. Dit is onder meer het geval in de periode na de uitvoering van het dak, wanneer het gerecupereerde water meer polluenten kan bevatten. Als men het hemelwater dus wenst te gebruiken voor meer veeleisende toepassingen, zal het aangeraden zijn om het in deze beginperiode naar de riolering af te voeren in plaats van het te hergebruiken of te lozen in een waterloop.

Volgens laboratoriumproeven kan men dankzij de gepaste behandelingen (zand- of actievekoolfiltratie, nanofiltratie) **water verkrijgen dat geschikt is voor hoogwaardige toepassingen**. Gezien de vele ontwikkelingen op het gebied van de materialen kunnen fabrikanten de hoeveelheid polluenten verminderen door hun producten (formulering) of productieprocessen (bv. spoelen in de fabriek vóór distributie) aan te passen.

In afwachting is het gebruik van hemelwater voor onder meer het doorspoelen van toiletten of het besproeien van planten nog steeds erg nuttig en wordt het aangemoedigd, zowel voor grote gebouwen als voor eengezinswoningen. Om water te verkrijgen dat geschikt is voor deze toepassing (waarvoor geen regelgeving bestaat), kunnen zeef- en actievekoolfilters gebruikt worden. Deze filters moeten regelmatig onderhouden worden om ongemakken zoals onaangename geuren, de verkleuring van het water of het risico op de verstopping van het systeem, te vermijden.



Mechanische bevestiging als voorkeursoplossing voor gevelbekledingsplaten uit vezelcement

Gelet op de vele hechtingsproblemen die vastgesteld worden bij gelijmd geplaatste vezelcementplaten en de gevaren die hiermee gepaard gaan, geven wij de voorkeur aan een mechanische bevestiging. De verlijming van dergelijke platen zou volgens ons uitsluitend voorbehouden moeten worden voor het gelijkvloers en de eerste verdieping.

E. Nguyen, Buildwise

Oorzaak van de problemen

Het merendeel van de hechtingsproblemen die vastgesteld worden door de Buildwise-ingenieurs zijn te wijten aan een **adhesieve breuk** aan het raakvlak tussen de lijm en de primer die aangebracht werd op de houtconstructie of aan het raakvlak tussen de lijm en de primer die toegepast werd op de plaat.

In een aantal zeldzame gevallen wordt er echter ook een **cohesieve breuk** waargenomen. Hierbij treedt de breuk op binnen de plaat zelf, onder de primerlaag. Microscopische observaties hebben aan het licht gebracht dat de hechtingsproblemen in dit geval toegeschreven kunnen worden aan de aanwezigheid van scheuren in de plaat.

In aanmerking te nemen parameters

In [Buildwise-artikel 2014/04.08](#) zijn er enkele aanbevelingen opgenomen voor het ontwerp van gevelbekledingen uit andere materialen dan hout. In het geval van vezelcementplaten die op een houten ondergrond verlijmd worden, leert onze ervaring dat de duurzaamheid van dit plaatsingssysteem beïnvloed wordt door een aantal specifieke parameters. Zo kunnen de volgende parameters een weerslag hebben op de belastingsgraad of de hechtingsprestaties:

- de **hoogte van het te bekleden gebouw**, die bepalend is voor de belastingsgraad en de gevolgen van een eventuele hechtingsbreuk
- de **dimensionale veranderingen** van de gevelbekledingsplaten
- de **uitvoeringsvoorwaarden** op de werf, die kunnen afwijken van de door de fabrikanten vereiste voorwaarden.

Hoogte van het gebouw

Omwille van de gevaren die gepaard gaan met het loskomen van gevelbekledingsplaten, zijn wij van mening dat de verlijming ervan op een houten skelet beperkt zou moeten blijven tot het gelijkvloers of de eerste verdieping. Voor grotere gevelhoogtes zou men de voorkeur moeten geven aan een **mechanische bevestiging**. In dat geval dient men bij de dimensionering van de bevestigingen voldoende rekening te houden met de windbelastingen.

De dimensionering bij windbelasting behoort tot de taken van de ontwerper (eventueel via een studiebureau). Om de weerstand van de gevel tegen de windbelasting na te gaan, moet deze laatste berekend worden volgens de norm NBN EN 1991-1-4 en haar nationale bijlage, waarin onder meer de windzones in België en de terreinruwheidscategorieën vastgelegd worden. Op de Buildwise-



website staan er hiervoor ook enkele rekentools ter beschikking:

- de tool [Clnt \(Category Interactive\)](#): voor de bepaling van de terreinruwheidscategorie
- de tool [Wlnt \(Wind Interactive\)](#): voor de berekening van de windbelasting.

Dimensionale veranderingen

De blootstelling van de gevelbekleding aan de **klimaatomstandigheden** zorgt ervoor dat de platen onderhevig zijn aan dimensionale veranderingen van hygrothermische oorsprong. Dergelijke vervormingen leiden tot afschuifspanningen ter hoogte van de lijmrupsen, wat het loskomen van de platen in de hand werkt.

