



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2017/3



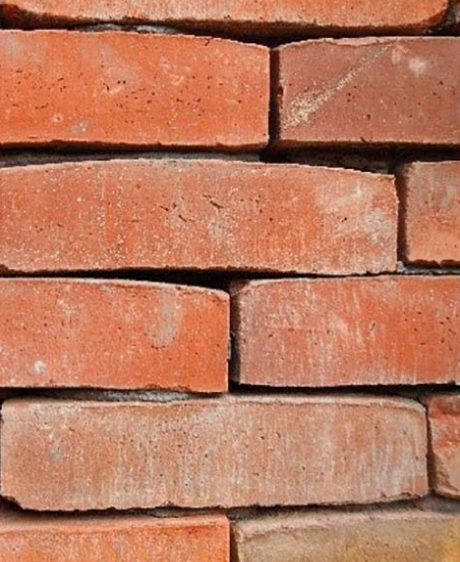
**Fotovoltaïsche
panelen**
p8-9

ETICS op ETICS
p14-15

**Nivelleer-
systemen**
p18-19

**Isolatie langs
de binnenzijde**
p26-27





Inhoud 2017/3

Het eerste sectorale salon volledig
in het teken van de digitalisering 3



Gevelmetselwerk uit baksteen:
de voegdikte afstemmen op de materiaaltoleranties 4



Dichtingsprincipe voor de voegen
in vloeistofdichte betonconstructies 6



Een rekentool voor de verankeringen
van fotovoltaïsche panelen op hellende daken 8



Verbetering van de helling bij
de renovatie van een plat dak 10



Verduurzaming van constructiehout:
een absolute noodzaak! 12



ETICS op ETICS: een energetisch gunstige oplossing 14

In de kijker + FAQ 16



Oplossingen om niveauverschillen
tussen tegels te vermijden 18



De applicatie van harsgebonden vloeren
op niet-industriële ondergronden 20



Afzettingen en corrosie in
verwarmingsinstallaties vermijden: een noodzaak! 22



Gebouwen beschermen tegen
overstromingen van de openbare riolering 24



Isolatie langs de binnenzijde van
bestaande muren: detaillering 26



Stappenplan voor de implementatie van BIM 28



Beoordeling van de projectprestaties
met Earned Value Management 30

Het eerste sectorale salon volledig in het teken van de digitalisering

In tegenstelling tot de talrijke evoluties die plaatsgevonden hebben sinds de uitvinding van de stoommachine, heeft de **4^e industriële revolutie** een rechtstreekse invloed op de bouwsector. De nieuwe technologieën zullen immers toelaten om unieke prototypes te maken volgens industriële procedés. En het optrekken van unieke bouwwerken is precies wat de bouwprofessionelen dagdagelijks doen op de werf. De oplossingen die aangereikt worden door deze technologieën zullen eveneens zorgen voor een betere bedrijfsorganisatie en een vlottere samenwerking tussen de verschillende actoren. Dit zal op termijn leiden tot een sterke daling van de faalkosten, terwijl de klant zal kunnen beschikken over producten van betere kwaliteit binnen een kortere termijn.

Om de vele mogelijkheden van deze digitale technologieën voor te stellen aan de bouwprofessioneel, organiseren het WTCB en de Confederatie Bouw het allereerste sectorale salon dat volledig in het teken staat van de digitalisering in de breedste zin van het woord. Het salon **Digital Construction Brussels** zal doorgaan op **11 en 12 oktober in de Wild Gallery in Vorst**. Tijdens dit evenement komen er diverse digitale oplossingen aan bod die de dagelijkse opdrachten van uw bedrijf kunnen vergemakkelijken of ze efficiënter kunnen doen verlopen en dit, ongeacht de omvang ervan. Zo'n **50 exposanten** hebben reeds hun deelname aan het salon bevestigd. Er zullen tevens presentaties gegeven worden over de meest uiteenlopende onderwerpen zoals het gebruik van drones in de bouw, toegevoegde realiteit, geconnecteerde objecten en BIM, alsook over e-facturatie, kostprijsberekening en aanwezigheidsregistratie op de werf. Voor meer informatie hieromtrent kunt u terecht op de website www.digitalconstructionbrussels.be.

Mis dit unieke evenement niet en ontdek een schat aan digitale oplossingen die uw leven zullen vergemakkelijken!



Het gebruik van dunne voegen in gevelmetselwerk uit baksteen wint de laatste jaren aan populariteit en dit, zowel bij bakstenen met strakke vormen als bij minder regelmatige bakstenen. Om het beoogde eindresultaat te bekomen, moeten de gebruikte materialen goed op elkaar afgestemd worden en dienen er duidelijke afspraken gemaakt te worden over het gewenste uitzicht.

Gevelmetselwerk uit baksteen: de voegdikte afstemmen op de materiaaltoleranties

Keuze van de mortel en de bakstenen

De keuze van de mortel wordt mede bepaald door de gewenste voegdikte (zie de [WTCB-Dossiers 2011/2.3](#)). Deze voegdikte moet aan de voorschriften van de mortelfabrikant voldoen en moet groot genoeg zijn om de fabricage- en plaatsingstoleranties van de bakstenen op te kunnen nemen. De producent van de bakstenen moet in zijn technische fiche de maatspreidingsklasse (R_1 , R_1^+ , R_2 , R_2^+ of R_m) declareren, behalve voor bijzondere gevallen, zoals onregelmatige of niet-rechthoekige metselstenen (zie de [WTCB-Dossiers 2014/4.4](#)).

A | Maattoleranties op bakstenen van 190/90/50 mm.

Maatspreidingsklasse	R_1	R_1^+	R_2	R_2^+
Tolerantie op de lengte [mm] ($L_{max} - L_{min}$)	8	8	4	4
Tolerantie op de hoogte [mm] ($H_{max} - H_{min}$)	4	1	2	1

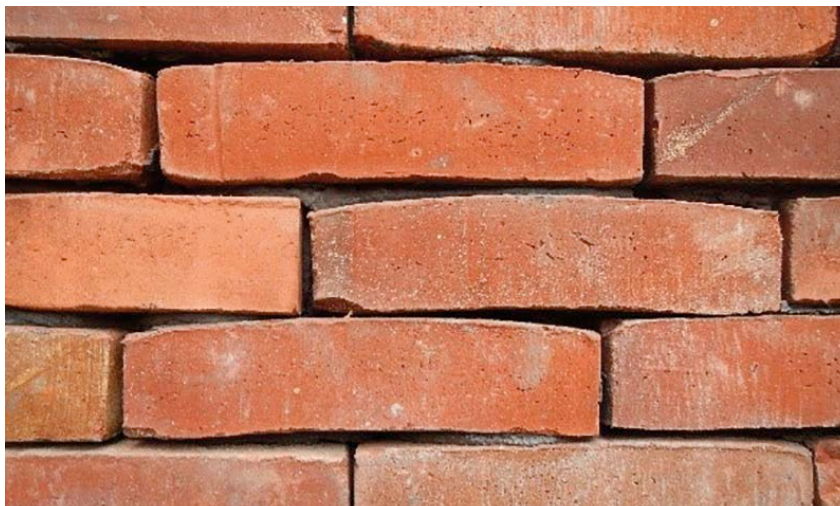
In de praktijk zal vooral de maatspreiding van een lot bakstenen (R_i) een invloed hebben op de variaties in de voegdikte van een gevel. Zo geeft tabel A de maattoleranties voor bakstenen met gedeclareerde afmetingen 190/90/50 mm en dit, voor verschillende maatspreidingsklassen.

Keuze van het metselverband

Bij de standaard moduleformaten komt de som van tweemaal de kop en een voeg van ongeveer 12 mm overeen met de strek van de steen. Bij gelijmd metselwerk met smalle voegen is deze verhouding echter verschillend. Bijgevolg zal een volwaardig halfsteensverband in een gelijmde uitvoering extra zaagwerk vereisen. Daarom brengen sommige fabrikanten aangepaste baksteenformaten op de markt voor uitvoering met dunne voegen. Verder is het belangrijk dat men de voegdikte aanpast om de afwijkingen in de afmetingen van de bakstenen op te nemen. Soms stelt men bijvoorbeeld vast dat de stootvoegdikte constant gehouden wordt door een kunststof plaatje te gebruiken om de dikte te bepalen. Hierdoor zal de afwijking op de lengte van de stenen echter onvermijdelijk resulteren in mogelijks aanzienlijke afwijkingen in de uitlijning van de stootvoegen.

In de praktijk zal men er bij gevelmetselwerk uit baksteen met dunne voegen vaak voor kiezen om de bak-

1 | Oneffenheid van de legvlakken van de bakstenen.





B | Aanbevolen voegdikte [mm] en te verwachten toleranties [mm] bij gevelmetselwerk uit baksteen op basis van de grootste fabricagematen.

Dimensionale eigenschappen		Minimale nominale voegdikte [mm]			
		12	8	6	3
Aanbevolen maximale maatspreiding		R_1	R_1 (tot 400 mm lang ⁽¹⁾ en 200 mm hoog) of R_2	R_1^+ (tot 200 mm lang ⁽¹⁾) of R_2^+	R_2^+ (tot 210 mm lang ⁽¹⁾) of strenger
Maximale onvlakheid van de legvlakken [mm]		6	4	3	2
Uitvoeringstolerantie [mm]		4 (normaal)			2 (streng)
Lintvoegdikte [mm]	Statistische variatie	$12 \pm 4,5$	$8 \pm 3,5$	$6 \pm 2,5$	$3 \pm 1,5$
	Uiterste variatie ⁽²⁾	12 ± 10	8 ± 8	6 ± 4	$3 \pm 2,5$
Stootvoegdikte [mm] ⁽¹⁾	Statistische variatie	12 ± 5	$8 \pm 4,5$	$6 \pm 3,5$	$3 \pm 1,5$
	Uiterste variatie ⁽²⁾	$12 \pm 8,5$	8 ± 8	6 ± 6	3 ± 3

⁽¹⁾ Niet van toepassing bij wildverband.
⁽²⁾ De uitlijning van de lint- of stootvoegen wordt plaatselijk aangepast om de uiterste waarden van de afwijkingen op te kunnen nemen.

stenen veeleer in wildverband te plaatsen (d.w.z. dat de stootvoegen niet op eenzelfde lijn liggen), in het bijzonder wanneer de gebruikte bakstenen grotere maatspreidingen vertonen op de lengte.

Keuze van de voegdikte

Tabel B vermeldt de nominale voegdikte en de eraan gekoppelde maatspreiding van de bakstenen, die moet toelaten om bij een normale uitvoering een voldoende strakke uitlijning van de voegen te bekomen. In deze tabel wordt er rekening gehouden met de vlakheid van de legvlakken van de bakstenen (zie afbeelding op de vorige pagina). Vermits de vlakheid een invloed heeft op de variaties in de voegdikte, dient men met de fabrikant best op voorhand na te gaan of de in de tabel voorgestelde waarden ook in de praktijk gerespecteerd worden. Dit kan eventueel op de geleverde stenen nagemeten worden, zodat de voegdikte nog aangepast kan worden. Aangezien de maatspreiding van verschillende leveringen bakstenen kan variëren, is het aanbevolen om na de levering van de bakstenen op de bouwplaats de definitieve maatvoering en voegdikte vast te leggen. De bakstenen dienen bovendien voldoende gemengd te worden.

In de tabel worden ook de te verwachten afwijkingen op de voegdikte opgege-

ven voor de grootste fabricagematen. Voor een baksteen van 500 mm lang en 300 mm hoog en een voegdikte van 12 mm (zie eerste kolom) bedraagt de variatie van de stootvoeg 12 ± 5 mm of $12 \pm 8,5$ mm.

De tabel laat bovendien toe om vanuit de maatspreidingsklasse van de gekozen baksteen te bepalen wat de 'veilige' minimale nominale voegdikte is. Omgekeerd kan men ook vanuit een gewenste voegdikte de aanbevolen maattoleranties van de baksteen te weten komen. We willen erop wijzen dat de uitvoeringstolerantie enkel na voorafgaandelijk akkoord gereduceerd mag worden (zie laatste kolom), aangezien dit een invloed heeft op de uitvoeringstermijn en de kostprijs van de werken.

Wanneer het metselwerk in wildverband uitgevoerd wordt, hebben de afwijkingen op de lengte van de baksteen minder invloed op het uitzicht.

Doorgaans voorziet men voor handvormstenen bredere voegen dan voor strengpersstenen, die strakker en maatvaster zijn in het zichtvlak. Sommige strengpersstenen hebben omwille van hun productieproces echter een snijbraam die tot 2 mm dik kan zijn (zie nevenstaande afbeelding). Hierdoor is het aangewezen om bij zulke streng-

persstenen een nominale voegdikte van 6 mm of meer te voorzien.

Y. Grégoire, ir., afdelingshoofd, afdeling Materialen, WTCB

J. Wijnants, ing., adjunct-departementshoofd, departement Technisch advies en consultancy, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de activiteiten van de Normen-Antenne Toleranties en uitzicht (Eye Precision).

2 | Snijbraam bij sommige strengpersstenen.



Bij vloeistofdichte betonconstructies wordt men regelmatig geconfronteerd met schadegevallen zoals scheuren en waterinfiltraties. Deze brengen niet alleen een aantal technische vragen met zich mee over de toelaatbaarheid van dergelijke gebreken, maar ook over de wapeningshoeveelheden en de gemaakte materiaalkeuzes voor de voegen. Om hieromtrent duidelijkheid te scheppen, werd er hieraan recentelijk een onderzoek gewijd. In dit artikel gaan we dieper in op de uitvoering van de hernemingsvoegen en de krimpvoegen.

Dichtingsprincipe voor de voegen in vloeistofdichte betonconstructies

Efficiëntie van de verschillende voegtypes

Elke betonconstructie bevat een aantal voegen, die naargelang van hun functie opgedeeld kunnen worden in constructievoegen (voornamelijk dilatatievoegen), hernemingsvoegen (omwille van de fasering van de werken) en verdeelvoegen (bv. krimpvoegen). In het geval van vloeistofdichte constructies – ongeacht of het om een waterzuiveringsstation of een ondergrondse residentiële kelder gaat – worden deze voegen als zwakke

plekken aanzien, omdat er op deze plaats een groot risico bestaat op doorgaande scheuren en bijgevolg op waterinfiltraties. Daarom moet er plaatselijk een waterdichting aangebracht worden. Hiervoor hanteert men doorgaans het principe van de waterstop die de scheur onderbreekt en ervoor zorgt dat het water enkel doorheen het beton kan dringen (zie afbeelding 1). Tabel 1 uit de TV 250 beschrijft de mogelijke systemen om ingegraven constructies te beschermen tegen waterinfiltraties. Zo vragen alle situaties waarbij het grondwater – al dan niet tijdelijk – hoger

kan liggen dan de keldervloer of waarbij de permeabiliteit van de grond gering is, om een extra dichting van de voegen. In de praktijk is dit voor het merendeel van de kelders het geval.

