



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2016/2



Spouwhaken
p8-9

Groene wanden
p12-13

Kleurmetingen
p20-21

Hanggoten
p28-29

Bron: Van Vlierden Groenbedrijf



Inhoud

2016/2

De Google van het duurzaam bouwen staat online! 3



Toevallige inklemmingen bij de toepassing van welfsels.. 4



Screeningstool voor ondiepe geothermie..... 6



Spouwhaken voor metselwerk..... 8



Windbelastingen op platte daken..... 10



Groene wanden voor duurzame gebouwen en steden 12



Lopers op schrijnwerk en gevelbeglazing 14



Enzymgebaseerde reiniging van biologisch vervuilde bouwdeelen 16

In de kijker + FAQ..... 18



Kleurmetingen als hulpmiddel bij de oplevering van natuursteen 20



Innovatieve vloerverwarmingssystemen..... 22



Kritische beoordeling van de maatvastheidsprestaties van elastische vloerbekledingen 24



Invloed van het smeermiddel bij de plaatsing van concentrische schouwssystemen 26



Afvoercapaciteit van hanggoten 28



Luchtdichtheidsmetingen in het kader van de EPB: behandeling van de ventilatievoorzieningen..... 30



Nieuwe houtbouwmethoden: eerste akoestische resultaten *in situ* 32



Risicoanalyse van een project 34

De Google van het duurzaam bouwen staat online!

Deze nieuwe portaalsite heeft tot doel om alle beschikbare informatie over duurzaam bouwen te verzamelen en **ter beschikking te stellen van alle professionals uit de bouwsector**, of het nu gaat om aannemers, ontwerpers, ingenieurs van studiebureaus, materiaalhandelaars ... Dit portaal heeft dus niet als voornaamste oogmerk om informatie te genereren, maar wel om de toegang ertoe te vergemakkelijken dankzij een zoekmachine die rekening houdt met de specificiteiten van het doelpubliek. Deze portaalsite biedt dus veel meer dan enkel een lijst van links: hij verwijst immers verder door naar de inhoud van de bronsites.

Deze **eenvoudige, snelle en intuïtieve tool** is het resultaat van een samenwerking tussen het WTCB, Leefmilieu Brussel, de Confederatie Bouw en de *Service public de Wallonie*. De zoekmachine verenigt verschillende informatietypes met betrekking tot duurzame renovatie en het optrekken van duurzame gebouwen, zoals technische informatie, technologische *follow-up*, bedrijfsondersteuning, regelgeving en tot slot ook een opleidingen- en evenementenagenda.

De tool werd ontworpen om **de informatie te centraliseren en gemakkelijker toegankelijk te maken**. De zoekingsmethode kan bijvoorbeeld aangepast worden aan de noden van de gebruiker:

- opzoeking per bouwberoep (bouwbedrijven, architecten en studiebureaus, bouwpromotoren ...)
- opzoeking per thema (projectbeheer, mobiliteit, materialen, energie, water ...)
- opzoeking per informatietype (technische informatie, regelgeving, duurzame voorbeelden ...).

De inhoud wordt geselecteerd door een panel van vertegenwoordigers uit de sector, waardoor de beschikbare informatie gegarandeerd **doelgericht en relevant** is.

Deze tool is bovendien ook **evolutief en participerend**. Aarzel dus niet om u in te schrijven en ook zelf inhoudelijke voorstellen te doen.

Het Portaal Duurzaam Bouwen, voor het ontwerp en de uitvoering van de gebouwen van morgen!



Holle vloerelementen of welfsels zijn bestemd om als isostatische elementen te fungeren, waarbij er een vrije rotatie ter plaatse van het steunpunt kan optreden. Dit kan verwezenlijkt worden door de welfsels vrij op te leggen (bv. op consoles van balken of wanden). Wanneer de draagmuren van de bovenliggende verdieping echter op de uiteinden van de vloerelementen steunen, treden er inklemmingsmomenten op die – afhankelijk van de verticale belastingen – aanzienlijk kunnen zijn (zie de TV 223, § 7.7.4). Indien de rotatie van de elementen aan de opleg sterk verhinderd wordt door de oplegverbinding, kan er scheurvorming in de eindzone van de elementen ontstaan, wat dan weer gepaard kan gaan met een vermindering van de dwarskrachtcapaciteit. In dit artikel bespreken we de maatregelen die getroffen kunnen worden om dit probleem te vermijden.

Toevallige inklemmingen bij de toepassing van welfsels

Wanneer zijn er geen extra maatregelen nodig?

In bepaalde situaties weet men uit ervaring dat de holle vloerelementen voldoende sterk zijn om de spanningen die veroorzaakt worden door beperkte toevallige inklemmingsmomenten op te vangen. Zo gaat men ervan uit dat er bij traditionele eengezinswoningen geen extra maatregelen nodig zijn, voor zover er geen druklaag of extra wapening aanwezig is die een inklemming veroorzaakt.

De verbindingswapening tussen de vloerelementen ter plaatse van de opleg – die onder meer voorzien kan worden wanneer de vloer ook een rol speelt in de horizontale stabiliteit – moet maximaal op halve hoogte geplaatst worden om

ongewenste scheuren te voorkomen (zie afbeelding 1).

Constructieve maatregelen

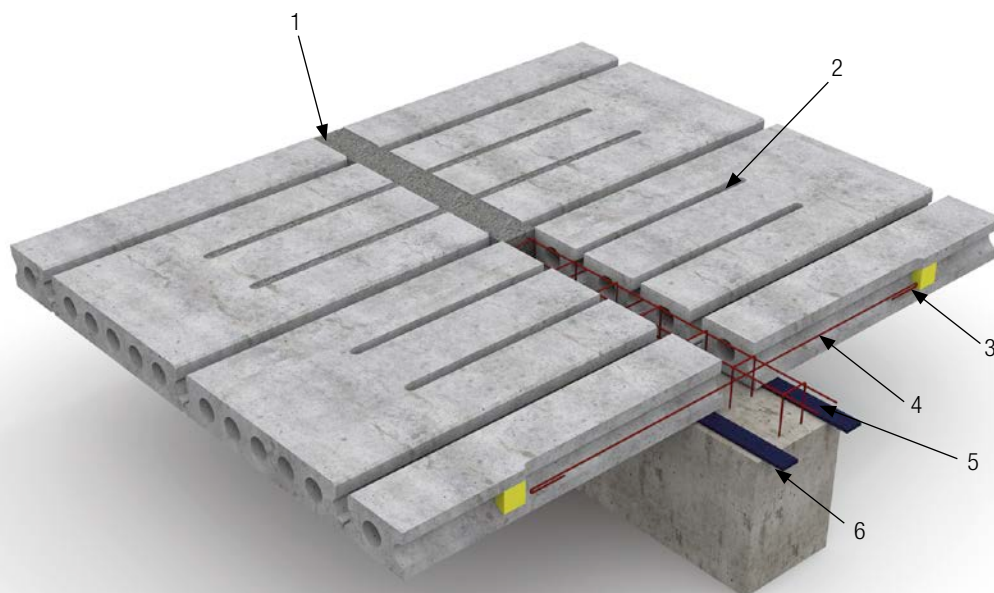
In andere toepassingen kan men een aantal constructieve maatregelen treffen om de toevallige inklemming te beperken of om de eventuele scheurvorming zodanig te initiëren dat ze geen gevaarlijke situaties kan veroorzaken. Deze constructieve maatregelen zijn enkel van toepassing wanneer er geen druklaag aanwezig is en wanneer de eventuele verbindingswapening maximaal op halve hoogte geplaatst wordt.

De constructieve maatregelen kunnen bestaan uit **het gebruik van elementen met afgeschuinde uiteinden** (zie afbeelding 2). Hierdoor treden de eventuele

scheuren op tussen de afschuining en het vulbeton en eindigen ze binnen de oplegzone. De afschuining aan de bovenzijde van het vloerelement moet tot net buiten de oplegzone reiken. Een overmatige afschuining of verwijdering van het beton kan leiden tot een reductie van de dwarskrachtcapaciteit. Men kan er eveneens voor opteren om **de bovenlaag van de elementen ter plaatse van de opleg weg te nemen** (zie afbeelding 3).

De basisoplossing voor welfsels bestaat erin **op de juiste plaats kanaalafdichtingen te voorzien** zodat het vulbeton binnen de oplegzone blijft (zie afbeelding 4). De eventuele scheurvorming zal hierdoor ontstaan in de naast de opleg gelegen zone. Hierbij is een precieze positionering van de kanaalafdichtingen van groot belang.

1 | De verbindingswapening moet maximaal op halve hoogte geplaatst worden.

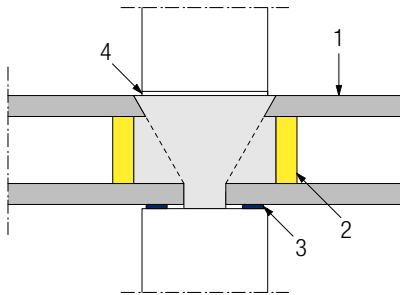


In principe zou men **de voeg tussen het vloerelement en de bovenliggende wand ook kunnen uitvoeren met een zacht materiaal** (bv. PUR, XPS, EPS ...) (zie afbeelding 5). Op die manier kan de belasting van de bovenliggende wand overgedragen worden zonder het element te belasten. De bovenliggende wand en de mortelvoeg die tussen deze wand en

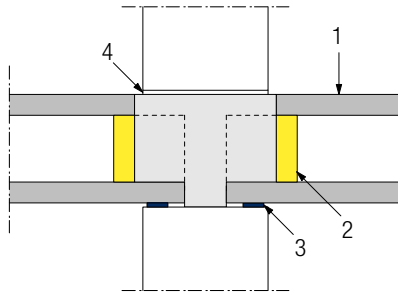
1. Vulbeton
2. Opengewerkte kanalen
3. Afdichtingsstop
4. Verbindingswapening
5. Kettingwapening
6. Oplegging in neopreen



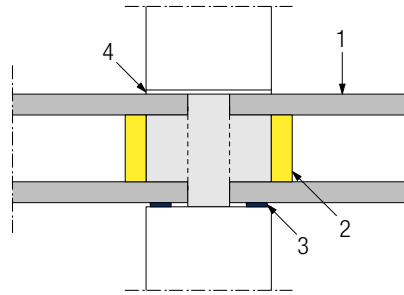
2 | Het gebruik van elementen met afgeschuinde uiteinden (*)



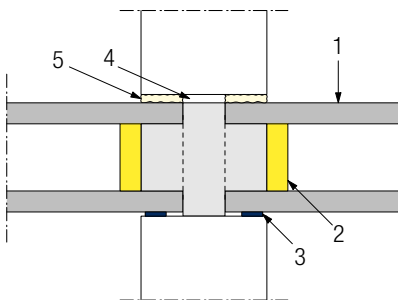
3 | Het wegnemen van de bovenlaag van de elementen ter plaatse van de opleg (*)



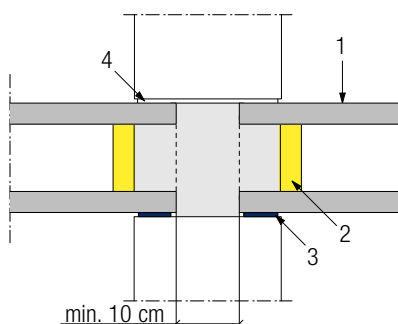
4 | Het aanbrengen van kanaalafdichtingen zodat het vulbeton binnen de oplegzone blijft (*)



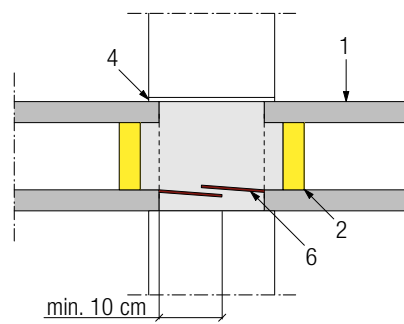
5 | Uitvoering van de voeg met een zacht materiaal (*)



6 | Vergroting van de aanstortbreedte tot minstens 10 cm (*)



7 | Het voorzien van een uitstekende wapening (*)



1. Vloerelement (welfsel)
2. Kanaalafdichting

3. Oplegging (bv. mortelbed of neopreen)
4. Mortelvoeg

5. Zacht vulmateriaal (bv. PUR, XPS, EPS ...)
6. Uitstekende wapening

het vloerelement ligt, dienen hiervoor vanzelfsprekend correct gedimensioneerd te worden. Deze aanpak wordt in de praktijk echter weinig toegepast. Dit is enerzijds toe te schrijven aan het feit dat de eruit resulterende krachtoverdrachtzones zeer dun zijn en anderzijds aan het feit dat de uitvoering ervan zeer arbeidsintensief en moeilijk controleerbaar is.

Teneinde de belasting van de bovenliggende wand over te dragen zonder het element overmatig te belasten, kan men **de aanstortbreedte aan de uiteinden van de vloerelementen vergroten tot minstens 10 cm** (zie afbeelding 6). Hiervoor dient de draagmuur echter wel voldoende breed te zijn. **De elementen kunnen eventueel voorzien worden van een uitstekende wapening** (zie afbeelding 7) om de gewenste aanstortbreedte te bekomen. Gelet op het feit dat dit een invloed heeft op de dwarskrachtcapaciteit (zie bijlage H van de norm NBN

B 21-605), dient men hiermee voldoende rekening te houden bij de dimensionering van het vloerelement.

Bovenstaande constructieve maatregelen zijn ook van toepassing indien er slechts aan één zijde van de wand vloerelementen opliggen.

Opnemen van de inklemming

In alle andere gevallen dient de inklemming opgenomen te worden door de wapening (bv. in de druklaag, in de voegen of in opengemaakte kanalen). Voor meer informatie omtrent de dimensionering van deze wapening verwijzen we naar de informatieve bijlage E van de norm NBN EN 1168 en het FIB-Bulletin 43 (*Fédération internationale du béton*).

Indien er slechts aan één zijde van de wand vloerelementen opliggen, dient de

wapening correct verankerd te worden in een randbalk. Bij deze oplossing dient men eveneens voldoende aandacht te besteden aan de krachtswerking in deze balk. Het inklemmingsmoment wordt immers overgedragen en werkt als torsiemoment in de balk. Dit torsiemoment moet verder doorgegeven kunnen worden aan de onderliggende structuur.

Indien er aan twee zijden van de wand vloerelementen opliggen, kan men de wapening over de wand laten doorlopen. Men dient echter steeds controleberekeringen uit te voeren om de juiste aanpak te bepalen.

*J. Wijnants, ing., en B. Parmentier, ir.,
afdelingshoofden, afdelingen
Technisch advies en Structuren, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld
in samenwerking met FEBE en SECO.*

(*) De afbeeldingen dienen beschouwd te worden als principeschetsen vanuit het oogpunt van stabiliteit (de verbindingswapeningen zijn niet afgebeeld). Ze houden geen rekening met andere prestatie-eisen zoals de akoestische isolatie. De minimale opleglengte van de welfsels dient bepaald te worden volgens de Eurocode 2 (behalve voor afbeelding 7).

In België worden er jaarlijks zo'n 1.500 gebouwen – waarvan 1.000 woningen – opgetrokken, die verwarmd en gekoeld worden door middel van een geothermische installatie (zie de WTCB-Dossiers 2013/3.2). Deze installaties dienen met de nodige zorg ontworpen te worden, zodat de bodem ook op langere termijn de thermische behoefte van het gebouw kan vervullen. Teneinde de haalbaarheid van een geothermische installatie in een vroeg projectstadium na te gaan, werd in het kader van het 'Smart Geotherm'-project een screeningstool ontwikkeld (<http://www.smartgeotherm.be/geothermische-screeningstool/>). In dit artikel bespreken we kort de geothermische systemen waarop deze tool van toepassing is en de twee luiken waaruit hij opgebouwd is.

Screeningstool voor ondiepe geothermie

Geothermische systemen

Voor **gesloten verticale geothermische systemen** die werken op basis van een aaneenschakeling van verticale lussen, is de warmtegeleidbaarheid van de ondergrond belangrijk. Zo heeft een waterverzadigde zandgrond een hogere warmtegeleidbaarheid dan een kleigrond, waardoor men minder lopende meter bodemlussen nodig heeft om aan eenzelfde energievraag tegemoet te komen. Gesloten systemen kunnen in principe op alle locaties en voor alle gebouwtypes toegepast worden.

Bij **open geothermische systemen**, waarbij grondwater onttrokken en geïnjecteerd wordt, zijn de hydraulische karakteristieken, zoals de waterdoorlatendheid van de grondlagen, van tel. De doorlatendheid en de dikte van een grondlaag bepalen immers mee het grondwaterdebiet dat onttrokken en geïnjecteerd kan worden, wat op zijn

beurt het maximale thermische vermogen bepaalt. Aangezien de doorlatendheid van de grond – zelfs voor eenzelfde geologische watervoerende laag – grote variaties kan vertonen, beperkt de tool zich momenteel tot het aangeven van de minimale en de maximale waarde van de doorlatendheden voor de betreffende laag.

Open systemen worden voornamelijk toegepast bij grotere projecten met een aanzienlijke koelvraag die bovendien gelokaliseerd zijn in regio's waarin watervoerende lagen aanwezig zijn (bv. zandgronden of gefragmenteerde rots).

