



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2016/4



3D-printen
p4-5

Borstweringen
p16-17

**Micro-
scheurvorming
door krimp**
p20-21

BIMportal.be
p32-33



Inhoud

2016/4

HORIZON 2020, samen de toekomst tegemoet 3

  3D-printen en patrimonium 4

 Innovatieve **corrosiebescherming** en -monitoring
bij ondergronds bouwen 6

  Bouwtoepassingen van **materialen**
op basis van **hennep** 8

 Thermische isolatie van **hellende daken**:
renovatiepremies, fiscale voordelen en rekentool 10

 Opsporen van **infiltraties** bij platte daken 12

 Degradatie van **multiplex** in daktoepassingen 14

 Herziening van de norm over **borstweringen** 16

In de kijker + FAQ 18

 Microscheurvorming door **krimp** in voegmortels 20

 Snijtechnieken voor keramische tegels 22

 Belang van het **voorbereidende werk**
vóór de plaatsing van **textiele vloerbekledingen** 24

  Ventilatie van **woongebouwen**:
een nieuwe TV en een rekentool 26

 Ventilatie en **microbiologische** **polluenten**:
geruïststellende resultaten 28

 Gescheiden afvoer van **afval-** en **hemelwater** 30

 BIMportal.be: de Belgische
referentieportalsite rond BIM en ICT 32

 De **investeringsbeslissing**:
een praktische en bouwgerichte aanpak 34

HORIZON 2020, samen de toekomst tegemoet

Op 23 november laatstleden stelde het WTCB aan de leden van zijn Technische Comités en hun werkgroepen zijn tweede visierapport HORIZON 2020 – een goede weerspiegeling van de werkprogramma’s – voor. Deze werkprogramma’s worden opgesteld in samenspraak met de actoren uit de sector en hebben tot doel om te anticiperen op de implicaties die bepaalde stromingen kunnen hebben op onze manier van bouwen of renoveren.

Na een kort overzicht van de activiteiten van de afgelopen jaren, richt dit visierapport de schijnwerpers op de toekomstige uitdagingen. Hoewel de drie grote thema’s die in 2013 afgebakend werden nog steeds globaal van toepassing zijn, hebben er zich een aantal markante evoluties voorgedaan.

Energie en milieu blijven uiteraard centrale thema’s. Maar, daar waar de nadruk tot voor kort nog lag op het ontwerp en de uitvoering van gebouwen met zeer dikke thermische-isolatielagen, worden aspecten zoals bijna-energieneutraal bouwen en de energetische renovatie van het bestaande gebouwenpark tegenwoordig als prioritair beschouwd. Zo zijn er op het gebied van milieu en duurzaam bouwen een aantal belangrijke veranderingen op til. België is immers de weg van de **circulaire economie** ingeslagen en de bouwsector vormt hierbij een prioriteit. We gaan dus de kant op van een model dat ernaar streeft om materialen en grondstoffen zo lang mogelijk binnen de keten te houden en dit, dankzij een gesloten kringloop, gebaseerd op recyclage en hergebruik: het afval van vandaag moet met andere woorden uitgroeien tot de grondstoffen van de toekomst.

Wat de **bouwsystemen** betreft, merkt men tegenwoordig een sterke opkomst van de gedeeltelijke prefabricage binnen een groot aantal beroepstakken. Dit laat immers toe om te beantwoorden aan diverse technische eisen, maar ook om de klanten tevreden te stellen door een aanzienlijke vermindering van de uitvoeringstermijnen. Het ontwerp en de uitvoering van geschikte aansluitingen tussen dergelijke geprefabriceerde elementen blijft vooralsnog echter een heikele kwestie waarvoor de ingenieurs van het Centrum een oplossing moeten vinden.

Het nieuwe werkthema, de **4^e industriële revolutie** of ‘Industrie 4.0’, beoogt de ontwikkeling van technologieën ter ondersteuning van de constructie, het beheer, het onderhoud en de renovatie van ons gebouwenpark: artificiële intelligentie, robotica, het Internet der dingen, 3D-printen, drones, virtuele realiteit, BIM ... het zijn allemaal trends die de bouwsector kunnen revolutioneren. Er zijn met andere woorden belangrijke veranderingen in zicht die noch de grote bedrijven, noch de kmo’s onberoerd zullen laten. Er is dus nog een mooie taak weggelegd voor het WTCB ...

Ons gebouwenpatrimonium werd door de jaren heen verrijkt met talloze decoratieve, sculpturale toepassingen van natuursteen, pleisterwerk, keramiek en andere materialen. Het conserveren en restaureren van die pracht van weleer vormt een belangrijke uitdaging waarvoor de vakman vandaag de dag een beroep kan doen op een brede waaier van nieuwe technologieën. Dit artikel spitst zich toe op de techniek van het 3D-printen.

3D-printen en patrimonium

Principe van de vormgevingstechnieken ⁽¹⁾

Binnen het 3D-restauratie-project ⁽²⁾ werd er onderzoek gevoerd naar de actuele en potentieel toekomstige toepassingen van de 3D-technologie in de restauratiesector ⁽³⁾. Hierbij werd er bijzondere aandacht besteed aan natuursteen- en metaalbewerking, afwerkingen met pleister en keramische

decoraties (bv. betegelingen). We willen erop wijzen dat deze technologieën het klassieke ambachtelijke proces niet aan de kant schuiven, maar veeleer bijdragen tot bepaalde intermediaire fasen van het productieproces.

De vormgevingstechnieken steunen steeds op een virtueel model, dat gecreëerd wordt door middel van 3D-scans en/of CAD (*Computer Aided Design*).

Aan de hand van dit model wordt dan een bouwelement (in de breedste zin van het woord) in het gewenste materiaal geconcretiseerd. Bij natuursteen is dat bijvoorbeeld mogelijk door rechtstreeks te frezen of door te werken met een artificieel natuursteenimiterend materiaal. In beide gevallen dient men achteraf echter vaak nog een manuele afwerking te voorzien.

Het maken van dergelijke virtuele modellen met behulp van CAD-software en digitale technieken (bv. laserscan of fotogrammetrie) ligt tegenwoordig binnen de mogelijkheden van quasi elk individueel bouwbedrijf, maar vergt wel een belangrijke investering (zowel op financieel vlak als voor de verwerving van de nodige ervaring). Daarom zal het in de meeste gevallen toch nog aangewezen blijven om hiertoe een beroep te doen op externe gespecialiseerde bedrijven.

3D-printen

Additive manufacturing, beter gekend als 3D-printen, is een veelbelovende techniek voor de (re)productie van zowel kleine (bv. hang- en sluitwerk, decoraties ...) als grotere (al dan niet dragende) metalen bouwelementen.

Hoewel het tegenwoordig wel degelijk mogelijk is om bouwelementen uit



1 | Voorbeeld van 3D-geprinte modellen

⁽¹⁾ De 'vormgevingstechnieken' van een materiaal omvatten het beeldhouwen, behouwen, frezen, boetseren, zagen, afgieten en zelfs 3D-printen.

⁽²⁾ Het innovatietraject voor innovatievolgers '3D-restauratie' is een initiatief van de Vlaamse Confederatie Bouw en de kenniscentra Sirris en WTCB, gesubsidieerd door het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO).

⁽³⁾ Hoewel de discussie omtrent de cultuurhistorische en mogelijks deontologische aspecten van deze nieuwe technologieën in de erfgoedsector (in het bijzonder wat de reconstructie of vervanging van gebouwen betreft) zeer relevant is, valt deze buiten het bestek van dit artikel.



2 | Voorbeeld van een complexe gietijzeren vorm waarvoor zandbed-printen een uitkomst kan bieden



Bron: Brilliant Technology 3D

3 | Voorbeeld van een 3D-geprint verlorenwasmodel voor juwelen dat een zeer grote precisie en complexiteit toelaat

beton, metaal of keramiek rechtstreeks – dat wil zeggen zonder gebruik te maken van mallen of bekistingen – te printen, dienen er toch enkele kanttekeningen gemaakt te worden bij aspecten zoals precisie en tolerantie, de technische kenmerken van de materialen (bv. duurzaamheid) en de financiële haalbaarheid van de methode ⁽⁴⁾.

Om deze redenen blijft het voor de meeste bouwbedrijven voornamelijk realistischer om op de gebruikelijke manieren te produceren en daarbij voor bepaalde fasen gebruik te maken van het 3D-printen als hoogtechnologische tussenstap (*rapid prototyping*). Dit principe kan omschreven worden als het relatief snel en goedkoop vervaardigen van een – veelal kunststof – model in de gewenste afmetingen en is momenteel erg in trek. Hierbij wordt er aan de hand van een scan of een digitaal model (bv. gebaseerd op historische foto's) van een bestaand voorwerp een prototype geprint (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Deze tussenstap met een digitaal model biedt het voordeel dat de via scans verkregen 3D-bestanden digitaal bewerkt kunnen worden (bv. spiegelen of herschalen). Zodoende kan men bijvoorbeeld compenseren voor de krimp die onvermijdelijk optreedt bij de productie

van het definitieve metalen voorwerp. Dit geprinte prototype wordt dan gebruikt om de zandbedmal of het verlorenwasmodel voor een metaalgieting te vervaardigen en dit, op de gebruikelijke artisanale manier.