Uitvoeringsvoorwaarden

In de aanbevelingen van de leveranciers van verlijmde gevelbekledingssystemen op een houten skelet staat onder meer het volgende vermeld:

- het **houtvochtgehalte van het skelet** moet gelijk zijn aan $17\% \pm 2\%$. Dergelijke waarden kunnen enkel bereikt worden wanneer het hout bewaard wordt in een omgeving met een luchttemperatuur begrepen tussen 0 en 20 °C, en een relatieve vochtigheid begrepen tussen 75 en 85 %. Dit zijn klimaatomstandigheden waaraan niet altijd voldaan kan worden in een buitenomgeving, waardoor de dimensionale stabiliteit van het hout, een andere vereiste, niet gewaarborgd kan worden
- naast het voorbereiden van de gevelbekledingsplaten en de latten (bv. schuren, stofvrij maken), moeten vóór de verlijming van de platen de **vereiste primerlagen** toegepast worden. Zo moet er een specifieke primer aangebracht worden op de houtconstructie. Daarnaast moet er een andere primer voorzien worden op de rug van de gevelbekledingsplaat in stroken van 10 tot 15 cm breed, wat overeenstemt met de verlijmingszone. Vooral men overgaat tot het verlijmen van de platen, moet er voldoende aandacht besteed worden aan de aanbevelingen voor het aanbrengen van deze producten, evenals aan de compatibiliteit van de houtprimer met de verduurzamingsbehandeling
- ook bij de verlijming zelf moeten er **strikte voorwaarden** gerespecteerd worden, zowel voor de dubbelzijdige kleefbanden als voor de lijmrupsen. Deze hebben voornamelijk betrekking op de termijnen, de klimaatomstandigheden en de uitgeoefende druk. Deze voorwaarden kunnen niet altijd gerespecteerd worden op de werf
- het is eveneens van cruciaal belang dat de onderconstructie **op stabiele wijze bevestigd** wordt (er mogen geen bewegingen optreden als gevolg van een speling of vervorming van de mechanische bevestigingen) en dat er nauwlettend toegezien wordt op de **vlakheid** ervan. In geval van vlakheidsgebreken zal de druk die uitgeoefend wordt bij de plaatsing van de platen immers leiden tot de schoteling ervan, wat op zijn beurt gepaard zal gaan met een sterkere belasting van de verlijming.



Mechanische bevestiging als oplossing

Net zoals voor alle andere gevelbekledingsplaten geniet het ook bij de plaatsing van vezelcementplaten op een houten skelet de voorkeur om gebruik te maken van mechanische bevestigingen (schroeven of onzichtbare systemen). Deze laatste oplossing wordt bovendien alsmaar vaker toegepast omwille van het feit dat ze tegenwoordig aanbevolen wordt door talloze fabrikanten en ook opgenomen is in hun recentste plaatsingsvoorschriften.

Als een verlijmde plaatsing toch gewenst is, dan is het aangeraden om **de hoogte** waarop de platen bevestigd worden **te beperken** of om te opteren voor een gesloten of totaalsysteem (lijm + primer + plaat) dat in de werkplaats op een aluminium onderconstructie verlijmd wordt en waarvan de gebruiksgeschiktheid beoordeeld werd (bv. technische goedkeuring). Er bestaan ook gelijmd geplaatste systemen met een antivalbeveiliging. Net zoals bij een verlijming in de werkplaats is het in dat geval aan te raden om gebruik te maken van systemen waarvan de goede prestaties aangetoond werden. Om een goedkeuring te kunnen verkrijgen, moeten de systeemprestaties beoordeeld worden bij hoge temperaturen en een sterke bevochtiging, evenals bij een vermoeiing onder afschuiving. Ook de verenigbaarheid van de lijm met de dubbelzijdige kleefband wordt in het kader van deze goedkeuring aan een onderzoek onderworpen. 



Knalgeluiden in aluminium schrijnwerk

Schrijnwerk uit aluminium – en in mindere mate uit pvc – kan een soort van knalgeluiden produceren wanneer het blootgesteld wordt aan grote temperatuurschommelingen. Deze geluiden worden veroorzaakt door een verhinderde thermische uitzetting of krimp. Onze laboratoriumanalyses hebben aangetoond dat de bevestiging en opspanning van het raam doorslaggevend zijn. Op basis van deze analyses reiken we enkele plaatsingsaanbevelingen aan om dit verschijnsel te vermijden.