Twee luiken: ondergrond en gebouw

Het eerste luik van de tool laat toe om voor elke locatie in **Vlaanderen** op eenvoudige wijze de opbouw van de onder-

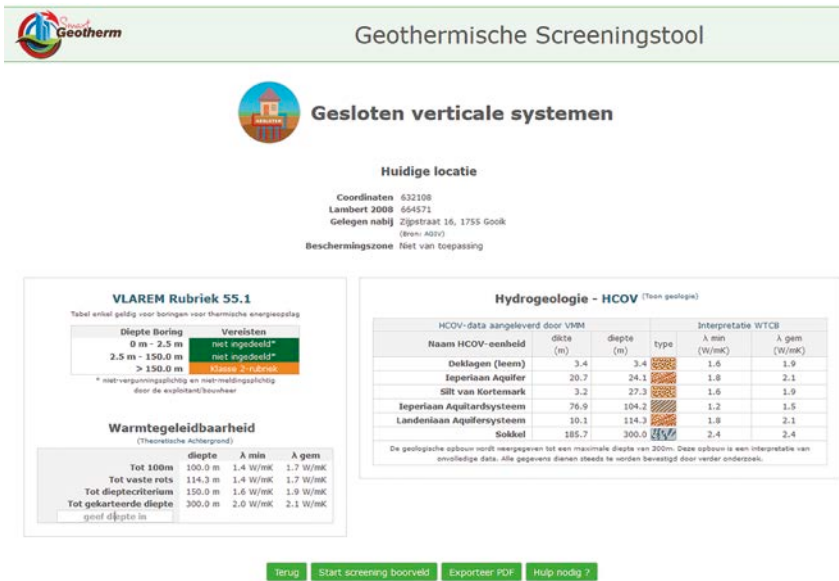
grond en de relevante eigenschappen voor open en gesloten systemen te weten te komen. Hiertoe wordt er gebruikgemaakt van de (hydro)geologische modellen van Vlaanderen, die in de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) ter beschikking gesteld worden. De tool geeft eveneens de op de locatie geldende milieuwetgeving weer, in functie van de boordiepte (gesloten systemen) of de onttrokken debieten (open systemen). Op deze manier kan men op een vlotte manier een goede indicatie van de geothermische karakteristieken van de ondergrond verkrijgen, waardoor men in de screeningsfase van een project tijd en middelen uitspaart. Uiteraard vervangt de tool in geen geval een 'Thermische Respons Test' (TRT), een pompproef of verkennende boringen (zie kader).

Ook de ondergrond van het **Brussels Hoofdstedelijk Gewest** is in deze modellen in kaart gebracht en kan via de tool bevestigd worden. Het recent opgestarte

TRT en pompproef

Een '**Thermische Respons Test**' (TRT) wordt uitgevoerd op een gesloten bodemlus. Deze test bepaalt de gemiddelde warmtegeleidbaarheid van de ondergrond over de diepte van de boring. Dit gebeurt door via de bodemlus warmte in de bodem te injecteren en het temperatuurverloop aan de in- en uitgang van de lus op te volgen. Hoe sneller de temperatuur oploopt, hoe minder warmte de bodem geleidt. Uit deze proef kan ook de boorgatweerstand afgeleid worden. TRT's worden vaak uitgevoerd bij grotere projecten om het aantal boringen te optimaliseren.

Een **pompproef** wordt op zijn beurt uitgevoerd op een pompput (boring met filter). Deze test bepaalt de hydraulische parameters (bv. waterdoorlatendheid, bergingscoëfficiënt) van de beoogde laag door er een constant grondwaterdebiet aan te onttrekken. Op een zekere afstand van de pompput wordt in peilfilters de grondwaterstand opgevolgd, waaruit de hydraulische parameters afgeleid kunnen worden. Gelet op het feit dat een pompproef vrij duur is, wordt deze echter enkel bij grote projecten toegepast.



Screenshot van de screeningstool

Om de technische haalbaarheid van geothermische installaties na te gaan, werd een screeningstool ontwikkeld.

EFRO-project 'BruGeoThermap' heeft tot doel om de geothermische kaarten van Brussel in meer detail uit te werken. De resultaten ervan worden in de loop van de komende jaren verwacht.

Voor de meer complexe geologie van Wallonië bestaan er voornamelijk geen digitale modellen, wat het moeilijk maakt om gegevens over de ondergrond in een online tool te integreren. De gebruiker is daarom verplicht om de opbouw van de ondergrond zelf na te gaan op basis van de beschikbare informatie. De website van de *Service géologique de Wallonie* (geologie.wallonie.be) geeft bijvoorbeeld toegang tot (hydro)geologische kaarten van Wallonië, dwarsdoorsneden en thematische bodemkaarten (*les thématiques du sous-sol wallon*), waarlangs de beschikbare boringen en sonderingen opgevraagd kunnen worden. Op basis van deze informatie en van literatuurgegevens kan men een inschatting maken van de warmtegeleidbaarheid van de ondergrond over een bepaalde diepte of van de aanwezigheid van watervoerende lagen.

De Brusselse en Waalse wetgeving aangaande geothermie is momenteel niet via de tool beschikbaar.

In het tweede luik van de tool kan men voor de gesloten geothermische systemen aan de hand van voornoemde gegevens de grootte van een boorveld berekenen. Indien men zelf een inschatting van de warmtegeleidbaarheid heeft gemaakt op basis van de beschikbare informatie, zoals een TRT of een boring, kan men rechtstreeks naar dit deel van de tool doorklikken, om er de boordiepte en de warmtegeleidbaarheid handmatig in te geven. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de lange versie van dit artikel.

Ter bepaling van de totaal vereiste boorlengte moeten er in de tool ook nog een aantal andere inputgegevens ingevoerd worden, zoals de warmte- en koelbehoefte van het gebouw, de behoefte aan sanitair warm water, het vermogen en het rendement van de warmtepomp.

Vervolgens worden er verschillende oplossingen voorgesteld voor de afstanden tussen de boringen en de configuratie ervan. Nadat de gebruiker een oplossing gekozen heeft, kan hij een PDF-rapport downloaden waarin alle relevante informatie vermeld staat. De waarde van dit rapport is sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid van de parameters die de gebruiker hanteert. Daarom is de tool voorzien van een aantal kadertjes met extra informatie.

We willen er nog op wijzen dat dit luik van de tool enkel aangeeft of de uitvoering van een gesloten geothermische installatie technisch haalbaar is. De tool mag bijgevolg in geen geval gebruikt worden als finale ontwerptool. Hiertoe dient men terug te grijpen naar gesofisticeerde softwarepakketten.

Toekomstvisie

De tool is voornamelijk enkel beschikbaar in het Nederlands. In de toekomst zal er echter ook werk gemaakt worden van een Franstalig equivalent. Om de functionaliteit van de tool te verhogen, is er bovendien een volgende module in ontwikkeling die de gebruiker in staat moet stellen om een goede inschatting te maken van de warmte- en koudebehoefte van een gebouw. Ook het gedeelte over open geothermische systemen zal verder uitgebreid worden. Het voornaamste doel is dan om, rekening houdend met de warmte- en koudebehoefte van een gebouw, aan te geven hoe geschikt de projectlocatie is voor een open systeem. Met name voor toestellen met grotere vermogens (> 100 kW) en gebouwen met een aanzienlijke koudevraag kan een open systeem een zeer rendabele oplossing zijn. In de toekomst zal de tool bovendien nog verder uitgebreid worden om een economische en ecologische vergelijking tussen een geothermische oplossing en klassieker installaties mogelijk te maken.

L. François, ir. en G. Van Lysebetten, ir.,
projectleiders, laboratorium
Geotechniek en monitoring, WTCB



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2016/2.3

Spouwhaken

voor metselwerk

Bij het ontwerp van een spouwmuur, de keuze van de materialen en hun uitvoering, dient er bijzondere aandacht besteed te worden aan de spouwhaken, ook wel ‘spouwankers’ genoemd. Ter aanvulling van het artikel ‘Invloed van de EPB op het metselwerk’ (zie de WTCB-Dossiers 2011/4.5), heeft het WTCB een studie gevoerd naar de spouwhaken en hun mechanische gedrag in het bijzonder (*).

We willen er allereerst aan herinneren dat het gebruik van spouwhaken in combinatie met doorheen het isolatiemateriaal bevestigde pluggen – naar onze mening – het voordeel biedt dat ze tijdens hun plaatsing geen risico op een beschadiging van de stijve isolatieplaten met zich meebrengen.

Bepaalde op de Belgische markt verkrijgbare gegalvaniseerde haken zijn voorzien van een zinklaag van om en bij de 60 g/m², hetzij een dikte van 8,5 µm, wat overeenkomt met het materiaal dat in de norm NBN EN 845-1 het referentienummer 20 krijgt. De Eurocode 6 raadt het gebruik van dit type ankers echter af in buitentoepassingen (blootstellingsklassen MX2 tot MX5) en beveelt een minimale zinklaag van 710 g/m², hetzij een dikte van 100 µm, aan (materialen met de referentienummers 8, 9 of 10) voor buitenomgevingen (blootstellingsklassen MX2 en MX3) die niet ‘zilt’ (MX4) of chemisch agressief zijn (MX5). Spouwhaken met een dunnere zinklaag mogen slechts in voornoemde omstandigheden gebruikt worden wanneer men hiertoe de expliciete toestemming van de fabrikant heeft. De zinklaag mag echter nooit dunner zijn dan 105 g/m² of 15 µm.

Hoewel de experimentele studie van de mechanische prestaties niet exhaustief was, heeft ze bevestigd dat het risico op uitknikken bij de door ons op druk beproefde haken in spouwen met een aanzienlijke breedte (± 210 mm) reëel was. De opgetekende druksterktewaarden lagen hierbij gevoelig lager dan de treksterktewaarden.



Spouwhaken die in de mortellaag van de dragende wand ingewerkt zijn

Bij de stalen haken met een kunststof plug die in het metselwerk geboord werden na het optrekken ervan werd er niet alleen een bezwijking vastgesteld door het uitknikken, maar ook door de doorboring van het uiteinde van de plug door de metalen staaf. Hierbij lagen de waarden van de kniksterkte en de weerstand tegen doorboring echter hoger dan de treksterktewaarden. Deze laatste worden beïnvloed door de perforaties in de metselstenen en blijven – althans volgens onze proefresultaten – kleiner dan de sterkte waarden van een in de mortel ingewerkte haak.

De op de markt beschikbare spouwhaken moeten dus steeds gekarakteriseerd worden door het referentienummer van het materiaal (zie lijst in de norm NBN EN 845-1) en gekozen worden in functie van de blootstellingsklasse van het

metselwerk (zie de Eurocode 6, deel 2) die het risico op de corrosie van de haak bepaalt. Bovendien moet hun prestatieverklaring melding maken van de trek- en druksterkte, conform de norm NBN EN 845-1, zodat men het aantal haken dat nodig is om weerstand te kunnen bieden aan de windbelasting, juist kan bepalen (minstens vijf per m²).

De tabel op de volgende pagina geeft een overzicht van de essentiële punten met betrekking tot de stalen spouwhaken ter vergemakkelijking van de keuze en ter bepaling van het aantal. Hij geeft eveneens een aantal bijkomende inlichtingen hieromtrent.

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

Dit artikel werd opgesteld met de steun van het IWT, in het kader van het traject ‘Metselwerk IV: Innovaties in de metselwerksector: implementering door innovatievolgers’.

(*) Voor meer informatie over de resultaten van deze studie, verwijzen we de geïnteresseerde lezer naar het artikel ‘Experimental parametric study on the performance of wall ties’ (enkel beschikbaar in het Engels) op www.wtcb.be.

Checklist met betrekking tot de stalen spouwhaken ⁽¹⁾ voor een spouwmuur in een buitenomgeving

Eigenschappen			Voorschriften en beschrijving	
Conformiteit BPR (Bouwproductenrichtlijn) – CE-markering			■ NBN EN 845-1 ⁽²⁾	
Bestemming			■ Verbinding tussen het buitenspouwblad en de dragende wand	
Type anker en wijze van bevestiging aan de dragende wand			☐ Asymmetrisch ☐ Symmetrisch	
			☐ Recht anker (horizontaal) ☐ Hellingsanker ⁽³⁾	
			☐ Courant gebruik ☐ Bewegingstoelatend ⁽³⁾	☐ Ingewerkt in de mortel ☐ Met pluggen (bv. kunststof schotelplug) ☐ Geschroefd (houten dragende wand)
			☐ Slotanker	
Minimale nominale dikte van de mortelvoeg (indien van toepassing)			Uiteinde 1:	10 mm (bijvoorbeeld)
			Uiteinde 2 (kant van de dragende wand):	3 mm (bijvoorbeeld)
Minimale verankeringslengte in de mortelvoeg (≥ 30 mm) (indien van toepassing)			Uiteinde 1:	40 mm (bijvoorbeeld)
			Uiteinde 2 (kant van de dragende wand):	60 mm (bijvoorbeeld)
Nominale breedte van de spouw (afstand tussen de twee wanden)			170 mm (of een luchtsouw van 30 mm en een isolatieplaat van 140 mm dik) (bijvoorbeeld)	
Totale lengte van de haak			270 mm (40 mm + 60 mm + 170 mm = 270 mm) (bijvoorbeeld)	
Druiprand			☐ Neen ☐ Ja (geprofileerd centraal deel met druiprand – dichtingsring – helling naar de buitenwand toe)	
Referentienummer van het materiaal Keuze van een corrosiebeschermingssysteem in functie van de blootstellingsklassen (zie Eurocode 6, deel 2, 'Uitvoering' (NBN EN 1996-2))	Blootstellingsklasse	☐ MX2 (blootstelling aan vocht) of MX3 (blootstelling aan vocht en vorst-dooicycli)	☐ Ref. nr. 1: austenitisch roestvast staal (molybdeen-chroom-nikkellegeringen) ('Inox 316') ☐ Ref. nr. 3: austenitisch roestvast staal (chroom-nikkellegeringen) ('Inox 304') ☐ Ref. nr. 8 – ☐ Ref. nr. 9 – ☐ Ref. nr. 10: onderdeel in verzinkt staal ≥ 710 g/m ² , hetzij ≥ 100 µm galvanisatiedikte ☐ Andere: ⁽⁴⁾	
		☐ MX4 (blootstelling aan met zout verzadigde lucht, zeewater of dooizouten)	☐ Ref. nr. 1: austenitisch roestvast staal (molybdeen-chroom-nikkellegeringen) ('Inox 316') ☐ Andere: ⁽⁴⁾	
		☐ MX5 (chemisch agressieve omgeving)	☐ ⁽⁵⁾	
Aantal haken per m ² (n_t)	$n_t \geq W_{ed}/F_d$ ⁽⁶⁾ (en $n_t \geq 5$)		☐ ≥ 5 haken/m ² ☐ ≥ 7 haken/m ²	☐ ≥ 6 haken/m ² ☐ $\geq$

⁽¹⁾ Er mogen eveneens andere materiaaltypes aangewend worden (andere metalen, kunststof).

⁽²⁾ De norm NBN EN 845-1 eist dat de producent zowel de druksterkte als de treksterkte van de haken declareert en dit, in functie van hun maximaal toelaatbare helling, de breedte van de spouw (afstand tussen de wanden) en de beschouwde metselwerkelementen (metselstenen en mortel).

⁽³⁾ In het geval van bewegingstoelatende en hellingsankers moeten respectievelijk het maximaal toelaatbare bewegingsbereik en de maximaal en minimaal toelaatbare helling gedeclareerd en tijdens de uitvoering nageleefd worden.

⁽⁴⁾ Het gebruik van materialen met andere referentienummers uit de norm NBN EN 845-1 is niet uitgesloten. In voorkomend geval dient men echter wel de fabrikant of een specialist te raadplegen voor advies in verband met de specifieke rekenvoorwaarden.

⁽⁵⁾ Hiervoor kunnen enkel roestvast staal (referentienummers 1 en 3) en kunststof (referentienummer 2) in overweging genomen worden. Verder dient men steeds de fabrikant of een specialist te raadplegen voor advies in verband met de specifieke rekenvoorwaarden.

⁽⁶⁾ Zie de Eurocode 6 (NBN EN 1996-1-1 § 6.5). W_{ed} is de rekenwaarde van de totale horizontale windbelasting die bepaald wordt volgens de norm NBN EN 1991-1-4 ANB. F_d is de rekenwaarde van de druksterkte van het anker. Deze waarde wordt bepaald door de karakteristieke druksterkte F_k te delen door een partiële veiligheidscoëfficiënt op het materiaal γ_m , die vastgelegd wordt volgens de norm NBN EN 1996-1-1 ANB ($F_d = F_k/\gamma_m$). Bij een normale controle van de werken is $\gamma_m = 2,7$. In het geval van deze ankers, stemt de karakteristieke druksterkte overeen met de gemiddelde waarde van de proefresultaten ⁽²⁾.



Soms kan het moeilijk zijn om de windbelastingen op een plat dak te bepalen. Dit geldt in het bijzonder voor gebouwen met een complexe vorm, aangezien de geldende normen deze belastingen enkel opgeven voor gebouwen met een eenvoudige geometrie. Het is nochtans belangrijk om de windbelastingen op de daken te kennen met het oog op de correcte dimensionering van de ballast, de mechanische bevestigingen of de verlijming die te voorzien zijn om de verschillende lagen van de dakopbouw op hun plaats te houden. De berekening van de windbelastingen werd reeds besproken in de WTCB-Dossiers 2010/4.3. In dit artikel spitsen we ons toe op de beschrijving van de verschillende drukzones die op complexere daken in aanmerking genomen moeten worden.

Windbelastingen op platte daken

Hoek- en randzones in de Eurocode

Teneinde rekening te houden met de aanwezigheid van zones met grote plaatselijke onderdrukken op platte daken, verdeelt de Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-4) het dakoppervlak op in vier verschillende zones:

- de hoekzones (F)
- de randzones (G)
- twee zones in het midden van het dak (H en I).

Deze laatste twee zones worden in de TV 239 respectievelijk 'middenzone 1' en

'middenzone 2' genoemd. De afmetingen van deze zones zijn afhankelijk van de afmetingen van het gebouw en van de windrichting. Door de situatie achtereenvolgens voor elke mogelijke windrichting te beschouwen, is het mogelijk om een kaart met drukzones (zie afbeelding 1) op te stellen die onafhankelijk is van de windrichting in kwestie.

De afmetingen van de aldus bekomen zones worden bepaald door twee parameters: e_1 en e_2 , die respectievelijk de kleinste waarde tussen de afmetingen d_1 of d_2 van het gebouw en het dubbel van de hoogte van het dak (h) voorstellen.