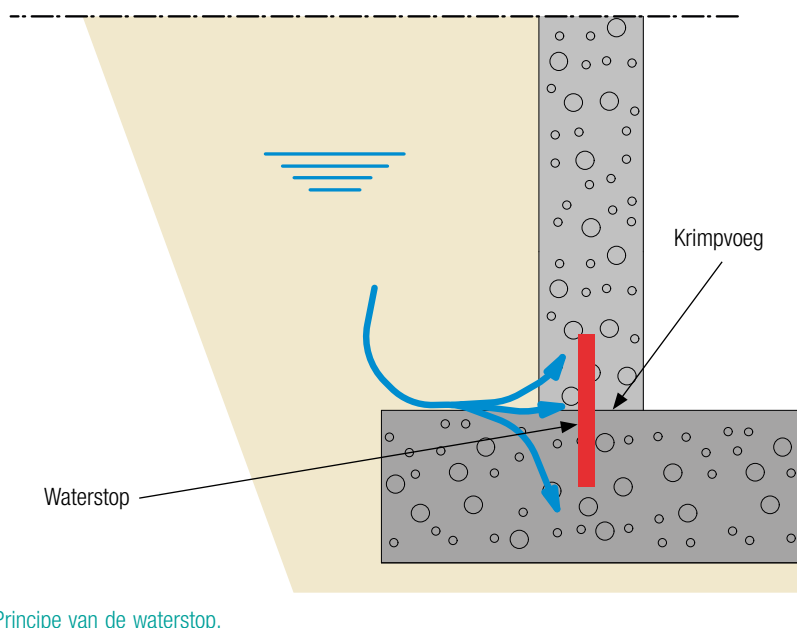
Tabel 21 van de TV 247 geeft een classificatie van de hernemings- en krimpvoegen volgens hun dichtingsprincipe.

Proefmethodologie

Deze classificatie werd gevalideerd aan de hand van proeven op een muurvloeraansluiting op reële schaal (zie ook referentiedetail 1.1 uit de TV 250).

In een eerste fase werd er een stukje vloer met een waterstop gerealiseerd en in een tweede fase een stukje muur. Na het aanbrengen van een scheur tussen de eerste en de tweede fase van de betonnering, werd er een waterbelasting aangebracht (zie afbeelding 2) en werd de waterdichtheid van de voegen opgevolgd. Deze proeven werden vervolgens herhaald na een droogcyclus.

De proeven spitsten zich toe op de meest voorkomende dichtingsprincipes bij een waterdruk van 0,3 bar (een waterkolom van 3 m): interne staalplaten of kunststofvoegen met verschillende overlappingswijzen (los, gelast of geklemd), al dan niet in combinatie met zwelmaterialen. Deze laatste werden ook apart als dichtingsmateriaal beproefd.



1 | Principe van de waterstop.

Vergelijking van de in de TV 250 aanbevolen classificatie en deze die voortkomt uit de proefresultaten voor de meest voorkomende dichtingsprincipes.

Bepoofd dichtingsprincipe		Maximaal aanbevolen dichtheidsklasse van het bouwwerk	
		Geadviseerd in de TV 250	Op basis van de proefresultaten
A	Interne staalplaat met continu gelaste verbindingen aangevuld met zwelband	– (*)	2
B	Interne staalband met continu gelaste verbindingen	1 of 2	2
C	Interne kunststofvoeg met een klemverbinding, met en zonder geïntegreerde zwelband	1 of 2	2
D	Interne staalband met losse overlapverbindingen	1	1
E	Zwelband op basis van bentoniet	0	0
F	Zwelband op basis van acrylaat	0	0

(*) Dit principe komt niet aan bod in de TV 250.

Proefresultaten

De eerste resultaten kwamen groten-deels overeen met de in de TV 250 voorgestelde classificatie (zie tabel). We bespreken kort enkele interessante bevindingen:

- de proeven werden uitgevoerd in ideale (laboratorium)omstandigheden. In een tweede onderzoeksfasen zal de robuustheid van de voegen in aanwezigheid van kleine uitvoeringsfouten beproefd worden
- de proefopstellingen A, B en C vertoon-

den initieel beperkte lekken die evenwel verminderden en na enkele dagen zelfs stopten, waardoor de beproefde dichtingen zowel voor dichtheidsklasse 1 als 2 in aanmerking komen

- bij het in proefopstelling D onderzochte dichtingsprincipe werden er veel grotere lekken vastgesteld, die veel minder snel stopten en na een droogcyclus soms opnieuw de kop opstaken. Op basis van deze eerste proeven kan een gebruik in de dichtheidsklasse 1 aanbevolen worden. Daarbij moet de gebruiker zich evenwel bewust zijn

van het feit dat er soms wel degelijk een (beperkt) lekdebiet kan optreden en dat de prestaties erg uitvoeringsafhankelijk zijn. In het kader van de toekomstige robuustheidsproeven worden er voor dit dichtheidsprincipe, dat in sterke mate bepaald wordt door de lokale betonverdichting ter hoogte van de overlap, dan ook minder goede prestaties verwacht

- de proeven met de zwelmateriaal leverden vrij wisselende resultaten op, gaande van hoge lekdebieten tot nauwelijks waarneembare lekken. ■

N. Cauberg, ir., laboratoriumhoofd
en T. Lonfils, ir., projectleider,
laboratorium Structuren, WTCB
B. Pamentier, ir., afdelingshoofd,
afdeling Structuren, WTCB



2 | Waterbelasting door een waterkolom van 3 m en opvolging van het lekdebiet.

Onderzoek

De op de uitvoering van de voegen, scheurvorming en de waterdebieten gevoerde proeven kaderden in een breder onderzoek naar waterdichte betonconstructies. Dit onderzoek werd gefinancierd door de FOD Economie.

Om te vermijden dat op hellende daken geïnstalleerde fotovoltaïsche panelen zouden loskomen, dient men niet alleen bepaalde uitvoeringsregels uit een te verschijnen TV over de montage van zonnepanelen op hellende daken te respecteren, maar moet men ook de verankeringen ervan in de dakconstructie correct dimensioneren. Dit artikel gaat dieper in op deze dimensionering evenals op de door het WTCB ontwikkelde rekentool.

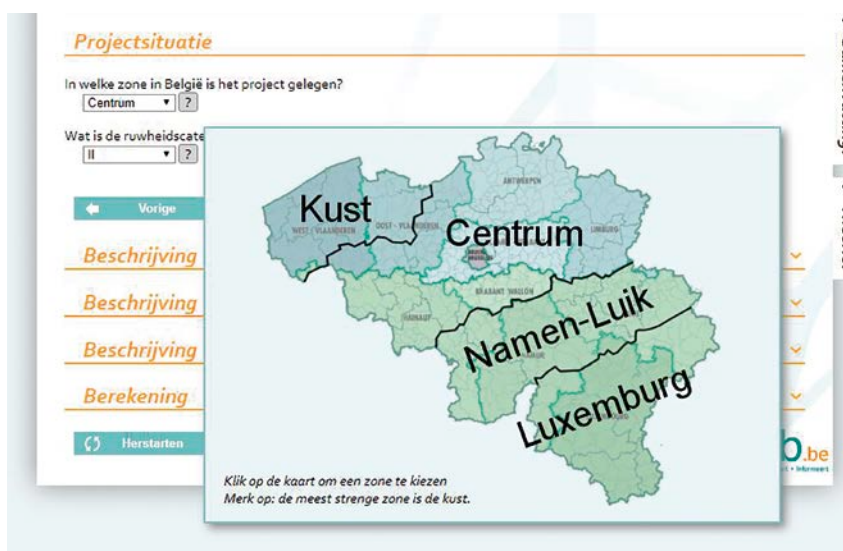
Een rekentool voor de verankeringen van fotovoltaïsche panelen op hellende daken

De dimensionering van de verankeringen is afhankelijk van tal van parameters:

- **de geografische ligging:** regio en type omliggend terrein (zie afbeelding 1)
- **de geometrie van het gebouw:** hoogte, breedte, lengte, aantal dakschilden ...
- **het paneeltype:** afmetingen, oriëntatie van de rails, plaatsingswijze (door integratie of semi-integratie in de dakbedekking, dan wel bovenop de dakbedekking) ...
- **het gebruikte verankeringstype:** type en aantal schroeven, afmetingen van de haken, kwaliteit van het hout van de draagstructuur ...

Teneinde de aannemer bij te staan in deze complexe taak, stelt het WTCB online een rekentool ter beschikking waarmee op een eenvoudige en visuele manier bepaald kan worden of de beoogde oplossing aan de weerstandseisen beantwoordt en – indien dit niet het geval is – te weten te komen welke punten verstevigd moeten worden.

De berekening van de windkrachten gebeurt volgens de Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-4), terwijl de sterkte van de verankeringen en de windverdeling over de panelen berekend worden volgens een door het WTCB ontwikkelde



1 | Selectie van een geografische zone.

methode (*) en de voorschriften uit de Franse norm NF P78-116.

Deze tool is gratis beschikbaar op het volgende adres: www.wtcb.be/go/module_pv.

Beschrijving van de rekentool

De in een webpagina geïntegreerde tool kan vanop om het even welke computer,

tablet of smartphone geraadpleegd worden, ongeacht het type, de ouderdom of het besturingssysteem van het toestel.

De tool bestaat uit vier luiken die overeenstemmen met de vier informatie-niveaus die verstrekt moeten worden om de sterkte van de dakhaken te bepalen:

- de geografische situatie van het project
- de beschrijving van het gebouw
- de beschrijving van de panelen
- de beschrijving van de dakhaken.

(*) Zie "Windberekening van de verankering van de draagconstructies bij zonnepanelen".



Beschrijving van de dakhaken

Hoeveel bedragen de lengtes L_1 en L_2 (zie figuur hiernaast)?

L_1 : [mm]

L_2 : [mm]

Hoeveel bedraagt de dikte van de dakhaak?

[mm]

Hoeveel bedraagt de nominale diameter van de gebruikte schroeven?

[mm] ?

Hoeveel bedraagt de "bruikbare" lengte van de gebruikte schroeven?

[mm] ?

Hoeveel schroeven worden er per lijn geplaatst?

[-] ?

Wat is de weerstandsklasse van het hout van de kepers?

Hoeveel bedraagt de afstand tussen twee dakhaken op een rail?

[cm]

Hoeveel dakhaken worden er geïnstalleerd per rail?

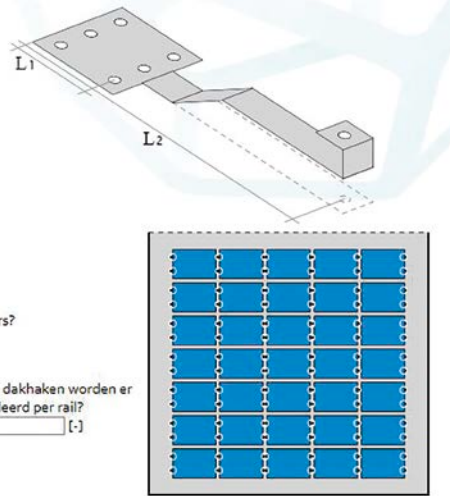
[-] ?



Vorige



Volgende



20 cm lang en 5 mm dik en worden aan de dakconstructie bevestigd door middel van twee rijen van drie schroeven met een diameter van 4 mm. Door met de parameters te spelen, zal de gebruiker snel en eenvoudig het aantal, het type en de positie van de verankeringen kunnen optimaliseren. In ons voorbeeld blijkt dat het gebruik van schroeven met een diameter van 6 mm of de toepassing van acht verankeringen per rail in plaats van zes toelaat om aan de eisen te voldoen.

G. Zarnati, ir., projectleider,
laboratorium Structuren, WTCB

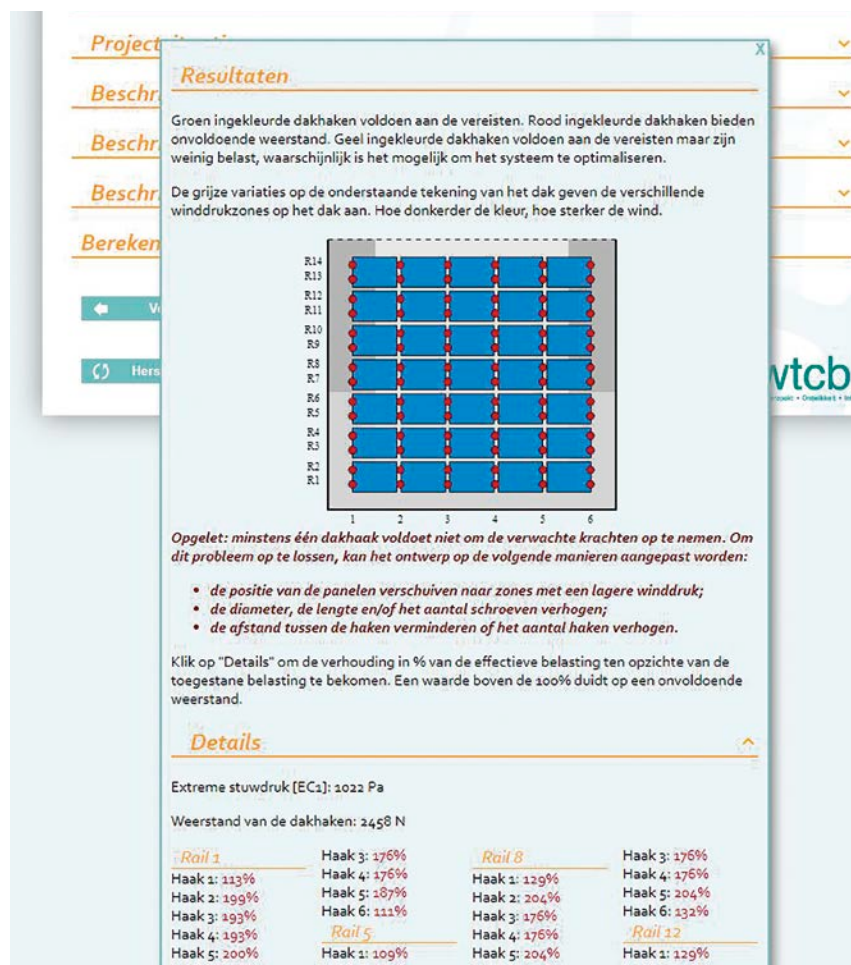
2 | Beschrijving van de dakhaken.

Bij elke stap van de rekentool zal er een interactieve tooltip verschijnen. Zoals weergegeven wordt in afbeelding 1 op de vorige pagina, moet men op de kaart van België de zone selecteren waarin het project zich bevindt.

De screenshot in afbeelding 2 illustreert op zijn beurt de in te voeren parameters voor de dakhaken, zoals de lengte van de haak, het aantal en de positie van de verankeringschroeven in het dak, het aantal en de positie van de haken op de rails ...