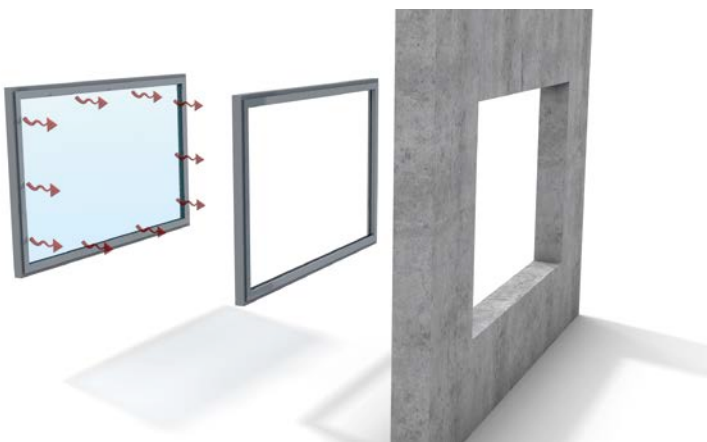
C. Galloy, S. Lesoinne, Buildwise

Wanneer aluminium schrijnwerk blootgesteld wordt aan grote temperatuurschommelingen, zet het uit of krimpt het. Als deze bewegingen verhinderd worden, slaat het schrijnwerk energie op. Deze kan vervolgens plotseling vrijkomen, waardoor er een **intens, kortstondig geluid** ontstaat. Bij een hoge akoestische belasting, met andere woorden een hoge intensiteit en frequentie van deze knalgeluiden, kan het ongemak voor de bewoners van het gebouw aanzienlijk zijn.

Om mogelijke oplossingen te vinden, hebben we dit verschijnsel in het laboratorium bestudeerd door een proefpost te ontwikkelen die opwarmings- en afkoelingscycli simuleert.

Proefpost

Onze proefpost bestond uit een reeks stralingstoestellen die opgesteld waren zoals in afbeelding 1. Om het knalgeluid



1

Aluminium raamkader onderworpen aan temperatuurschommelingen.

van de profielen te bestuderen, plaatsten we enkele versnellingsmeters aan de onverwarmde zijde van de ramen. Vervolgens gebruikten we een akoestische camera om de bron van het geluid te lokaliseren en een geluidsmeter om de intensiteit ervan te meten en de akoestische belasting te kwantificeren.

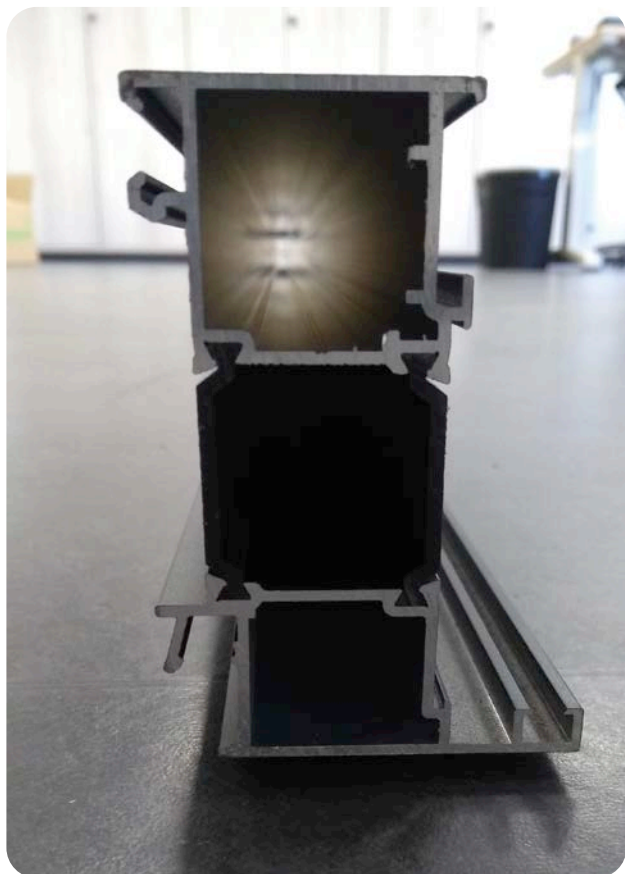
Resultaten van de proefcampagne

Uit de uitgevoerde proeven is gebleken dat de **bevestiging en opspanning van het raam**, dat wil zeggen de opspanning van de beglazing en van de aansluiting met de opening, doorslaggevend zijn en dat bepaalde uitvoeringen een hoge akoestische belasting met zich meebrengen.

We hebben ook kunnen vaststellen dat de **oorzaak van de knalgeluiden niet gezocht moet worden bij de beproefde aluminium profielen met thermische onderbreking** (zie afbeelding 2 op de volgende pagina). Zo produceren profielen met thermische onderbreking waarvan de uitzetting en krimp niet verhinderd worden, geen knalgeluid bij een temperatuurverschil van meer dan 50 °C tussen de aan de zon blootgestelde zijde en de niet-blootgestelde zijde. Het is ook mogelijk dat een niet-opgespannen raamkader uit dezelfde profielen geen enkel geluid produceert. Dit is een belangrijk resultaat, want het betekent dat er niet gezocht hoeft te worden naar nieuwe technische oplossingen voor de fabricage van het raam zelf (*).

Tot slot nam de akoestische belasting tijdens onze proeven vaak toe of af wanneer de opwarmings- en afkoelingscyclus onder identieke omstandigheden herhaald werd. Als we

(*) Tenminste voor de raamkaders die we bestudeerd hebben, dat wil zeggen vaste kaders opgebouwd uit vier profielen.



2 Snede van een aluminium raamprofiel met thermische onderbreking.

alle proeven bekijken, lijkt het erop dat er een 'zetting' van het raamkader optreedt met een versterking of vrijkomen van mechanische opspannings- of bevestigingsbelastingen tot gevolg.