Bij **zandbedmallen** kan een dergelijk prototype tegenwoordig echter ook achterwege gelaten worden. Een dergelijke mal kan namelijk rechtstreeks geprint worden op basis van het digitale model van het te vervaardigen voorwerp. In voorkomend geval worden tijdens een voorafgaandelijke digitale engineeringsfase de benodigde kanalen voorzien voor de toevoer van het gesmolten metaal en de afvoer van gassen. Deze kanalen worden automatisch mee geprint wanneer de mal vervaardigd wordt. Zeker in het geval van complexe voorwerpen biedt deze methode een belangrijk voordeel ten opzichte van het klassieke maakproces van zandbedmallen. De mal wordt immers geprint op een iets grotere schaal dan het voorwerp, waardoor de krimp van het metalen voorwerp opgevangen wordt. Deze techniek is uitermate geschikt voor grotere (giet-metalen) voorwerpen met een complexe structuur (zie afbeelding 2).

Ook bij de **verlorenwasmethode**, die sinds jaar en dag toegepast wordt om

metalen voorwerpen te produceren, kan het intermediaire model vandaag de dag achterwege gelaten worden. De klassieke methode bestaat erin een wasmodel van het te produceren voorwerp, samen met de gietkanalen, in een vuurvast materiaal in te bedden. Na een 'bakproces', waarbij de was verbrand wordt, is het model klaar om gevuld te worden met gesmolten metaal (bv. brons). Dankzij de nieuwe 3D-printtoepassingen is het tegenwoordig echter mogelijk om de wassen modellen, inclusief de vaak complexe gietkanalen, rechtstreeks te printen en vervolgens te gebruiken als een klassiek verlorenwasmodel. Ook hier kan de krimp van het voorwerp opgevangen worden door het verlorenwasmodel iets groter te printen dan het origineel. Deze techniek leent zich perfect voor de reproductie van gedetailleerde voorwerpen (zie afbeelding 3), zoals fijn uitgewerkt hang- en sluitwerk.

De huidige 3D-printtechnieken bieden met andere woorden reeds tal van toepassingsmogelijkheden. Het gaat om een domein in volle evolutie, waarnaar het WTCB veel onderzoek voert.

Y. Vanhellemon, ir., adjunct-laboratorium-hoofd, laboratorium Renovatie, WTCB

⁽⁴⁾ Zie hiervoor het artikel 'De toekomst in de bouw: beton printen in 3D?' op de c.watch-webpagina.

In België wordt er jaarlijks meer dan 80.000 ton staal verwerkt in diverse ondergrondse constructies. Dankzij een intelligent ontwerp en een grondige corrosiemonitoring zou dit staal echter efficiënter ingezet kunnen worden.

Innovatieve corrosiebescherming en -monitoring bij ondergronds bouwen

De ontwerpers en uitvoerders van geotechnische constructies hebben nood aan meer kennis omtrent de corrosiemechanismen, de corrosiebeschermende maatregelen en de mogelijkheden van de monitoringtechnieken.

De metallurgie innoveert voortdurend in nieuwe legeringen, coatings en corrosiemonitoringstechnieken. Om deze kennis ook te kunnen toepassen in ondergrondse constructies, hebben Clusta, het WTCB en de ABEF (Belgische Vereniging Aannemers Funderingswerken) in het kader van het VIS-traject voor innovatievolgers INCOR ('Innovatieve corrosiebescherming bij ondergronds bouwen') de handen in elkaar geslagen.

Geotechnische constructies

Funderingen, grond- en/of waterkerende constructies, kelders, gestabiliseerde of vernagelde taluds: het zijn allemaal constructies die zich geheel of gedeeltelijk in de grond bevinden. Hoewel er verschillende technieken bestaan om

dergelijke constructies uit te voeren, maakt staal er steeds een wezenlijk onderdeel van uit. Zo worden de meeste geprefabriceerde en ter plaatse gestorte betonnen geotechnische constructies gewapend of voorgespannen.

Staal heeft echter de vervelende eigenschap om te corroderen. Bijgevolg worden de levensduur en het gedrag van de ondergrondse constructies waarin staal verwerkt is voor een groot deel bepaald door de wijze waarop dit staal tegen corrosie beschermd wordt.

Corrosiemonitoring

Ondanks het feit dat corrosiemonitoringstechnieken een beter inzicht verschaffen in de efficiëntie van bepaalde beschermingsmaatregelen en leiden tot betere technieken dan bijvoorbeeld de toepassing van een overdikte aan staal, zijn ze vooralsnog weinig gekend in geotechnische toepassingen.

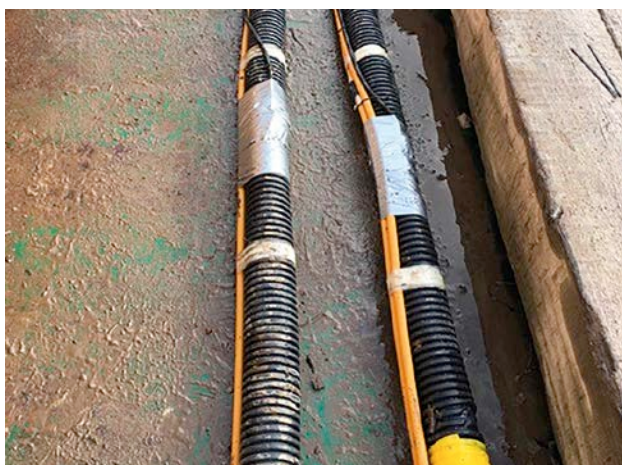
Door de toepassing van monitoring-

technieken is het veelal mogelijk om minder strenge ontwerprijtlijnen toe te passen. Een voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde *smart structures* waarvan het ontwerp met monitoringinstrumenten geoptimaliseerd werd. Hierdoor geniet de investeerder van een lagere kostprijs en de aannemer van een competitief voordeel.

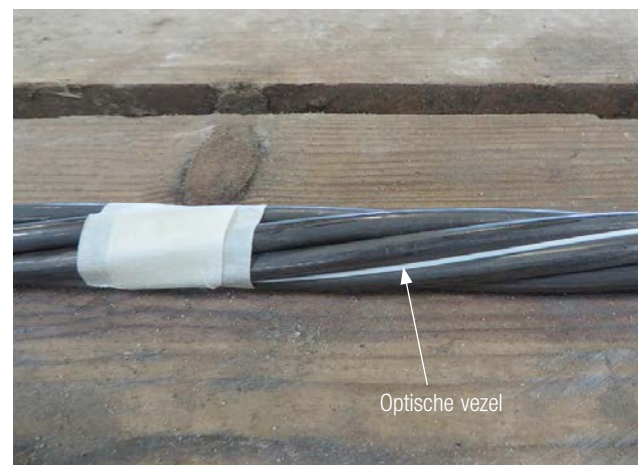
De implementatie van monitoringsystemen dient echter gepaard te gaan met een doordachte onderhoudsstrategie. Hierbij moet men reeds in de ontwerpfase de maatregelen vastleggen die getroffen moeten worden wanneer bepaalde grenswaarden overschreden worden.

Proefproject

Teneinde de toepasbaarheid ervan in ondergrondse constructies na te gaan, werd er in het kader van het Seine-Schelde-West-project van Waterwegen en Zeekanaal NV te Nevele en met de steun van de ABEF een proefproject rond innovatieve corrosiemonitoringstechnie-



1 | Op strengankers uit voorspanstaal aangebrachte sensoren



2 | Streng uit voorspanstaal die uitgerust is met een optische vezel

3 | Recuperatie van de meetkabel (blauwe kabel) tijdens de voorspanning van het grondanker



4 | Meetkast voor de langetermijnmonitoring van de vervormingen van de strengen uit voorspanstaal



ken opgestart. In dit project werden er voor de uitvoering van bochtverbredingen op het Afleidingskanaal van de Leie kademuuren gerealiseerd waarbij de horizontale stabiliteit verzekerd werd door stalen grondankers. Hierbij werd er een levensduur van 100 jaar geambieerd. Deze werken werden uitgevoerd door de THV Besix West Construct “Bochtverbredingen” en voor de realisatie van de grondankers werd er een beroep gedaan op de THV Bachy-Fondedile-Nevele.

De firma Zensor, een spin-off van de VUB die gespecialiseerd is in corrosiemonitoringstechnieken, rustte de strengen uit voorspanstaal van twee van deze grondankers uit met sensoren. Deze werden voorzien tussen beide ‘fronten’ van de op de grondankers aangebrachte dubbele corrosiebescherming (zie afbeelding 1) en hebben tot doel om de ondergrondse corrosieactiviteit in de meest kritische zones op te meten. Zo kan men gedurende een lange periode het materiaalverlies registreren in micrometer per jaar en kan

de goede werking van deze bescherming kwantitatief opgevolgd worden.

Daarnaast bracht het WTCB, dat zich de laatste jaren toegelegd heeft op de ontwikkeling van de optischevezeltechniek, over de volledige lengte van deze strengen een aantal nieuwe types glasvezel aan (zie afbeelding 2), waarmee de vervorming van de staalstrengen opgemeten kan worden. Zo wordt een vermindering van de staalsectie ten gevolge van corrosie op een directe manier vertaald in een toename van de opgemeten vervormingen.