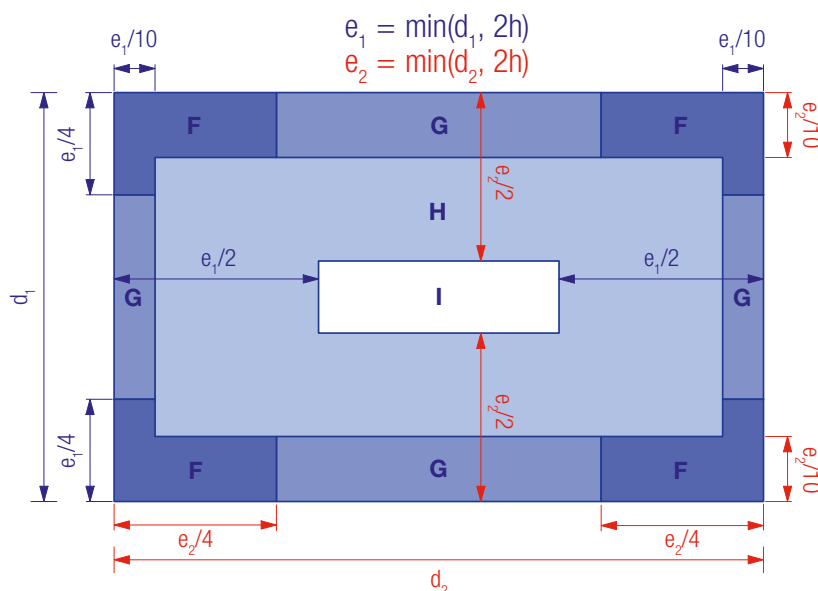
Wanneer de twee afmetingen van het gebouw (d_1 en d_2) kleiner zijn dan of gelijk zijn aan het dubbel van de hoogte van het dak (h), is er geen zone I (zone waarin de windbelasting aanzienlijk beperkt is). In voorkomend geval omvat de zone H de volledige middenzone van het dak.

De windbelastingen die in elke zone in aanmerking genomen moeten worden, komen zowel in de lange versie van dit artikel, als in bijlage 5 van de TV 239 aan bod.

Gebouwen met verschillende niveaus

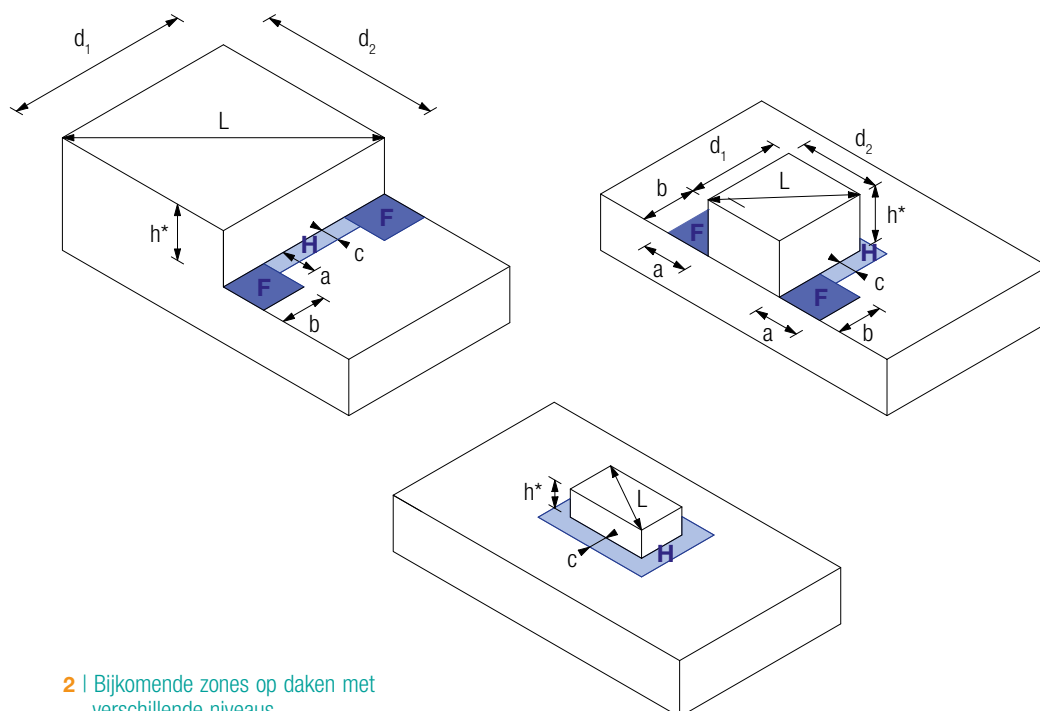
Wanneer een dak meerdere niveaus telt en het hoogteverschil tussen deze niveaus (h^*) groter is dan de breedte van de randzones van het omhullende gebouw (*), moet elk niveau afzonderlijk berekend worden in functie van zijn eigen afmetingen en zijn hoogte ten opzichte van de grond. De nationale Belgische bijlage van de Eurocode 1 voorziet bovendien nog een aantal bijkomende zones ter hoogte van de elementen die uitsteken ten opzichte van het dak.

Zoals weergegeven in afbeelding 2 op de volgende pagina, gaat het enerzijds om de aan de rand van het dak gelegen hoekzones (F) ter hoogte van de muren die de verschillende niveaus van elkaar scheiden, en anderzijds om een zone H rondom alle elementen die uitsteken ten opzichte van het dakeniveau. Deze



1 | Afmetingen van de hoek-, rand- en middenzones van een plat dak (los van de windrichting) (h = hoogte van het dak)

(*) Dat wil zeggen dat men voor de berekening van de afmetingen van deze randzones het hoogste dakeniveau hanteert.



2 | Bijkomende zones op daken met verschillende niveaus

laatste zone moet uiteraard enkel in beschouwing genomen worden wanneer de uitstekende elementen zich in de zone I van het dak bevinden. In voorkomend geval is het echter wel essentieel dat deze in aanmerking genomen wordt, vermits de onderdrukken in zone H tot zes keer groter kunnen zijn dan in zone I.

L-vormige gebouwen met verschillende niveaus

Voor de bijkomende hoekzones van het onderste niveau, dient men terug te grijpen naar voornoemde richtlijnen door een fictieve gebouwzone te beschouwen die het onderste niveau aanvult (indien dit niveau smaller is dan het bovenste niveau). Wanneer het reële

dak de bijkomende hoekzone van het volledige gebouw al dan niet compleet overlapt, zijn er twee mogelijkheden: in het eerste geval blijft deze zone bestaan (zie afbeelding 3B), in het tweede geval verdwijnt ze (zie afbeelding 3C).

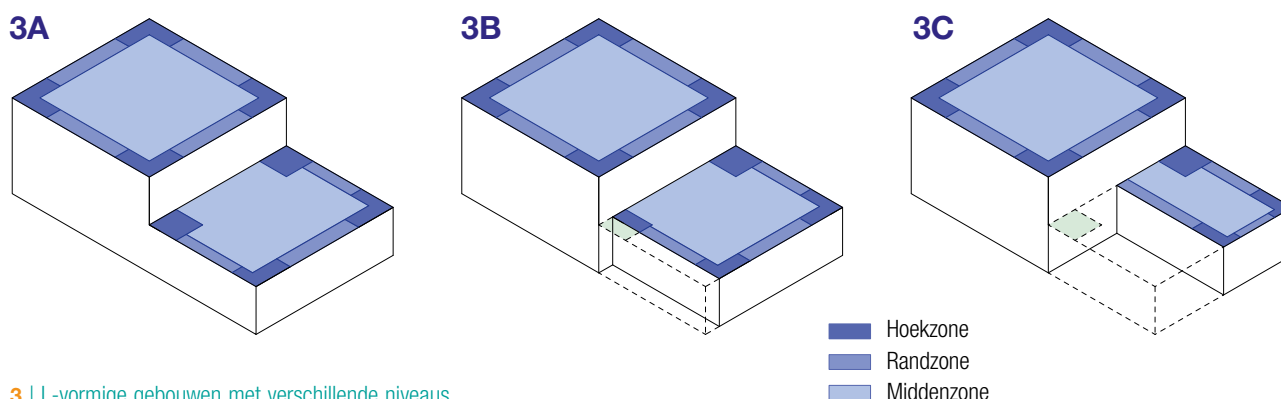
Besluit

Dit artikel stelt enkele praktische oplossingen voor ter bepaling van de afmetingen van de windzones op daken van gebouwen met verschillende hoogtes. In de lange versie van dit artikel komen bovendien nog een aantal andere geometrieën, zoals L-, T- of Y-vormige daken, aan bod. Verder wordt er een vereenvoudigde methode opgegeven waarmee quasi elke complexe geometrie

beoordeeld kan worden. De lange versie spitst zich eveneens toe op de eigenlijke berekening van de windbelasting.

Wij willen er ten slotte op wijzen dat de dimensioneringsberekeningen, evenals deze van de windbelasting, ten laste vallen van de ontwerper en niet van de aannemer die de werken uitvoert. De ontwerper moet de resultaten van deze berekeningen bovendien ook doorgeven aan het dichtingsbedrijf dat moet bepalen of het beoogde dichtingssysteem al dan niet in staat zal zijn om de verwachte windbelastingen op te nemen. **I**

*G. Zarmati, ir., projectleider,
laboratorium Structures, WTCB*



3 | L-vormige gebouwen met verschillende niveaus



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2016/2.5

‘Groene steden’ passen in het kader van duurzame ontwikkeling en ecologische stedenbouw. Ze hebben tot doel om de stadsinfrastructuur en de natuur met elkaar te verzoenen en de levenskwaliteit van de burgers te verbeteren. De constante stijging van het aantal groendaken in ons land vormt het bewijs bij uitstek dat ze hun plaats in de stedelijke architectuur gevonden hebben. Dit succes is te danken aan de vele voordelen die dit daktype te bieden heeft. De in België minder bekende en recentere groene wanden gaan verder op dit elan.

Groene wanden voor duurzame gebouwen en steden

1 Voordelen van groene wanden

De Brusselse visionaire architect Luc Schuiten beschrijft de esthetische waarde van groene wanden als volgt: “De verticale tuin is een middel om de littekens van de wonden in het stedelijke weefsel te helen. Door zijn poëtische karakter biedt de verticale tuin een tegenwicht voor de louter technische, rationele ontwikkeling van de stad”. Dergelijke wanden, die niet alleen in het buitenland, maar stilaan ook in ons land in opmars zijn, kunnen zelfs met een beperkte grondoppervlakte een nieuwe uitstraling geven aan onbenutte of oude gevels. Deze wanden dragen bovendien bij tot de vermindering van het stedelijke hitte-eilandeffect. Gelet op het feit dat planten koolstof en fijn stof wegfilteren en ozon absorberen, kan de aanwezigheid van groen in de stad eveneens een positieve invloed hebben op de luchtkwaliteit en de klimaatmitigatie. Het is evenzeer gunstig voor de beweging en de gezondheid van de stadsbewoners. Zo heeft het rustgevoel dat teweeggebracht wordt door het zicht op een groene wand een positieve impact op de samenleving

en op het genezingsproces van patiënten in verzorgingsinstellingen. Groene wanden kunnen tevens helpen bij de absorptie van lawaai van buitenaf en bieden bescherming aan de gevel (bv. een vermindering van de oppervlaktetemperatuur van en de windsnelheid bij de gevels). Tot slot kunnen deze wanden een zeker prestige geven aan de activiteit of het gebouw van het bedrijf of de eigenaar.

2 Soorten groene wanden

‘Groene wand’ (*green wall*) is een algemene term om begroende gevels te definiëren. Hierbij kan er een onderscheid gemaakt worden tussen groene gevels, die direct of indirect grondgebonden zijn en *Living Wall Systems*, die gevelgebonden zijn (zie afbeelding 1).

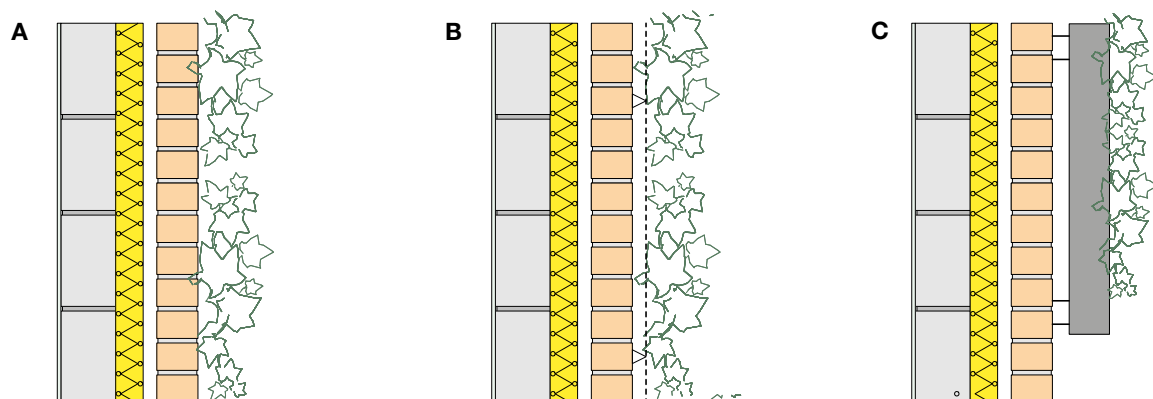
2.1 Grondgebonden groene gevels

Bij grondgebonden groene gevels (*green facades*) wordt er aan de voet

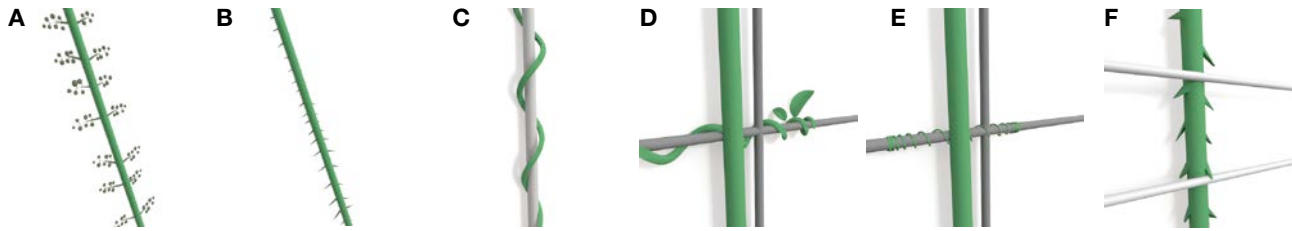
van de gevel een plant in de volle grond geplaatst die met (indirect, zie B in afbeelding 1) of zonder (direct, zie A in afbeelding 1) klimhulp de gevel begroent. Het voordeel van dit systeem is dat het een goedkope en duurzame oplossing is. Het nadeel is dan weer dat men niet meteen na de aanplanting kan genieten van het resultaat, vermits de plant tijd nodig heeft om te groeien. Klimplanten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- hechters (zie afbeelding 2, A en B): dit zijn planten die rechtstreeks tegen de gevel aan groeien. Het bekendste voorbeeld hiervan is klimop
- winders (2C), rankers (2D en 2E) en enteraars (2F): deze hebben een klimhulp nodig om de gevel te begroenen.

Soms staat men ietwat wantrouwig tegenover groene wanden omdat bepaalde klimplanten aanleiding kunnen geven tot een beschadiging van de muren. Dit kan echter vermeden worden door de juiste planten en, indien nodig, klimhulpen toe te passen. Bij muren waarvan men vermoedt dat er schade



1 | Principeschema van een directe (A) en een indirecte (B) grondgebonden groene gevel en van een gevelgebonden *Living Wall System* (C)



2 | Indeling van de klimplanten

kan optreden door directe begroening (zie afbeelding 1A), kan men bijvoorbeeld beter opteren voor groene wanden van het type B of C (zie afbeelding 1).

2.2 Living Wall Systems of gevelgebonden groen

Met *Living Wall Systems* wordt het zogenoemde gevelgebonden groen bedoeld. Hierbij wortelt de plant niet in de volle grond onderaan de gevel, maar wordt er een systeem aan de muur bevestigd waarin de planten aangebracht worden. Deze systemen kunnen onder meer samengesteld worden uit voorgecultiveerde panelen, modules, plantenbakken, zakken of geotextiel (zie afbeelding 3). Deze techniek van de *mur végétal* (groene muur) kent zijn oorsprong bij de Franse botanist Patrick Blanc. Bij dit soort systemen is er, in tegenstelling tot bij de grondgebonden systemen, meestal een irrigatiesysteem nodig om de planten van voldoende water en voedingsstoffen te voorzien. De panelen en modules worden meestal voorbegrœid in een kwekerij zodat er meteen na de installatie een zichtbaar resultaat is. Hierbij is een functioneel en doelmatig onderhoud essentieel: een slechte nazorg kan er immers toe leiden dat zelfs de mooiste

groene wand mislukt. Daarom strekt het tot aanbeveling om een onderhoudscontract met de plaatsers af te sluiten.

De *Living Wall Systems* kunnen nog verder opgedeeld worden aan de hand van het substraat (d.i. de laag waarin de vegetatie geplant wordt). Er wordt een onderscheid gemaakt tussen inerte en organische substraten. Eerstgenoemde substraten zijn doorgaans opgebouwd uit steenwol, lavakorrels, textiel en andere. In dit geval worden de planten in water gekweekt, waaraan de noodzakelijke voedingsstoffen toegevoegd worden (hydrocultuur). Organische substraten zijn dan weer voornamelijk samengesteld uit potgrond, veenmos, enzovoort.

Hoewel de relatief hoge kostprijs van de *Living Wall Systems* de potentiële gebruikers in bepaalde gevallen kan afschrikken, wordt er momenteel naar nieuwe geoptimaliseerde oplossingen gezocht die de initiële investerings- en onderhoudskosten beperken. Zo kan men in nieuwbouw de traditionele gevelbekleding (bv. gevelstenen) vervangen door een groenewandsysteem dat uitgerust wordt met de nodige voorzieningen om de waterdichtheid van de gevel te garanderen (bv. een aangepast regenscherm).