Aanbevelingen voor de plaatsing

We reiken enkele plaatsingsaanbevelingen aan:

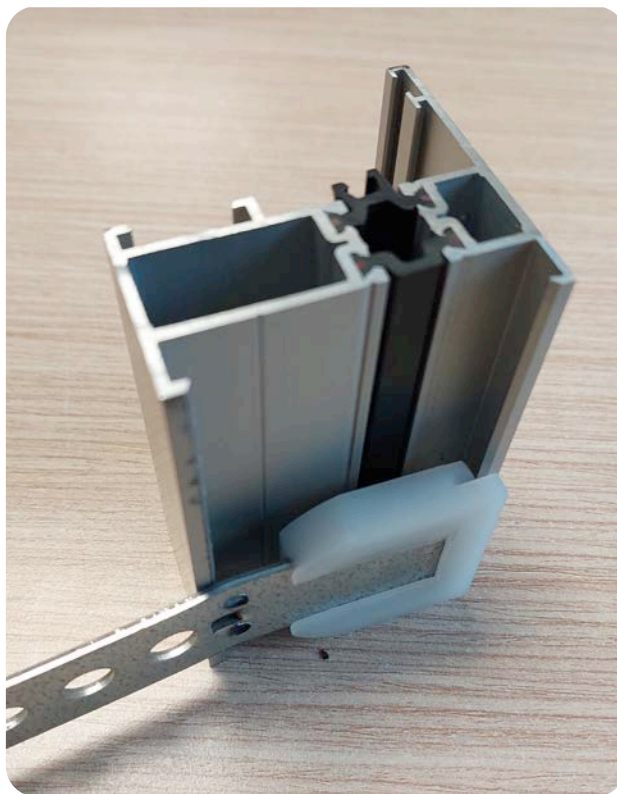
- **de bevestiging van het raamkader mag alleen de loodrechte beweging op het raamkader verhinderen** (opname van de windbelastingen). Dit kan op verschillende manieren gebeuren:
 - door gebruik te maken van Z-vormige schuifklanken in het aluminium profiel (zie afbeelding 3). Hoewel dit een veelbelovende oplossing is, zijn dergelijke klanken momenteel niet op de markt te verkrijgen. Ze zouden weldra echter ontwikkeld en in een volgende campagne beproefd worden
 - door te kiezen voor rechtstreekse bevestigingen met betonschroeven of schroeven met pluggen. Praktische oplossingen worden bestudeerd
- **er moet absoluut vermeden worden dat er tussen de aan de zon blootgestelde zijde en de binnenzijde van**

het raam een mechanische verbinding ontstaat die een belemmering kan vormen. Het is daarom afgeraden om het raamkader op een stijve ondergrond te plaatsen die over de volledige diepte van het profiel doorloopt. Een plaatsing op cellenbetonblokken of isolatiemateriaal met steunpunten verdeeld over de volledige lengte lijkt dan weer geen problemen op te leveren op de werf

- **het raamkader moet alleen opgespannen worden waar dat echt nodig is** (beglazingsblokjes, steunblokjes, blokjes voor het rechtzetten van het raamkader). Bij schade is het belangrijk om te begrijpen dat deze blokjes, net zoals de bevestigingen, potentiële bronnen van knalgeluiden zijn. Een oplossing is om de schikking van de blokjes rond het raamkader te veranderen. In een toekomstig artikel zal een meer gedetailleerde analyse aan bod komen.

Toekomstige pistes

In veel gevallen veroorzaken knalgeluiden geen bijzonder ongemak. Is dit toch het geval, dan is het belangrijk om te weten welke akoestische belasting als hinderlijk of zeer hinderlijk beschouwd kan worden en of andere factoren dan de geluidsintensiteit en het aantal knallen dit ongemak beïnvloeden.



3 Voorbeeld van een Z-vormige schuifklank gemonteerd op een profiel (maar niet langer beschikbaar op de markt).

Herziening van de specificaties voor borstweringen

Borstweringen zijn essentieel om de veiligheid van personen te garanderen en hen te beschermen tegen vallen. Aangezien er hiervoor geen Europese specificatie bestaat, worden ze in België ontworpen volgens de norm NBN B 03-004. De Eurocodes voorzien echter wel een aantal elementen waarmee rekening gehouden kan worden, zoals de gevolklassen en de gebruikscategorieën van de gebouwen.

É. Dupont, Buildwise

De gevolklassen en de gebruikscategorieën van de gebouwen zouden opgenomen moeten worden in een toekomstige herziening van de Belgische norm NBN B 03-004. Op die manier zou deze laatste **conform zijn aan de specificaties van de Eurocodes**, zonder de gewoonten van de bouwsector voor de plaatsing van borstweringen in residentiële en kantoorgebouwen ingrijpend te veranderen.

Aangezien glazen borstweringen voornamelijk opgebouwd zijn uit gelaagd glas, moet er rekening gehouden worden met het effect van de temperatuur in zomerse anticyclonale omstandigheden om een betrouwbaar resultaat te verkrijgen.