Wanneer alle parameters ingevuld zijn, hoeft men louter nog op 'Berekenen' te klikken om de sterkte van de gekozen verankeringen te controleren. Vervolgens verschijnt er een weergave van het dak en de verankeringspunten (zie afbeelding 3). De dakhaken zijn groen of rood gekleurd, al naargelang ze al dan niet voldoende sterk zijn. Wanneer men op 'Details' klikt, ziet men de belastingsgraad van elk van deze verankeringspunten en kan men bepalen welke punten versterkt moeten worden.

Bij wijze van voorbeeld hernemen we in afbeelding 3 de resultaten van de berekening voor een huis van 15 m hoog gelegen te Brussel dat uitgerust is met panelen van 120 x 80 cm. De haken zijn



3 | Voorstelling van de resultaten.

Aannemers van dichtingswerken worden niet zelden geconfronteerd met onregelmatige cementgebonden dakvloeren: niveauverschillen tussen geprefabriceerde TT-elementen, onvoldoende cohesie van de afschotlagen, oneffenheden, een globaal of lokaal ontoereikende helling ... Hoe moet men deze onregelmatigheden aanpakken, die voornamelijk tijdens renovatiewerken vastgesteld worden? Dit artikel bespreekt de manieren waarop de helling verbeterd kan worden (*).

Verbetering van de helling bij de renovatie van een plat dak

Teneinde het water correct af te voeren en waterstagnaties te beperken, is het aangeraden om in het dakvlak een helling van minstens 2 % te voorzien (zie de [WTCB-Dossiers 2013/4.7](#)).

Hoofdstuk 10 ('Renovatie') van de huidige herziening van de [TV 215](#) bespreekt enkele pistes voor de verbetering van dakvloeren met een ontoereikende helling. Wanneer de helling gecorrigeerd moet worden, zijn er verschillende scenario's mogelijk, al naargelang de dakopbouw behouden blijft, dan wel tot aan de dakvloer afgebroken wordt en dit, al dan niet met de noodzaak om een tijdelijke afdichting te plaatsen.

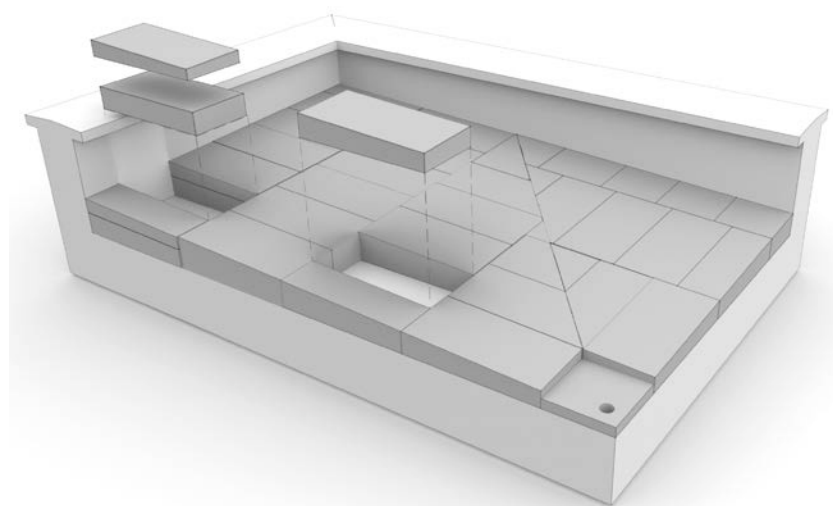
Situatie nr. 1: de dakopbouw blijft behouden

Deze situatie doet zich bijvoorbeeld voor bij de herstelling van de afdichting van een warm dak of bij de toepassing van een bijkomende isolatielaag. De helling kan verbeterd worden door bovenop de bestaande afdichting een afschotisolatie aan te brengen (waarvan het principe geïllustreerd wordt in nevenstaande afbeelding). Vele fabrikanten bieden dergelijke producten in verschillende materialen aan (CG, EPS, PU, MW ...). Sommige van deze producten beschikken zelfs over een gebruiksgeschiktheidsattest

(ATG of equivalent). De hellingen en diktes moeten zorgvuldig op elkaar afgestemd worden, wat een duidelijke identificatie (markering) van de platen en een gedetailleerd legplan vereist. De controle van de dakvloer en de uitvoering dienen zorgvuldig te gebeuren om tegenhellingen te vermijden. Hiertoe dienen de dakranden (opstanden, dorpels ...) echter vaak aangepast te worden, in het bijzonder bij daken met grote afmetingen (zie ook de [WTCB-Dossiers 2011/2.6](#)).

Teneinde de correcte afwatering naar de afvoeren te waarborgen, kunnen er ook enkele plaatselijke correcties aan de helling doorgevoerd worden door middel van:

- een specifiek mengsel van bijvoorbeeld bitumen- of eventueel cementgebonden perliet- of vermiculietkorrels, een mengsel van harshoudende primer en zand, een bitumineuze vulmassa (zie afbeelding 2) ...
- 'diamantpunten', die opgebouwd zijn uit geprefabriceerde elementen (van



1 | Principe van de afschotisolatie.

(*) Voor meer informatie over de cohesie van de afschotlagen verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2014/2.5](#). De niveauverschillen tussen geprefabriceerde elementen die niet bedekt zijn met een tweedefasebeton zullen in een toekomstig artikel besproken worden.



isolatiemateriaal). Dit heeft voornamelijk tot doel om te vermijden dat er water zou stagneren in de kielgoot, door deze naar de afvoer toe te laten hellen (zie afbeelding 8 van de TV 244). Bepaalde isolatiefabrikanten bieden hiervoor gebruiksklare kits met legplannen aan.

Deze materialen moeten goed aan de ondergrond hechten en moeten voldoende cohesief zijn om de windweerstand van de nieuwe dakopbouw te verzekeren.

Situatie nr. 2: de dakopbouw wordt afgebroken tot aan de dakvloer en een tijdelijke afdichting is noodzakelijk

Deze situatie doet zich onder meer voor bij grote gebouwen die tijdens de werken in gebruik moeten blijven of waarvan men de binnenaferwerking wenst te behouden.

Indien de dakvloer voldoende vlak is, kan men een tijdelijke afdichting voorzien en hierbovenop (in functie van de toelaatbare belastingen op de dakopbouw):

- hetzij een afschotisolatie aanbrengen: in voorkomend geval zal de tijdelijke afdichting in de nieuwe dakopbouw als dampscherm gaan fungeren. Hoewel deze oplossing het grote voordeel biedt dat ze geen bouwvocht met zich meebrengt, heeft ze als nadeel dat ze minder flexibel is op het vlak van de verbetering van eventuele vlakheidsgebreken
- hetzij een cementgebonden afschotlaag voorzien in geschikte weersomstandigheden (zie de WTCB-Dossiers 2014/2.5) en rekening houdend met de minimaal voorgeschreven dikte: in voorkomend geval moet er op de afschotlaag een dampscherm aangebracht worden. Hierbij moet er een zo lang mogelijke droogtijd voorzien worden om te vermijden dat er tussen de twee waterdichte lagen bouwvocht ingesloten zou raken. Het geniet de voorkeur om de dakopbouw te ballasten of mechanisch te bevestigen en dit, enerzijds omdat de hechting van het bovenste dampscherm ontoereikend kan zijn wanneer de afschotlaag niet droog genoeg is, en anderzijds omdat de dikte (dus de massa) van



Bron: Imperbel-Derbigum

2 | Bitumineuze vulmassa.

Het hoofdstuk 'Renovatie' van de herziening van de TV 215 bespreekt enkele pistes ter verbetering van de helling.

de afschotlaag op bepaalde plaatsen beperkt is en mogelijks niet volstaat om te weerstaan aan de windbelasting. Bij het ballasten moet men het draagvermogen van de dakvloer onderzoeken.

Indien de dakvloer onregelmatig is en het onmogelijk is om de afdichting correct aan te brengen, moet men de dakvloer egaliseren alvorens bovenstaande procedure toe te passen. Men dient eveneens na te gaan of hij voldoende droog is (zie TV 215). Verder dient men de vlakheid en de eventuele doorbuiging van de dakvloer te verifiëren om tegenhellingen te vermijden en de gewenste helling te bekomen.

Indien de dakvloer een aanzienlijke doorbuiging vertoont, moet een stabiliteitsingenieur bepalen of hij al dan niet behouden kan worden, of hij verstevigd moet worden en welke bijkomende belasting erop uitgeoefend kan worden. Naargelang van het geval moet men

dan een van de twee bovenstaande procedures volgen.

Situatie nr. 3: de dakopbouw wordt afgebroken tot aan de dakvloer en een tijdelijke afdichting is niet noodzakelijk

Aangezien deze werkwijze impliceert dat het gebouw niet in gebruik kan blijven tijdens de werken, wordt deze oplossing eerder zelden toegepast bij grootschalige renovaties. Deze situatie kan echter wel voorkomen bij daken met een beperkte oppervlakte die tijdens de werken beschermd kunnen worden tegen de weersomstandigheden.

Deze situatie kan gelijkgesteld worden met een nieuwbouw, wat betekent dat men de aanbevelingen uit de TV 215 moet opvolgen voor de uitvoering van een dakvloer die aan voormelde eisen voldoet.

E. Noirfalisie, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Isolatie- en dichtingsmaterialen, WTCB
E. Mahieu, ing., afdelingshoofd, afdeling Interface en consultancy, WTCB

In onze contreien wordt er voor de structurelementen (skelet, timmerwerk) voornamelijk gebruikgemaakt van naaldhout (vuren, douglas, grenen ...). Deze houtsoorten beschikken echter niet over een toereikende natuurlijke duurzaamheid ten opzichte van biologische agentia, zoals insecten en zwammen.

Verduurzaming van constructiehout: een absolute noodzaak!

We willen er allereerst op wijzen dat een houten constructie die geen preventieve behandeling gekregen heeft in normale gebruiksomstandigheden (gebruiksklassen 2 en 3) beschadigd kan raken door houtaantastende larven. Bovendien kunnen deze elementen tijdens hun gebruik ook – natuurlijk of toevallig – aan vochtiger omstandigheden blootgesteld worden, wat de ontwikkeling van houtetende zwammen in de hand kan werken.

Om deze redenen schrijven de Technische Specificaties STS 23 en 31 voor

dat de houten skelet- en timmerwerk-elementen die niet over een toereikende natuurlijke duurzaamheid beschikken, **preventief behandeld** moeten worden tegen insecten en zwammen.

Alsmaar meer bouwprofessionelen vragen zich echter af of deze behandeling nog steeds noodzakelijk is wanneer er gebruikgemaakt wordt van een reeds behandeld (natuurlijk) isolatiemateriaal. Beschermde behandeling van het isolatiemateriaal (bv. met boorzouten) omwille van haar kiemdodende en vluchtige karakter met andere woorden

ook de aanpalende houten constructie tegen biologische agentia (zwammen en insecten)?

Teneinde een antwoord te kunnen formuleren op deze vraag, heeft het *Laboratoire de Technologie du Bois* van de *Service public de Wallonie* in samenwerking met Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) en het WTCB en in het kader van het door Wallonië gesubsidieerde OPTIDUBO-project, **duurzaamheidsproeven** uitgevoerd ten opzichte van biologische agentia.

Hiertoe werden er een aantal maquettes van houtskeletwanden opgebouwd waarop verschillende isolatiematerialen aangebracht werden om te onderzoeken of hun behandeling het hout daadwerkelijk preventief beschermt: onbehandelde ('0-0') en volgens twee verschillende modaliteiten behandelde ('0-6' met 6 % magnesiumsulfaat en '4-6' met 4 % boorzouten en 6 % magnesiumsulfaat) cellulose-isolatie en twee types behandelde houtvezelplaten.

Voor deze studie werden er twee biologische organismen geselecteerd:

- **de huisboktor**, een insect met houtaantastende larven
- **de dikke kelderzwam**, een houtetende zwam die verantwoordelijk is voor houtrot.

1 Proefresultaten

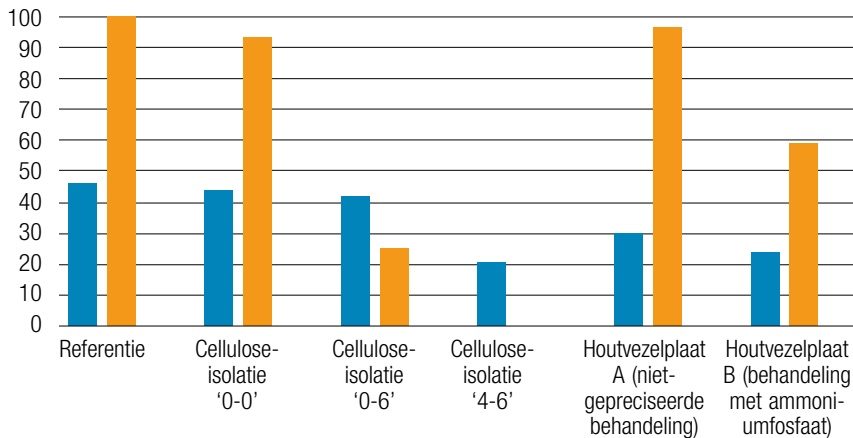
1.1 Houtaantastende larven

Uit voorafgaandelijke proeven is gebleken dat de bevruchte volwassen vrouwtjes hun eitjes bij voorkeur op een hard oppervlak leggen aan het raakvlak tussen de materialen van de maquette (oppervlak van de houten stijlen). Hoe-

Het is onmogelijk om te garanderen dat onbehandeld hout tijdens de plaatsing niet reeds aangetast is door larven.



1 | Doos met cellulose-isolatie '0-6', een houten plankje en larven van de huisboktor.



2 | Aantal perforaties (blauw) en aantal levende larven van de huisboktor (oranje) die na een jaar vastgesteld werden in het hout en dit, voor verschillende isolatiematerialen. De referentiemaquette is opgebouwd uit plankjes van grensplanthout zonder contact met het isolatiemateriaal.

wel een groot aantal van deze eitjes uitkomt (> 66 %), overleven de uitgekomen larven niet in de isolatie, ongeacht het type. Wanneer men de larven echter in een later ontwikkelingsstadium (50 - 150 mg) in de isolatie aanbrengt, slagen ze erin om zich doorheen de isolatie een weg naar het hout te banen om er zich definitief te settelen (zie afbeelding op de vorige pagina).

Het vervolg van het proefprogramma werd uitgevoerd op maquettes op 'semi-grootte' (32,5 x 21,5 x 7,5 cm³). Hierbij werden er geen volwassen larven in het isolatiemateriaal aangebracht, maar wer-

den er eitjes gelegd op het oppervlak van door isolatiemateriaal omgeven plankjes uit grensplanthout die vervolgens in optimale ontwikkelingsomstandigheden bewaard werden. Geen enkele van de op de bestudeerde isolatiematerialen toegepaste behandelingen heeft het uitkomen van de eitjes en de doordringing van de larven in het hout kunnen vermijden.