Na het aanbrengen van de instrumentatie (sensoren, optische vezel) en de bescherming op de strengen, werden deze laatste door middel van een gespecialiseerde boorteknik op diepte gebracht doorheen de kademuur en met een groutinjectie vastgezet in de grond.

Tijdens en na het voorspannen van het grondanker werden de meetkabels gere-

cupereerd (zie afbeelding 3) en afgeleid naar een meetkast, waar de meetresultaten in de toekomst afgelezen zullen kunnen worden (zie afbeelding 4).

Dit proefproject heeft als oogmerk om aan te tonen dat innovatieve corrosiemonitoringstechnieken ook in ondergrondse geotechnische structuren geïntegreerd kunnen worden. De dankzij dit project verworven kennis zou bijvoorbeeld niet alleen kunnen toelaten om eventuele schade aan de ankers te voorspellen, maar ook om dit soort ankers in de toekomst te voorzien van een geoptimaliseerde, meer kostenefficiënte corrosiebescherming. **I**

*L. François, ir. en N. Denies, dr. ir.,
projectleiders, laboratorium
Geotechniek en monitoring, WTCB
N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd,
afdeling Geotechniek, WTCB
M. Roovers, ir., voorzitter, ABEF*

www.corrosie.info

Via deze projectwebsite vindt u niet alleen nuttige literatuur en fiches terug omtrent corrosiemechanismen, zwerfstromen, kathodische bescherming en microbiologisch geïnduceerde corrosie, maar kan u tevens begeleiding aanvragen bij het uitwerken of valideren van uw innovatieve ideeën en concepten.



De ontwikkeling en optimalisatie van *biobased* bouwmaterialen (dat wil zeggen van plantaardige of dierlijke oorsprong) vloeit enerzijds voort uit het groeiende streven om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en anderzijds uit de tendens om plaatselijke hernieuwbare grondstoffen te gebruiken. Een aantal teams ver richt hieromtrent al enkele jaren onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten. Het WTCB heeft zich in het kader van het BCC-BAT-project (*) onder meer toegelegd op materialen op basis van hennep. Dit artikel bespreekt de toepassingen ervan in de bouwsector.

Bouwtoepassingen van materialen op basis van hennep

Hennep is een snelgroeiende plant die in verschillende domeinen ingezet kan worden. Zowel de buitenkant van de stengel, die uit vezels bestaat, als de binnenkant, de zogenoemde hennep-scheven, kunnen dienen voor de fabricage van bouwproducten (zie tabel).

De vezels kunnen gebruikt worden voor de fabricage van **thermische-isolatie-dekens**, die voornamelijk in houtskeletwanden en in vloeren en daken dienstdoen als isolatiemateriaal.

De hennepscheven kunnen op hun beurt aangewend worden als **los isolatiemateriaal** dat voornamelijk toegepast wordt tussen de vloerbalken.

Deze scheven worden gekenmerkt door de grootte van hun granulen (doorgaans begrepen tussen 10 en 30 mm), hun losgestorte volumieke massa en hun hygrothermische eigenschappen (warmtegeleidbaarheid, vocht-opname). Ze bestaan uit een geheel van parallelle haarvaten die leiden tot een sterke waterabsorptie (die overeenstemt met het vier- tot zesvoud van hun massa). Bovendien zorgt hun hoge hygroscopiciteit voor een vocht-uitwisseling met de omgevingslucht. Dit gebeurt door sorptie/desorptie, een fenomeen waarbij het vochtgehalte van een poreus materiaal toeneemt door het hechten van waterdamp uit de lucht en omgekeerd.

De hennepscheven kunnen eveneens als **plantaardige granulen** gebruikt worden in producten die gefabriceerd worden met behulp van aangepaste bindmiddelen. Naargelang van de beoogde toepassing worden er immers verschillende eigenschappen nagestreefd, wat een invloed heeft op het bindmiddelgehalte, de volumieke

massa en de warmtegeleidbaarheid van het product. Hoewel men hierbij uiteraard kan gebruikmaken van geprefabriceerde bindmiddelen of samenstellingen, gebaseerd op referentiewerken of de ervaring van de uitvoerder, geniet het toch steeds de voorkeur om terug te grijpen naar de aanbevelingen van de materiaalfabrikant.

Voornaamste toepassingen van hennep in de bouw

Product			Toepassingen	λ-waarde [W/m.K] (¹)
Thermische-isolatie dekens uit hennepvezels			Houtskeletbouw (muren, vloeren, daken)	0,04 (30-40)
Losse hennepscheven			Houten vloeren	0,048-0,053 (90-135)
Hennep- beton – Meng- sel van hennep- scheven en bindmiddel (²)	Indicatief bindmiddelgehalte	Laag (110 kg/m³)	Houtskeletbouw (daken, vloeren)	0,06 (220)
		Gemiddeld (280 kg/m³)	Dekvloeren	0,09-0,10 (385)
		Gemiddeld (200-440 kg/m³)	Opvulling van de muren van een houtskelet, voorzetwand	0,08-0,12 (300-550)
		Hoog (600-750 kg/m³)	Bepleistering van muren	0,13-0,19 (700-950)
Metselsteen op basis van hennep – Mengsel van hennepscheven en bindmiddel (²)			Beschermd, niet-dragend metselwerk (opvulling, voorzetwand)	0,08 (350)

(¹) Indicatieve waarde van de warmtegeleidbaarheid. De volumieke massa van het product is de tussen haakjes vermelde waarde [kg/m³]

(²) Het bindmiddel bestaat doorgaans uit een mengsel van kalk.

⁽¹⁾ Indicatieve waarde van de warmtegeleidbaarheid. De volumieke massa van het product is de tussen haakjes vermelde waarde [kg/m³]

⁽²⁾ Het bindmiddel bestaat doorgaans uit een mengsel van kalk.

(*) 'Spuikbaar licht kalk-hennepbeton voor de bouw', gesubsidieerd door Wallonië (DG06), in samenwerking met Sirris en de UCL.



1 | Storten van een bindmiddel-hennepmengsel in een bekisting voor de uitvoering van een voorzetwand

De hoge capillariteit van de hennepscheven heeft een grote invloed op het mengsel en op de producteigenschappen in verse of verharde toestand. Zij onttrekken immers een deel van het water dat vereist is voor de hydraulische bindmiddelen, waardoor deze kunnen verbranden. Om dit probleem te verhelpen, kan men terugrijpen naar kalk (gekend voor zijn waterophoudende vermogen), een luchthardend bindmiddel toevoegen (kalkhydraat) en/of de volgorde van de menghandelingen aanpassen (bv. de granulaten voorbevochtigen).

Voor de **bepleistering van muren** (zie de [WTCB-Dossiers 2010/2.9](#)) kan men zijn toevlucht nemen tot mengsels die bij voorkeur een grotere hoeveelheid bindmiddel bevatten om een geschikte consistentie (smeuïgheid) te verkrijgen. Dit gaat echter wel ten koste van de thermische prestaties. Ook een fijner hennepgranulaat zal resulteren in een betere smeugheid en een minder grove afwerking.

Hennepbeton wordt voornamelijk aangewend voor de opvulling van hout-skeletten en de verwezenlijking van voorzetwanden. Het wordt eveneens gebruikt om daken en vloeren te isoleren en kan zowel gestort (al dan niet in een bekisting) als gespoten worden. Om de plaatsing (gemakkelijke verdichting, snelle ontlasting ...) en vooral de warmteweerstand te optimaliseren, geniet een weinig vloeibaar mengsel met een

laag of gemiddeld bindmiddelgehalte de voorkeur. Hierbij dient er wel over gewaakt te worden dat het materiaal voldoende samenhangend blijft. In functie van de uitgevoerde volumes, het initiële watergehalte van het mengsel en de omgevingsvoorwaarden dient men rekening te houden met een aanzienlijke droogtijd (van meerdere maanden).

De toepassingen van geprefabriceerde **metzelstenen** op basis van hennep (zie de [WTCB-Dossiers 2014/4.4](#)) komen grotendeels overeen met deze van hennepbeton. Deze geprefabriceerde stenen hebben tal van voordelen te bieden. Zo vertonen ze stabielere eigenschappen dankzij een betere controle van de productieomstandigheden en kan de droging van het materiaal reeds aanvangen vóór de plaatsing. Gelet op hun zeer zwakke druksterkte van om en bij de 0,3 N/mm² (in vergelijking met 5 N/mm² voor cellenbetonmetzelstenen en 15 N/mm² voor geperforeerde bakstenen) is hun toepassing als dragend element daarentegen uitgesloten.

Teneinde het risico op schade te beperken (in het bijzonder door biologische aantastingen), moeten materialen op basis van hennep – net zoals alle andere gevoelige materialen – beschermd worden tegen een langdurige en overmatige bevochtiging (weersomstandigheden, capillaire vochttopstijgingen, condensatie) en dit, ongeacht de voorziene toepassing.

Hygrische regeling?

De hygroscopische en waterdampdiffusie-eigenschappen van materialen op basis van hennep kunnen een buffereffect creëren ten opzichte van de even-

tuele schommelingen in de relatieve vochtigheid van het binnenklimaat.