Gevolklassen

De gevolklassen van de Eurocodes drukken de **kans uit op de aanvaardbare breuk van een bouwwerk**, rekening houdend met de economische en menselijke gevolgen. In het ontwerp van Eurocode 1 FprEN 1990:2022 worden vijf klassen onderscheiden, van CC0 (minimum) tot CC4 (maximum). In functie van de klasse worden dan partiële veiligheidscoëfficiënten gedefinieerd.

Gebruikscategorieën van de gebouwen

De gebruikscategorieën van de gebouwen die beschreven worden in de Eurocodes, worden gedefinieerd op basis van hun bestemming (eengezinswoning, kantoor, theater ...), het type menselijke activiteiten (sport, cultureel ...) en de inrichting van de ruimtes.

Wat de borstweringen betreft, specificeren de Eurocodes voor elke gebruikscategorie de horizontale en verticale nominale belastingen, alsook de combinatie van deze belastingen.



A Keuze van de gevolgklasse van een bouwwerk in functie van de gebruikscategorie.

Gebruikscategorieën	Gevolgklassen
Residentieel gebouw en huishoudelijke activiteiten	CC1 - laag: geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en verwaarloosbare economische gevolgen
Ruimtes waar het meestal niet heel druk is, zoals kantoren, toiletten en archiefruimtes	
Plaatsen voor bijeenkomsten, zoals ruimtes uitgerust met tafels en al dan niet vaste stoelen voor fysieke of commerciële activiteiten, waar het er erg druk aan toe kan gaan	CC2 - normaal: middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, maar aanzienlijke economische gevolgen

Gevolgen voor de norm NBN B 03-004

Bepaalde aspecten van de norm NBN B 03-004 zouden herzien moeten worden rekening houdend met de Eurocodes.

Keuze van de gevolgklassen

Hoewel de economische gevolgen van de breuk van een borstwering verwaarloosbaar zijn (klasse CC0), kan dit op menselijk vlak wel anders liggen. Daarom zouden de gevolgklassen uit tabel A toegepast moeten worden en bepaald moeten worden in functie van de gebruikscategorieën van de gebouwen.

Windbelastingen

De **drukcoëfficiënten** worden gebruikt om de windbelastingen op een oppervlak te berekenen. Hoe moeilijker het voor de wind is om het blootgestelde oppervlak te passeren, hoe hoger de coëfficiënt. Voor de borstweringen bestaande uit platen, die overeenkomen met een geïsoleerde verticale massieve muur in open vlakte, wordt vaak de coëfficiënt 2 gebruikt. Een dergelijke coëfficiënt is echter alleen van toepassing op voorzieningen op een dak, op de bovenste verdieping van een gebouw of in een randzone. Deze coëfficiënt geldt ook niet voor borstweringen die opengewerkt zijn of opgebouwd zijn uit stijlen, waarbij er aan weerszijden van het obstakel des te sneller een evenwicht ontstaat naarmate de borstwering luchtdoorlatend is.

Belastingcombinaties

De belastingcombinaties en de coëfficiënten die erop toegepast worden, zouden eveneens herzien kunnen worden om beter overeen te stemmen met de werkelijkheid.

Glazen borstweringen

Voor glazen borstweringen legt de norm NBN S 23-002 gelaagd glas op van breuktype 1B1. Het ontwerp van Eurocode 10, gewijd aan glasconstructies, stelt een nieuwe, nauwkeurigere berekeningsmethode voor gelaagd glas voor die rekening houdt met de coëfficiënt voor de overdracht van de schuifspanningen van de tussenlaag, de temperatuur en de belastingduur.

Deze methode respecteert dus de principes van de Eurocodes en houdt rekening met de rationele argumenten die hierboven besproken werden. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Schrijn- en glaswerk, gesubsidieerd door de FOD Economie.



De massificatie van energetische renovaties

De massificatie van energetische renovaties vereist een geïndustrialiseerde aanpak. Dit artikel bespreekt het Modul'Air-project dat een snelle renovatie van gevels mogelijk maakt en innovatiepartnerschappen stimuleert. Er zal ook dieper ingegaan worden op de optimalisatie van de taken dankzij de 'renovatietreinen' van RENO+ en de Europese Energiesprong, die alle aspecten van geïndustrialiseerde renovatie verenigt.

C. Flécheux, S. Dubois, M. Guisset, Buildwise

Als onze drie Gewesten de energie- en klimaatbeleidsdoelstellingen willen halen die ze zichzelf gesteld hebben, moeten ze het tempo van de energetische renovatie van hun gebouwenpark opvoeren. Ze worden echter geconfronteerd met heel wat obstakels:

- de bouwheren hebben nood aan een **betere ondersteuning**
- **de situaties zijn divers en soms complex** (bv. in dichte stedelijke omgevingen of bij bezette gebouwen)
- **innovatieve oplossingen worden belemmerd** door de beperkingen van stedenbouwkundige voorschriften en openbare aanbestedingen, evenals door de traditionele economische en businessmodellen (segmentatie per bouwactor, segmentatie per project).

Het is dus belangrijk om vraag en aanbod beter te organiseren.