Afbeelding 2 stelt het **aantal perforaties** (dat wil zeggen de verhouding tussen het aantal ingangsoeningen in het hout en het aantal op het oppervlak gelegde eitjes) en het **percentage van levende larven** voor. Hoewel het uitkomen van

de larven en de doordringing in het hout niet vermeden kunnen worden, laat de combinatie van de boorzouten en het magnesiumsulfaat (bij de cellulose-isolatie '4-6') wel toe om al deze jonge larven uit te roeien. Deze behandeling volstaat echter niet.

1.2 Houtetende zwammen

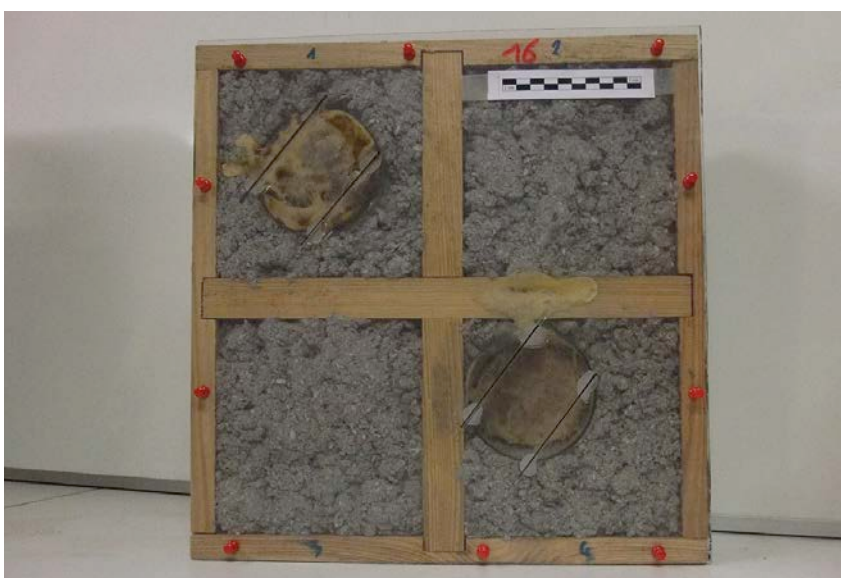
Uit de proeven is gebleken dat de behandeling van de isolatie de ontwikkeling van houtetende zwammen wel kan beperken, maar niet kan vermijden. Afbeelding 3 illustreert de wijze waarop de zwam de blootgestelde houtsoort aantast en dit, ondanks de behandeling van het isolatiemateriaal.

2 Besluit

Uit de proeven ter bepaling van het risico op een aantasting door insecten is gebleken dat de gecombineerde behandeling van het isolatiemateriaal met boorzouten en magnesiumsulfaat de ontwikkeling en de overlevingskans van de recent uitgekomen larven van de huisboktor kan beperken, maar dat deze het hout niet beschermt tijdens een latere ontwikkelingsfase van de larven. Vermits men niet kan garanderen dat onbehandelde houtsoorten bij de plaatsing niet reeds aangetast zijn door larven, blijft een verduurzamingsbehandeling onontbeerlijk. Wat de zwammen betreft, kan de behandeling van het isolatiemateriaal de ontwikkeling van de zwam weliswaar beperken, maar niet vermijden.

We kunnen dus besluiten dat een louter kiemdodende behandeling van het isolatiemateriaal niet volstaat om een **optimale duurzaamheid** van de houten skelet- of timmerwerkelementen te garanderen. Men dient het constructiehout dus te voorzien van een preventieve verduurzamingsbehandeling van het type A2 (of A3 voor de onderregel van houtskeletconstructies) volgens de STS 23.

C. Lesire, ir., C. Christiaens, ir., en J. Hébert, dr. prof., ULg Gembloux Agro-Bio Tech
B. Jourez, dr., gekwalificeerd attaché, Laboratoire Technologie du Bois, SPW
S. Charron, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB



3 | Sterk aangetaste maquette met cellulose-isolatie '4-6' (behandeling met boorzouten en magnesiumsulfaat).

Hoewel de allereerste toepassingen van bepleisteringen op buitenisolatie (ETICS) in België reeds dateren van de jaren zeventig, kent deze techniek vooral sinds de eeuwwisseling een groeiend succes. Daar waar in de eerste ETICS amper een vijftal centimeter isolatie geplaatst werd, zijn isolatiediktes van 20 tot 30 centimeter tegenwoordig geen uitzondering meer. Bijgevolg dringt de vraag naar de renovatie van deze eerste systemen zich zowel om esthetische als om energetische redenen onvermijdelijk op. Een van de mogelijkheden is om op het reeds bestaande ETICS een nieuw ETICS aan te brengen ('ETICS op ETICS', zie afbeelding 1). In dit artikel worden de voordelen van deze techniek besproken en worden enkele aandachtspunten bij de plaatsing van het nieuwe systeem aangehaald.

ETICS op ETICS: een energetisch gunstige oplossing

Waarom 'ETICS op ETICS'?

Gelet op de alsmat strenger wordende energieprestatieregelgeving vormt de 'ETICS op ETICS'-techniek vanuit een economisch oogpunt een interessante oplossing. Zo laat deze techniek niet alleen toe om het uitzicht van het

gebouw op te waarderen, maar zorgt de extra thermische isolatie ook – en in de eerste plaats – voor een aanzienlijke verbetering van de energieprestaties (zie afbeelding 2). Een bestaande muur uit dragend metselwerk die voorzien is van een ETICS met 6 cm minerale wol (MW; $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$) heeft bijvoorbeeld

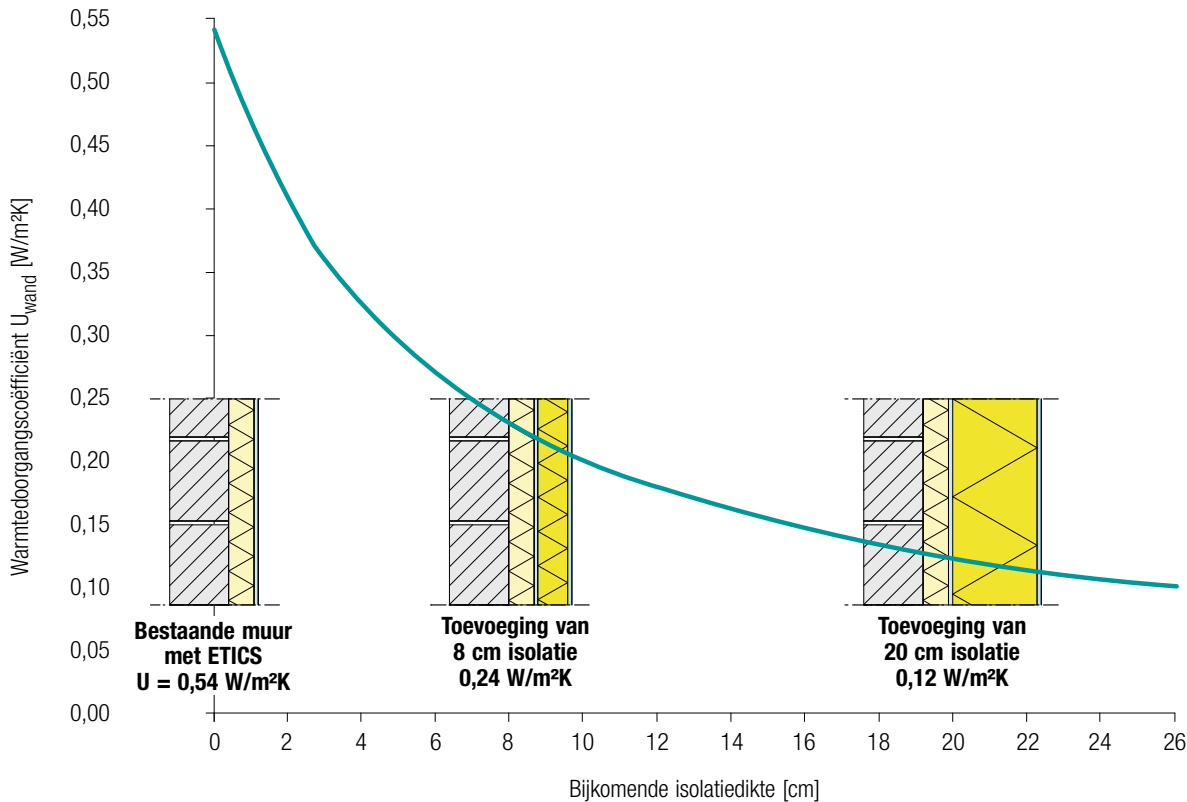
een warmtedoorgangscoefficiënt U van ongeveer $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Indien men op deze wand een bijkomend ETICS met 20 cm geëxpandeerd polystyreen (EPS verrijkt met grafiet; $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$) aanbrengt, dan daalt de warmtedoorgangscoefficiënt tot $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, een waarde die tegemoetkomt aan de eis voor passiefbouw. Bovendien zou de toevoeging van 8 cm EPS-isolatie in dit geval reeds kunnen volstaan om voor de wand een U -waarde te bekomen die kleiner is dan de voor nieuwbouw geldende U_{max} -waarde van $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Het is echter wel noodzakelijk om voldoende bijkomende isolatie te plaatsen om inwendige condensatie te vermijden. De dikte van de nieuwe isolatielaag zou minstens 1,5 maal groter moeten zijn dan de dikte van de bestaande isolatie. Zolang men deze vuistregel hanteert, is de kans op problemen nagenoeg onbestaand, tenzij men te maken heeft met een zeer vochtige binnenklimaatklasse (bv. een zwembad). In voorkomend geval is een bouwfysische studie van de volledige wandopbouw vereist.

Tot slot heeft de 'ETICS op ETICS'-techniek ook op ecologisch vlak een meerwaarde te bieden. Zo blijft het aanwezige systeem behouden, waardoor het verder kan bijdragen aan de prestaties van het bouwwerk, en vermijdt men de productie of verwerking van afval.



1 | Energetische renovatie door op het reeds bestaande ETICS een bijkomend ETICS aan te brengen.



2 | Invloed van een bijkomend ETICS op de warmtedoorgangscoefficient U van een wand.

Enkele aandachtspunten

Het spreekt voor zich dat het nieuwe ETICS op een gezonde ondergrond geplaatst moet worden. Daarom dient men de toestand van het aanwezige systeem grondig te bestuderen alvorens de renovatie ervan aan te vatten. In bepaalde gevallen (bv. in aanwezigheid van vochtinfiltraties of scheuren die doorlopen tot in de draagstructuur) zal men de oorzaak van de optredende schadefenomenen moeten achterhalen en oplossen. Oppervlakkige scheuren die enkel in het ETICS voorkomen, zijn doorgaans onschuldig en vergen geen bijkomende actie. Indien de isolatie echter vochtig is, dient ze plaatselijk verwijderd en vervangen te worden. Ook weinig hechtende pleisterdelen moeten weggenomen worden. Wanneer het ETICS vervuild is (bv. algen of mossen), dient de bestaande bepleistering gereinigd te worden.

Het geniet de voorkeur om het nieuwe ETICS aan te brengen door middel van

een mechanische bevestiging aan de dragende ondergrond met schotelpluggen, aangevuld met een verlijming over minstens 40 % van het oppervlak (zie bevestigingswijze 2 uit de TV 257). Hierbij vervult de verlijming slechts een voorlopige dragende functie totdat de mechanische bevestiging aangebracht is, vermits deze instaat voor het opnemen van alle aangrijpende belastingen (eigengewicht en windbelasting). Uiteraard moet het verankeringsstype geschikt zijn voor een bevestiging in de betreffende draagstructuur (beton, holle of volle baksteen ...). Hoewel een bevestiging van het nieuwe ETICS door louter verlijming niet uitgesloten is, wordt deze methode afgeraden. Indien men toch voor deze techniek opteert, moet men bijkomende maatregelen treffen, zoals het herstellen van weinig hechtende of beschadigde zones, het nagaan van de hechtsterkte van het bestaande ETICS aan de draagmuur en van de lagen onderling, en het controleren van de compatibiliteit van het bestaande afwerkpleister met de lijm van het nieuwe ETICS.

De overdikte die voortkomt uit de plaatsing van het nieuwe ETICS heeft veelal tot gevolg dat de raamdorpels, muurafdekkingen, bevestigingen voor regenafvoer, lichtarmaturen, enz. vervangen en/of verplaatst zullen moeten worden. De bouwknopen moeten bovendien in de mate van het mogelijke op een EPB-aanvaarde manier gerealiseerd worden. Voor meer informatie hieromtrent, verwijzen we naar de WTCB-Dossiers 2016/1.7 en hoofdstuk 5 van de TV 257.

Tot slot dient het nieuwe ETICS uitgevoerd te worden volgens de algemene regels uit de TV 257, waarbij het uiteraard aangeraden is om het advies van de fabrikant in te winnen.

*I. Dirckx, ir., projectleider, laboratorium
Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB
S. Korte, dr. ing., adviseur,
afdeling Technisch advies, WTCB*



Brandveiligheid van gevels: een nieuwe publicatie ...

In het licht van de branden die de afgelopen maanden gewoed hebben in verschillende hoge gebouwen, heeft het WTCB het initiatief genomen om een document op te stellen met een stand van zaken met betrekking tot de brandveiligheid van dit type constructies.

In deze nieuwe publicatie met als titel '**Brandveiligheid van gevels van gebouwen met meerdere verdiepingen**' wordt een overzicht gegeven van de geldende reglementaire en normatieve context in België en in het bijzonder voor wat betreft het risico op brandoverslag via de gevels. Er wordt ook dieper ingegaan op de herziening van de reglementering die momenteel aan de gang is. Aan de hand van een inventaris van de meest courante gevelsystemen wordt er in dit document tevens een voorstelling gegeven van de aandachtspunten die toelaten om het correcte ontwerp en de goede uitvoering te waarborgen, rekening houdend met de huidige en toekomstige eisen.

Zoals u hieronder zult zien, heeft het Centrum niet gewacht op voormelde dramatische branden om hieromtrent initiatieven te nemen. Het WTCB zet zich immers al jarenlang in om, in samenwerking met de sector, praktische oplossingen aan te reiken waarmee het mogelijk is te beantwoorden aan de geldende reglementering. Hierbij worden alle criteria die opgelegd worden aan onze moderne gebouwen (luchtdichtheid, thermische isolatie, akoestische prestaties ...) in aanmerking genomen.