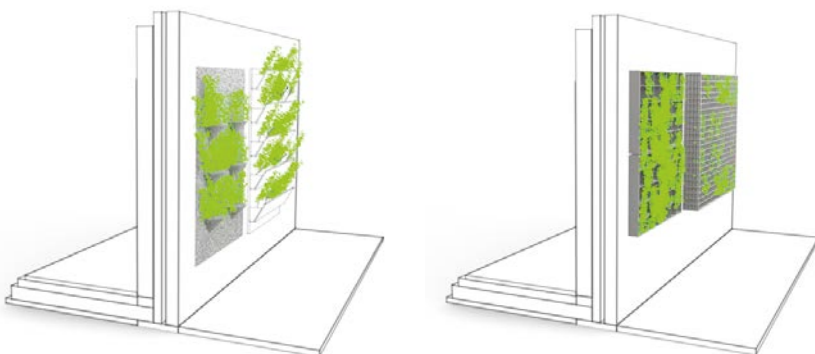
Op 1 september 2015 is in dit kader het VIS-traject 'Groen bouwen: groene gevels voor duurzame gebouwen en steden' van start gegaan. Dit project wordt financieel gesteund door het VLAIO (het vroegere IWT) en wordt gecoördineerd door het WTCB in samenwerking met de verschillende betrokken sectoren. De doelstelling ervan is om een betere kennis te krijgen van de bestaande groenewandsystemen en hun voor- en nadelen. De huidige kennis is immers zeer gefragmenteerd en komt meestal uit het buitenland waardoor ze moeilijk doorstroomt naar de Belgische bedrijven. Daarom streeft dit project een unieke holistische benadering na. De integratie van een bouwkundige, plantkundige en milieukundige benadering heeft als oogmerk om de totaalwaarde van de verticale groensystemen te benadrukken.

3 Besluit

Het actuele gebrek aan technische en wetenschappelijke kennis over groene wanden leidt nog te vaak tot slechte keuzes en beslissingen. Daarom streeft het VIS-traject ernaar om de vooroordelen ten opzichte van dit wandtype weg te werken en het vertrouwen in deze systemen te doen groeien. Dit kan door reeds vanaf het gevelontwerp een correcte keuze te maken, zowel wat de constructieve (bevestiging, stabiliteit, windweerstand, brandveiligheid ...) als de plantkundige (plantkeuze, substraat, irrigatie, klimhulp ...) aspecten betreft. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de website www.gevelgroen.be.

I. Knoops, arch. ing., onderzoeker, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB
Y. Martin, ir., afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB

3 | Schematische weergave van verschillende types *Living Wall Systems*



Beglazingen en buitenschrijnwerk waarboven zich beton, metselwerk of cementgebonden gevelpanelen bevinden, worden soms ontsierd door lopers die – zelfs mits een herhaalde reiniging – na verloop van tijd opnieuw tevoorschijn komen. Bij gebrek aan een periodiek onderhoud kunnen deze lopers bovendien hechtende sporen nalaten die niet meer verwijderd kunnen worden. Dit artikel geeft meer toelichting bij de oorzaak van dit verschijnsel alsook bij het vermijden en remediëren ervan.

Lopers op schrijnwerk en gevelbeglazing

1 Oorzaak

Het optreden van lopers op gevelbeglazingen of buitenschrijnwerk wordt veroorzaakt door regenwater dat afloopt van de cementgebonden materialen waaruit de boven het schrijnwerk en de beglazing gelegen geveldelen opgebouwd zijn. Deze witgrijze lopers zijn in feite materiaalafzettingen en doen zich voor onder de vorm van spatten of strepen. Het gaat hier dus niet om een aantasting van het glasoppervlak door het basische milieu, zoals vaak gedacht wordt.

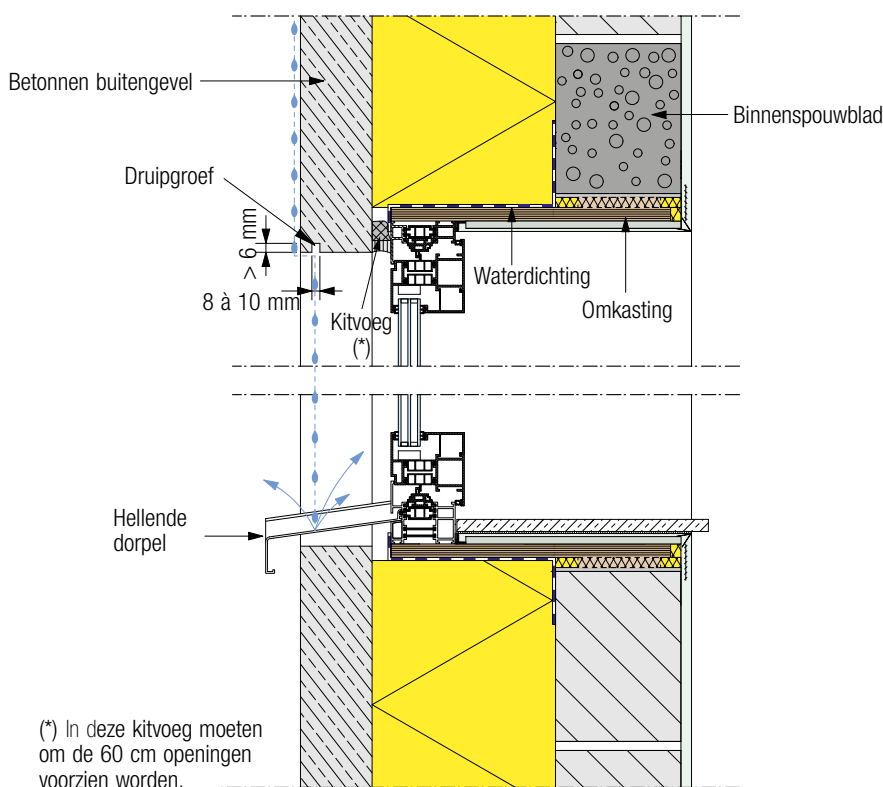
Bij het afvloeien van regenwater wordt er steeds een deel van de oplosbare cementverbindingen uit het beton, de cementgebonden gevelpanelen of de cementmortel meegevoerd. Door de binding van het cement worden er niet alleen calcium-, kalium- en natriumhydroxide gevormd, maar soms ook alkalische silicaten. Indien het met deze stoffen beladen regenwater terechtkomt op het buitenschrijnwerk of de beglazing, kunnen er lopers ontstaan die na inwerking met de uit de atmosfeer afkomstige CO₂ of verontreinigende stoffen zoals siliciumdioxide, onoplosbare of weinig oplosbare afzettingen vormen.

2 Preventie

Teneinde lopers op de gevelbeglazing te vermijden, kan men de hoeveelheid regenwater die vanaf de gevel over de beglazing heen loopt, trachten te beperken. Hiertoe dient men bijzondere aandacht te schenken aan de positie van het schrijnwerk. Zo kan men voor schrijnwerk dat in het gevelvlak ligt of uit de gevel uitkraagt deflectoren boven het raam voorzien. Vermits er in het geval van een uitkragende plaatsing of een plaatsing in het gevelvlak bovendien een risico op waterinfiltraties bestaat, dient men ook hiervoor de nodige maatregelen te treffen (bv. het aanbrengen van waterkerende membranen uit EPDM).

Indien de buitengevel pas naderhand opgetrokken wordt, is het daarenboven essentieel om het schrijnwerk en de beglazing tijdens de bouwphase te beschermen tegen regenwater dat van cementgebonden materialen in het binnenspouwblad afvloeit, en zo snel mogelijk over te gaan tot de reiniging ervan indien alsnog lopers zouden ontstaan.

Uitkragende of betonnen gevelelementen moeten aan hun onderzijde van een adequate druiplijst voorzien worden om te vermijden dat er regenwater over het raam en de beglazing zou stromen. Deze druiplijst of -groef dient bij voorkeur ongeveer 8 tot 10 mm breed en 6 mm diep te zijn. Om te voorkomen dat het opspatten van het afdruipe water aanleiding zou geven tot afzettingen op de onderregels van het schrijnwerk en de onderzijde van de beglazing, zou een vrij grote dorpelhelling noodzakelijk zijn. In de praktijk vertonen dorpels echter vaak een helling van om en bij de 5°.



1 | Afdruipe en opspatten van regenwater op een dorpel



Indien er ondanks voornoemde maatregelen toch lopers op het schrijnwerk en de beglazing vastgesteld worden, dient men deze zo spoedig mogelijk te verwijderen en over te gaan tot een regelmatige reiniging van het oppervlak.

Bovendien kan een waterwerende oppervlaktebehandeling van de bovenliggende gevel dit fenomeen beperken.

3 Remedies

3.1 Verwijdering van lopers op de beglazing

Indien er na het normale onderhoud lopers op de beglazing zichtbaar blijven, kan men zijn toevlucht nemen tot twee reinigingswijzen. De eerste methode bestaat erin het glasoppervlak te polijsten met behulp van een zacht schuurmiddel (zoals ceriumoxydepoe-der). Hiertoe brengt men een kleine hoeveelheid ceriumoxyde en enkele druppels water aan op een poetsdoekje, waarmee men voorzichtig met een roterende beweging over het glas wrijft. Het gebruik van een schuursponsje is uit den boze, vermits dit krassen in de beglazing kan veroorzaken.

Het dient vermeld te worden dat deze methode enkel toepasbaar is bij lopers met een beperkte dikte en niet altijd tot het verwachte resultaat leidt. Bovendien is de uitvoering ervan *in situ* eerder omslachtig.

De tweede methode bestaat erin de beglazing chemisch te reinigen. Dit is vooral nuttig bij significantere afzettingen. Naargelang van het samenstellende materiaal van de lopers, zal een verdund mineraal zuur (bv. zoutzuur)

De efficiëntste reinigingsmethode bestaat erin de beglazing te reinigen met behulp van een zuuroplossing.

of fluorwaterstofzuur bij siliciumhoudende afzettingen, doeltreffend zijn. Aangezien deze siliciumoplosser in de regel gebruikt wordt als etsvloei-stof om beglazingen mat te maken, spreekt het voor zich dat dit product met kennis van zaken samengesteld moet worden. In onze bouwproductendatabank (www.techcom.be) is een niet-exhaustieve lijst van verkrijgbare oplossingen opgenomen.

Bij beglazingen met een coating aan de buitenzijde wensen we aan te stippen dat niet alleen de chemische, maar ook de mechanische reiniging onvermijdelijk gepaard zal gaan met een beschadiging van de coating.

3.2 Verwijdering van lopers op het buitenschrijnwerk

Voor de reiniging van het schrijnwerk kan er eveneens een chemische reiniging overwogen worden, voor zover het materiaal niet door het aangewende product aangetast wordt. Zo is uit enkele door het WTCB uitgevoerde indicatieve laboratoriumproeven gebleken dat buitenschrijnwerk uit PVC zonder folie (met een contacttijd van circa 30 minuten) of uit gepoederlakt aluminium (met een contacttijd van maximaal 5 minuten) met succes met voornoemde fluorwaterstofzuuroplossing (4 à 5 % HF) gereinigd kan worden. Bij een langere contacttijd werd echter een aantasting van de glansgraad

van het gepoederlakte aluminium vastgesteld.

Bij schrijnwerk uit geanodiseerd aluminium treedt vaak reeds bij het ontstaan van de lopers een beschadiging van de anodisatie op, zodat een loutere reiniging geen soelaas brengt. Dergelijke raamkaders dienen na hun plaatsing dan ook adequaat beschermd te worden. Indien er naderhand toch lopers optreden, is het cruciaal om deze zo spoedig mogelijk te verwijderen met een overmaat aan water.

Ook voor houten raamkaders kan men teruggrijpen naar een chemische reiniging, maar dient men rekening te houden met een mogelijke aspectwijziging van de afwerking (bv. een aantasting van de glansgraad). Dit probleem kan echter verholpen worden door het houtoppervlak op te schuren en de afwerking te vernieuwen.

Het strekt niettemin tot aanbeveling om, alvorens chemische producten op het hele oppervlak aan te brengen, steeds een oriënterende proef uit te voeren op een klein oppervlak dat minder in het zicht gelegen is.

F. Caluwaerts, ing., senior hoofdadviseur, afdeling Technisch advies, WTCB

V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB

P. Steenhoudt, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwchemie, WTCB

Belangrijk

Gelet op het zure karakter van de chemische reinigingsproducten is het belangrijk om hier voorzichtig mee om te springen. Een minder oordeelkundig gebruik ervan kan immers aanleiding geven tot een beschadiging van de omringende onderdelen. Het is dan ook van primordiaal belang om voor elk product het veiligheidsinformatieblad te raadplegen en nauwgezet op te volgen. Bovendien dient men de nodige persoonlijke beschermingsmaatregelen te treffen, een beschermingsfolie aan te brengen op de natuurstenen dorpels en de aanpalende oppervlakken te verzadigen met zuiver water.



De courant gebruikte reinigingsmethoden voor biologisch vervuilde bouwdelen zijn omwille van het gebruik van hoge waterdrukken en chemicaliën veelal schadelijk voor de ondergrond, de gezondheid van de gebruiker en het milieu. Gelet op hun gerichte en minder schadelijke werking, zouden de reeds in bepaalde reinigingsmiddelen toegepaste enzymen (bv. voor de verwijdering van vlekken uit natuursteen) in deze context een goed alternatief kunnen vormen. Dit artikel gaat dieper in op de biologische vervuiling en maakt een vergelijking van de klassieke reinigingsbehandeling met de enzymgebaseerde reiniging.

Enzymgebaseerde reiniging van biologisch vervuilde bouwdelen

Biologische vervuiling van bouwdelen

Een biologische vervuiling wordt veroorzaakt door het samenleven van verschillende organismen zoals bacteriën, cyanobacteriën en algen. Deze bouwen rondom zich een slijm laag op die enerzijds voor een goede aanhechting aan het oppervlak zorgt en anderzijds de uitbreiding van de vervuiling met complexere organismen zoals korstmossen, mossen en zelfs planten in de hand werkt.

Cyanobacteriën, algen, mossen en korstmossen doen net zoals planten aan fotosynthese. Dit betekent dat ze voor hun voedingsstoffen slechts in zeer beperkte mate afhankelijk zijn van het oppervlak waarop ze groeien. De beschikbaarheid van water vormt echter wel een noodzakelijke vereiste om hun groei mogelijk te maken. De voornaamste vochtbronnen voor de gebouwschil zijn (windgedreven) regenval en afstroming, alsook oppervlaktecondensatie. Dit laatste verschijnsel treedt op wanneer de oppervlakte-temperatuur onder het dauwpunt van de omgevingslucht daalt. Enkele huidige bouw trends, waaronder het gebruik van

systemen met een beperkte thermische inertie, zorgen voor een stijging van de gevoeligheid van de gebouwschil voor condensatiefenomenen en van het ermee gepaard gaande risico op de ontwikkeling van een biologische vervuiling.

In een vroeg ontwikkelingsstadium vormt een biologische vervuiling voornamelijk een esthetisch probleem. Naarmate deze vervuiling zich voortzet, verhoogt echter ook het risico op beschadigingen. Zo kunnen mossen die tussen de randen van een dakbedekking groeien, fungeren als een waterreservoir, wat leidt tot een verhoogde capillaire opzuiging tussen de materialen. De organismen kunnen tevens een versnelde verwerking van het oppervlak en microscheurtjes met zich meebrengen, door bijvoorbeeld bepaalde zuren uit te scheiden of vocht langer vast te houden.

Klassieke reinigingsbenadering

Een enquête onder professionele reinigingsbedrijven toonde aan dat de reiniging van biologisch vervuilde dakoppervlakken meestal bestaat uit een waterdrukreiniging en een nabehan-

deling met een biocidegebaseerd (*) product. De tweede meest gebruikte methode bestaat uit een voorbehandeling met een biocide gevolgd door een waterdrukreiniging. Hiertoe worden hoofdzakelijk chemische mengsels aangewend die als actief bestanddeel een quaternaire ammoniumverbinding bevatten. Dergelijke producten vallen onder de biocideregelgeving, wat betekent dat het op de Belgische markt aanbieden en het gebruik ervan toegestaan is mits toelating van de Federale Overheidsdienst 'Volksgezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu'. Dit blijft nog zeker zo tot 2019 wanneer op basis van een beoordelingsprogramma dat het effect van bestaande werkzame stoffen (waaronder quaternaire ammoniumverbindingen) op mens, dier en milieu onderzoekt, een advies uitgesproken zal worden over het gebruik van deze producten.

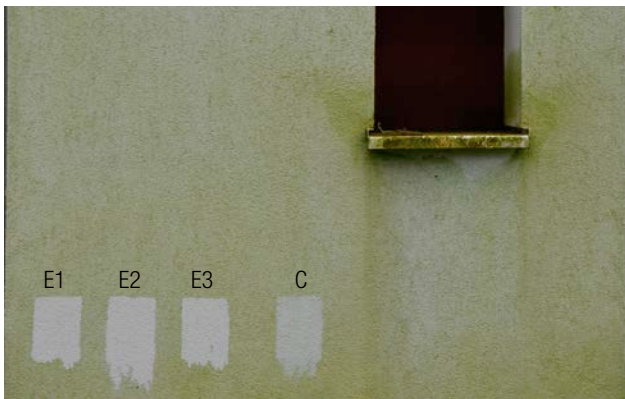
Enzymgebaseerde producten als alternatief

Hoewel enzymgebaseerde producten eveneens chemische mengsels zijn, bevatten deze als actief bestanddeel enzymen in plaats van een chemisch biocide. Enzymen zijn eiwitten die onder andere de bouwstenen en de aanhech-

1 | Pannendak vóór (links) en één week na (rechts) de toepassing van een enzymatisch product



(*) Een biocide is een werkzame stof die tot doel heeft schadelijke organismen te vernietigen, af te schrikken, onschadelijk te maken, de effecten daarvan te voorkomen of op een andere dan louter fysieke of mechanische wijze te bestrijden (Publicatieblad van de Europese Unie, L167, juni 2012).



2 | Resultaat na drie dagen inwerking van drie verschillende enzymgebaseerde producten (E1, E2 en E3) en één chemisch product (C) op een natuurlijk vergroende gevelpleister



3 | Toepassing van een enzymgebaseerd product door verneveling

ting van een biologische vervuiling kunnen afbreken. Momenteel zijn er op de Belgische markt reeds enkele enzymgebaseerde producten beschikbaar, die specifiek gericht zijn tegen de biologische of atmosferische vervuiling van buitenoppervlakken. Dergelijke producten vallen vooralsnog niet onder de biociderichtlijn.