Zoals geïllustreerd in [Innovation Paper 40](#), waarin de trends en impact van de Belgische bouwsector geanalyseerd worden, biedt de industrialisatie van renovaties een antwoord op deze uitdagingen. Deze aanpak vertaalt zich in:

- enerzijds de **industrialisatie van de technische oplossingen**, zowel wat betreft hun fabricage (met name de prefabricage van de bouwelementen), als wat betreft hun ontwerp, met de creatie van gestandaardiseerde producten die naar behoefte aangepast kunnen worden
- anderzijds het **standaardiseren van de processen**, voor de bouwheer (voorbereiding en aanvraag van offertes) en voor de aannemer (antwoorden op offerteaanvragen, bestellingen, planning, aankoop, uitvoering en onderhoud) (zie ook [Innovation Paper 35](#) over *lean* bouwen). Een gestandaardiseerd werkkader bevordert de samenwerking tussen de projectpartners, die zich dan kunnen toelagen op activiteiten met een hoge toegevoegde waarde.

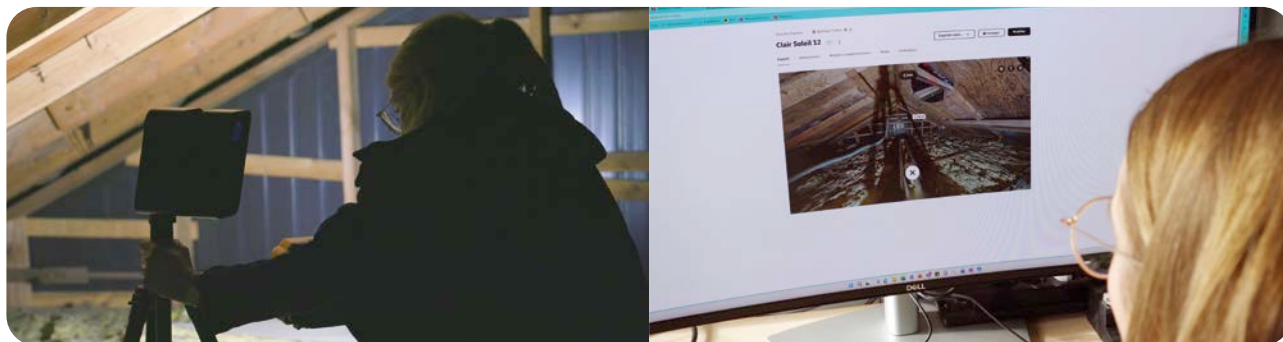
1 Plaatsing van een geprefabriceerd gevelsysteem.



Modul'Air: prefabricage met hoge toegevoegde waarde

Om globale, snelle en reproduceerbare methodes voor de energetische renovatie van bezette gebouwen te ontwikkelen, werd er in het kader van het Modul'Air-project geëxperimenteerd met de **innovatieve techniek van geprefabriceerde gevelsystemen** (zie [Innovation Paper 34](#) en de afbeelding hiernaast).

Dit project, dat deel uitmaakt van de oproep tot projectvoorstellen voor 'Brussels Retrofit Living Labs 2017' heeft tot doel om een nieuwe houten buitenschil te creëren die op de bestaande schil geplaatst wordt en waarin verscheidene



2 RENO+: het ter plaatse opmaken van een 3D-model, gevolgd door een volledige technische diagnose.

technische uitrustingen geïntegreerd worden. Doordat de onderdelen van deze gebouwschil buiten de werf vervaardigd worden, wordt de bouwphase versneld en wordt de overlast voor de bewoners beperkt (snellere uitvoering, minder ingrepen aan de binnenzijde, minder lawaai, minder stof ...), terwijl de kwaliteit van de uitvoering verhoogd wordt en er een globale oplossing geboden wordt voor de bestaande problemen.

Deze techniek werd uitgetest op een appartementsgebouw in Brussel met 12 wooneenheden. Als aanbestedingsformule werd er geopteerd voor het 'innovatiepartnerschap' om architecten en aannemers meer vrijheid te geven en hen de kans te bieden een onderzoeks- en ontwikkelingsfase (R&D) op te nemen in hun offerte voor renovatie.

RENO+: 'renovatietreinen'

RENO+ is een innovatief project dat tot doel heeft om een onestopshop te testen voor de energetische renovatie van particuliere woningen, in het bijzonder door middel van een 'renovatietrein'. Dit concept verwijst naar een reeks energetische renovaties die in een bepaald gebied over een bepaalde periode uitgevoerd worden. Dit project, ondersteund door Buildwise, Embuild Wallonië en Greenwin, wordt momenteel getest in Eigenbrakel om deze nieuwe aanpak te valideren.