Om dit effect te kwantificeren, werden er genormaliseerde proefmethoden ontwikkeld. Zo bepaalt de Deense methode de MBV-waarde (wat staat voor *moisture buffer value*) van een materiaal door dagelijkse schommelingen in de relatieve luchtvochtigheid (van 33 tot 75 % RV) te simuleren. Volgens deze methode, die zich beperkt tot een vergelijking van bepaalde materialen, kunnen de bufferprestaties van materialen op basis van hennep als 'goed' tot 'uitstekend' beschouwd worden.

We willen er echter wel op wijzen dat de resultaten van deze proefmethode niet zonder meer toepasbaar zijn bij het voorspellen van het gedrag van het materiaal in reële omstandigheden. Zo houdt de proef geen rekening met de aanwezigheid van afwerkingen (bepleisteringen, verven ...). Verder is het resultaat van de proefmethode afhankelijk van de dikte van de beproefde laag en van de indringdiepte van het vocht. Tot slot houdt deze methode geen rekening met extreme vochtpieken (bv. de hogere en/of kortere pieken die men aantreft in een badkamer) en de verzadigingsverschijnselen.

Bovendien willen we aanstippen dat hygroscopische en waterdampdoorlatende afwerkingsmaterialen – ondanks het feit dat ze wel degelijk kunnen zorgen voor een beperking van de schommelingen van de relatieve luchtvochtigheid – in geen geval ingezet mogen worden ter vervanging van een efficiënt ventilatiesysteem (zie [TV 258](#)). **I**

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

2 | Metselen van hennepblokken



Bron: IsoHemp

Dakwerkers zijn verplicht om de warmtedoorgangscoefficienten of U-waarden van de dakschilden aan hun klanten te bezorgen. Hiermee kunnen deze laatste immers renovatiepremies en fiscale voordelen verkrijgen. Dit artikel gaat dieper in op de eisen en voorwaarden die bij het ter perse gaan van deze WTCB-Contact van kracht waren, om van deze voordelen te kunnen genieten.

Thermische isolatie van hellende daken: renovatiepremies, fiscale voordelen en rekentool

1 U, R en λ

De **warmtedoorgangscoefficiënt U** van een wand geeft aan hoeveel warmte er in stationaire toestand (d.i. bij een constante temperatuur) doorheen de wand in kwestie gaat. Hoe lager deze waarde, hoe beter de isolatieprestatie van de wand. De U-waarde is het omgekeerde van de **R-waarde, die staat voor de warmte weerstand**.

Deze twee coëfficiënten zijn afhankelijk van de samenstellende materialen van de wand en in het bijzonder van zijn dikte en zijn **warmtegeleidbaarheid λ** . De λ -waarde wordt uitgedrukt in W/m.K en wordt onder meer vermeld op de bij de CE-markering van het product gevoegde etiketten.

De **Infocfiche 69.2** bevat een aantal tabellen die voor elk isolatiemateriaal een gamma λ -waarden opgeven, gaande

van de waarde voor het meest performante product op de markt tot de (eerder ongunstige) waarde bij ontstentenis die in de regelgeving vermeld wordt. De toepassing van de ontstenteniswaarde bij de berekening in plaats van de op het etiket vermelde waarde heeft immers een aanzienlijke invloed op de te voorziene isolatiedikte.

2 Eisen en premies

2.1 Fiscaal voordeel

Om een fiscale aftrek te bekomen, moet de minimale warmte weerstandswaarde van de toegevoegde isolatielaag (of -lagen) minstens 4,5 m².K/W bedragen voor een eindfactuur in 2017 en minstens 2,5 m².K/W voor een eindfactuur in 2016.

Bij het ter perse gaan van dit artikel kennen de gewestelijke overheden een

fiscale aftrek van 30 % op het gefactuurde bedrag toe, met een maximum van € 3.070. De werkzaamheden moeten wel uitgevoerd worden door een aannemer en het gebouw moet sinds minstens vijf jaar als woning gebruikt worden.

2.2 In Wallonië

Om de energiepremie voor de thermische isolatie van het dak te bekomen, moet de minimale warmte weerstandswaarde van de toegevoegde isolatielaag (of -lagen) ten minste 4,5 m².K/W bedragen.

De λ -waarde die gebruikt wordt om de warmte weerstand te berekenen, moet ofwel onttrokken zijn uit een ATG- of ETA-certificatie of een CE-markering, dan wel in de EPB-databank opgenomen zijn (www.epbd.be).

Overzicht van de gebruikte grootheden ter karakterisering van het isolerende vermogen van een materiaal of wand

Grootheden	Beschouwd element	Impact op het beschouwde element
Warmtegeleidbaarheid λ [W/m.K]	Het materiaal	Hoe lager deze waarde, hoe beter de isolatieprestatie van het materiaal.
Warmte weerstand R [m ² .K/W]	De wand	Hoe hoger deze waarde, hoe beter de isolatieprestatie van de wand.
Warmtedoorgangscoefficiënt U [W/m ² .K]	De wand	Hoe lager deze waarde, hoe beter de isolatieprestatie van de wand.



Een eenvoudige en volledige tool

Op vraag van tal van dakwerkers heeft het WTCB een handige en gebruiksvriendelijke tool ontwikkeld. Deze is gebaseerd op de Excel®-software en stelt een fiche op met de U-waarden van de verschillende door de aannemer uitgevoerde wanden. Hiertoe baseert de tool zich op de informatie waarover hij beschikt. Hij houdt hierbij eveneens rekening met de houtfracties en de impact van eventuele mechanische bevestigingen.

De tool kan gedownload worden in de rubriek 'Rekentools' die u op de onthaalpagina van de WTCB-website terugvindt.

Voorbeeld van de verkregen gegevens van een hellend-dakconfiguratie

Rekenwaarden		
Huidig project	Huis Leclercq	
Type	Hellend dak	
Naam	Hoofddeel dak	
Helling van het dak	60	°
Laag 1: Isolierend onderdak	No	Yes = Ja / ? = Onbekend / Np = Nee
Laag 2: Isolatie op kepers	No	Yes = Ja / ? = Onbekend / Np = Nee
Laag 3: Isolatie tussen kepers	Yes	Yes = Ja / ? = Onbekend / Np = Nee

Laag 1: Isolierend onderdak
 Laag 2: Isolatie op kepers
 Laag 3: Isolatie tussen kepers
 Laag 4: Isolatie onder kepers
 Laag 5: Lucht en damp scherm
 Laag 6: Binnenafwerking

De basispremie verschilt al naargelang de werkzaamheden uitgevoerd worden door de aanvrager zelf (2 €/m²) of door een aannemer (5 €/m²). We willen erop wijzen dat deze basispremie vermeerderd kan worden in functie van het gezinsinkomen en dat deze kan oplopen tot 15 €/m² voor bescheiden inkomens. De premie beperkt zich echter tot een oppervlakte van 100 m² en tot 70 % van het totale gefactureerde bedrag.

2.3 In Brussel

Om de energiepremie te bekomen, moet de minimale warmteweerstandswaarde van de toegevoegde isolatielaag (of -lagen) ten minste 4 m².K/W bedragen.

Deze premie bedraagt 15 tot 25 €/m² naargelang van het bouwtype (col-

lectief woongebouw, eengezinswoning of tertiair gebouw) en de inkomenscategorie ⁽¹⁾. Bovendien wordt er een bonus van 10 €/m² toegekend wanneer men een natuurlijk isolatiemateriaal aanwendt. De werkzaamheden dienen echter wel uitgevoerd te worden door een aannemer die in de Kruispuntbank van Ondernemingen (KBO) ingeschreven is.

We willen er nog op wijzen dat bepaalde gemeentes een bijkomende premie toekennen ⁽²⁾.

2.4 In Vlaanderen

De netbeheerders bieden een isolatiepremie aan voor gebouwen waarvan de bouwvergunning dateert van vóór januari 2016. Deze premie bedraagt 3 tot 8 €/m² naargelang van de warmte-

weerstandswaarde van de toegevoegde isolatie en van het feit of de werken uitgevoerd zijn door de aanvrager dan wel door een aannemer. Zo moet de warmteweerstandswaarde minstens 3,5 m².K/W bedragen voor een eindfactuur in 2015 of 2016 en minstens 4,5 m².K/W voor een eindfactuur in 2017 of 2018 ⁽³⁾.

De gemeentes kunnen eveneens bijkomende premies uitloven.

De website www.premiezoeker.be stelt een tool ter beschikking die een overzicht geeft van alle in Vlaanderen verkrijgbare premies in functie van de aard van de werken, de gemeente en de aanvrager.

C. Mees, ir., senior projectleider, afdeling Energie, WTCB

⁽¹⁾ http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/list_primes2016nl.pdf

⁽²⁾ <http://www.curbain.be/nl/premies-en-fiscaliteit/premies/gemeentelijke-premies-en-steun>

⁽³⁾ <http://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/bouwen-en-verbouwen/premie-van-de-netbeheerder-voor-dakisolatie-zolder-vloerisolatie-een-woning-appartement>

Het is niet altijd evident om de oorzaak van vochtproblemen bij platte daken te achterhalen. Aangezien men doorgaans door eliminatie te werk moet gaan, kan dit proces bovendien enige tijd in beslag nemen.