In het kader van het onderzoeksproject 'RenoZym' werd de reinigingsefficiëntie van deze producten geëvalueerd in vergelijking met een klassiek quaternair ammoniumgebaseerd biocide en dit, voor verschillende biologisch vervuilde ondergronden, waaronder gevelpleisters, betonklinkers en kleidakpannen. Voor nagenoeg al deze enzymatische producten werd een drietal dagen na de toepassing ervan door verneveling en in een door de fabrikant aangeraden concentratie een reinigingseffect of alleszins een verkleuring van de vervuiling waargenomen (zie afbeeldingen 1 en

2). Bovendien werd er naderhand voor geen enkele van deze ondergronden een zichtbare beschadiging vastgesteld. Het bekomen reinigingseffect is echter afhankelijk van de vervuilingsgraad van het bouwdeel. Zo volstaat bij een vervuiling die voornamelijk uit algen en beginnende mosontwikkeling bestaat, de verneveling (zie afbeelding 3) en inwerking van het product onder de weersinvloeden om een afdoende reiniging te bekomen. Bij een gevorderde ontwikkeling (mossen en korstmossen) zal, naast de toepassing van het product, een extra waterdrukafspoeling nodig zijn. Door de voorbehandeling met het enzymgebaseerde product kan deze drukafspoeling echter tegen een lagere en tevens aan de ondergrond aangepaste druk gebeuren.

Voor genoemde enquête heeft aangetoond dat er binnen de sector reeds sporadisch gebruikgemaakt wordt van enzymati-

sche producten. Deze worden veelal als enige behandelingsstap toegepast op ondergronden zoals natuurleien of verweerde, oude dakbedekkingen.

Uit een risicobeoordeling van de toepassing van enzymgebaseerde producten in werfomstandigheden is gebleken dat er – in vergelijking met klassieke chemische biociden – effectief minder gevaren verbonden zijn aan hun gebruik. Het strekt echter wel steeds tot aanbeveling om de richtlijnen uit het veiligheidsinformatieblad van deze producten op te volgen.

J. Van Herreweghe, dr. ing., projectleider en K. Dinne, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium Microbiologie en gezondheid, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het 'RenoZym'-project, met de financiële steun van de Service public de Wallonie (DG06).

Praktische tips

- Aan te brengen door verneveling in een door de fabrikant aangeraden concentratie.
- Aan te brengen op een droge tot licht vochtige ondergrond bij droog weer (ook na toepassing moet de ondergrond gedurende minimum 24 uur droog blijven).
- Kunnen toegepast worden bij kouder weer (tot 5 °C), maar zijn actiever bij hogere temperaturen.
- Vermijd toepassing bij zeer hoge temperaturen (≥ 30 °C) en zeker op in de vlakke zon gelegen oppervlakken.
- Afhankelijk van de vervuilingsgraad, kan het aanbrengen en het laten inwerken van het product onder de weersinvloeden volstaan. Zo niet, is een extra waterdrukafspoeling bij aangepaste druk noodzakelijk.
- In het geval van een dakreiniging dient de dakafvoer naar de regenwatertank bij voorkeur afgeleid te worden naar de riolering tot na de eerste regenbui of dient de dakreiniging gecombineerd te worden met de lediging en reiniging van de regenwatertank.



Het Technische Comité 'BIM&ICT' is er klaar voor

Op 21 april jongstleden is het nieuwe Technische Comité '**BIM&ICT**' van het WTCB, onder impuls van zijn voorzitter *Thomas Vandenberg*, BIM-manager bij Besix, voor het eerst samengekomen. Dit Comité telt een zestigtal leden die tot taak hebben om hun specifieke beroepstak te vertegenwoordigen. Zodoende kunnen ze erop toezien dat de door het Comité gevoerde en gecoördineerde acties tegemoetkomen aan alle behoeften die tijdens de levenscyclus van de gebouwen en infrastructuren zouden kunnen ontstaan.

De prioriteiten van het Comité werden intussen gedefinieerd en er werden vijf werkgroepen, samengesteld uit bouwprofessionelen en WTCB-ingenieurs, opgericht om zich hierop toe te leggen. Binnenkort zal er op de website www.bimportal.be overigens ook een **nationaal portaal** gecreëerd worden dat volledig gewijd zal zijn aan de digitalisering van de sector en het gebruik van het BIM. Wij zullen u uiteraard op de hoogte houden van de lancering ervan.

Ten slotte willen wij er nog op wijzen dat er in de volgende uitgaven van de WTCB-Contact telkens twee pagina's uitgetrokken zullen worden voor dit nieuwe Comité.



5 BIM-prioriteiten – 5 werkgroepen

- Samenstelling van een op Belgisch niveau erkende classificatie
- Opstelling van uitwisselingsprotocols die aangepast zijn aan het contracttype of de aard van de werken
- Ontwikkeling van databanken van e-bouwproducten (generieke en fabrikant- of systeemeigen BIM-objecten)
- Behandeling van de juridische vragen die tijdens de toepassing van het BIM zouden kunnen rijzen
- Organisatie van opleidingen en creatie van competentieprofielen (bv. BIM-manager).



Is een schilder in staat om alle gebreken van de ondergrond weg te werken?

Neen. Zelfs bij schilderwerken met een uitvoeringsgraad III, waarbij het oppervlak volvlakig geplamuurd wordt, zodanig dat men een quasi uniforme textuur en gladheid bekomt, dient men rekening te houden met zeer geringe onvolkomenheden die bij scheerlicht of indirecte verlichting onvermijdelijk in het oog springen. Tevens spreekt het voor zich dat een dunlagige plamuur de algemene vlakheid van de ondergrond evenmin zal verbeteren.



Meer info

TV 249

Mag een houten vloerbekleding (bv. parket) geplaatst worden op een ondergrond die voorzien is van een vloerverwarmings-systeem?

Een houten vloerbekleding in combinatie met een vloerverwarmingssysteem is mogelijk, op voorwaarde dat bepaalde principes nageleefd worden (zo moet het vochtgehalte van de ondergrond onder een bepaalde grenswaarde blijven, moet er een protocol voor de inwerkingstelling van het verwarmingssysteem nageleefd worden, moet er een bepaalde lijm gebruikt worden, moet er geopteerd worden voor een stabiele houtsoort ...).



Meer info

TV 218, WTCB-Dossiers 2013/2.7 en 2014/3.8

Is de techniek van na-isolatie van bestaande spouwmuuren (waarbij de luchtspouw opgevuld wordt met een isolerend materiaal) altijd zonder meer toepasbaar?

Neen. Er zijn bepaalde voorwaarden verbonden aan de na-isolatie van spouwmuuren (bv. met betrekking tot de breedte van de luchtspouw). Soms zijn er bijkomende maatregelen nodig (voor of na de na-isolatie), afhankelijk van de blootstelling aan regen en de eigenschappen van het metselwerk.



Meer info

TV 246

Natuursteen is een product waarvan het vormingsproces door de aarde meerdere miljoenen jaren in beslag nam. Deze unieke productiewijze zorgt ervoor dat er een groot scala aan steentypes met elk zijn variatie aan kleuren en texturen (d.i. het uitzicht) beschikbaar is. Het uitzicht van een als bouwelement aangewende natuursteen is dan ook een belangrijk selectie criterium. Hoewel deze natuurlijke kleur- en textuurvariaties de mensen enorm aanspreken, mogen ze ook niet te groot zijn. In voorkomend geval kunnen ze de esthetiek van de vloer of de gevel immers in het gedrang brengen. In dit artikel, dat een aanvulling vormt op de WTCB-Dossiers 2015/3.13, willen we benadrukken dat men, alvorens terug te grijpen naar een kleurmeting, eerst dient over te gaan tot een beoordeling van het algemene uitzicht.

Kleurmetingen als hulpmiddel bij de oplevering van natuursteen

Contractuele stalen

In het ideale geval zou elke levering van natuursteenelementen vóór de plaatsing ervan gecontroleerd moeten

worden. Om discussies over de aanvaarding van de levering te vermijden (wat bijvoorbeeld kan gebeuren wanneer de aannemer of de bouwheer van oordeel is dat het uitzicht van de geleverde tegels

te sterk afwijkt van dat van de bestelde tegels), moeten de stenen vergeleken worden met de contractuele stalen, zoals vermeld in de productnormen NBN EN 1469, 12057 en 12058 (niet geldig voor maatwerk).

Kleurverschillen zijn grotendeels inherent aan natuursteen.

De contractuele stalen bestaan uit een reeks natuursteenelementen die een beeld moeten geven van het algemene uitzicht. Hoewel er hiervoor geen minimaal aantal tegels voorgeschreven is, wordt er per individuele tegel wel een minimale oppervlakte gedefinieerd, meer bepaald 0,01 m². Met het algemene uitzicht wordt het scala aan macroscopische kenmerken bedoeld die in de natuursteen in kwestie kunnen voorkomen. Het gaat hier onder meer om de kleur, de adering, de textuur, de oppervlakteafwerking en meer specifiek om de aanwezigheid van mineraalconcentraties en fossielen. De bouwheer en de aannemer dienen zich allebei akkoord te verklaren met deze stalen. Eenmaal zij hieromtrent hun goedkeuring gegeven hebben, kunnen de afwijkingen die binnen de grenzen van de contractuele stalen vallen niet langer aangehaald worden om de geleverde steenelementen af te keuren.

De beoordeling van het uitzichtsverschil tussen de referentiestalen en de te leveren of de geleverde natuursteentegels dient volgens de productnormen te

Uitvoering van een kleurmeting





Aantal noodzakelijke kleurmetingen in functie van de tegelgrootte

Tegeloppervlakte [cm ²]	Aantal kleurmetingen
400	5
1.600	12
3.600	18
6.400	24
10.000	30
14.400	36

gebeuren bij normaal daglicht, met het blote oog, vanop een afstand van twee meter en op manshoogte. We willen er niettemin op wijzen dat deze perceptuele beoordelingen van het steenuitzicht geen absolute metingen zijn. De visuele perceptie van de kleur en de textuur van een materiaal is immers het resultaat van een complexe interactie tussen de lichtgevoeligheid van de kijker, de ruimtelijke context waarin het materiaal bekeken wordt, de fysische eigenschappen van het materiaal en de spatiale en fysische structuur van de andere oppervlakken in de omgeving waarin het materiaal zich bevindt.

Kleurmetingen

Indien er na de plaatsing toch betwistingen zouden ontstaan omwille van voor de bouwheer onaanvaardbare uitzichtverschillen tussen de geplaatste tegels (door interne of externe factoren) en/of indien de beoordeling van het uitzicht niet volgens de normen kan gebeuren, kan de beoordeling meer objectief gemaakt worden door het gebruik van een kleurmeter. Het gaat hier om een methode waarmee het mogelijk is de gebeurlijke kleurverschillen tussen de natuursteenelementen op objectieve wijze – dat wil zeggen los van voornoemde parameters – te bepalen (zie ook de [WTCB-Dossiers 2014/4.10](#)).

Hierbij dient opgemerkt te worden dat kleurmetingen vlak na de plaatsing een vertekend beeld kunnen geven, vermits de natuursteentegels nog vochtig kunnen zijn.

Gelet op het feit dat er geen normatieve criteria bestaan waarop men zich kan baseren om de aanvaardbaarheid of onaanvaardbaarheid van een gegeven kleurverschil te verantwoorden, strekt het tot aanbeveling om het maximale kleurverschil tussen de contractuele stalen na te gaan. De meeste op de markt beschikbare kleurmeters zijn uitgerust met een functie die de gevraagde kleurverschilformule rechtstreeks kan berekenen. Voor meer informatie over de berekening van kleurverschillen verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2014/4.10](#).

Het grootste gemeten kleurverschil tussen twee tegels die deel uitmaken van de contractuele stalen geldt als **kritieke waarde**, dat wil zeggen als maximaal toelaatbare kleurafwijking binnen dit natuursteentype. Zodra deze kritieke waarde vastgelegd is, kan het gemeten kleurverschil van de in twijfel getrokken natuursteenelementen hiermee vergeleken worden. Indien dit kleurverschil groter is dan de kritieke waarde, mag de kleur van de betwiste natuursteentegel niet langer beschouwd worden als een natuurlijke kleurvariatie van het steentype in kwestie. Indien meer dan 5 %

van alle geplaatste tegels een te groot kleurverschil vertonen, moet de levering als niet-conform beschouwd worden.

Ter bepaling van het aantal per tegel uit te voeren metingen om een representatieve kleurwaarde te bekomen, werden er verschillende proeven gerealiseerd, waaruit nevenstaande tabel met het aantal noodzakelijke kleurmetingen in functie van de tegelgrootte afgeleid kon worden. Deze metingen gebeurden telkens op lukrake plaatsen op de tegel. Om de procedure volledig willekeurig te laten verlopen, plaatst men de kleurmeter best in een sjabloon. Zodoende kan men namelijk vermijden dat er subjectieve meetplaatsen gekozen worden. Metingen uitgevoerd ter hoogte van mineraalconcentraties of grote fossielen die niet kenmerkend zijn voor het gesteente in kwestie, dienen genegeerd te worden.

Besluit

Dankzij kleurmetingen en een vergelijking met de contractuele stalen kan men komen tot een objectieve beoordeling van het uitzicht van een natuursteenbetegeling. Gelet op het feit dat natuursteen een natuurlijk product is dat gekenmerkt wordt door een zekere kleur- en textuurvariatie, dient men altijd eerst het algemene uitzicht te beoordelen aan de hand van de contractuele stalen. Indien er hierna nog betwistingen optreden, kunnen er kleurmetingen uitgevoerd worden om de knoop door te hakken (hierbij dient men wel het noodzakelijke aantal metingen per tegel te respecteren). Verder willen we benadrukken dat het de taak is van de aannemer om de bouwheer vooraf voldoende in te lichten over de mogelijke uitzichtsvariaties binnen het door hem gekozen natuursteentype. **I**

V. Bams, m. wet. geol., projectleider, laboratorium Mineralogie en microstructuur, WTCB

Dankzij kleurmetingen en een vergelijking met de contractuele stalen kan men komen tot een objectieve beoordeling van het uitzicht van een natuursteenbetegeling.



Vloerverwarmingssystemen hebben tal van voordelen te bieden, zoals een verhoging van het comfort en een grotere beschikbare oppervlakte door het uitsparen van radiatoren. Dit artikel vergelijkt enkele innovatieve vloerverwarmingssystemen met de meer traditionele systemen en gaat dieper in op de verschillende uitvoeringsaspecten.

Innovatieve vloerverwarmings-systemen

Welke innovatie?

Eén van de markantste evoluties in de vloeropbouw is de afnemende hoogte van de vloerverwarmingssystemen. De laatste jaren kwamen er immers **steeds dunnere systemen** op de markt. Hoewel er bij sommige systemen nog steeds – weliswaar in beperkte dikte – dekvloermortels aangewend worden voor de warmteverdeling en de lastenspreiding (zie afbeelding 1), is er in de opbouw van andere systemen geen dekvloerlaag meer terug te vinden (zie afbeelding 2). In voorkomend geval wordt het afwerkingsmateriaal rechtstreeks op een warmteverdeelrooster of ontkoppelingsmat aangebracht.

Afstemming van de werken

Bij de uitvoering van verwarmde vloeren kunnen heel wat beroepen betrokken zijn: de ruwbouwaannemer, de plaatser van de isolatie, de verwarmingstechnicus, de dekvloerder en de tegelzetter. Bijgevolg is een **goed gecoördineerde samenwerking** tussen de verschillende betrokken vakmensen reeds vanaf de ontwerpfase onontbeerlijk. Zo moeten de samenstelling van het vloercomplex en de taakverdeling op voorhand goed vastgelegd worden (bv. in een bestek en/of in een offerte).

De dimensionering van het vloerverwarmingssysteem wordt vaak toevertrouwd aan de fabrikanten die hiervoor over specifieke rekenprogramma's beschikken. Zij stellen in samenwerking met de bouwheer of diens vertegenwoordiger meestal ook het legplan van de buizen op.

Eén van de markantste evoluties in de vloeropbouw is de afnemende hoogte van de vloerverwarmingssystemen.

Isolatie, randstrook en membraan

Binnenvloeren worden steeds vaker thermisch en/of akoestisch geïsoleerd. Gelet op het feit dat deze isolatielagen als ondergrond dienen voor het vloerverwarmingssysteem, moeten ze voldoende stevig zijn om vervormingen te vermijden. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2010/4.12](#).

Teneinde het vloerverwarmingssysteem en/of de eventuele dekvloer te kunnen plaatsen, **dient het oppervlak van deze isolatielagen voldoende vlak te zijn** (maximale afwijking van 9 mm onder de lat van 2 m). Bij het gebruik van stijve isolatieplaten wordt de draagvloer vooraf doorgaans uitgevlakt, bijvoorbeeld door middel van een uitvullaag die ook de leidingen omhult. Bij een gespoten uitvoering dient het oppervlak van het isolatiemateriaal na de plaatsing meestal vlakgeschuurd te worden. Bij innovatieve dunne vloerverwarmingssystemen is het van primordiaal belang om de afwijkingen op de vlakheid nog verder te beperken.

Zowel bij de innovatieve als de traditionele vloerverwarmingssystemen, dient er over de volledige omtrek en tegen elk vast bouwelement (bv. kolommen) een **randstrook** voorzien te worden. Deze

moet minstens tot aan de afgewerkte vloer reiken en mag pas na de plaatsing van de vloertegels afgesneden worden zodat elk contact tussen de vloertegels en de wand vermeden wordt. Tussen de isolatie en de dekvloer moet tevens een **membraan** geplaatst worden dat tot boven de randstrook strekt (zie afbeelding 1).

Op het uitvoeringsplan van de vloerverwarming dat meestal door de fabrikant opgesteld wordt, worden ook de **bewegingsvoegen** weergegeven. De positionering van deze voegen dient op voorhand en in samenspraak met alle betrokken partijen vastgelegd te worden. Deze bewegingsvoegen moeten tot in de vloerafwerking doorgetrokken worden. De verwarmingsbuizen die een voeg kruisen – hetgeen tot een strikt minimum beperkt moet worden – moeten in een huls geplaatst worden zodat de verschillende onderdelen vrij zouden kunnen bewegen zonder beschadigd te raken.

De lengte van de vloervelden moet beperkt worden tot 8 m en de oppervlakte tot 40 m². Bovendien dient men in de mate van het mogelijke rechtehoekige velden na te streven met een lengte-breedteverhouding van hoogstens 2 op 1. Het is belangrijk dat de vloerverwarmingskringen afgestemd zijn op deze vloervelden.