... en een greep uit het verdere aanbod

Brandveiligheid is binnen het WTCB altijd al een belangrijk thema geweest. Dit wordt gestaafd door onderstaande lijst met documenten die recentelijk verschenen zijn in het kader van de Normen-Antenne Brandpreventie (zie rubriek Normen-Antennes op www.wtcb.be):

- **TV 256** Ontwerp en uitvoering van industriegebouwen in overeenstemming met de brandveiligheidseisen
- **TV 254** Afdichten van doorvoeringen in brandwerende wanden
- WTCB-Dossiers:
 - **2017/2.8** ETICS en de brandveiligheid van gevels
 - **2017/2.6** Brandveiligheid van houten terrassen op platte daken
 - **2017/2.4** Brandveiligheidseisen voor hellende daken: vraag en antwoord

... en dit is nog maar het begin.





Meer info

WTCB-Dossiers 2009/3.15

Dient men bij een uitvoering op een zwevende dekvloer steeds een soepele voeg tussen de plinten en de betegeling te voorzien?

Ja. Dankzij hun bewegingsvermogen laten zwevende dekvloeren toe om de energie, teweeggebracht door contactgeluiden op de vloer, te temperen. Vermits zelfs het geringste contact tussen de zwevende dekvloer en de structuur aanleiding geeft tot een akoestische brug, moet de omtrekvoeg tussen de betegeling en de plinten soepel blijven (door gebruik te maken van een elastische kit).

Volstaat de term “schilderklaar” om de afwerkingsgraad van de te schilderen ondergrond te omschrijven?

Neen. De aanduidingen “schilderklaar” of “klaar voor de schilder” zijn onnauwkeurig omdat ze geen enkele informatie geven over het gewenste uitzicht en de uitvoeringstoleranties van de ondergrond. Bij ontstentenis van een eenduidige bepaling, legt TV 249 de gebruikelijke eisen in functie van de aard van de ondergrond vast.



Meer info

TV 249 (§ 5.3)
WTCB-Digest nr. 14

Is de plaatsing van een binnenzonnewering vóór de beglazing voldoende om het risico op oververhitting tegen te gaan?

Hun doeltreffendheid is eerder beperkt. De beste oplossing bestaat erin om een beglazing met regeling van de zoninstraling te voorzien of een buitenzonnewering aan te brengen.



Meer info

WTCB-Dossiers 2010/4.16

Hoogteverschillen tussen tegels vormen wel vaker een punt van discussie op de bouwplaats. Om deze verschillen zo klein mogelijk te houden, kunnen tegelzetters bij de plaatsing teruggrijpen naar nivelleersystemen. Dit artikel geeft een beschrijving van deze uitvoeringsaccessoires en gaat dieper in op de toepassing ervan.

Oplossingen om niveauverschillen tussen tegels te vermijden

Beschrijving

Hoewel nivelleeraccessoires reeds vele jaren op de markt beschikbaar zijn, kent het gebruik ervan slechts sinds kort een enorme groei. Intussen werden er tientallen verschillende types ontwik-

keld. Al deze systemen steunen op hetzelfde principe en dit, ongeacht of ze uit één of meerdere onderdelen bestaan (clips, wiggen, kapjes of draaistukken; zie afbeelding 1): door de systemen op te spannen, worden de zichtzijden van de tegels op gelijke hoogte gebracht en

worden de hoogteverschillen vermindert. Deze systemen kunnen zowel op wanden (zie afbeelding 2) als op vloeren toegepast worden en vinden vooral bijval bij parketimitatie (zie afbeelding 3) en zeer grote keramische tegels. Ze laten echter niet toe om tegels met te grote vlakheidsafwijkingen te verwerken.

Nivelleeraccessoires hebben niet als oogmerk om gebeurlijke gebreken in de ondergrond weg te werken.

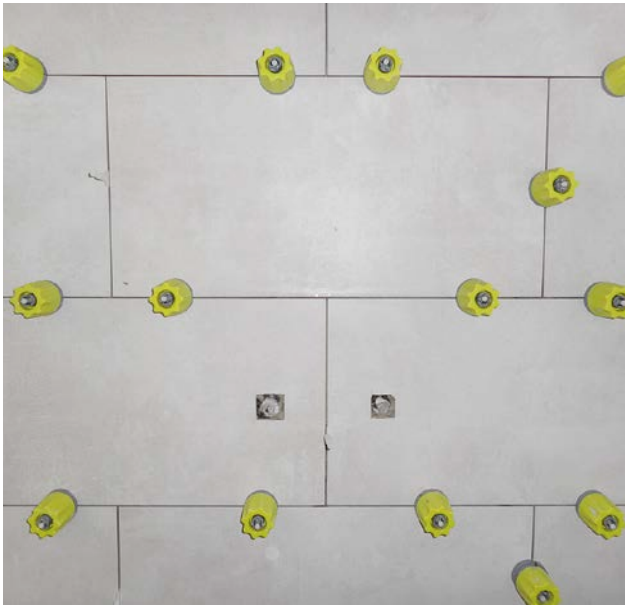
Bij de plaatsing wordt het voetje van de clip in het lijmbed onder de tegel geschoven. Vervolgens wordt de aanliggende tegel door de tegelzetter geplaatst en op hoogte gebracht en wordt het spanstuk – al dan niet met behulp van een tang – aangebracht en aangetrokken. Het zichtbare deel van de clip wordt 24 uur na de plaatsing verwijderd door het uit te trekken met een tang of door een krachtige beweging met de voet of een kunststof hamer in de lengterichting van de voeg.



1 | Een gevarieerd gamma van nivelleeraccessoires.

Aandachtspunten

We willen er in de eerste plaats op wijzen dat nivelleeraccessoires niet als oogmerk hebben om gebeurlijke gebreken in de ondergrond weg te werken. De ondergrond moet dus steeds voldoende vlak zijn, zeker voor XL- en XXL-tegels (zie de [WTCB-Dossiers 2015/3.12](#)). Het gebruik van een nivelleersysteem impliceert bovendien evenmin dat de afgewerkte betegeling sowieso aan de 'strengere' tolerantieklasse zal beantwoorden. Hiervoor moeten immers ook de ondergrond en de tegels aan bijkomende eisen voldoen.



2 | Toepassing van een nivelleersysteem met draaistuk op een douche-wand.



3 | Toepassing van een spiesysteem op een parketimitatie.

Het lijmbed moet voldoende dik zijn (na aandrukking minstens 4 mm), zodat de voetjes van de clips er volledig in ingebed kunnen worden. Het type lijkam dient gekozen te worden in functie van het tegelformaat, de ondergrond, het nivelleersysteem en het lijmtyp. Recente hechtproeven hebben overigens aangetoond dat deze clips nagenoeg geen invloed hebben op de hechting van de tegel.

De voegbreedte moet aangepast worden aan de dikte van de clips (1 mm tot 5 mm), rekening houdend met de minimale voegbreedte (minstens tweemaal de minimale dimensionale tolerantie van de tegel). Om een goede rechtlijnigheid en een regelmatige voegbreedte te bekomen, is het echter afgeraden om clips te gebruiken waarvan de breedte niet overeenkomt met minstens tweemaal de dimensionale tolerantie van de tegels.

Bij het aanspannen van het systeem dient de tegelzetter er eveneens op toe te zien dat de tegels niet verschuiven en de voeg zich niet opent.

De nivelleersystemen zijn niet bedoeld om grote vlakheidsafwijkingen in de tegels weg te werken. Door de tegels te vervormen, ontstaan er hierin immers interne spanningen die de duurzaamheid van de hechting op langere termijn in het gedrang kunnen brengen.

Ook de consistentie van de tegellijm heeft een invloed op het eindresultaat. Zo bestaat er bij een te soepele lijm een risico op het omhoogkomen van de lijm in de voegen, terwijl een te stijve lijm meer weerstand biedt tegen de kracht die op de tegel uitgeoefend wordt. In dit laatste geval is de kans groter dat de eerstgeplaatste tegel omhooggetrokken wordt en de lijmlaag onder de tegel loskomt.

Ter hoogte van de clips en de spanstukken is het moeilijk om de tegellijm die tijdens de plaatsing in de voegen omhoogkomt, te verwijderen. Bovendien bemoeilijken verharde lijmresten het verwijderen van de clips, het opvoegen van het tegelwerk en de reiniging na de plaatsing.

Tot slot dient men voorzichtig te werk te gaan bij de toepassing van nivelleersystemen bij dunne tegels (< 5 mm), vermits deze laatste gemakkelijk doorbuigen. Ook het plaatsen van de clips op de hoeken van de tegels is afgeraden, aangezien er bij het aanspannen hoekbreuk zou kunnen optreden.

*T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Ruwbouw- en
afwerkingsmaterialen, WTCB*

Door het nivelleeraccessoire op te spannen, worden de zichtzijden van de tegels op gelijke hoogte gebracht en worden de hoogteverschillen verminderd.



Harsgebonden vloeren worden in industriële gebouwen doorgaans toegepast op een betonnen ondergrond. De laatste decennia is dit type vloerbekleding echter ook aan een sterke opmars bezig in woon-, kantoor-, bijeenkomst- en handelsruimten. Dit impliceert evenwel dat de uitvoerder geconfronteerd kan worden met andere types ondergronden.

De applicatie van harsgebonden vloeren op niet-industriële ondergronden

Vermits de huidige TV 216 enkel gewijd is aan de toepassing van harsgebonden vloeren op een betonnen ondergrond, drong zich een herziening op. In deze herziening (die momenteel aan de gang is) zullen de prestatie-eisen en algemene voorbereidingsrichtlijnen voor de volgende vier types ondergronden beschreven worden:

- **beton- en dekvloeren met een hoge mechanische sterkte**
- **plaatvloeren** (gipsplaten, staal- of metaalplaten, OSB-platen ...)
- **tegelvloeren** (bij renovatie)
- **bestaande harsgebonden vloeren** (bij renovatie).

Het is niet aangeraden om harsgebonden vloeren op geprefabriceerde betonelementen, houten plankenvloeren en soepele vloerbekledingen te plaatsen.

In dit artikel wordt er voor de vier vermelde types ondergrond een overzicht gegeven van de belangrijkste aandachtspunten: de oppervlaktetoestand, de mechanische sterkte en het vochtgehalte.

Betonvloeren en dekvloeren met een hoge mechanische sterkte

Bij beton- en dekvloeren dient het oppervlak over een **voldoende mechanische sterkte** te beschikken om de belastingen op te kunnen vangen die ontstaan ten gevolge van het gebruik en de uitharding van de harsgebon-

den vloer. Onderstaande tabel geeft de vereiste mechanische sterkte van de ondergrond weer in functie van het gebruik. Concreet betekent dit dat de sterkte van klassieke cementgebonden dekvloeren ontoereikend is en er steeds gebruikgemaakt moet worden van hulpstoffen om de benodigde mechanische sterkte te bekomen.

Recent uitgevoerde beton- en dekvloeren bevatten gedurende een zekere tijd overtollig vocht en ondergaan een drogingskrimp. Het is daarom uitermate belangrijk dat ze zo veel mogelijk vocht afgegeven hebben en het grootste deel van hun krimp achter de rug hebben alvorens de harsgebonden vloer aangebracht wordt. De uitvoerder dient vóór de aanvang van de werkzaamheden steeds te controleren of het **vochtgehalte** de in tabel B op de volgende pagina vermelde waarden niet overschrijdt (carbide methode). Deze meting moet uitgevoerd worden op de vochtigste plaats, die bepaald kan worden door middel van een screening (bv. via een elektrische of capacitieve methode).

Het **oppervlak** moet proper zijn, dient een aangepaste ruwheid te vertonen (bv. door kogelstralen of een aangepaste schuurtechniek) en moet een peil en vlakheid hebben die overeenkomen met wat er van de afgewerkte vloer verwacht wordt.

Plaatvloeren

Plaatvloeren kunnen een geschikte ondergrond vormen voor een harsgebonden vloer, op voorwaarde dat ze kunnen **weerstaan aan de voorziene belastingen** tijdens het gebruik en de verharding van de vloer. Hiervoor dienen ze voorzien te zijn van een geschikt verbindingssysteem (bv. tand-groefverbinding) en moeten ze volgens hun betreffende productnorm geschikt zijn om (zware) lasten te dragen in vochtige omstandigheden. Ook de dikte van de platen moet aangepast worden aan de belastingen en dit, door eventueel twee plaatlagen kruiselings aan te brengen.

Aangezien dimensionale bewegingen van de ondergrond nooit helemaal uit-

A | Vereiste mechanische sterkte voor de ondergrond.

Type gebruik	Druksterkte (NBN EN 13892-2)	Hechtsterkte (NBN EN 138928)
Voetgangersverkeer en lichte rolbelastingen	> 20 N/mm ²	> 1,0 MPa
Voetgangersverkeer en zwaar rollend verkeer	> 25 N/mm ²	> 1,5 MPa



B | Maximaal vochtgehalte van beton- en dekvloeren.

Type ondergrond	Minimale diepte van de carbidemeting	Maximaal vochtgehalte (zonder vloerverwarming)	Maximaal vochtgehalte (met vloerverwarming)
Betonvloer	4 cm	4,0 %	4,0 %
Cementgebonden dekvloer met een hoge sterkte	1/2 dikte van de dekvloer	4,0 %	2,5 %
Anhydrietgebonden dekvloer	Gehele dikte	0,5 %	0,3 %

gesloten kunnen worden, dient de uitvoering steeds meerlagig te gebeuren waarbij de onderlaag voorzien wordt van een ononderbroken wapening (bv. glasvezelmat). Een andere mogelijkheid bestaat erin om louter de plaatvoegen te verstevigen. Er dient steeds gekozen te worden voor een voldoende soepele harsgebonden vloer (Shore-hardheid D ≤ 60).

Tegelvloeren

Bij de renovatie van een op een dekvloer aangebrachte betegeling kan men breekwerk vermijden door deze – mits een gedegen voorbereiding – te bekleden met een harsgebonden vloer. Tegelvloeren op een zandbed dienen daar-entegen steeds verwijderd te worden.

Bij de voorbereiding en controle van een tegelvloer dient er in de eerste plaats aandacht besteed te worden aan de **oppervlaktetoestand**. De cohesie en de hechting van de tegels moeten geverifieerd worden (visueel en auditief). Indien meer dan 10 % van het totale oppervlak van de tegels loszit, dient de volledige tegelvloer verwijderd te worden. Net zoals bij de beton- en dekvloeren, moeten zowel de tegels als de tegelvoegen opgeschuurd worden om een aangepaste ruwheid te verkrijgen. De tegelvloer moet proper zijn en zijn vlakheid moet overeenkomen met wat er van de afgewerkte vloer verwacht wordt.