Opsporen van infiltraties bij platte daken

Infiltraties versus condensatie

Waterinsijpelingen of vochtvlekken onder een plat dak kunnen niet alleen het gevolg zijn van infiltraties, maar ook van condensatie. Bijgevolg dient men een onderscheid te maken tussen deze twee fenomenen. Het verschil tussen beide ligt hem in de weersomstandigheden waarbij de problemen optreden. Zo worden condensatieproblemen in een dakopbouw – in tegenstelling tot infiltraties – niet veroorzaakt door regen, maar treden ze in principe louter op tijdens de koudere (inwendige condensatie) en warmere periodes (omgekeerde condensatie) van het jaar. Voor meer informatie over inwendige en omgekeerde condensatie verwijzen we respectievelijk naar de [Infofiches 27](#) en [28](#). In wat volgt beperken we ons tot het verschijnsel van de infiltraties.

Hoe infiltraties opsporen?

De oorsprong van de infiltraties is niet altijd eenvoudig vast te stellen. De plaats waar het water binnendringt kan soms immers ver verwijderd zijn van de plaats waar het gebeurlijke vochtprobleem zichtbaar wordt. Bovendien kan de aanwezigheid van een schutlaag (grind, terrastegels, groendak ...) of van installaties op het dak de controle van de dakafdichting bemoeilijken.

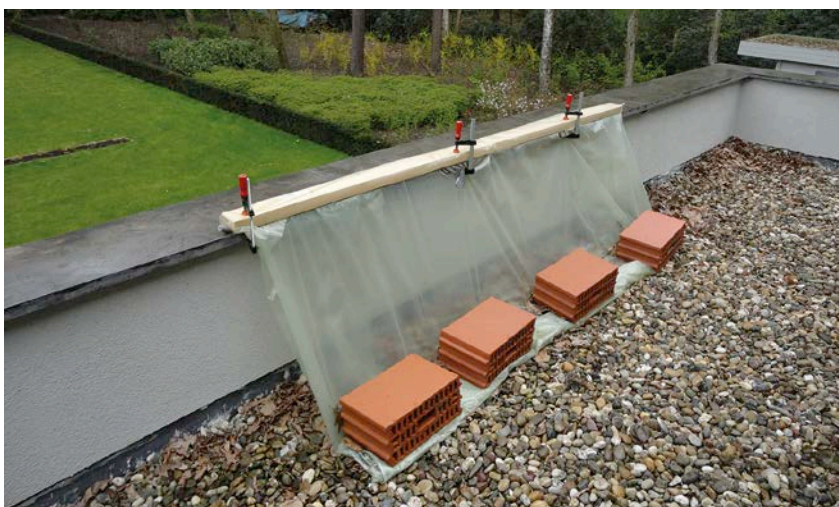
Men zal doorgaans door eliminatie te werk moeten gaan, waarbij men stap voor stap een aantal mogelijke infiltratiewegen tracht uit te sluiten. Vermits men hierbij steeds de nodige evaluatietijd dient te voorzien, kan dit onderzoek enige tijd duren. Bij een dergelijke evaluatie komen visuele inspecties en vochtmetingen in de binnenafwerking goed van pas.

Om het onderzoek in de juiste richting te kunnen sturen, moet men in eerste instantie een duidelijk overzicht krijgen van de [weersomstandigheden](#) waarbij de waterinsijpelingen optreden (onmiddellijk of geruime tijd na regen, intensiteit van de regen, wind, sneeuw ...).

Vervolgens dient men zijn aandacht toe te spitsen op de [dakopbouw, de dakhelling en de eventuele compartimenteringen](#) (verdeling van de isolatie in dakzones van 100 tot 200 m² door het dampscherm met de afdichting te verbinden) in correlatie met de plaats van de vochtinfiltraties.

Infiltraties zijn niet altijd toe te schrijven aan gebreken in de dakafdichting, maar kunnen ook plaatsgrijpen ter hoogte van de [detailleringen](#). Bij hevige wind kan het water immers rond de afdichting geblazen worden. Dit gebeurt vooral bij de meest aan slagregen blootgestelde detailleringen (bv. in gevels met zuidwestelijke oriëntatie). De detailleringen kunnen visueel gecontroleerd worden en getoetst aan de principes uit de [TV 244](#). Indien nodig, moet men hiervoor een sondering uitvoeren (destructief onderzoek). Door de detailleringen te besproeien met behulp van een tuinslang kan men trachten de weersomstandigheden na te bootsen en nagaan of het lekwater binnen zichtbaar wordt. De detailleringen kunnen eveneens tijdelijk van slagregen afgeschermd worden (bv. met een PE-folie, zie afbeelding 1).

Fouten in de [waterdichting](#) zelf zullen ook bij regenweer zonder wind en bij sneeuwval infiltraties veroorzaken. Door de dakafdichting nat te maken en vervolgens te laten opdrogen, kan men



1 | Het tijdelijk van slagregen afschermen van een gedeelte van de dakopstand



2 | De verspreiding van het vocht in het dakcomplex maakt het moeilijk om de oorsprong van de infiltraties op te sporen.

De oorsprong van de infiltraties is niet altijd eenvoudig vast te stellen.

onderzoeken of er plaatsen zijn die langer vochtig blijven. Dit kan op een plaatselijk gebrek wijzen.

In bepaalde gevallen kan men de **dakafdichting** controleren door het dak – na het dichtmaken van de waterafvoeren – onder water te zetten, al dan niet met toevoeging van kleurstoffen of ammoniak (zie ook bijlage 4 van de TV 229). Bij thermisch geïsoleerde daken met een goed aangebracht damp scherm (waterdichte laag) zullen de eventuele lekken zich echter niet altijd in de ruimten onder het dak manifesteren, maar aanleiding geven tot een extra bevochtiging van de thermische isolatie. Dit impliceert dat, wanneer er bij deze proefneming geen vochtinsijpelingen waargenomen worden, men niet zomaar kan besluiten dat de afdichting vrij is

van gebreken. Deze werkwijze heeft bijgevolg enkel zin bij niet-thermisch geïsoleerde daken of omkeerdaken.

Er bestaan eveneens andere technieken om lekken op te sporen, zoals het testen met **rook of gas** en het gebruik van een **inductief impulsstroomprocedé** (d.i. een techniek die de elektrische geleidbaarheid van water gebruikt om vochtige zones te lokaliseren) ⁽¹⁾. We willen er echter op wijzen dat deze technieken niet altijd eenvoudig te interpreteren zijn en hun beperkingen hebben. Zo heeft het inblazen van rook of gas onder het membraan weinig zin bij volvlakkig verkleefde dakafdichtingen.

Aan de hand van **thermografisch onderzoek** kan men, bij een correcte interpretatie van de talloze invloedsparameters,

de zones met een droge dakisolatie onderscheiden van die met een vochtige isolatie. Een dergelijk onderzoek maakt het evenwel niet mogelijk om de oorsprong van de infiltraties op te sporen.

Tenslotte verdienen ook de recente technieken waarbij er preventief een **lekdetectiesysteem** in de dakopbouw ingebouwd wordt, een vermelding. Deze hebben immers nog interessante innovatiemogelijkheden te bieden.

Wat met het ingesloten vocht?

Infiltraties veroorzaken een bevochtiging in het dakcomplex. Indien er in het isolatiemateriaal een belangrijke hoeveelheid vocht aanwezig is, kan dit een nadelige invloed hebben op de thermische-isolatiewaarde en mogelijk ook op de duurzaamheid van het materiaal, voornamelijk wanneer er vochtgevoelige materialen, zoals hout, tussen de afdichting en het damp scherm ingesloten zijn. Er bestaan echter geen regels om te bepalen wanneer deze hoeveelheid ingesloten vocht overdreven is.

Een met vocht verzadigde of beschadigde isolatie moet steeds vervangen worden. Bij geringe vochthoeveelheden ⁽²⁾ blijft de invloed op de thermische-isolatiewaarde veelal beperkt. De impact van tussenliggende, vaak lokale bevochtigingen valt echter moeilijker correct te bepalen.

Wanneer het isolatiemateriaal kan drogen, herwint het over het algemeen zijn isolerende vermogen. Het is echter zeer moeilijk om in te schatten hoe lang dit drogingsproces zal duren. Dit is immers afhankelijk van tal van factoren en hypothesen, zoals de klimatologische omstandigheden, de bezonningsgraad, de hoeveelheid ingesloten vocht en zijn verspreiding over het dakcomplex (zie afbeelding 2).

E. Mahieu, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Interface en consultancy, WTCB

⁽¹⁾ Voor een niet-exhaustieve lijst van firma's die dergelijke onderzoeken uitvoeren, verwijzen we naar de bouwproductendatabank **TechCom** op de WTCB-website.

⁽²⁾ Tabel A3 uit bijlage 3 van de TV 215 omtrent de beoordelingscriteria voor inwendige condensatie legt de maximale hoeveelheid condensatievocht voor een isolatiemateriaal in een plat dak vast op 200 g/m², globaal verspreid over het dakoppervlak.

De laatste tijd wordt de afdeling Technisch advies van het WTCB regelmatig gecontacteerd in verband met schadegevallen aan multiplexplaten in daktoepassingen (bv. het loskomen van de dakranden van een plat dak, schimmelontwikkeling aan de onderzijde van een luifel, degradatie van het draagvlak van een bakgoot ...). Dergelijke schadegevallen zijn vaak te wijten aan een verkeerde materiaalkeuze of een afwijking van de prestaties van het aangeleverde plaatmateriaal ten opzichte van deze die door de fabrikant of de verdeler gedeclareerd werden in correlatie met de te verwachten vochtbelasting.