RENO+ heeft twee hoofddoelen. Het eerste is om **ondersteuning te bieden aan de eigenaar van de te renoveren woning, evenals aan alle actoren die betrokken zijn bij het renovatieproces** (bv. aannemers en auditeurs). Door de administratieve taken te vereenvoudigen en het aantal verplaatsingen te verminderen, kunnen alle actoren van een renovatieproject hun tijd optimaliseren en zich concentreren op hun kernactiviteiten. Concreet begint het RENO+-team met een bezoek aan de te renoveren woning. Het doel van deze fase is om een 3D-model op te maken met behulp van een camera, een technische diagnose van de woning uit te voeren (zie afbeelding 2) en de documenten te verzamelen die nodig zijn voor de aanvraag van premies. Dankzij deze informatie kunnen de verschillende betrokken partijen een

deel van hun taken op afstand uitvoeren, waardoor iedereen tijd en geld bespaart.

Het tweede doel is om **gelijkaardige renovatieprojecten in dezelfde geografische zone te groeperen in een 'renovatietrein'** ter bevordering van de massificatie van dergelijke werkzaamheden. Door verschillende kleine individuele renovaties te combineren tot grotere projecten is het mogelijk om de kosten en de duur van de werken te beperken.

Energiesprong: de nulenergiegarantie

Buildwise neemt deel aan twee Europese projecten ([Giga-RegioFactory](#) en [COSME Reno](#)) om in België een aanpak te ontwikkelen die vergelijkbaar is met die van de Energiesprong waarop ze gebaseerd zijn. Deze aanpak, die in 2012 gelanceerd werd in Nederland en nu onder meer uitgerold wordt in Frankrijk, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Italië, Canada en Californië, brengt alle aspecten van geïndustrialiseerde renovatie in de praktijk. Deze is gebaseerd op een veeleisend bestek met de volgende garanties:

- energieneutrale prestaties
- een grote tevredenheid van de bewoners
- een snelle interventie ter plaatse
- een rentabiliteit van de ingrepen op lange termijn.

Meer dan 15.000 woningen werden al gerenoveerd volgens deze aanpak en er staan er nog 30.000 op de planning. De sector van de sociale huisvesting, die het voordeel heeft van een architecturale repetitiviteit en een gecentraliseerd beheer van het gebouwenpark, is de voornaamste doelgroep. Deze aanpak wordt ook geleidelijk aan uitgebreid naar scholen en openbare en tertiaire gebouwen.

Wens je hier meer over te weten of wil je je ook inzetten in deze thematiek? Neem dan zeker contact met ons op. ➡

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de projecten GigaRegioFactory en COSME Reno, gesubsidieerd door de Europese Unie, het project RENO+, gesubsidieerd door Wallonië, en de Technologische Dienstverlening C-Tech, gesubsidieerd door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Innoviris).

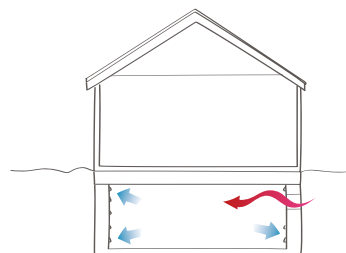


FAQ

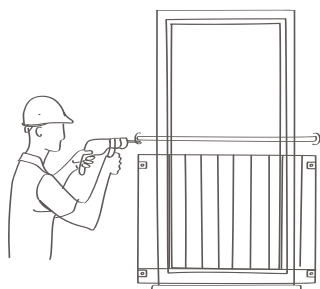
Ontdek hier de belangrijkste vragen en antwoorden over de gebouwschil.

Waarom treedt er soms oppervlaktecondensatie op in een kelder en hoe kan dit verschijnsel vermeden worden?

Oppervlaktecondensatie in een kelder is een courant fenomeen dat zich vooral voordoet in de zomer. Wanneer de warme, vochtige buitenlucht langs de koudere kelderwanden strijkt, kan deze immers condenseren aan het oppervlak. Om dit verschijnsel te beperken, is het aangeraden om de kelder niet overmatig te ventileren in de zomerperiode. De plaatsing van een luchtontvochtiger in de kelder kan ook helpen.



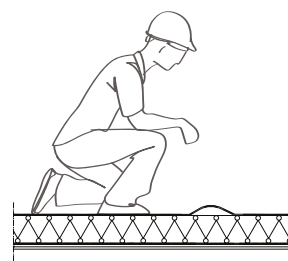
Mag een borstwering in het buitenspouwblad van een spouwmuur bevestigd worden?



Nee. Een borstwering moet bevestigd worden in een structuur die zelf dragend is (binnenspouwblad van de spouwmuur) of in een element dat de belastingen kan doorgeven aan de dragende structuur (correct verankerd schrijnwerk).

Is blaasvorming in de afdichting van een plat dak problematisch?

Nee, veelal vormt blaasvorming eerder een esthetisch dan een functioneel probleem. Pas wanneer het verschijnsel een groot deel van het dak treft, moet het als problematisch beschouwd worden.



Lees er meer over en ontdek soortgelijke FAQ's voor jouw vakgebied.



Focus

op de Innovation Paper
over *smart buildings*.

Een slim gebouw: hoe begin je eraan? Een gesprek met Thomas Verstaen (EEG Group)

Buildwise bracht zopas een nieuwe Innovation Paper uit: 'Smart buildings: hoe eraan beginnen?'. Deze publicatie kwam tot stand op basis van de praktijkervaring van professionals uit de bouwsector. Thomas Verstaen van EEG Group nam actief deel aan de opstelling van het document. Hij vertelt over zijn rol hierin en waarom aannemers en installateurs het document zeker gelezen moeten hebben.