Drukproef en eerste verwarmingscyclus

Wanneer alle verwarmingsbuizen aangesloten zijn, dient de installateur, alvorens de dekvloer (of – in het geval van een vloerverwarmingssysteem zonder dekvloerlaag – de afwerking) aan te brengen, een **drukproef** uit te voeren om de dichtheid van de kringen vast te stellen. Hiertoe worden de buizen gevuld en onder controledruk (d.i. een hogere druk dan de werkdruk, doorgaans gelegen tussen 4 en 6 bar) nagekeken. Teneinde lekken op te sporen en de buizen op hun plaats te houden in het geval van een gietvloer, moeten de warmwaterbuizen gedurende de volledige bouwduur onder waterdruk blijven. Dit maakt het eveneens mogelijk om eventuele beschadigingen snel vast te stellen (bv. door vallende voorwerpen, doorboringen ...).

Het strekt tot aanbeveling om het vloerverwarmingssysteem, vóór het aanbrengen van de vloerbedekking, reeds een eerste maal een opwarmings- en afkoelingscyclus te laten doorlopen. Deze cyclus wordt ook wel het '**opstartprotocol**' genoemd. Voor meer details over het opstartprotocol van vloerverwarmingssystemen van de nieuwe generatie kan men terecht bij de fabrikanten.

Dekvloer

Volgens de huidige WTCB-aanbevelingen dient de dekvloer steeds gewapend te zijn met een **stalen wapeningsnet**

en voldoende verdicht te zijn. De aanwezigheid van leidingen en 'verende' isolatie maakt dit laatste echter niet altijd eenvoudig.

Bij enkele innovatieve vloersystemen kan de dekvloerdikte beperkt worden. In deze gevallen dient het dekvloermateriaal aan bepaalde eisen te beantwoorden (bv. bindmiddel, sterkteklasse) en kunnen er specifieke hulpstoffen aan de mortel toegevoegd worden.

Bij vloerverwarmingssystemen zonder dekvloer liggen de buizen verzonken in de onderbouw (plaatmateriaal). Hier bovenop wordt er een ontkoppelingsmat of een warmteverspreidingsrooster aangebracht, gevolgd door de afwerking.

Ontkoppelingsmatten

In bepaalde vloerverwarmingssystemen maken ontkoppelingsmatten noodzakelijkerwijze deel uit van de vloeropbouw. In andere gevallen is het gebruik ervan niet verplicht, maar kunnen ze wel nuttig zijn vermits ze het risico op problemen, zoals scheurvorming of loskomen, beperken (zie ook de **WTCB-Dossiers 2015/4.10**).

Lijm

Voor de verlijming van keramische tegels dient de tegelzetter zijn lijm te kiezen in functie van onder meer de ondergrond en de tegels.

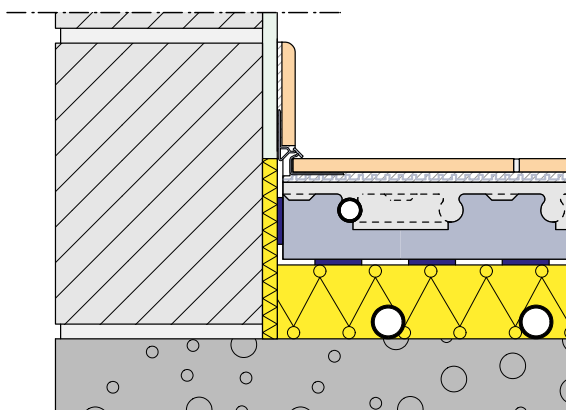
Indien de te bekleden ondergrond uit een cementgebonden dekvloer bestaat, geniet een lijm van het type C2S1 of C2S2 (volgens de norm NBN EN 12004) de voorkeur. Indien het een calciumsulfaatgebonden dekvloer betreft, moet de tegelzetter kiezen voor een lijm die verenigbaar is met dit type dekvloer (bv. een lijm op basis van gips). Bij verwarmde vloeren schrijven de lijmfabrikanten doorgaans een **volzatte verlijming** voor (in de regel te realiseren met een dubbele verlijming of een vloeibedlijm).

Wanneer er geen dekvloer aanwezig is en de afwerking rechtstreeks op een metalen warmteverdelingsrooster of een ontkoppelingsmat verlijmd wordt, dient men in de regel terug te grijpen naar specifieke, door de fabrikant voorgeschreven lijmen.

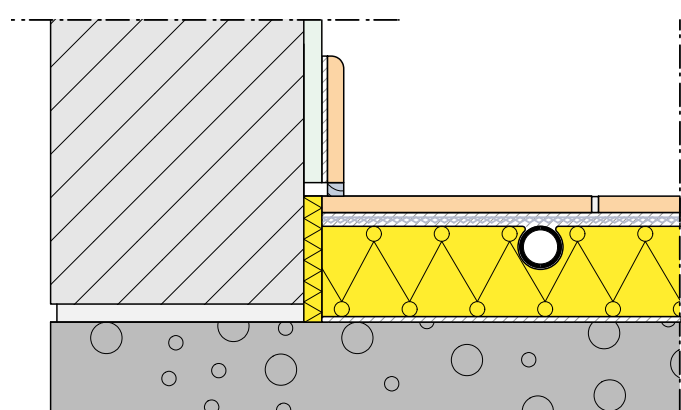
Afwerking

Het maximale tegelformaat voor courante uitvoeringen bedraagt 600 mm op 600 mm. Voor betegelingen op verwarmde vloeren is het ten sterkste aangeraden om de **voegen in beide richtingen te laten doorlopen**. **I**

T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB
J. Van den Bossche, ing., senior hoofdadviseur, afdeling Technisch advies, WTCB



1 | Dun vloerverwarmingssysteem met dekvloer



2 | Dun vloerverwarmingssysteem zonder dekvloer





Het WTCB wordt vaak om advies gevraagd in geval van pathologieën met verlijmde elastische vloerbekledingen, met name bij het opkrullen van de randen (*curling*), het opstuiken van de voegen of scheurvorming in de lasnaden of de voegen. Dit wijst op het belang van de maatvastheidsproeven op vloerbekledingen. Deze maken het immers niet alleen mogelijk om het gedrag van de gebruikte lijm te begrijpen, maar ook om de meest geschikte lijmsoort te bepalen in functie van de vloerbekleding.

Kritische beoordeling van de maatvastheidsprestaties van elastische vloerbekledingen

Elke elastische vloerbekleding vertoont een verschillend gedrag bij een blootstelling aan hoge temperaturen, de zon en dergelijke meer. Zelfs wanneer ze volgens de proefnorm stabiel zouden moeten zijn, vergen bepaalde vloerbekledingen niettemin een uitvoering met specifieke lijmen die onder meer het risico op het opengaan van de naden kunnen beperken. We willen er bovendien op wijzen dat de door het WTCB uitgevoerde proeven niet altijd uitsluitend konden geven omtrent de oorzaak van de vastgestelde pathologieën.

1 | Het opstuiken van de voegen



Deze vaststelling heeft de firma Mapei ertoe bewogen om hieromtrent in haar onderzoekscentrum te Milaan een studie op te zetten. Om haar lijmen te beproeven, kreeg Mapei verschillende proefstukken van een aantal bekende vloerbekledingsfabrikanten. Het doel was om aanbevelingen te formuleren in verband met het gebruik van hun verlijmingsproducten. In dit artikel worden de eerste resultaten van deze studie in verband met vinylvloerbekledingen besproken.

Om de maatvastheid van de **vinylvloerbekledingen** na te gaan, dient men – conform de norm NBN EN ISO 23999 – de volgende methodologie te gebruiken:

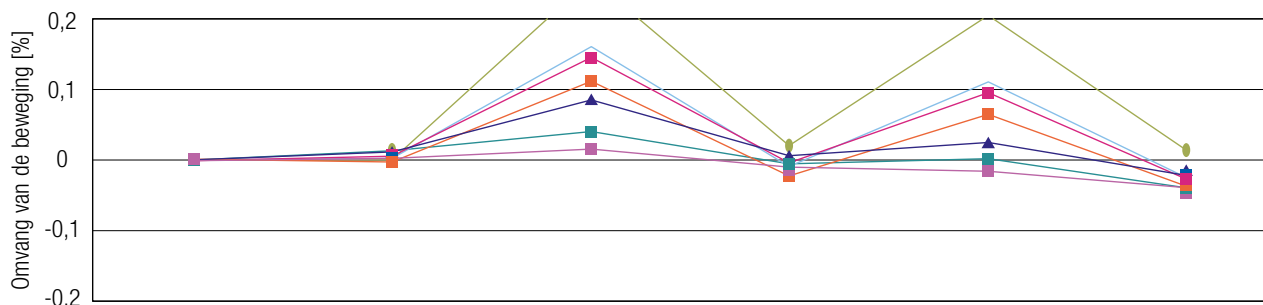
- conditionering gedurende minstens 24 u bij 23 °C en een relatieve luchtvochtigheidsgraad (RV) van 50 %
- conditionering gedurende 6 u bij 80 °C
- afkoeling en herconditionering gedurende 24 u bij 23 °C en een RV van 50 %.

De lineaire variatie, waaruit de maatvastheid voortvloeit, wordt vervolgens bepaald door de verhouding tussen de afmetingen van het proefstuk na de proef en zijn initiële lengte te berekenen. Volgens de productnorm (NBN EN ISO 10581) mag deze waarde voor gelaste naden niet groter worden dan 0,4 %. Deze norm houdt echter geen rekening met het gedrag van de vloerbekleding tijdens de proef.

In deze context werd er een LVT-proefstuk (*Luxury Vinyl Tile*, d.i. een **luxe**

vinyltegels van het heterogene type, d.w.z. opgebouwd uit meerdere lagen met een verschillende samenstelling en/of een verschillend ontwerp) beproefd. Hierbij werd de methodologie uit de norm NBN EN ISO 23999 gevolgd, op het feit na dat de maatschommelingen van het proefstuk tijdens elke conditioneringsfase van de proef gemeten werden. Uit de resultaten van deze proef bleek enerzijds dat de maximale eindbewegingen beperkt bleven tot -0,08 %, wat dus binnen de door de norm opgelegde grenzen ($\pm 0,4$ %) valt, en anderzijds dat er tijdens de conditionering bij hoge temperaturen een uitzetting tot +0,52 % plaatsgreep. Dit betekent dat deze vloerbekleding de neiging heeft om uit te zetten bij een blootstelling aan warmte (bij een blootstelling aan een temperatuur van 80 °C zou een LVT-tegel van 50 x 50 cm bijvoorbeeld een maatschommeling van 2,6 mm kunnen ondergaan ...), maar dat zij, wanneer de temperatuur weer gedaald is, haar initiële afmetingen zo goed als terugkrijgt.

Ditzelfde LVT-proefstuk werd eveneens beproefd in combinatie met verschillende lijmen die in de regel aanbevolen worden voor vinylvloerbekledingen. Dit gebeurde conform de norm NBN EN 14259 die de eisen in verband met de mechanische en elektrische prestaties vermeldt. Er werden in het bijzonder maatvastheidsproeven uitgevoerd volgens de norm NBN EN 1903. Hierbij werden de proefstukken en de verschil-



Lijm	Initieel	24 u, +23 °C	4 u, +50 °C	24 u, +23 °C	7 d, +50 °C	24 u, +23 °C
1	0	0,015 %	0,085 %	0,005 %	0,025 %	-0,020 %
2	0	0,000 %	0,160 %	-0,010 %	0,110 %	-0,025 %
3	0	0,005 %	0,145 %	-0,005 %	0,095 %	-0,025 %
4	0	0,000 %	0,254 %	0,020 %	0,204 %	0,015 %
5	0	0,000 %	0,015 %	-0,010 %	-0,015 %	-0,030 %
6	0	0,000 %	0,110 %	-0,025 %	0,065 %	-0,040 %
7	0	0,010 %	0,040 %	-0,005 %	0,000 %	-0,040 %

2 | Maatvastheidsproef op een verlijmd LVT

lende lijmsorten op een ondergrond aangebracht. Voor de conditioneringsstappen van de proef werd de volgende methodologie toegepast:

- conditionering van de vloerbekleding alleen gedurende 48 u bij 23 °C met een RV van 50 %: meting van de initiële afmetingen van de bekleding
- verlijming
- conditionering van het verlijmd systeem bij 23 °C met een RV van 50 % gedurende zeven dagen: meting van de tussentijdse afmetingen van de bekleding
- conditionering bij 50 °C gedurende 13 dagen en afkoeling bij 23 °C met een RV van 50 % gedurende 24 u: meting van de eindafmetingen van de bekleding
- minstens één herhaling van de versnelde veroudering, met metingen van de afmetingen van de bekleding.

De maatvastheid wordt in voorkomend geval bepaald door de verhoudingen tussen de initiële afmetingen en de verschillende tussentijdse en eindafmetingen van de proefstukken te berekenen. De norm NBN EN 14259 legt de maximale grens van de maatschommelingen vast op $\pm 0,2$ %.

Het proefprotocol werd gewijzigd om de procedure te versnellen en de relevantie ervan te verhogen: de conditionerings-

stappen werden ingekort en na elke stap werden de afmetingen gemeten.

Het LVT-proefstuk werd beproefd in combinatie met zeven verschillende lijmen in waterige dispersie, met de volgende eigenschappen:

- **1 en 6:** 'universele transitiedrukgevoelige' lijmen
- **2 en 4:** 'drukgevoelige' lijmen met een zeer kleverige eindfilm en een lange open tijd
- **3:** goedkope traditionele lijm voor vinylvloerbekledingen
- **5:** 'hogetemperatuurlijm'
- **7:** 'hogetemperatuurlijm' die speciaal voor de LVT ontwikkeld werd.

Uit de resultaten (zie grafiek in afbeelding 2) blijkt dat – hoewel alle beproefde lijmen conform zijn aan de norm NBN EN 14259 – het gebruik van bepaalde van deze lijmtypes (2, 3 en 4) afgeraden is bij de plaatsing van LVT's, vermits de vloerbekleding, na blootstelling aan hoge temperaturen, aanzienlijke bewegingen (tot 0,254 %) vertoont. Bij toepassing van de lijmen 5 en 7, die speciaal voor de LVT ontwikkeld werden, konden deze bewegingen daarentegen sterk ingeperkt worden.

Besluit

De in de proefnormen vermelde eindmeting van de afmetingen laat niet toe om zich uit te spreken over de potentiële omvang van de bewegingen van de vloerbekleding in de praktijk. Het feit dat bepaalde vloerbekledingen uiterst gevoelig zijn voor de verschillende conditioneringen en de hiermee gepaard gaande maatschommelingen kan een verklaring vormen voor de aanzienlijke bewegingen die de vloerbekleding kan ondergaan bij een uitvoering met een ongeschikte lijm.

Deze eerste interpellierende resultaten hebben slechts betrekking op een bepaald type vinylvloerbekledingen en moeten dus nog bevestigd worden door bijkomende proeven. Naar aanleiding hiervan lijkt het ons evenwel nuttig om een uitgebreid onderzoek te voeren met het oog op de aanpassing van de proefnorm en op de optimalisatie van de lijmkeuze in functie van de eigenschappen van de bekledingen.

*E. Nguyen, ir., projectleider,
laboratorium Hout en coatings, WTCB*

*De auteur betuigt haar oprechte dank aan
Mevrouw Paola Di Silvestro, ir., Corporate Product Manager bij Mapei,
voor het gebruik van deze onderzoeksresultaten.*



Bij vrijwel horizontaal geplaatste concentrische rookgasafvoersystemen voor gas- en stookolieketels met een gesloten verbrandingskring doen er zich soms problemen voor die te wijten zijn aan het vroegtijdig verweren van de dichtingsringen tussen de onderdelen van de rookgasafvoerkanaal. Hierdoor wordt de aansluiting ondicht en kan het condenswater – dat in de rookgasafvoerkanaal gevormd wordt – in het luchttoevoerkanaal terechtkomen, met mogelijke schade aan de ketel tot gevolg. Er zijn verschillende factoren die een rol spelen in deze verwerking, in het bijzonder het smeermiddel, dat vaak gebruikt wordt om de buizen makkelijker in elkaar te kunnen schuiven.

Invloed van het **smeermiddel** bij de plaatsing van concentrische schouwssystemen

Waar treden de problemen op?

Deze lekproblemen treden over het algemeen op bij CE-gemarkeerde concentrische schouwssystemen met een rookgasafvoerkanaal uit kunststof die voldoen aan de norm NBN EN 14471. In het kader van deze CE-markering dient de zuurbestendigheid van de dichtingsringen die de dichtheid tussen de samenstellende onderdelen van het kanaal moeten verzekeren, steeds gecontroleerd te worden. De lekken situeren zich doorgaans ter hoogte van de verbinding van de vrijwel horizontale concentrische aansluitleiding van de ketel met het verticale afvoersysteem. De dichtingsring van het rookgasafvoerkanaal vertoont hierbij na relatief korte tijd een zekere aantasting waardoor de dichtheid van de aansluiting verloren gaat. Het condenswater komt dan via het ontstane lek in het luchttoevoerkanaal terecht en kan aldus de ketel bereiken en beschadigen. Deze aantasting blijkt zich echter enkel voor te doen bij dich-

Bepaalde smeermiddelen hebben een nadelige invloed op de dichtingsringen uit EPDM.

tingsringen uit EPDM (zie kader op de volgende pagina).

Welke factoren spelen een rol?

Het is van groot belang om een dichtingsring uit het geschikte materiaal aan te wenden. De belangrijkste bepalende factor hierbij is het type brandstof (stookolie of gas). Deze heeft immers een invloed op de aard van de rookgassen, het gevormde condenswater en de rookgastemperatuur. Deze parameters zijn op hun beurt bepalend voor de keuze van het materiaal van het rookgasafvoerkanaal zelf. Onderstaande tabel geeft een overzicht van een aantal courant in con-

centrische schouwssystemen toegepaste materialen in functie van de brandstof waarvoor ze in aanmerking komen en de maximale rookgastemperatuur.

Bij de keuze van het schouwstelsel dient men zich te houden aan de voorschriften van de ketelfabrikant. Hierbij moeten uiteraard de bijbehorende dichtingsringen toegepast worden.