Degradatie van multiplex in daktoepassingen

De **verlijmingsklasse** van het gehanteerde multiplex wordt in eerste instantie bepaald door de te verwachten vochtbelasting, met andere woorden door de klimaatklasse (zie de [WTCB-Dossiers 2015/2.20](#)). De verschillende klimaatklassen worden beschreven in de norm NBN EN 1995-1-1.

Hoewel men in voornoemde WTCB-Dossiers uitgaat van de veronderstelling dat een dakvloer van een warm plat dak tot de klimaatklasse 1 (droge binnentoepassingen) behoort, kan men nooit garanderen dat de platen tijdens de uitvoering daadwerkelijk droog zullen blijven. Bijgevolg geniet het de voorkeur om voor dit type toepassingen platen van de klimaatklasse 2 te gebruiken.

Gelet op het feit dat een sporadische bevochtiging niet uitgesloten kan worden, moet ook het plaatmateriaal dat dienst doet als spouwafdekking minstens tot de klimaatklasse 2 behoren (zie [TV 244](#)).

Naast de verlijmingskwaliteit heeft ook de **houtsoort** van het fineer, waaruit het multiplex samengesteld is, een belangrijke weerslag op de weerstand van de plaat.

Verlijmingsweerstand van het multiplex

Het onthechten van de fineerlagen van een multiplexplaat kan doorgaans aan

tal van factoren toegeschreven worden. De belangrijkste daarvan zijn:

- een niet aan de blootstelling aangepaste lijmkleuze
- de temperatuur en de druk- en wachttijden bij het persen van de plaat
- de aanwezigheid van dikteverschillen binnen een fineerlaag
- de toegepaste lijmhoeveelheid
- het vochtgehalte van het fineer bij de fabricage
- de kwaliteit van de gehanteerde lijm.

De huidige norm NBN EN 636 onderscheidt drie klassen van verlijmingskwaliteit. Met behulp van een beproeving volgens de norm NBN EN 314-1 kunnen multiplexplaten ingedeeld worden in functie van hun weerstand tegen bevochtiging (zie tabel).

In België wordt er evenwel ook nog vaak gebruikgemaakt van de indeling uit de vroegere STS 04.6 die gebaseerd waren op een oudere Britse norm. Deze STS definiëren de volgende vier verlijmingskwaliteiten (in dalende volgorde):

- type WBP (*Weather and Boil Proof*)
- type CBR (*Cyclic Boil Resistant*)
- type MR (*Moisture Resistant and moderately weather resistant*)
- type INT (*Interior*).

Aangezien deze classificatie in de praktijk nog veelvuldig toegepast wordt, werd deze ook in de tabel opgenomen. We willen er echter op wijzen dat er strikt genomen geen overeenstemming

bestaat tussen de vroegere indeling en deze uit de huidige Europese norm.

Duurzaamheid van het dek- en blindfineer

Om een biologische aantasting van het multiplex tegen te gaan, is het essentieel dat het aangewende hout over een afdoende weerstand tegen houtetende zwammen, insecten en verblauwing beschikt. Deze weerstand wordt enerzijds bepaald door de natuurlijke duurzaamheid van de houtsoort en anderzijds door de eventueel toegepaste verduurzamingsbehandeling.

Hierbij is het belangrijk om op te merken dat de verduurzaming van het houten element niet verward mag worden met de afwerking (bv. beits, lazuur ...) ervan, vermits beide behandelingen een verschillend oogmerk hebben (zie [TV 243](#)).

De noodzaak om een houten element te verduurzamen is hoofdzakelijk afhankelijk van de gebruiksklasse en de natuurlijke duurzaamheid van het gebruikte hout (zie ook hoofdstuk 6 van de [TV 243](#)). Ook voor platen die opgebouwd zijn uit houtsoorten met een hoge natuurlijke duurzaamheid, maar die blootstaan aan de weersinvloeden, is het aangeraden om een oppervlakteafwerking aan te brengen.

Voor het gebruik als spouwafdekking in een dakrand (gebruiksklasse 2, zie



TV 243) moet men teruggrijpen naar multiplexplaten uit houtsoorten met een natuurlijk duurzaamheidsklasse I, II en III zonder preventieve houtbescherming. Voor houtsoorten uit de duurzaamheidsklassen IV en V wordt er een verduurzamingsbehandeling aanbevolen. In de praktijk wordt een dergelijke verduurzaming voor multiplex echter quasi nooit toegepast. Veiligheidshalve zou het gebruik van multiplex met een duurzaamheidsklasse IV of V bijgevolg voorbehouden moeten worden voor een gebruiksklasse 1.

mels op een onafgewerkt houtoppervlak nooit volledig uitgesloten kan worden en dit, ongeacht de duurzaamheidsklasse van het dekfinier. Om dergelijke schimmels te vermijden, moet men een oppervlakteafwerking met fungiciden toepassen. Een hoge natuurlijke duurzaamheid of de eventuele toepassing van een verduurzaming biedt immers geen garantie op het uitblijven van oppervlakeschimmels.

Besluit

Verder dient men zich er goed bewust van te zijn dat het optreden van schim-

om het behoud van de prestaties van het multiplex tijdens zijn voorziene levens-

duur te garanderen en zo elke vroegtijdige aantasting te vermijden, moet men opteren voor een voldoende duurzame houtsoort en moet de verlijmingsklasse aangepast zijn aan de te verwachten vochtbelasting (gebruiksklasse). Voor aan weersinvloeden blootgestelde toepassingen, is het eveneens aangeraden om een afwerking aan te brengen. **I**

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

E. Mahieu, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Interface en consultancy, WTCB

S. Charron, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB

Indeling van multiplexplaten in functie van hun weerstand tegen bevochtiging

Klimaat-klasse (NBN EN 1995-1-1)	Klimaat-omstandigheden	Minimaal noodzakelijke verlijmingskwaliteit	Gebruiksklasse voor biologische aantasting	Noodzakelijke duurzaamheid van het aangewende hout	Toepassingsvoorbeeld	Voorbeeld van een geschikte multiplexsoort
1	Vochtgehalte in de materialen overeenstemmend met een temperatuur van 20 °C en een relatieve luchtvochtigheid die slechts gedurende enkele weken per jaar hoger is dan 65 %	Klasse 1 volgens NBN EN 314-1 of INT (24-IS volgens de STS 04.6)	Klasse 1 volgens NBN EN 335	Duurzaamheidsklassen I tot V, zonder verduurzaming	Binnenafwerking (plafond)	- Okouémultiplex, zelfs met een WBP-verlijmingsklasse 3 - Sapelimultiplex met een verlijmingsklasse 1
2	Vochtgehalte in de materialen overeenstemmend met een temperatuur van 20 °C en een relatieve luchtvochtigheid die slechts gedurende enkele weken per jaar hoger is dan 85 %	Klasse 2 volgens NBN EN 314-1 of CBR of MR (respectievelijk 2 x 4-100 of 03-67 volgens de STS 04.6)	Klassen 1 en 2 volgens NBN EN 335	- Duurzaamheidsklassen I tot III, zonder verduurzaming - Duurzaamheidsklassen IV en V, verduurzaming C1 aanbevolen	- Dakvloer voor een warm plat dak, luifel of een bakgoot - Spouwafdekking in een dakrand voorzien van een afdichting - Bekleding van de dakoversteken	Lauanmultiplex met een verlijmingsklasse 2, voor zover de densiteit van het aangewende hout min. 670 kg/m ³ bij 12-17% bedraagt
3	Klimaatomstandigheden die leiden tot hogere vochtgehalten dan klasse 2	Klasse 3 volgens NBN EN 314-1 of WBP (72-100 volgens de STS 04.6)	Klassen 2, 3, (4 en 5) volgens NBN EN 335	- Duurzaamheidsklassen I en II, zonder verduurzaming - Duurzaamheidsklasse III, verduurzaming C1 aanbevolen - Duurzaamheidsklassen IV en V, verduurzaming C1 noodzakelijk	- Gevelbekleding, boeiplank - Onbeschermde dakvloer van een luifel	Mahonimultiplex met een WBP-verlijmings of verlijmingsklasse 3

De norm NBN B 03-004 'Borstwering van gebouwen', die in 2010 gepubliceerd werd ter vervanging van de STS 54 over borstweringen, ontving sinds zijn publicatie tal van commentaren van de bouwprofessionelen. Dit was te wijten aan het feit dat deze norm enkele onduidelijkheden en lacunes vertoonde die de toepassing ervan soms bemoeilijkten. Een herziening van de norm drong zich dus op. Deze is intussen afgewerkt en de publicatie ervan wordt in de loop van het eerste trimester van 2017 verwacht. Dit artikel bespreekt enkele belangrijke wijzigingen die in de herziening aangebracht werden en spitst zich toe op de toepassing ervan in buitenschrijnwerk.

Herziening van de norm over borstweringen

1 Nieuwigheden

De in de norm doorgevoerde wijzigingen betreffen onder meer de geometrie, de dimensionering door berekening en door proeven, de uitvoering en het bijzondere geval van glazen borstweringen.