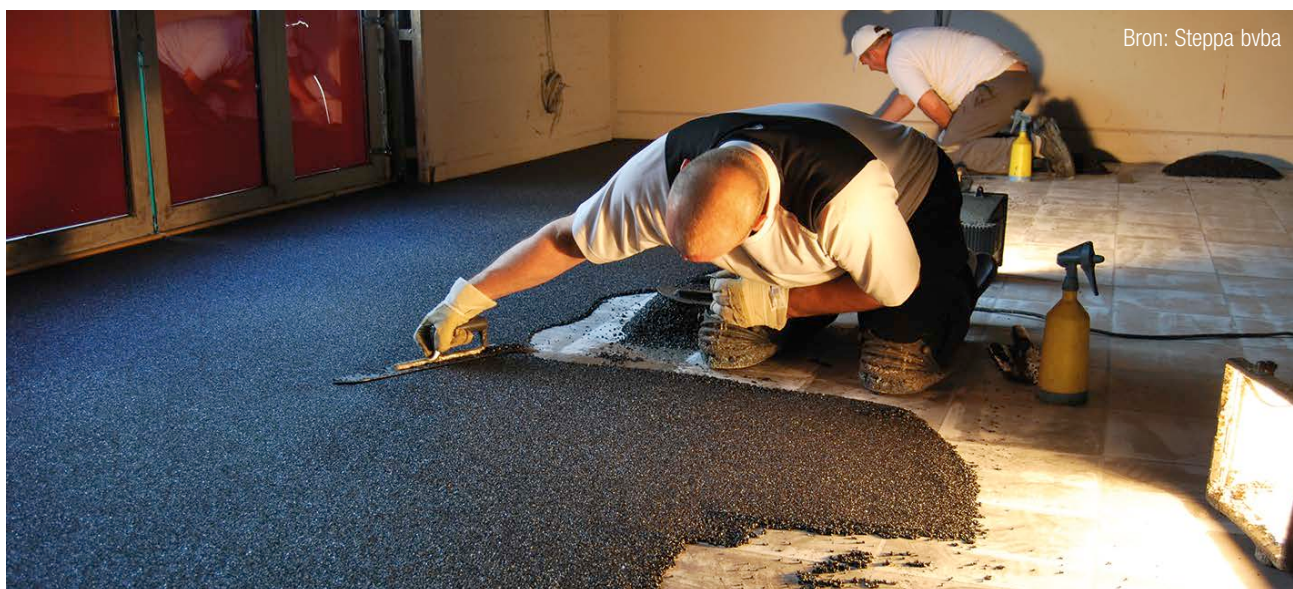
Ook hier dient de uitvoering steeds in meerdere lagen te gebeuren waarbij de onderlaag voorzien wordt van een wapening (bv. glasvezelmat).

Bestaande harsgebonden vloeren

Wanneer men een harsgebonden vloer op een bestaande harsgebonden vloer wil plaatsen, moet deze in elk geval **stij-ver** zijn dan de nieuwe vloer. Laatstgenoemde vloer moet bijgevolg steeds een Shore-hardheid D vertonen die hoogstens gelijk is aan die van de bestaande harsgebonden vloer.

Verder mag de bestaande harsgebonden vloer **geen zichtbare gebreken** vertonen die te wijten zijn aan vocht of aan enig ander gebrek (bv. blazen, lokale onthechtingen ...). Indien dit toch het geval zou zijn, dient de vloer verwijderd te worden.

*T. Haerinck, ir., projectleider,
laboratorium Bouwchemie, WTCB*



Bron: Steppa bvba

Aanbrengen van een steentapijt op een met diamant geschuurd tegelvloer voorzien van een primer.

Hoewel de moderne centraleverwarmingsketels veel efficiënter en compacter zijn, vereisen zij – meer dan vroeger – een zo zuiver mogelijk warmtetransportmiddel (bv. water), om afzettingen in de warmtewisselaar van de ketel te vermijden. Hiertoe moeten specifieke richtlijnen opgevolgd worden die een herziening van de vroegere WTCB-aanbevelingen (zie de WTCB-Tijdschriften 1997/3 en 1997/4 en de WTCB-Dossiers 2012/2.13) noodzakelijk maakten. De belangrijkste van deze herziene richtlijnen worden in dit artikel kort toegelicht. Een toekomstige publicatie zal alle aanbevelingen in meer detail bespreken.

Afzettingen en corrosie in verwarmingsinstallaties vermijden: een noodzaak!



Afzettingen in een verwarmingsinstallatie.

De kwaliteit van het vul- en bijvulwater speelt een belangrijke rol in het voorkomen van afzettingen in verwarmingsinstallaties.

Afzettingen in verwarmingsinstallaties zijn meestal te wijten aan twee oorzaken (zie afbeelding):

- **de vorming van ketelsteen** (kalk) ten gevolge van de hardheid van het vulwater
- **het optreden van corrosieverschijnselen** als gevolg van de aanwezigheid van zuurstof in de installatie.

Vermits de kwaliteit van het vul- en het bijvulwater een belangrijke rol speelt in het voorkomen van beide oorzaken, geniet het de voorkeur om leidingwater te gebruiken dat voldoet aan de eisen uit de tabel op de volgende pagina.

Indien er aluminium in de installatie (bv. in de ketel) aanwezig is, moet de **pH** van het vulwater lager zijn dan 8,5 (*). Een te hoge pH zou immers aanleiding kunnen geven tot de corrosie van het aluminium. Bijgevolg is het aangeraden om na een drietal maanden te controleren of de pH deze waarde niet overschrijdt. Indien de pH hoger is, moet er een pH-stabilisator toegevoegd worden.

Om kalkafzettingen te vermijden, moet de **waterhardheid** ook bij de kleinere ketelvermogens beperkt worden tot

(*) Sommige fabrikanten laten ook hogere pH-waarden toe dan deze die in de tabel vermeld worden.



Eisen voor de waterkwaliteit ter beperking van afzettingen.

Parameter	Eis voor de waterkwaliteit																								
pH	• Bij aanwezigheid van aluminium: $6,5 \leq \text{pH} < 8,5$ • Bij afwezigheid van aluminium: $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$																								
Totale hardheid	<table><tr><th rowspan="2">Totaal geïnstalleerd ketelvermogen (P) [kW]</th><th colspan="3">Specifieke waterinhoud van de installatie (V_i) [l/kW] (*)</th></tr><tr><th>V_i < 20</th><th>20 ≤ V_i ≤ 50</th><th>V_i > 50</th></tr><tr><th colspan="4">Aanbevolen waterhardheid (TH) [°fH]</th></tr><tr><td>P ≤ 70</td><td>≤ 20</td><td>≤ 20</td><td rowspan="4">≤ 0,2</td></tr><tr><td>70 < P ≤ 200</td><td>≤ 20</td><td>≤ 15</td></tr><tr><td>200 < P ≤ 600</td><td>≤ 15</td><td>≤ 0,2</td></tr><tr><td>P > 600</td><td>≤ 0,2</td><td>≤ 0,2</td></tr></table> (*) Bij in cascade geplaatste ketels is deze waarde gelijk aan de verhouding van de totale waterinhoud van de installatie tot het vermogen van de kleinste ketel.	Totaal geïnstalleerd ketelvermogen (P) [kW]	Specifieke waterinhoud van de installatie (V _i) [l/kW] (*)			V _i < 20	20 ≤ V _i ≤ 50	V _i > 50	Aanbevolen waterhardheid (TH) [°fH]				P ≤ 70	≤ 20	≤ 20	≤ 0,2	70 < P ≤ 200	≤ 20	≤ 15	200 < P ≤ 600	≤ 15	≤ 0,2	P > 600	≤ 0,2	≤ 0,2
Totaal geïnstalleerd ketelvermogen (P) [kW]	Specifieke waterinhoud van de installatie (V _i) [l/kW] (*)																								
	V _i < 20	20 ≤ V _i ≤ 50	V _i > 50																						
Aanbevolen waterhardheid (TH) [°fH]																									
P ≤ 70	≤ 20	≤ 20	≤ 0,2																						
70 < P ≤ 200	≤ 20	≤ 15																							
200 < P ≤ 600	≤ 15	≤ 0,2																							
P > 600	≤ 0,2	≤ 0,2																							
Deeltjes in suspensie	Vrij van deeltjes > 150 μm																								
Helderheid	Het water moet helder zijn																								

Om het optreden van corrosiefenomenen te voorkomen, moet de aanwezigheid van zuurstof in het water vermeden worden.

maximum 20 Franse graden. In de grote meerderheid van de gevallen zal de installateur dan ook moeten overgaan tot de verzachting van het vulwater. Hiervoor kan hij gebruikmaken van een gewone waterverzachter. Indien er echter aluminium in de installatie aanwezig is, valt het aan te raden om terug te grijpen naar een demineralisatie. Voor deze beide behandelingen zijn er in de handel draagbare toestellen beschikbaar die gemakkelijk op de werf aangewend kunnen worden.

Verder moet men ook te grote **deeltjes in suspensie** in het vulwater vermijden door gebruik te maken van een filter met een maximale maaswijdte van $150 \mu\text{m}$.

Om het optreden van corrosiefenomenen te voorkomen, moet de **toevoer van zuurstof** in het water vermeden worden. Dit houdt in dat men het aantal waterverversingen en bijvullingen zo beperkt

mogelijk moet houden, omdat vers water zuurstof bevat. De belangrijkste oorzaak voor de aanwezigheid van zuurstof in het water is evenwel een gebrek aan drukbehoud in de installatie ten gevolge van een slecht gedimensioneerd gesloten expansievat (zie de rubriek '[Rekentools](#)' op de WTCB-website voor de dimensionering van expansievaten) of een expansievat met een onaangepaste voordruk. In al deze gevallen is de kans groot dat men het water regelmatig zal moeten bijvullen en dat er onderdrukken in de installatie ontstaan waardoor er rechtstreeks lucht (zuurstof) gezogen wordt. Bijgevolg is het onontbeerlijk om de druk van het expansievat jaarlijks te (laten) controleren. Ook de opbouw van de installatie is belangrijk. Zo moet men bijvoorbeeld gebruikmaken van leidingen uit kunststof met een zuurstoffremmend scherm en voldoende afsluitmogelijkheden voorzien zodat niet heel de installatie bij elke interventie afgelaten moet worden.

De toevoeging van scheikundige producten aan het vulwater om corrosie tegen te gaan, wordt enkel in uitzonderlijke gevallen aanbevolen, meer bepaald als de installatie niet zuurstofdicht gemaakt kan worden. De keuze van de toe te voegen producten dient in samenspraak met een gespecialiseerde firma te gebeuren en dit, in functie van de toegepaste materialen en de in het water aanwezige behandelingsproducten (bv. antivries). Om bij navulling het gebruik van ongeschikte additieven te vermijden of om onderdosering te voorkomen, moeten zowel de gebruikte producten als alle andere belangrijke gegevens over de installatie in een logboek genoteerd worden. **I**

K. De Cuyper, ir., coördinator van de Technische Comité's, WTCB

Afvalwaterinstallaties in gebouwen moeten zo ontworpen worden dat de afvoer van het afvalwater probleemloos kan verlopen. Er kunnen zich echter – in de meeste gevallen ten gevolge van zware regenbuien – problemen voordoen in de openbare riolering, waar de ontwerper en de aannemer geen vat op hebben. Zo bestaat er een risico op terugstuwing vanuit de riolering waardoor bepaalde gebouwen kunnen overstromen. Dit artikel geeft enkele aanbevelingen om de gebouwen hiertegen te beschermen.

Gebouwen beschermen tegen overstromingen van de openbare riolering

Terugstuwniveau

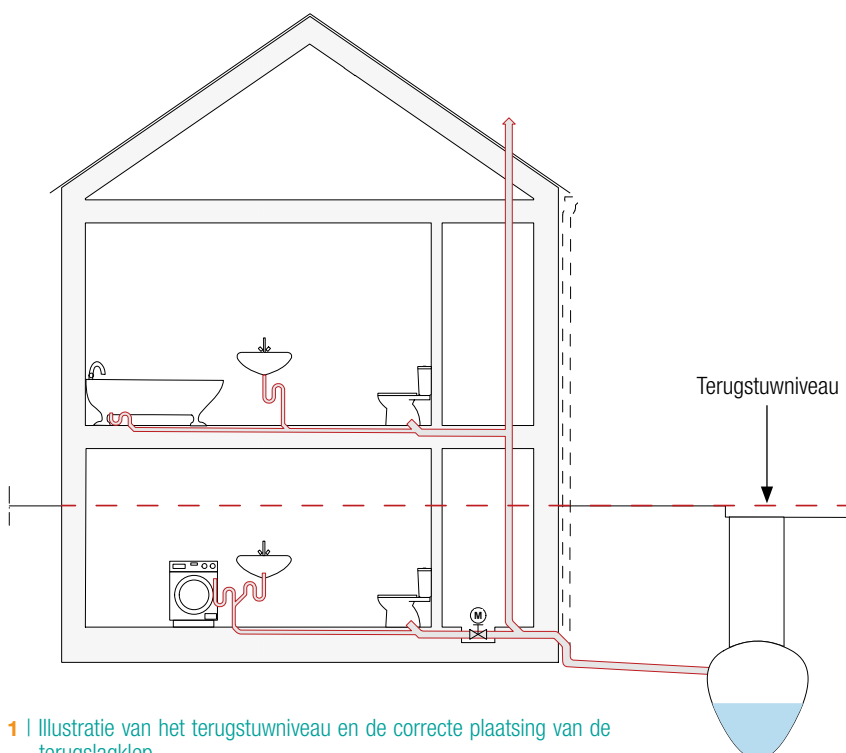
Het terugstuwniveau is het maximale niveau dat het water in de installatie kan bereiken ten gevolge van een overstroming van de openbare riolering. In de praktijk situeert dit niveau zich doorgaans op 10 à 20 cm boven het hoogste punt van de straat (zie afbeelding 1). Aangezien de lozingstoestellen en de openbare riolering als communicerende vaten werken, betekent dit concreet dat alle toestellen die zich onder het terugstuwniveau bevinden, onderhevig kunnen zijn aan overstromingen van de openbare riolering.

Indien de afvoer van een lozingstoestel zich onder het terugstuwniveau bevindt en het afvalwater onder vrij verval naar de riolering afgevoerd kan worden wanneer er geen terugstuwing is, zijn er twee oplossingen: ofwel wordt het water aangezogen door een pompput met geïntegreerde terugslagbeveiliging, ofwel wordt er in de collector een terugslagklep geplaatst.

Bescherming door middel van een pompput

De installatie van een pompput (zie afbeelding 2), die moet voldoen aan de eisen uit de norm NBN EN 12050-1, is de

De terugslagklep moet stroomopwaarts van de lozingstoestellen boven het terugstuwniveau geplaatst worden.



1 | Illustratie van het terugstuwniveau en de correcte plaatsing van de terugslagklep.



meest veilige keuze en biedt de beste bescherming tegen de terugstuwning van rioolwater. Om te vermijden dat het onder druk afgevoerde afvalwater tot overdrukken zou leiden in stroomafwaarts geplaatste aansluitingen, moet de aansluiting van de persleiding van de pompput op de collector de laatste aansluiting zijn vóór de aansluiting op de openbare riolering.