Wat doet de EEG Group en welke rol vervul jij?

"EEG Group is werkzaam in heel België en is gespecialiseerd in gebouwentechnieken. Zelf leid ik het team Digital Building Solutions, dat voornamelijk bestaat uit programmeurs die systemen integreren om gebouwen optimaal te doen functioneren."

Gebouwen worden 'slimmer'. Hoe gaan jullie daarmee om?

"Vroeger zaten heel wat functionaliteiten van gebouwen in aparte silo's. Vandaag eist de markt de integratie van verschillende technieken en de mogelijkheid tot interactie ertussen. Dat vormt een bijkomende uitdaging tijdens de projectfase, maar biedt ook een grote toegevoegde waarde in de gebruiksfase: voor de klant, maar ook voor de aannemer en installateur, die een bijkomende en betere dienstverlening kunnen aanbieden. Ook voor datagedreven onderhoud en voor de energietransitie bestaan er grote kansen. De krapte op de arbeidsmarkt is een andere belangrijke stimulans om te automatiseren."

Waarom moeten aannemers en installateurs de Innovation Paper zeker lezen?

"De Innovation Paper biedt niet alleen een uitstekende stand van zaken op basis van objectieve kennis, maar ook een praktijkgericht stappenplan en concrete cases. Er wordt op het terrein veel gepraat, maar niet altijd op basis van de juiste inzichten. Je moet mee zijn, zeker ook omdat de klant er steeds meer naar gaat vragen. Wanneer je als bedrijf een goed idee hebt van wat een slim gebouw wel en niet is, zie je vanzelf of je goed bezig bent."

Hoe hebben jij en de EEG Group kunnen bijdragen aan deze publicatie?

"We hebben deelgenomen aan de werkgroep binnen het Technisch Comité Smart & Sustainable Constructions. Zelf heb ik vooral feedback gegeven vanuit onze praktijkervaring. Kennis delen is belangrijk! Het is geen eenvoudig onderwerp, maar we zijn zeer tevreden met het eindresultaat!"



Download hier de **Innovation Paper**
over *smart buildings*.



Connection tour

Exclusief voor
aannemers



Hoe kan ik mijn rentabiliteit als bouwbedrijf verbeteren?

- 22/08 Namen (Temploux) • 29/08 Spa-Francorchamps • 03/09 Bastenaken • 05/09 Diepenbeek (ism New Vista)
- 10/09 Sint-Niklaas • 11/09 Kortrijk • 12/09 Aalst • 13/09 Le Roeulx • 17/09 Brugge • 24/09 Leuven • 25/09 Herentals
- 26/09 Genk • 01/10 Mechelen • 03/10 Zaventem



Beurzen en evenementen



Belgian Roof Day stoomt jouw onderneming klaar voor morgen!

Dé bijeenkomst van het jaar voor de professionals uit de dakensector gaat dit jaar door op vrijdag 11 oktober. Kom oog in oog te staan met de toekomst van het dakdekken via **dronedemonstraties, technische presentaties, referentiedocumenten** en zoveel meer. Stel al je vragen aan de specialisten van Buildwise en gids je onderneming goed geïnformeerd de toekomst in.

Buildwise Zaventem

Maatschappelijke zetel en kantoren
Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 Zaventem
Tel. 02/716 42 11

E-mail: info@buildwise.be

Website: buildwise.be

- Technisch advies – Publicaties
- Beheer – Kwaliteit – Informatietechnieken
- Ontwikkeling – Valorisatie
- Technische goedkeuringen – Normalisatie

Buildwise Limelette

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tel. 02/655 77 11

- Onderzoek en innovatie
- Vorming
- Bibliotheek

Buildwise Brussels

Dieudonné Lefèvrestraat 17
B-1020 Brussel
Tel. 02/233 81 00

Colofon

Een uitgave van Buildwise (voordien Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf), inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947.

Verantwoordelijke uitgever: Olivier Vandooren, Buildwise,
Kleine Kloosterstraat 23, B-1932 Zaventem

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

Taalkundige herziening: J. Beauclercq en M. Kegelaers

Vertaling: J. Beauclercq en D. Van de Velde

Lay-out: J. Beauclercq en J. D'Heygere

Illustraties: G. Depret, R. Hermans en D. Rousseau

Foto's Buildwise: M. Sohie et al.

Ook geïnteresseerd in de edities 'Afwerkingen' of 'Technische installaties'?

Editie 'Afwerkingen'

Verschijnt in juni en december en wordt exclusief verstuurd naar:

- parketleggers en tegelzetters
- schilders en plaatsers van soepele vloerbekledingen
- natuursteenbedrijven
- plafonneerders en stukadoors

Ook de algemene aannemers en schrijnwerkers ontvangen deze editie.



Editie 'Technische installaties'

Verschijnt in augustus en wordt exclusief verstuurd naar:

- installateurs van verwarming, klimaatregeling en ventilatie
- installateurs van sanitair

Ook de algemene aannemers ontvangen deze editie.