1.1 Opening tussen de niet-verticale elementen

Teneinde te vermijden dat iemand de borstwering via de niet-verticale elementen (regels ...) gelegen op een hoogte tussen 110 en 450 mm zou beklimmen,

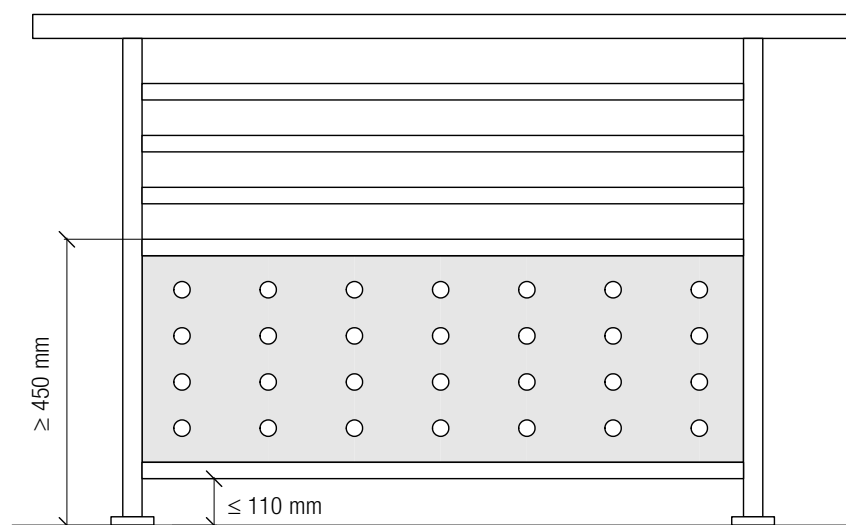
moet de opening tussen deze elementen (die in de versie van 2010 niet vermeld werd) kleiner zijn dan 20 mm. Deze afstand kan gecontroleerd worden met behulp van een kubiek kaliber met een zijde van 20 mm.

1.2 In aanmerking te nemen belastingen en vervormingen bij de dimensionering van de borstweringen

De belastingen en belastingscombinaties die gebruikt moeten worden ter bepaling van de veiligheid en de

gebruiksgeschiktheid van een borstwering werden aangepast om beter overeen te stemmen met de realiteit. Zo werden bepaalde belastingen geschrapt, gewijzigd of toegevoegd om de ontwerper te helpen bij de dimensionering. Het gaat hier bijvoorbeeld om:

- **de schrapping van de verdeelde verticale belasting die aangrijpt op de handgreep.** Men dient immers louter de verticale puntbelasting in aanmerking te nemen, dat wil zeggen de belasting die ontstaat wanneer een persoon op een horizontaal element van de borstwering gaat staan of zitten. Deze belasting moet echter niet in rekening genomen worden bij volledig glazen borstweringen, behalve wanneer deze voorzien zijn van een op het glas bevestigde gedecentreerde regel
- **de vermindering van de horizontale puntbelasting die aangrijpt op een hoogte van 1.000 mm of op de handgreep.** Deze werd voor residentiële gebouwen teruggebracht van 1 kN naar 0,5 kN
- **de toevoeging van windblootstellingsklassen.** Deze werden voorgesteld om de ontwerper te helpen bij de bepaling van een windbelastingsniveau. Deze belastingen worden enkel gecombineerd met de lineaire horizontale belasting, die op haar beurt niet langer op de handgreep toegepast wordt, maar op een hoogte van 1.000 mm.



1 | De zone begrepen tussen 110 en 450 mm moet aan strikte veiligheidseisen beantwoorden.

In de meeste gevallen werden de reken- en proefcriteria versoepeld. Bij borstweringen met stijlen moet de maximale ver-



De afstand tussen de niet-verticale elementen gelegen op een hoogte tussen 110 en 450 mm moet kleiner zijn dan 20 mm.

vorming van de stijl onder een belasting in de gebruiksgrenstoestand – gemeten tijdens een proef op 1.000 mm hoogte – bijvoorbeeld kleiner zijn dan 25 mm (in plaats van 20 mm ter hoogte van de handgreep, zoals in de vorige versie van de norm). De maximale vervorming van glazen borstweringen moet op haar beurt beperkt blijven tot 25 mm.

1.3 Glazen borstweringen

Bij gelaagd glas waarbij alle componenten thermisch gehard zijn, is het niet langer verplicht om een regel te voorzien die de glasranden beschermt tegen schokken en de beglazing op haar plaats

houdt bij de breuk van alle glasplaten. In voorkomend geval dient men echter wel aan te tonen dat de borstwering niet zal instorten na de breuk van alle glasplaten, onder een horizontale belasting van 100 N (uitgeoefend gedurende 10 seconden in het midden van de borstwering en op 1 meter hoogte).

2 Toepassing van een borstwering in buitenschrijnwerk

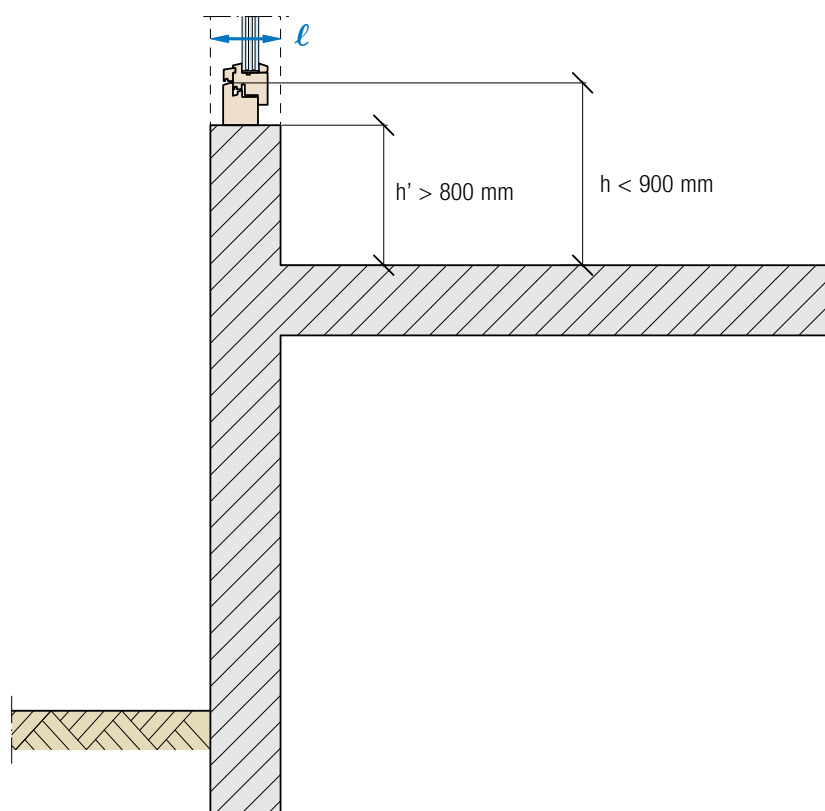
Om te voorkomen dat de gebruikers in de diepte zouden vallen, moet ook het buitenschrijnwerk op de verdiepingen in sommige gevallen voorzien worden van

een borstwering en dit, zowel bij vast als opengaand schrijnwerk.

In de Belgische norm NBN B 25-002-1 'Buitenschrijnwerk' worden de eisen ter preventie van lichamelijke letsels beschreven. Hierin wordt bepaald aan welke schokweerstandsklasse het schrijnwerk in functie van de situatie dient te voldoen. De beschermingshoogte H is doorgaans begrepen tussen 900 en 1.200 mm (tenzij het bijzondere bestek een grotere hoogte oplegt). Deze beschermingshoogte kan volgens de norm teruggebracht worden tot 800 mm, op voorwaarde dat $h + 0,5 \times \ell$ minstens 1.000 mm bedraagt (waarbij ' h ' staat voor de afstand tussen de afgewerkte vloer en het hoogste niveau van het vaste kader en ' ℓ ' voor de dikte van de gevel, die gemeten wordt bij een hoogte h' , gelegen tussen 800 mm en h , zie afbeelding 2). Wat het glas betreft, gelden de voorschriften uit de norm NBN S 23-002.

Wanneer het schrijnwerk onderaan uit een vast raam bestaat, dient dit element minstens 900 mm hoog te zijn en moet de beglazing in dat onderste element tot het type 1B1 (gelaagd glas) behoren.

Wanneer de borstwering niet aan voormelde minimumhoogtes beantwoordt, moet er conform de norm NBN B 25-002-1 een extra borstwering voorzien worden, die in overeenstemming moet zijn met de norm NBN B 03-004. Voor dunne borstweringen moet de beschermingshoogte dan 1.100 mm bedragen (of 1.200 mm wanneer de valhoogte 12 m of meer bedraagt).



2 | Wanneer $h + 0,5 \times \ell$ minstens 1.000 mm bedraagt, kan de beschermingshoogte teruggebracht worden tot 800 mm.

V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB
J. Wijnants, ing., afdelingshoofd,
afdeling Technisch advies, 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 2016/4.8

De TV 244 gaat volledig digitaal

Om u op de hoogte te kunnen houden van de evoluties binnen het domein van de **aansluitingsdetails bij platte daken**, heeft het TC Dichtingswerken beslist om alleen nog de HTML-versie van de TV 244 beschikbaar te stellen. De papieren versie wordt niet langer verkocht en de pdf werd van de WTCB-website verwijderd.