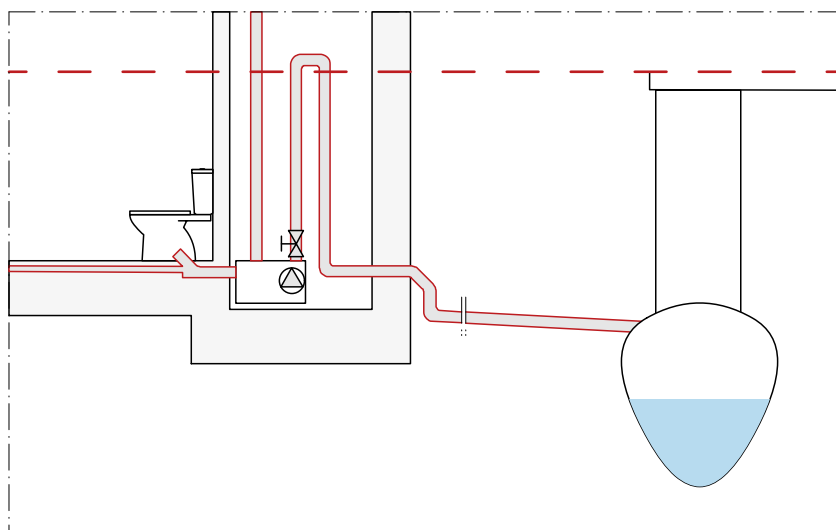
Bescherming door middel van een terugslagklep

De tweede oplossing bestaat erin om in de collector een terugslagklep te plaatsen volgens de norm NBN EN 13564. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen de afvoer van fecaal en niet-fecaal water.

Om fecaal water af te voeren, komt volgens voornoemde norm enkel een terugslagklep van het type 3 in aanmerking. Deze terugslagklep bestaat uit twee deellekken: één die aangedreven wordt door een elektromotor en een tweede die in noodgevallen manueel afgesloten kan worden. Vermits vervuiling van de kleppen in de praktijk dikwijls voorkomt, is een regelmatig onderhoud aangewezen. De norm raadt aan om dit tweemaal per jaar uit te voeren. Een terugslagklep van het type 3 is in staat om zelftesten uit te voeren. Hierbij gaat er een alarm af wanneer er tijdens de test vastgesteld wordt dat de klep niet goed werkt of indien de geïntegreerde batterij leeg is.

Voor de afvoer van niet-fecaal water kan men een terugslagklep van het type 2 of eventueel van het type 5 aanwenden. Een terugslagklap van het type 2 bestaat uit twee deellekken die zich mechanisch sluiten op het moment van de terugslag en een manuele noodvergrendeling die gekoppeld is aan een van de twee deellekken. Een terugslagklep van het type 5 is een vloerput met een geïntegreerde terugslagklep. Het gebruik van andere types terugslagkleppen is niet aanbevolen in een afvalwaterafvoerinstallatie.

Bij de toepassing van een terugslagklep is het – zeker in appartementsgebouwen – belangrijk dat deze stroomopwaarts geplaatst wordt van alle lozings-



2 | Schematische weergave van een pompput.

De installatie van een pompput biedt de beste bescherming tegen de terugstuwning van rioolwater.

toestellen in het gebouw waarvan de afvoer zich boven het terugstuwniveau bevindt. Wanneer de terugslagklep in werking treedt, kunnen de lozings-toestellen boven het terugstuwniveau immers een overstroming veroorzaken op het niveau van de toestellen die zich onder het terugstuwniveau bevinden.

Tot slot willen we erop wijzen dat de terugslagklep zich ook altijd stroomop-

waarts moet bevinden van de eventuele aansluitingen van de hemelwaterafvoer (zie afbeelding 1) en dit, om te vermijden dat de hemelwaterafvoer geblokkeerd zou raken.

*L. Vos, ir.-arch., onderzoeker,
laboratorium Waternettechnieken, WTCB*

Opmerking

Op de markt zijn er **hybride systemen** beschikbaar waarbij de pomp enkel ingeschakeld wordt op het ogenblik dat er terugstuwning optreedt en de terugslagklep sluit. Bij een normale werking kan het water onder vrij verval naar de riolering blijven stromen. Het voordeel van deze systemen is dus dat de afvoer van het afvalwater altijd verzekerd blijft.

Om schade bij het isoleren langs de binnenzijde te vermijden, is het belangrijk om de bestaande situatie grondig te analyseren (zie de WTCB-Dossiers 2012/4.16). Vervolgens moet het isolatiesysteem oordeelkundig gekozen worden (zie de WTCB-Dossiers 2013/2.4). Ten slotte moeten de technische details en bouwknopen zorgvuldig ontworpen en uitgevoerd worden. Dit artikel vat de voornaamste aandachtspunten en actuele standaardoplossingen voor de detaillering samen.

Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: detaillering

1 Uitgangspunten

In dit artikel wordt er uitgegaan van een massieve gevel uit metselwerk. Het buitenschrijnwerk en de vloer- en plafondafwerking blijven ongewijzigd.

2 Aandachtspunten vóór de werken

A. Eventuele vochtproblemen moeten opgelost worden, in het bijzonder ter hoogte van houten balkkoppen.

B. Kan de bestaande binnenafwerking behouden blijven? Zie hiervoor de WTCB-Dossiers 2012/4.16. Standaardoplossing: verwijder het pleisterwerk of de cementering, ook ter hoogte van de dagkantisolatie (zie I) en de retourisolatie (zie H).

C. Zijn er technische installaties aanwezig in de zone waarin de binnenisolatie geplaatst zal worden? Verwijder alle installaties en leidingen in de muur, ook in de zones van de dwarsmuren die later geïsoleerd zullen worden. Dit is vooral van belang voor vocht- of vorstgevoelige installaties.

D. Zijn er vochtgevoelige materialen (bv. vloerbekleding op basis van hout) aanwezig in de zone waarin de binnenisolatie geplaatst zal worden? Standaardoplossing: verwijder deze materialen (plaatselijk).

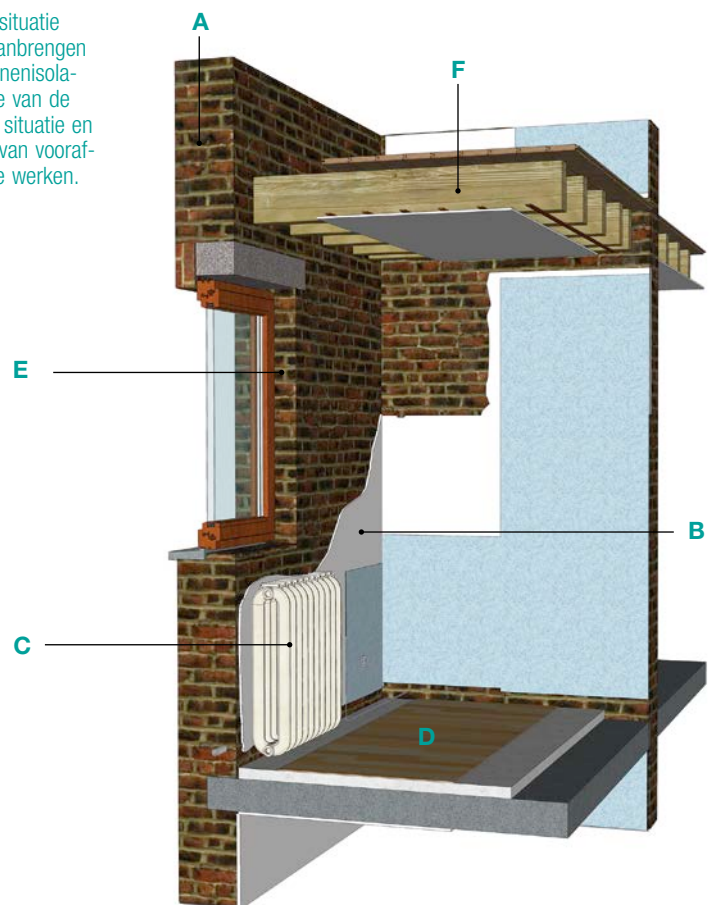
E. Is er voldoende ruimte beschikbaar voor de dagkantisolatie? Opgelet: de raamopening mag niet verbreed worden zonder de minimale opleg van de latei te controleren, die afhankelijk is van het

type latei en het type metselwerk. Deze opleg zou in het ideale geval meer dan 15 cm breed moeten zijn (vuistregel).

F. Is er sprake van een houten draagvloer? Verwijder de vloerbekleding en het plafond over een afstand van ca. 30 cm vanaf de muur. Controleer de staat van het hout ter hoogte van de balkkoppen. Zijn er

delen aangetast? Behandel of vervang ze dan, in functie van de aantasting. Bestaat er een risico op regendoorslag? Zie hiervoor de WTCB-Dossiers 2012/4.16. Beoordeel de oriëntatie en de dikte van de gevel, de diepte van de balkkop in de muur en de eventuele aanwezigheid van barsten of holtes (bv. ter hoogte van de muurankers).

1 | Mogelijke situatie vóór het aanbrengen van de binnenisolatie: analyse van de bestaande situatie en uitvoering van voorafgaandelijke werken.





Het risico op regendoorslag kan beperkt worden door de openingen te dichten en een vochtwerende laag op de gevel aan te brengen (bv. dampopen pleisterlaag, gevelbekleding of hydrofobering).

Luchtlekken ter hoogte van de balkkoppen dienen gedicht te worden (zie TV 255).

3 Aandachtspunten tijdens de werken

3.1 Reduceer koudebruggen

G. Plaats de thermische isolatielaag zo ononderbroken mogelijk.

H. Standaardoplossing voor ingebonden muren en massieve vloeren: plaats retourisolatie (indien mogelijk aan beide zijden van de muur of vloer). Standaardbreedte: ca. 60 cm.

I. Plaats isolatie in alle dagkanten van de raam- en deuropeningen. Opgelet: gebruik geen vochtgevoelige materialen. Isolatiedikte: minstens 20 mm. Bij plaatsgebrek kan er gebruikgemaakt worden van superisolerende materialen.

J. In de randzones, waar de binnenisolatie in contact komt met de aanpalende bouwdelen (bv. tussen houten balkkoppen ...) is het om akoestische, hygrothermische of uitvoeringstechnische redenen aangewezen om een aangepast type isolatiemateriaal toe te passen.

3.2 Vermijd luchtlekken

K. Plaats een zo ononderbroken mogelijke luchtdichte laag aan de warme zijde van de binnenisolatie.

L. Vermijd doorboringen van het luchtscherm. Tip: voorzie een leidingspouw.

Maak de eventuele onvermijdelijke perforaties luchtdicht (zie TV 255).

M. Sluit de luchtdichte laag (zie K) zorgvuldig aan op die van de aanpalende bouwdelen (bv. muren, vloeren, vensters).

N. Vermijd luchtstromen tussen de isolatie en de muur (geen luchtspouw) en voer de luchtdichte aansluiting op de eventuele betonnen draagvloer extra zorgvuldig uit.

O. Sluit het luchtscherm luchtdicht aan op de houten balken.

3.3 Beheers het binnenklimaat

P. Zorg ervoor dat het binnenklimaat niet te vochtig of te koud wordt. Het is aanbevolen om een ventilatiesysteem te installeren.

4 Aandachtspunten na de werken

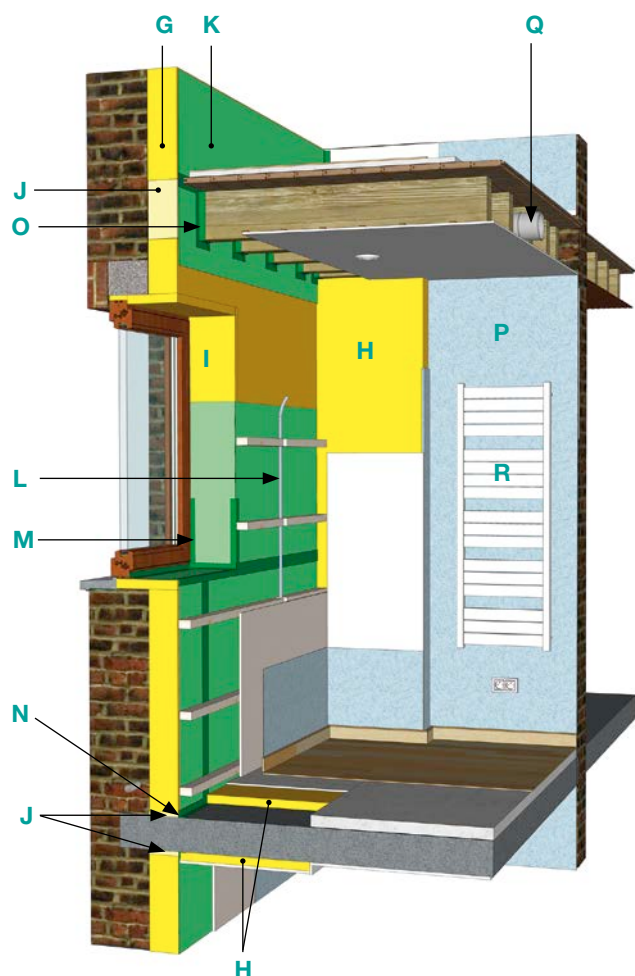
Informeer de opdrachtgever over het belang van het binnenklimaat.

Q. Ventileer voldoende (ventilatiesysteem).

R. Verwarm de ruimten voldoende. **I**

F. Dobbels, ir.-arch., projectleider, laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de projecten RenoFase en IDEA, gesubsidieerd door het VLAIO.



2 I Mogelijke situatie na het aanbrengen van de binnenisolatie volgens de aansluitingsdetails.

Praktijkgids

In het kader van het RenoFase-project werd er een praktijkgids opgesteld voor de detaillering van de binnenisolatie. Deze gids biedt meer inzicht in de verschillende in aanmerking te nemen aspecten, geeft antwoorden op vaak gestelde vragen en bevat oplossingen voor diverse praktijksituaties (ook voor een gefaseerde uitvoering). Dit document kan gratis gedownload worden op www.renofase.be.

De implementatie van BIM in een bedrijf gebeurt niet van vandaag op morgen. Deze overstap dient geleidelijk aan te verlopen. Zodoende kan men gaandeweg de nodige ervaring opbouwen en bijsturen waar nodig. Dit artikel geeft een plan van aanpak om zowel grote als kleine bouwbedrijven hiermee op weg te helpen.

Stappenplan voor de implementatie van BIM

De overgang naar BIM verloopt voor elk bedrijf anders en vraagt om een stapsgewijze strategie op maat. Om deze bedrijfsgebonden aanpak te ondersteunen en te sturen, stellen we hieronder een stappenplan voor.

Basiskennis opbouwen

Als eerste stap is het belangrijk om te weten wat BIM precies is en welke mogelijkheden het te bieden heeft (zie [WTCB-Contact 2017/1](#)). Deze informatie kan verkregen worden via verscheidene kanalen, zoals presentaties, evenementen, artikels, boeken, websites (bv. [BIMportal.be](#)) ...