Daarnaast is het ook belangrijk om de plaatsingsvoorschriften van de fabrikant op te volgen. Zo beveelt deze vaak aan om, teneinde een goede afvoer van het condenswater te bekomen, conform de norm NBN EN 15287-2, een helling van 3° (of 5 cm/m) te voorzien ⁽¹⁾.

Overzicht van in concentrische schouwssystemen gebruikte materialen in functie van het type brandstof en de maximale rookgastemperatuur

Materiaal van het rookgasafvoerkanaal ⁽¹⁾	Brandstof		Maximale rookgastemperatuur	Materiaal van de dichtingsring ⁽²⁾
	Stookolie (met max. 0,2 % zwavel)	Gas		
Roestvast staal	Ja	Ja	200 °C	Gefluoreerde elastomeren
Aluminium	Neen	Ja	160 °C	Siliconen
Polypropyleen	Ja	Ja	120 °C	EPDM

⁽¹⁾ Rookgasafvoerkanaal uit metaal moeten voldoen aan de norm NBN EN 1856-1. Voor kanalen uit kunststof is de norm NBN EN 14471 van toepassing.

⁽²⁾ De dichtingsringen moeten beantwoorden aan de norm NBN EN 14241-1.

⁽¹⁾ Ook in voorkomend geval is het echter niet mogelijk om enige stagnatie van condenswater volledig uit te sluiten.



Een laatste factor die van belang blijkt te zijn voor de levensduur van de dichtingsringen is de aard van het smeermiddel, dat vaak gebruikt wordt om de buizen makkelijker in elkaar te kunnen schuiven. Uit oriënterende proeven die door het laboratorium Bouwchemie gevoerd werden (zie kader ⁽²⁾), is immers gebleken dat bepaalde smeermiddelen bij contact met zure oplossingen (bv. condenswater) een nadelige invloed hebben op de levensduur van de dichtingsringen uit EPDM. Ook het gebruik van sommige siliconensprays, die door bepaalde fabrikanten toegelaten worden, blijkt een schadelijk effect te hebben. De meeste vastgestelde problemen zijn dan ook waarschijnlijk te wijten aan het gebruik van een smeermiddel dat niet verenigbaar is met de dichtingsring uit EPDM.

Daarom raden we aan om bij de montage van de schouwsystemen de dichtingsringen enkel in te smeren met water waaraan eventueel een traditioneel, op de markt beschikbaar vaatwasdetergent toegevoegd wordt of met het door de fabrikant meegeleverde smeermiddel.

Besluit

De lekproblemen waarmee men soms geconfronteerd wordt bij vrijwel horizontaal geplaatste concentrische schouwssystemen voor centrale verwarmingsketels, hebben te maken met het vroegtijdig stukgaan van de dichtingsringen uit EPDM. Zoals uit enkele oriënterende proeven is gebleken, is deze vroegtijdige vertering waarschijnlijk te wijten aan de

stagnatie van condenswater dat in contact komt met de afdichtingsringen, nadat deze ingestreken werden met bepaalde smeermiddelen ter vergemakkelijking van de montage. Het is dan ook ten stelligste aanbevolen om er bij de montage van dergelijke rookgasafvoerkanalen op toe te zien dat men zowel de voorschriften van de fabrikant opvolgt (onder andere wat de minimale hellingen betreft), als deze kanalen enkel insmeert met water (eventueel met toevoeging van een traditioneel vaatwasdetergent) of met het door de fabrikant meegeleverde smeermiddel. ■

*I. De Pot, ing., hoofdadviseur,
afdeling Technisch advies, WTCB
P. Steenhoudt, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Bouwchemie, WTCB*

Oriënterende laboratoriumproeven

Meerdere stukjes van dichtingsringen (O-ringen) uit EPDM (zie afbeelding 1), siliconen en gefluoreerde elastomeren werden gedurende meer dan vijf weken ondergedompeld in een oplossing van zuur water dat het zure condenswater van verwarmingsketels nabootst. Hierbij werden de stukjes voorafgaandelijk ingesmeerd met vet, bruine zeep, siliconen (uit een spray) of een traditioneel vaatwasdetergent.

In de omgevingsomstandigheden van het laboratorium ondervonden bepaalde dichtingsringen schade. Zo stelden we vast dat de met vet ingesmeerde ring uit EPDM aanzienlijk aangetast werd (zie afbeelding 2). Ook de siliconensprays (zie afbeelding 3) en bruine zeep (zie afbeelding 4) brachten een aantasting van de ring uit EPDM teweeg, zij het in mindere mate dan het vet. De toepassing van een vaatwasdetergent daarentegen had geen zichtbare schade tot gevolg (zie afbeelding 5). Wat de dichtingsringen uit siliconen en gefluoreerde elastomeren betreft, werd er na de proef geen enkele aantasting vastgesteld, ongeacht het gebruikte smeermiddel.



1 | EPDM vóór de proef



2 | Met vet ingesmeerd EPDM na de proef



3 | Met siliconen ingesmeerd EPDM na de proef



4 | Met bruine zeep ingesmeerd EPDM na de proef



5 | Met vaatwasdetergent ingesmeerd EPDM na de proef

⁽²⁾ We willen er echter op wijzen dat de gevoerde proeven niet toelaten om zonder meer concluderende uitspraken te doen over welbepaalde concrete gevallen.

De in België meest gebruikte dimensioneringsmethoden om de afvoercapaciteit van goten te bepalen, worden beschreven in de Belgische norm NBN 306, de Franse norm NF DTU 60.11 P3 en de Europese norm NBN EN 12056-3. Vermits deze echter uiteenlopende resultaten opleveren, heeft het WTCB een groot aantal proeven uitgevoerd op hanggoten om de beste dimensioneringsmethode te bepalen. Hieruit is gebleken dat de resultaten van de door de Europese norm NBN EN 12056-3 voorgestelde rekenmethode de reële afvoercapaciteit het dichtst benaderen.

Afvoercapaciteit van hanggoten

Proeven

De proeven werden uitgevoerd op drie types courant gebruikte hanggoten, meer bepaald:

- drie halfronde goten met een ontwikkelde breedte van respectievelijk 285, 333 en 400 mm
- twee trapeziumvormige goten met een ontwikkelde breedte van respectievelijk 285 en 420 mm
- een rechthoekige goot (DIN-formaat) met een ontwikkelde breedte van 333 mm.

De lengte van de goten bedroeg, conform bijlage A van de norm NBN EN 12056-3, telkens 50 maal de goothoogte, wat neerkwam op lengtes begrepen tussen 3,5 en 5,35 m.

De proeven hadden tot doel om de afvoercapaciteit van de hanggoten te bepalen, met andere woorden het maximale debiet dat afgevoerd kan worden

zonder dat de goot overloopt. Hierbij werden er verschillende goothellingen in aanmerking genomen: 0 %, 0,2 %, 0,5 % en 1 %. Dit onderzoek had zowel betrekking op goten met een vrije uitstroming (dat wil zeggen met één open uiteinde waarlangs het water ongehinderd kan uitstromen), als op goten die langs beide zijden gesloten zijn met eindstukken en waarbij het water via een afvoeropening geëvacueerd wordt. Deze afvoeropening bestond hetzij uit een rechte tapbuis met een diameter van 60, 80 of 100 mm, hetzij uit een uitlooptrechter met onderaan een diameter van 100 mm (zie afbeelding 1 op de volgende pagina).

Proefresultaten

In dit artikel beperken we ons tot de bespreking van de proefresultaten voor de halfronde goot met een ontwikkelde breedte van 333 mm en een lengte van 4,33 m. De overige resultaten zullen in

de lange versie van dit artikel aan bod komen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maximale debieten die berekend werden volgens de drie voornoemde normen en deze die resulteren uit de metingen op hanggoten met een vrije uitstroming, met een tapbuis van 80 en 100 mm en met een uitlooptrechter. Voor elk debiet wordt eveneens de maximale (horizontaal geprojecteerde) dakoppervlakte aangegeven die aan de goot aangesloten kan worden. We willen erop wijzen dat de Belgische en de Franse norm enkel goten met een helling in aanmerking nemen en dat de Europese norm voor goten waarvan de lengte 50 maal de hoogte bedraagt, geen rekening houdt met de goothelling.

Uit een vergelijking van de volgens de normen berekende resultaten met de proefresultaten aan de hand van de tabel en de grafiek van afbeelding 2

Afvoercapaciteit van een halfronde goot met een ontwikkelde breedte van 333 mm en maximale aan te sluiten dakoppervlakte

Goothelling	Afvoercapaciteit (maximaal debiet) en maximale aan te sluiten dakoppervlakte						
	Normen			WTCB-proeven			
	NBN 306	NF DTU 60.11 P3	NBN EN 12056-3	Goot	Goot met een tapbuis van 80 mm	Goot met een tapbuis van 100 mm	Goot met een uitlooptrechter
0,0 %	/	/	2,3 l/s	2,4 l/s	2,2 l/s	2,3 l/s	2,4 l/s
	/	/	45 m ²	48 m ²	45 m ²	47 m ²	49 m ²
0,2 %	4,0 l/s	2,4 l/s	2,3 l/s	2,7 l/s	2,4 l/s	2,5 l/s	2,5 l/s
	80 m ²	48 m ²	45 m ²	53 m ²	48 m ²	50 m ²	50 m ²
0,5 %	6,4 l/s	3,8 l/s	2,3 l/s	3,0 l/s	2,7 l/s	2,8 l/s	2,8 l/s
	127 m ²	75 m ²	45 m ²	59 m ²	54 m ²	56 m ²	57 m ²
1,0 %	9,0 l/s	5,3 l/s	2,3 l/s	3,5 l/s	3,1 l/s	3,3 l/s	3,3 l/s
	180 m ²	106 m ²	45 m ²	71 m ²	62 m ²	66 m ²	66 m ²



1 | Uitlooptrechter met een afvoeropening met een diameter van 100 mm voor een half-ronde goot met een ontwikkelde breedte van 333 mm

blijkt dat de Belgische norm NBN 306 en de Franse norm NF DTU 60.11 P3 de capaciteiten overschatten en dat de meetresultaten het best benaderd worden door de waarden uit de Europese norm NBN EN 12056-3.

Uit de in de tabel vermelde resultaten kan afgeleid worden dat een goot die uitgerust is met een uitlooptrechter en deze die voorzien is van een rechte tapbuis met een diameter van 100 mm de grootste afvoercapaciteit opleveren. De afvoeropening bestaande uit een tapbuis met een diameter van 80 mm leidt daarentegen tot een zekere afname van de capaciteit, al blijft deze bij een halfronde goot met een ontwikkelde breedte van 333 mm redelijk beperkt. Bij goten met grotere ontwikkelde breedtes zal het verschil in afvoercapaciteit tussen de goten met een tapbuis van 80 mm diameter en die met een tapbuis van 100 mm diameter evenwel meer uitgesproken zijn.

In de *WTCB-Dossiers 2013/2.5* werd reeds een overzicht gegeven van de berekende afvoercapaciteit van afvoeropeningen op basis van de norm NBN EN 12056-3. De bekomen waarden werden toen vergeleken met de resultaten van de courant gebruikte '1 cm²/m²'-rekenregel die voor de afvoeropening een doorsnede van 1 cm² per m² horizontaal geprojecteerde aangesloten dakoppervlakte eist. Aan de hand van

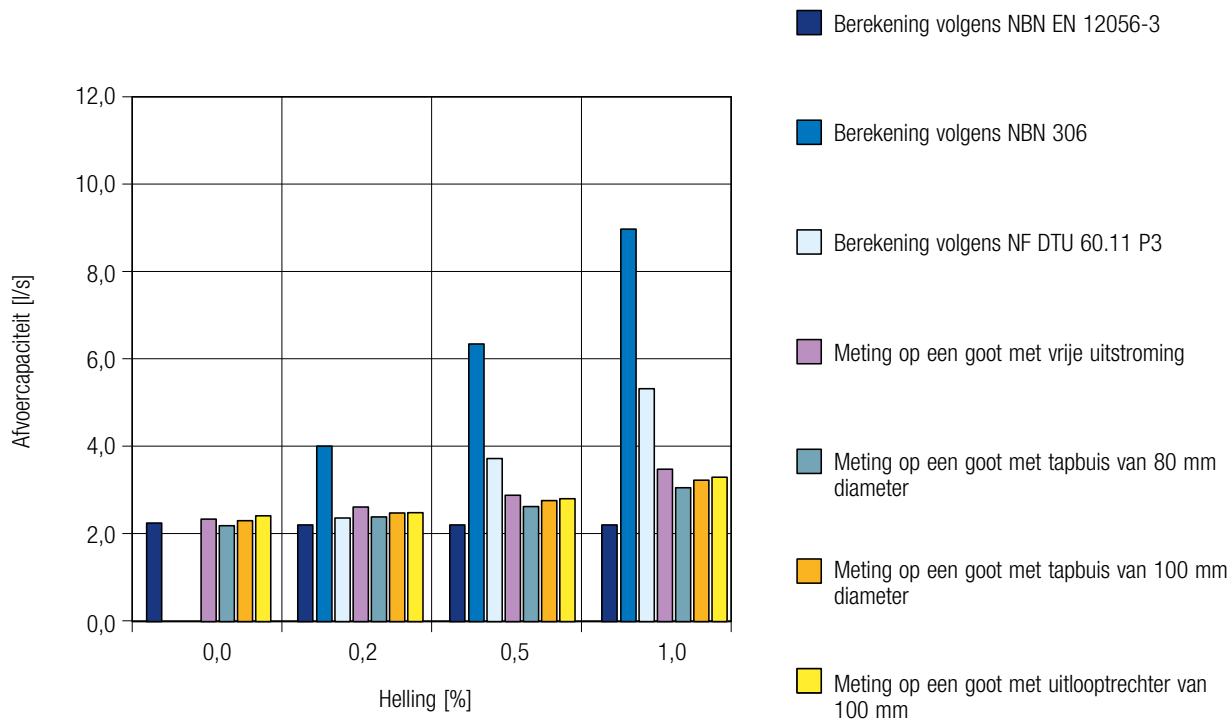
de huidige proefresultaten kan opnieuw bevestigd worden dat de '1 cm²/m²'-regel gebruikt kan worden voor de dimensionering van afvoeropeningen in hanggoten.

Besluit

Uit de door het WTCB gevoerde proeven komt naar voren dat de norm NBN EN 12056-3 de beste dimensioneringsmethode voor hanggoten beschrijft. De methoden uit de Belgische norm NBN 306 en de Franse norm NF DTU 60.11 P3 hebben immers een onderdimensionering van de goot tot gevolg.

Een vergelijking tussen de huidige proefresultaten en de resultaten van de courante '1 cm²/m²'-rekenregel maakte bovendien duidelijk dat deze regel nog steeds toepasbaar is voor de dimensionering van de afvoeropeningen in hanggoten.

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



2 | Afvoercapaciteit van een halfronde goot met een ontwikkelde breedte van 333 mm in functie van de goothelling



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2016/2.13

Teneinde de luchtdichtheid van gebouwen te meten, wordt er door middel van één of meerdere ventilatoren een overdruk of onderdruk gecreëerd (gelegen tussen 10 en 100 Pa) en wordt het luchtdebiet doorheen de gebouwschil bepaald in functie van het teweeggebrachte drukverschil. Het resultaat van de meting, dat doorgaans uitgedrukt wordt voor een drukverschil van 50 Pa, is afhankelijk van de onvolkomenheden in de gebouwschil en de eventuele aanwezigheid van openingen. Bijgevolg is het noodzakelijk om, naargelang van het doel van de meting, de gebouwschil grondig voor te bereiden door alle openingen die men niet in aanmerking wenst te nemen voor de meting, te sluiten of af te dichten. Maar wat als de meting in het kader van de energieprestatie van gebouwen uitgevoerd wordt?

Luchtdichtheidsmetingen in het kader van de EPB: behandeling van de ventilatievoorzieningen

Voor de EPB-berekening moet men het infiltratiedebiet bepalen door middel van een luchtdichtheidsmeting. Indien dit niet gebeurt, dient men terug te grijpen naar een ontstenteniswaarde. De berekening houdt eveneens rekening met de eigenschappen van het basisventilatiesysteem. Hoewel de intermitterende ventilatievoorzieningen (bv. dampkappen) buiten het bestek van de EPB-berekening vallen, worden de eventuele lekken in hun sluitsysteem (of het gebrek aan een sluitsysteem) wel als infiltraties beschouwd. Dit geldt ook voor de verluchting en de openingen die niet voor ventilatie bestemd zijn.

In de praktijk dient men de door onze drie Gewesten (*) voorgeschreven regels voor de meting en de voorbereiding van de gebouwen na te leven. In Wallonië

en Brussel wordt er in de regel teruggegrepen naar versie 3 van de bijkomende specificaties (2013) en in Vlaanderen naar de STS-P 71-3 (2014).

Behandeling van de toevoeropeningen

De in de gebouwschil voorziene ventilatieopeningen worden doorgaans regelbare toevoeropeningen (RTO), natuurlijke toevoeropeningen of simpelweg ventilatieroosters genoemd.

Deze openingen moeten tijdens de luchtdichtheidsmeting gesloten worden. De technische specificaties STS-P 71-3 laten, rekening houdend met de hypothesen en rekenconventies van de EPB, echter ook toe dat de openingen

afgedicht worden (zie afbeelding op de volgende pagina) vermits ze – zelfs in gesloten toestand – nog een zeker lekdebiet kunnen vertonen.

Teneinde een beter beeld te krijgen van de omvang van de lekdebieten in de praktijk, werden er binnen het WTCB laboratoriumproeven uitgevoerd op vijf op de markt verkrijgbare roosters (zie tabel A). Uit de bekomen resultaten blijkt dat de sluitsystemen bij nominale drukvoorwaarden (2 Pa) relatief luchtdicht zijn en dat ze afgesloten blijven tot een druk van minstens 100 Pa. De verhouding tussen het lekdebiet bij een drukverschil van 50 Pa (referentiedrukverschil voor de luchtdichtheid van gebouwen) en het nominale debiet bij een drukverschil van 2 Pa (referentiedrukverschil voor ventilatie) varieert van 3 tot 22 % (zie

A | Teneinde hun lekdebiet in gesloten toestand te bepalen, werden vijf ventilatieroosters onderworpen aan laboratoriumproeven

Debiet [m³/h]	Roosters				
	1	2	3	4	5
A. Nominaal debiet bij een drukverschil van 2 Pa (open toestand)	39	40	43	47	55
B. Lekdebiet bij een drukverschil van 2 Pa (gesloten toestand)	0,3	1,3	0,1	0,5	0,7
C. Lekdebiet bij een drukverschil van 50 Pa (gesloten toestand)	2,1	8,8	1,3	3,5	9,6
Lekpercentage (C/A)	5 %	22 %	3 %	7 %	18 %

(*) In Wallonië: energie.wallonie.be, in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: www.leefmilieu.brussels en in Vlaanderen www.energiesparen.be.