De eerste stap om met BIM te beginnen werken, is om het goed te begrijpen en te beseffen dat het gepaard gaat met een mentaliteitswijziging. – Chiel Beckers, Vanhout

Beginnende ondernemers moeten beseffen dat BIM meer is dan louter een 3D-tool of programma. Het is een



werkwijze, een collaboratief proces met een gemeenschappelijk doel dat een actievere communicatie vereist. – Vincent Didriche, CIT Bleton

Zelfanalyse doorvoeren

Door stil te staan bij de situatie van zijn bedrijf, kan de aannemer meer inzicht krijgen in het nut van een eventuele BIM-implementatie. Wat is de voornaamste activiteit van het bedrijf? Wat zijn de troeven, maar ook de beperkingen? Wat loopt vaak moeilijk in een project? Is er vraag naar BIM bij de klanten? Zijn de partners reeds actief met BIM bezig?



Om te definiëren wat we met BIM willen bereiken, hebben we eerst gekeken naar onze bedrijfswaarden: innovatie, samenwerking en resultaatgerichtheid. – Silvy Santosa, Willemen

Doelstellingen formuleren

Na de zelfanalyse is het eenvoudiger om te bepalen waarvoor men BIM wil

inzetten. Hoewel BIM heel veel mogelijkheden te bieden heeft, zijn ze immers niet allemaal even relevant voor het bedrijf in kwestie. Het is dan ook nuttig om op te lijsten wat men met BIM wil bereiken en welke toepassingen hiervoor nodig zijn. Hierbij maakt men best een onderscheid tussen doelen op korte en op lange termijn. Verder is het relevant om te kijken welke aspecten er eventueel afgehandeld kunnen worden door een extern bedrijf.

Enkele mogelijke BIM-ambities zijn om vanuit een 3D-bouwinformatiemodel (opgebouwd door een projectpartner) verschillende zichten te creëren, hoeveelheden te extraheren voor de prijsopbouw, bestelling of vorderingsstaten, en op een meer gestructureerde en efficiënte manier informatie te ontvangen. Voor grotere ondernemingen met meer BIM-maturiteit kunnen deze ambities nog verder gaan, zoals het verminderen van fouten op de werf, een efficiëntere werfopvolging en een beter informatiebeheer, de uitwerking van visualisaties en offertes van mogelijke varianten, de optimalisatie van het prefabricageproces, de opvolging en controle van het budget en/of de planning vanuit een gecoördineerd bouwinformatiemodel ...

BIM=

Basiskennis opbouwen



Zelfanalyse doorvoeren



Doelstellingen formuleren



Wij zijn gestart met BIM met als doel om geprefabriceerde elementen gedetailleerd uit te werken zodat we efficiënt kunnen bouwen volgens een geïndustrialiseerd proces.
– Herman Bernaerts, Ibens

Onze motivatie om te starten met BIM was om visuele controles in 3D uit te voeren op modellen die we kregen van andere bouwpartners, teneinde de kans op fouten te verkleinen.

– Koen Vercaempt, Sibomat



Hard- en software kiezen

Op basis van de vooropgestelde doelstellingen kan de meest geschikte software gekozen worden. Soms is het aangewezen om te investeren in nieuwe toepassingen en eventueel ook in hardware, maar dit is zeker niet altijd noodzakelijk. Het is immers mogelijk dat de huidige software reeds BIM-compatibel is of dat het voor de vooropgestelde ambities volstaat om gebruik te maken van een gratis BIM-viewer (d.i. een software waarmee bouw-informatiemodellen bekeken kunnen worden en de benodigde hoeveelheden bepaald kunnen worden).



De keuze van de tool is belangrijk en moet aangepast zijn aan de bedrijfsstructuur. – Pierre-Benoît Pousset, Thomas & Piron

Wij vinden het belangrijk dat de opgebouwde modellen toegankelijk en



bruikbaar zijn via gratis viewers zodat kleine aannemers het BIM-model virtueel kunnen doorlopen. – Udo Linden, H.P. Linden

Een pilootproject opstarten en opleidingen volgen

Vervolgens moet men effectief van start gaan om de nodige ervaring op te kunnen bouwen. Dit doet men door een pilootproject op poten te zetten, dat representatief is voor de algemene bedrijfsactiviteiten.

Indien er binnen het bedrijf onvoldoende kennis is over bepaalde processen of software, kan een opleiding hulp bieden. Hieronder wordt zowel een externe opleiding (bv. via een softwareleverancier of opleidingscentrum) als een interne opleiding (bv. via een aanspreekpunt binnen het bedrijf, coaching ...) verstaan. Men kan zich eveneens laten begeleiden door een externe adviseur of nieuwe mensen aantrekken met de vooropgestelde BIM-ervaring.



Wij hebben als pilootproject gekozen voor een project met een extra korte uitvoeringstermijn met als voornaamste doel om een zo goed mogelijk zicht te krijgen op wat er gebouwd

moest worden. Onze onderaannemers kregen snel een beeld van het gebouw en zagen meteen waar de knelpunten zaten. – Jurgen Blomme, Houben

Evalueren en terugkoppelen

Elke verandering vraagt om inspanningen. Daarom is het belangrijk om binnen de onderneming te communiceren over

de nieuwe BIM-gebruiken. Wat zijn de resultaten? Wat ging vlot en wat verliep minder goed? Wordt het aantal BIM-projecten verhoogd? Worden er bijkomende mensen met BIM-ervaring aangeworven of wordt heel het bedrijf opgeleid? Door de resultaten te evalueren, terug te koppelen en te rapporteren over de opgedane ervaringen met BIM groeien de interesse en motivatie om deze aanpak verder te zetten. Hierdoor zal het werken met BIM elke keer verbeteren.

Aan de slag!

Aangezien BIM zowel voor grote als voor kleine bouwbedrijven een grote meerwaarde te bieden heeft, is het voor iedereen nuttig om hiermee van start te gaan. Hoewel de implementatie van BIM afhankelijk is van de ambities, de grootte en de branche van het bedrijf, zijn de hierboven vermelde stappen voor iedereen van toepassing. Ten slotte willen we ook de volgende tips nog meegeven:

- houd steeds rekening met de vooropgestelde BIM-ambities en start niet meteen té ambitieus
- houd het eenvoudig en pin u niet vast op details
- de verwachtingen van alle partijen zijn verschillend, dus luister naar elkaars wensen.

BIM is geen doel op zich, maar een middel om tot betere resultaten te komen: vlotter samenwerken en communiceren, fouten vermijden alsook efficiënter en productiever werken om kwalitatieve projecten af te leveren. **I**

C. Euben, ir.-arch., adviseur, dienst BIM en informatietechnieken, WTCB
S. Boeykens, KU Leuven



Hard- en software kiezen



Pilootproject opstarten



Evalueren en terugkoppelen

Hoewel vele bedrijven de voortgang van hun projecten beoordelen in functie van de tijd en de kosten toetsen aan de budgetten, geven deze aspecten afzonderlijk geen duidelijk beeld van de projectprestaties. De *Earned Value Management*-methode (EVM) kan hiervoor evenwel een oplossing bieden. Deze techniek maakt immers een analyse van de kosten in relatie tot de voortgang van het project en het verstrijken van de tijd.

Beoordeling van de projectprestaties met *Earned Value Management*

Hoe werkt EVM?

De EVM-methode bestaat erin om eerst een referentieplanning op te maken waarin de uit te voeren activiteiten in de tijd verdeeld worden en waarin er aan deze activiteiten kosten toegekend worden. Hieruit kan de 'Geplande Waarde' afgeleid worden. Vervolgens worden de voortgang van de taken en de werkelijk gemaakte kosten periodiek aangepast in de planning en dit, tot aan de statusdatum (d.i. de datum waaraan de voortgang van het project afgetoetst wordt).

Zoals in de nevenstaande grafiek geïllustreerd wordt, vergelijkt EVM de voortgang van het project en de kosten op basis van:

- de '**Geplande Waarde**' (*Planned Value* of PV): de (cumulatief) gebudgetteerde kosten van het werk dat in een bepaalde periode uitgevoerd zou moeten worden (rode lijn)
- de '**Gerealiseerde Waarde**' (*Earned Value* of EV): de (cumulatief) gebudgetteerde kosten van de hoeveelheid werk die effectief uitgevoerd werd (paarse lijn)
- de '**Werkelijke Kosten**' (*Actual Cost* of AC): de werkelijk gemaakte kosten (cumulatief) van het werk dat in de betreffende periode uitgevoerd werd (groene lijn).

Welke informatie levert EVM op?

Uit de grafiek kunnen we afleiden dat op de statusdatum:

- de initieel gebudgetteerde kosten van de werkelijk uitgevoerde taken (paarse lijn) lager liggen dan die van de taken

die normaal gezien uitgevoerd zouden moeten zijn (rode lijn). Er is dus sprake van een vertraging in de planning die horizontaal (in tijd) en verticaal (in euro) afgelezen kan worden tussen de paarse en de rode lijn. We spreken hier van een '**planningsafwijking**'.

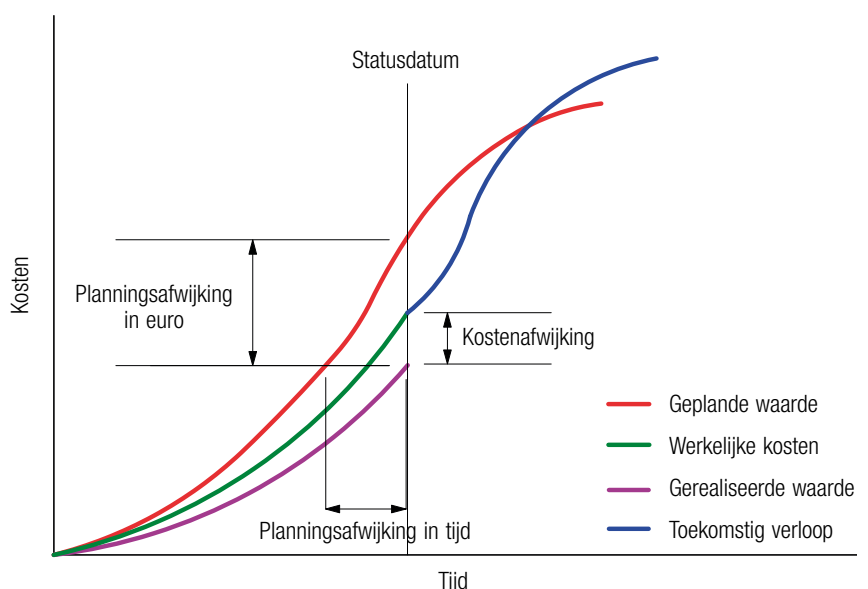
- de werkelijk gemaakte kosten van de effectief uitgevoerde taken (groene lijn) hoger liggen dan de initieel gebudgetteerde kosten van de werkelijk uitgevoerde taken (paarse lijn). De werken hebben dus meer gekost dan initieel gebudgetteerd werd. De grootte van deze kostenoverschrijding kan verticaal afgelezen worden tussen de paarse en de groene lijn. We spreken hier van een '**kostenafwijking**'.

De EVM-methode kan nog uitgebreid worden met een aantal bijkomende parameters. Zo kan er een prognose gemaakt worden van het toekomstige verloop van het project (blauwe lijn).

Om de EVM-methode in de praktijk toe te passen, kan men gebruikmaken van rekenbladen (bv. Excel) of gespecialiseerde planningspakketten.

Voor meer informatie over EVM, kunt u terecht bij de afdeling Beheer en kwaliteit van het WTCB (gebe@bbri.be). 

B. Coemans, ing., senior hoofdadviseur, afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB



Beoordeling van de projectprestaties door middel van de EVM-methode.

WTCB-publicaties

WTCB-Dossiers

- 2015/3.14** Verbrandingsluchttoevoer voor plaatselijke verwarming met hout.
- 2016/2.3** Digitale screeningstool voor ondiepe geothermie.
- 2017/2.2** De circulaire economie: veel meer dan recycleren.
- 2017/2.17** Zijn weg vinden in het kluwen van geotechnische normen en richtlijnen.

Technische Voorlichtingen

- TV 262** Leidraad voor de goede uitvoering van textiele vloerbekledingen.

WTCB-Digest

- Nr. 15** Doorvoeringen doorheen brandwerende wanden afdichten zodat ze brandwerend blijven.

Monografieën

Brandveiligheid van gevels van gebouwen met meerdere verdiepingen.



Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

- op onze website:
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via abonnementsformule voor andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op usb-stick.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00) of kan u steeds bij ons terecht per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/716.42.11) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met S. Eeckhout.
- Nuttige link: www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').



Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever: Jan Venstermans, WTCB, Lombardstraat 42, B-1000 Brussel

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.

www.wtcb.be

Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan 55 jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met de bijdragen van 85.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

Een industrietak zonder innovatie is als cement zonder water. Het WTCB heeft er daarom voor gekozen om zijn onderzoeksactiviteiten zo nauw mogelijk te laten aansluiten bij de noden van de sector. De Technische Comités die de WTCB-onderzoeken sturen, zijn samengesteld uit bouwprofessionelen (aannemers en experts) die dagelijks op het terrein staan.

Met de hulp van verschillende officiële instanties stimuleert het WTCB bedrijven om steeds verder te innoveren. De begeleiding die we aanbieden, is afgestemd op de actuele maatschappelijke uitdagingen en van toepassing op diverse domeinen.

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

Op vraag van overheden of privébedrijven werkt het WTCB ook mee aan diverse ontwikkelingsprojecten (contractresearch). Zo is het Centrum niet alleen nauw betrokken bij de activiteiten van de nationale (NBN), Europese (CEN) en internationale (ISO) normalisatie-instituten, maar ook bij instanties zoals de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUTgb). Al deze projecten geven ons meer inzicht in de bouwsector, waardoor we sneller kunnen inspelen op de noden van de verschillende bouwberoepen.

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut de weg van de informatica. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatiereeksen of bouwnormen terugvindt.

Goede informatieverspreiding kan echter niet enkel elektronisch. Een persoonlijk contact is vaak nog steeds de beste aanpak. Jaarlijks organiseert het Centrum ongeveer 650 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 18.000 verstrekte adviezen per jaar.

MAATSCHAPPELIJKE ZETEL

Lombardstraat 42, B-1000 Brussel
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

KANTOREN

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tel. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- technisch advies – publicaties
- beheer – kwaliteit – informatietechnieken
- ontwikkeling – valorisatie
- technische goedkeuringen – normalisatie

PROEFSTATION

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
tel. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

DEMONSTRATIE- EN INFORMATIECENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tel. 011/79 95 11
fax 02/725 32 12

- ICT-kenniscentrum voor bouwprofessionelen (ViBo)
- Digitaal documentatie- en informatiecentrum voor de bouw- en betonsector (Betonica)

BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel
tel. 02/529 81 29

BRUSSELS GREENBIZZ

Dieudonné Lef  vreststraat 17, B-1020 Brussel
tel. 02/233 81 00