Afdichting van een ventilatieopening door middel van een kleefband

het lekpercentage in tabel A). Volgens de norm NBN D 50-001 is een lekdebiet in gesloten toestand toegelaten om een minimale luchtverversing te verzekeren. Deze verhouding zou evenwel beperkt moeten blijven tot 15 %.

Volgens de dimensioneringsregels die in België van toepassing zijn op residentiële ventilatiesystemen kan het afdichten van de roosters in plaats van de loutere afsluiting ervan het gemeten infiltratievoud bij 50 Pa (n_{50} -waarde) met 0,01 tot 0,2 h⁻¹ doen afnemen.

We willen erop wijzen dat de openingen van bijvoorbeeld brievenbussen en deze die bestemd zijn voor de intensieve nachtverfrissing of voor de toevoer van verbrandingslucht in stookplaatsen, geen deel uitmaken van het ventilatiesysteem.

(of die enkel op een ventilator aangesloten zijn voor een tijdelijke ondersteuning van het debiet), worden vaak aangeduid als natuurlijke afvoerroosters of regelbare afvoeropeningen (RAO) en dienen eveneens gesloten te zijn tijdens de luchtdichtheidsmeting.

Gelet op het feit dat ze zelfs in gesloten toestand nog een zeker lekdebiet kunnen vertonen, laten de STS-P 71-3 ook toe dat deze openingen tijdens de meting afgedicht worden.

Behandeling van de pulsie- of extractieventielen

De ventielen in de leidingen die aange-

sloten zijn op een ventilator (mechanische pulsie of extractie) en bestemd zijn voor de basisventilatie moeten tijdens de luchtdichtheidsmeting afgedicht worden. Hiertoe plaatst men doorgaans opblaasbare ballonnen in de leidingen of brengt men een kleefband over de ventielen aan.

Wanneer de ventielen echter bestemd zijn voor een intermitterende ventilatie (bv. dampkap), dienen ze gewoon gesloten te worden (of open te blijven als ze niet over een sluitsysteem beschikken).

Tot slot willen we erop wijzen dat een basisventilatievoorziening met een intermitterende functie als basisventilatie beschouwd wordt.

Behandeling van de afvoerventielen

De ventilatieventielen in leidingen die niet op een ventilator aangesloten zijn

*C. Delmotte, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Prestatiemetingen technische installaties, WTCB
X. Loncour, ir., afdelingshoofd, en C. Mees, ir., senior projectleider, afdeling Energie, WTCB*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening 'Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door Innoviris.

B | Samenvattende tabel

Ventilatievoorziening	Wallonië + Brussels Hoofdstedelijk Gewest (bijk. spec., versie 3, 2013)	Vlaanderen (STS-P 71-3, 2014)
Toevoeropening	Gesloten	Gesloten (afdichting toegestaan)
Afvoerventiel	Gesloten	Gesloten (afdichting toegestaan)
Pulsie- of extractieventiel (basisventilatie)	Afgedicht	Afgedicht
Pulsie- of extractieventiel (intermitterende ventilatie)	Gesloten	Gesloten



Gelet op het feit dat de traditionele houtbouwmethoden in rijwoningen en appartementen onvoldoende akoestische bescherming bieden, in het bijzonder op het vlak van laagfrequente geluidsisolatie, werden er binnen de onderzoeksprojecten 'DO-IT Houtbouw' en 'AH+' een aantal nieuwe houtskeletbouwconcepten ontwikkeld. Dit artikel bespreekt de *in situ* gemeten akoestische resultaten van deze systemen en van CLT-constructies (*Cross Laminated Timber*).

Nieuwe houtbouwmethoden: eerste akoestische resultaten *in situ*

Toepassing van een innovatieve geprefabriceerde houtskeletconstructie

Recentelijk werden er akoestische metingen uitgevoerd in een geprefabriceerde houtskeletconstructie te Meerhout (zie afbeelding 1), die volgens de nieuw ontwikkelde bouwrichtlijnen voor woningscheidende wanden en vloeren opgetrokken werd (zie de [WTCB-Dossiers 2013/1.5, 2014/2.13 en 2015/2.17](#)). Dit complex omvat zowel kantoren als appartementen. De **luchtgeluidsisolatiemetingen** tussen een van deze kantoren en het erboven gelegen appartement leverden een isolatiewaarde op van 68 dB ($D_{nT,w}$), wat 10 dB

beter is dan de eis voor een verhoogd akoestisch comfort uit de norm NBN S 01-400-1 ($D_{nT,w} \geq 58$ dB). Wanneer men de meetgrootte $D_{nT,w} + C_{50-3150}$ in aanmerking neemt, die meer rekening houdt met de luchtgeluidsisolatie in het laagfrequente gebied, dan bereikt men nog 58 dB. Hiervoor bestaat er in voornoemde norm vooralsnog echter geen eis.

De **contactgeluidsisolatiemeting** leverde op haar beurt een waarde op van 41 dB ($L'_{nT,w}$), hetzij 9 dB beter dan de eis voor een verhoogd akoestisch comfort ($L'_{nT,w} \leq 50$ dB). De onderzochte geprefabriceerde houtskeletconstructie presteert dus beter dan een tra-

ditionele betonnen vloerconstructie. Wanneer we ook kijken naar de zeer lage geluidsfrequenties, behaalt de woningscheidende houtskeletvloer nog 50 dB ($L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$).

Toepassing van een ter plaatse gebouwd innovatief houtbouwconcept

Er werden eveneens akoestische metingen uitgevoerd in een complex in Doornik dat nog in opbouw is (zie afbeelding 2). Dit nagenoeg 8.000 m² grote project telt vijf verdiepingen, waarvan vier in houtbouw, en omvat 50 serviceflats en 16 appartementen. Het is zowel op energetisch als op akoestisch vlak zeer ambitieus. Zo streeft het project een verhoogd akoestisch comfort na, zoals gedefinieerd in de norm NBN S 01-400-1. Gelet op het feit dat de basisstructuur van het gebouw uit een houten balk- en paalconstructie bestaat, moest de vloeropbouw lichtjes aangepast worden om aan de principes uit de [WTCB-Dossiers 2014/2.13](#) te voldoen. Zo moest er, vermits de overspanning tussen de draagbalken in het project 1 m bedraagt in plaats van de in de voornoemde WTCB-Dossiers voorgeschreven 40 cm, een licht metalen regelwerk voorzien worden (zie afbeelding 2) waarop de plafondplaten (twee vezelversterkte cementplaten) bevestigd werden. Hier bovenop werd er een 3,5 cm dikke kiezellaag aangebracht. De draagbalken werden op hun beurt aangevuld met de elastische ontkoppelingblokjes, waarboven een 36 mm dikke OSB-plaat



Bron: Machiels Building Solutions

1 | Met de onderzochte innovatieve geprefabriceerde houtskeletconstructie worden bijzonder goede akoestische prestaties *in situ* bereikt.



Bron: Leaucour Création (Atelier 2F – Fr. Marlier)

2 | In situ realisatie van een innovatief houtbouwconcept

aangebracht werd, die ten slotte bedekt werd met een PE-folie en een dekvloer.

De metingen gebeurden zonder verdere vloerafwerking. De woningscheidende wanden zijn opgebouwd uit een ontdubbelde constructie waarbij enkel aan de binnenzijde van elk appartement een dubbele plaat bestaande uit 12,5 mm dikke gipsplaten aangebracht werd. Er bevinden zich dus geen platen aan de binnenzijde van de spouw. Uit onderzoek is immers gebleken dat deze configuratie essentieel is om een goede luchtgeluidsisolatie te bekomen. De zeer ruime spouwen in de vloerconstructies en de woningscheidende wanden werden onder een relatief beperkte druk volgeblazen met houtvezels. De **luchtgeluidsisolatie** tussen de appartementen in horizontale zin kon, omwille van de werfsituatie, enkel in een proefopstelling gemeten worden. Deze scoorde wel erg goed: 63 dB ($D_{nT,w}$) en 61 dB voor de laagfrequente meetgrootte ($D_{nT,w} + C_{50-3150}$).

De **contactgeluidsisolatie** met inbegrip van de zeer lage geluidsfrequenties ($L'_{nT,w} + C_{1,50-2550}$) bedroeg 43 dB. Rekening

houdend met de logaritmische schaal is dit aanzienlijk beter dan de eis voor het hoogste akoestische kwaliteitsniveau uit de huidige akoestische norm.

Toepassing van Cross Laminated Timber (CLT) (*)

De laatste maanden werden er ook diverse CLT-constructies aan akoestische metingen onderworpen. Voor kantoren en scholen (zie afbeelding 3) voldoen de bekomen resultaten aan de akoestische eisen. In de woningbouw is dit daarentegen niet altijd het geval. Met name in constructies zonder verlaagd plafond – met een luchtgeluidsisolatie van minder dan 50 dB ($D_{nT,w}$) en een contactgeluidsniveau van meer dan 63 dB ($L'_{nT,w}$) – biedt dit nieuwe houtbouwconcept onvoldoende akoestische bescherming tegen burenlawaai.

Indien er een verlaagd plafond en een performante zwevende vloerconstructie aanwezig zijn, voldoet de **luchtgeluidsisolatie** wel aan de eisen, maar blijft de **contactgeluidsisolatie** eerder zwak. De gemiddelde gemeten isolatiewaarde

van 57 dB ($L'_{nT,w}$) beantwoordt immers slechts in bepaalde situaties aan de huidige eis voor een normaal akoestisch comfort uit de norm NBN S 01-400-1. Dit geldt bijvoorbeeld niet voor de situatie van een woonruimte boven een slaapkamer (eis: $L'_{nT,w} \leq 54$ dB). De akoestische bescherming die door het onderzochte CLT-concept geleverd wordt, is dus zwakker dan bij een traditionele steenachtige constructie. We willen er bovendien op wijzen dat de huidige eis voor de contactgeluidsisolatie binnenkort wellicht voor alle situaties op 54 dB gebracht zal worden.

De medewerkers van de afdeling Akoestiek leggen zich momenteel dan ook toe op de ontwikkeling van akoestisch performantere CLT-constructies voor de woningbouw, net zoals gebeurde voor houtskeletbouw.

*B. Ingelaere, ir., adjunct-departementshoofd, departement Akoestiek, energie en klimaat, WTCB
M. Géhu, ing., onderzoeker, laboratorium Akoestiek, WTCB*

De houtskeletconstructie biedt betere akoestische prestaties dan een traditionele betonnen vloerconstructie.

(*) CLT is een houtbouwproduct dat opgebouwd is uit massieve, kruislings verlijmd houtplaten.

De nieuwe versie (2015) van de normen ISO 9001 (kwaliteitsmanagement) en ISO 14001 (milieumanagement) eist van de gecertificeerde bedrijven dat ze hun relevante risico's en opportuniteiten analyseren. Deze analyse heeft tot doel om te anticiperen op problemen en kansen en het project beter te beheren en te beheersen op het vlak van financiën, termijnen, kwaliteit, veiligheid en milieu.

Risicoanalyse van een project

De bedrijven die willen voldoen aan de nieuwe versie van de normen ISO 9001 en ISO 14001, zijn dus verplicht om een risicoanalyse uit te voeren. Dit beheersmiddel is echter eveneens nuttig voor alle kmo's en grote bedrijven die hun efficiëntie wensen te verbeteren.

Een risicoanalyse omvat gewoonlijk de drie volgende fasen.

Identificatie van de risico's

De te identificeren risico's kunnen van uiteenlopende aard zijn: milieu, veiligheid, financiën, technieken, uitvoering ... Gelet op het feit dat deze identificatie sterk op de ervaring steunt, is het belangrijk om deze – indien mogelijk – in een multidisciplinaire groep uit te voeren, om het vakmanschap en de ervaring van alle actoren (het *topmanagement*, de aangestelde calculator en beheerder) te bundelen. Deze samenwerking is van primordiaal belang om een zo breed en relevant mogelijke lijst met risico's op te kunnen stellen. We willen erop wijzen dat deze gezamenlijke aanpak eveneens toegepast wordt in de context van de nieuwe beheersinstrumenten zoals het BIM (zie de [WTCB-Dossiers 2014/2.14](#)), waarbij er gestreefd wordt naar een meer anticiperend en op overleg berustend beheer van de bouwprojecten.

Evaluatie van het risiconiveau

Vervolgens dient men het niveau van elk van de risico's te evalueren, om de meest kritieke en de verwaarloosbare risico's te kunnen bepalen. Deze beoordeling wordt aangegeven door middel van de **KI-indicator**, die berekend wordt aan de hand van de volgende parameters:

- de **kans** dat het risico zich voordoet

- de **impact** van het risico op het project wanneer het zich voordoet.

Identificatie en opvolging van de te ondernemen acties

Teneinde de risico's te beheersen, kunnen er verschillende acties ondernomen worden. Hoewel deze uiteraard geval per geval bepaald moeten worden, is het in grote lijnen mogelijk om:

- het risico te weigeren
- het risico te neutraliseren of te verminderen
- de risico's te delen met een andere partij (verzekeringsmaatschappij ...)
- het risico te aanvaarden.

Met het oog op een continue kwaliteitsverbetering moet deze risicoanalyse niet

alleen voor elk nieuw project uitgevoerd worden, rekening houdend met de ervaring die bij vorige werven opgedaan werd, maar ook op een strategischer niveau: één keer per jaar, om de risico's en de opportuniteiten binnen de interne en externe bedrijfscontext (technische kennis, concurrentie ...) te identificeren.

De uitvoering van een risicoanalyse op een bepaalde werf stelt het bedrijf eveneens in staat om een veel relevanter en doelgerichter controleplan voor de uitvoering op te stellen.

Afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het 'Opticost'-onderzoek met de financiële steun van Wallonië.

C-RISK: voorbeeld van een evaluatie van de geïdentificeerde risico's en lijst met de te ondernemen acties

Risico's/Opportuniteiten	Analyse		Evaluatie	Behandeling	
	Kans (K)	Impact (I)	KI-Indicatoren	Actie(s)	Type actie
Slechte inschatting van de contractvoorwaarden (vertragsclausules,...)	1-Weinig waarschijnlijk	3-Gemiddeld		Geen specifieke actie	Aanvaarden
Ongevallen te wijten aan hoogwerken	1-Weinig waarschijnlijk	5-Zeer hoog		Organiseren van toolbox meetings	Neutraliseren/Verminderen
Ongevallen veroorzaakt door plaatsing van elementen met grote overspanningen	3-Mogelijk	5-Zeer hoog		Organiseren van toolbox meetings	Neutraliseren/Verminderen
Laattijdige leveringen van geprefabriceerde elementen	5-Zeer waarschijnlijk	4-Hoog		Het niet toekennen van de werken aan de onderaannemer, gezien zijn slechte reputatie m.b.t. het respecteren van de timings.	Weigeren
Risico's verbonden aan het werken onder variërende werfomstandigheden	3-Mogelijk	5-Zeer hoog		Snelle plaatsing van het dak ter bescherming van de balken	Neutraliseren/Verminderen



Het WTCB stelt de risicoanalysetool C-RISK ter beschikking van zijn leden met als doel om de bedrijven bewust te maken van het nut van risicoanalyses, een lijst voor te stellen ter vergemakkelijking van de identificatie van de risico's die eigen zijn aan het bedrijf en zijn werven en een hulpmiddel voor de risicobeoordeling aan te bieden. De applicatie C-RISK is verkrijgbaar bij de afdeling Beheer en kwaliteit van het WTCB (gebe@bbri.be).

WTCB-publicaties

Technische Voorlichtingen

TV 256 Ontwerp en uitvoering van industriegebouwen in overeenstemming met de brandveiligheidseisen.

WTCB-Rapporten

Nr. 16 Berekening van verstijvers voor uitstalramen.

Nr. 17 Principes en aandachtspunten bij de keuze voor duurzame bouwmaterialen.

Monografieën

Nr. 20 Normen-Antennes.

WTCB-Dossiers

2015/2.21 Toleranties in de bouw: bouwtoleranties onder de loep.

2015/2.22 Toleranties in de bouw: terminologie.

2015/2.23 Toleranties in de bouw: controle-instrumenten en -methodologie.

2015/2.24 Toleranties in de bouw: toleranties onderling combineren.

2015/2.25 Toleranties in de bouw: het functionele aspect moet primeren (Ruwbouw en algemene aanneming).

2015/2.26 Toleranties in de bouw: plasvorming vermijden (Dichtingswerken).

2015/2.27 Toleranties in de bouw: elegant én ondoorlatend (Dakbedekkingen).

2015/2.28 Toleranties in de bouw: functionaliteit en uitzicht, twee essentiële aspecten (Schrijnwerken).

2015/2.29 Toleranties in de bouw: de oplevering van beglazingen opgehelderd (Glaswerken).

2015/2.30 Toleranties in de bouw: evenwicht tussen ondergrond en afwerking (Plafonneer, voeg- en gevelwerken).

2015/2.31 Toleranties in de bouw: gecombineerde toleranties (Harde muur- en vloerbekledingen).

2015/2.32 Toleranties in de bouw: aandacht voor de ondergrond (Schilderwerk, soepele muur- en vloerbekledingen).

2015/2.33 Toleranties in de bouw: schaarse toleranties (Sanitaire en industriële loodgieterij, gasinstallaties).

2015/3.9 Dimensionering van glazen binnenwanden.

2015/4.5 Welke beglazing voor een dakvenster?

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). U kan ook steeds bij ons terecht per fax (02/529.81.10) of per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/655.79.74) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met J.-P. Ginsberg.
- 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 vijftig jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met het lidgeld 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 26.000 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. 011/22 50 65
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