De HTML-versie, ook **e-TV** genoemd, biedt tal van voordelen:

- eenvoudig te raadplegen op pc, tablet en smartphone
- mogelijkheid om snel door te klikken naar interessante hoofdstukken, bijkomende details en andere WTCB-publicaties
- snelle toegang tot aanvullende informatie over specifieke afdichtingstypes, zoals bitumineuze, synthetische en vloeibare afdichtingen
- mogelijkheid om de historiek van de aanpassingen te bekijken.

De e-TV 244 zal met andere woorden steeds de laatste nieuwe informatie over de aansluitingsdetails voor platte daken bevatten.

Normen-Antennes: normalisatie en reglementering

Op de WTCB-website zijn er twaalf Normen-Antennes terug te vinden. Ze behandelen verschillende domeinen uit de bouwsector en zijn ontworpen om u wegwijs te kunnen maken in de ingewikkelde materie van normalisatie en reglementering. Surf naar **www.normen.be** en ontdek hoe deze Normen-Antennes uw professionele leven kunnen vergemakkelijken. Bovendien werd de beschikbare informatie onlangs geüpdatet om u nog beter te kunnen informeren.





Meer info

TV's 196 en 200

Dient men de waterafvoer van balkons en loggia's aan te sluiten op de afval- of op de regenwaterafvoerinstallatie?

Er wordt een onderscheid gemaakt naargelang van het type buitenruimte.

De afvoer van een overdekte loggia wordt altijd aangesloten op de afvalwaterafvoer. Ook voor overdekte balkons wordt dit aanbevolen als minstens 50 % van de oppervlakte afgeschermd is van neerslag.

De afvoer van een niet-overdekt balkon wordt daarentegen aangesloten op de regenwaterafvoer, stroomafwaarts van de regenput (tenzij anders door de ontwerper bepaald omwille van de aard van de activiteiten die in de buitenruimte plaatsvinden).

Mag men in een technische schacht naast concentrische rookgaskanalen voor gesloten ketels van het type C3* of C4* ook andere leidingen (gas, watertoevoer en -afvoer, elektrische kabels ...) plaatsen?

Nee. Tussen de rookgaskanalen (in metaal of in kunststof; al dan niet concentrisch) en de andere leidingen moet er steeds een afscheiding van het type EI 30 aanwezig zijn. De technische koker zelf moet minstens tot het type EI 60 (voor lage en middelhoge gebouwen) of EI 120 (voor hoge gebouwen) behoren.

Bij de doorvoering van rookkanalen doorheen brandwerende wanden moeten er nog bijkomende voorzieningen in acht genomen worden (zie § 7.3 van de TV 254).

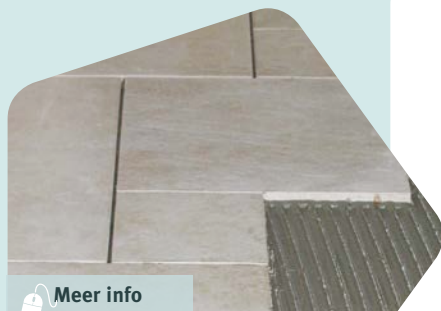


Meer info

NBN B 61-002:2006/AC : 2016
TV 254 (§ 7.3)

Mag ik van een keramische vloerbetegeling eisen dat deze perfect vlak is?

Nee. Men dient in deze context immers zowel rekening te houden met de toleranties op de plaatsing (wat handenarbeid is en blijft) als met de toleranties op de vlakheid van de tegels zelf. We willen er bovendien op wijzen dat de toleranties op de vlakheid van de tegels volgens de Europese norm NBN EN 14411 redelijk ruim zijn (a fortiori in het geval van grootformaattegels). Het is dan ook ten stelligste aangewezen om te opteren voor het gebruik van tegels met strengere vlakheidstoleranties dan vermeld in deze norm.



Meer info

Infofiche 19, TV 237 (§ 7.1.3),
WTCB-Dossiers 2012/4.11

Dit artikel gaat dieper in op de zeer fijne, veelal nauwelijks met het blote oog waarneembare scheurtjes die optreden ter hoogte van de mortelvoegen en te wijten zijn aan de onvermijdelijke krimp van de mortel. Deze scheurtjes hebben voornamelijk een impact op het uitzicht van de betegeling. Hoewel deze krimp onvermijdelijk is bij cementgebonden samenstellingen, kunnen er een aantal aanbevelingen geformuleerd worden om de omvang van het fenomeen te beperken.

Microscheurvorming door krimp in voegmortels

1 Eigenschappen van de krimp-scheurtjes

De term ‘microscheur’ verwijst naar een zeer fijn scheurtje dat nauwelijks met het blote oog waarneembaar is, maar dat sterker in het oog kan springen in aanwezigheid van restvocht. De krimp-scheurtjes treden loodrecht op de voegrichting op en zijn enkele centimeters van elkaar verwijderd (zie afbeeldingen 1 en 2).

Ze mogen niet verward worden met de scheuren die ontstaan door mechanische belastingen, zoals de bewegingen van de ondergrond of de hygrothermische uitzettingen. Dit zijn veelvoorkomende verschijnselen die veelal aanleiding geven tot duidelijk zichtbare en brede scheuren die zich over ver-

schillende elementen uitstrekken (zie afbeelding 3) (*).

2 Het krimpverschijnsel

De voegproducten – zowel de gebruikelijke als de *in situ* gedoseerde mortels (traditionele plaatsing) – bestaan doorgaans uit cement, zand en water en hebben als oogmerk om de openingen tussen de tegels te dichtten.

Elk cementgebonden product is in zekere mate onderhevig aan krimp en dit, vanaf de aanmaak van het product tot enkele maanden, of zelfs jaren, na de uitvoering ervan. Hierbij onderscheiden we twee belangrijke fasen:

- de **plastische krimp** die zich tijdens de eerste uren na de uitvoering voor-

doet en die veroorzaakt wordt door de verdamping van een gedeelte van het aanmaakwater

- de **hydraulische krimp**, die later optreedt en die te wijten is aan de verdamping van de waterfractie die niet gebruikt werd voor de hydratatie van het cement.

Gelet op hun geringe dikte en hun bijzondere gevoeligheid voor een snelle droging, vooral in zomeromstandigheden (zon en wind), kunnen de voegmortels een aanzienlijke plastische krimp ondergaan.

Indien we, bij wijze van voorbeeld, een vloer bestaande uit standaardtegels met een zijde van 40 cm beschouwen, kunnen we – rekening houdend met het feit dat de vrije krimp van de voegmor-



1 en 2 | Krimp-scheurtjes in de voeg van een betegeling en een metselwerk



3 | Scheuren door hygrothermische uitzettingen en/of bewegingen van de ondergrond

(*) De scheuren die te wijten zijn aan mechanische belastingen kwamen reeds in verschillende WTCB-publicaties aan bod (zoals in de WTCB-Dossiers 2013/2.10).



Gebruikelijke voegsamensellingen afhankelijk van hun breedte

Breedte [mm]	Samenstelling	Toepassing
$l < 1,5$	Zuivere cementspecie	Binnen
$1,5 \leq l < 2$	3 delen cement voor 1 deel fijn zand (bv. 0-1 mm)	Voornamelijk binnen
$2 \leq l < 5$	1 deel cement voor 1 deel fijn zand (bv. 0-1 mm)	
$5 \leq l < 7$	1 deel cement voor 2 delen middelgrof zand (bv. 0-2 mm)	Voornamelijk buiten
$7 \leq l < 12$	1 deel cement voor 3 delen middelgrof zand (bv. 0-2 mm)	

tel maximaal 2 mm/m bedraagt (in de norm NBN EN 13888 vermelde waarde voor cementgebonden mortels) – stellen dat de totale krimp van de voeg bij een vrije vervorming kan oplopen tot 0,8 mm (0,4 mm x 2 mm/m). In de veronderstelling dat de gemiddelde afstand tussen deze microscheuren begrepen is tussen 2 en 5 cm, voor zover de spanningen gelijkmatig verdeeld zijn, kunnen we afleiden dat de gemiddelde breedte van deze scheurtjes schommelt tussen 0,04 en 0,1 mm.

3 Factoren die de krimp kunnen beïnvloeden

3.1 Het voegtype

De keuze en de breedte van de voegen zijn vooral afhankelijk van de dimensionale toleranties en de uitvoering van de tegels. Dit is dan ook de reden waarom de nominale voegbreedte nooit kleiner mag zijn dan het dubbel van de dimensionale tolerantie van de tegels. Verder dient men dunne voegen te vermijden in buitentoepassingen. Deze zouden niet kleiner mogen zijn dan 5 mm.

3.2 De samenstelling

De samenstelling van de afwerkingsvoegen voor *in situ* gedoseerde mortels hangt af van hun breedte en moet doorgaans in overeenstemming zijn met de bovenstaande tabel.

We willen er eveneens op wijzen dat de productnorm NBN EN 13888 de eigen-

schappen en prestaties van de fabrieksmatig vervaardigde cement- (CG1) of harsgebonden (RG) voegproducten vastlegt (zie de [WTCB-Dossiers 2008/3.7](#)).

3.3 De uitvoering

De uitvoering is eveneens afhankelijk van de mortelsamenstelling en dus van de gekozen voegbreedte. Naarmate de voegen dunner zijn, zal de opvulling moeilijker worden. In voorkomend geval zal de cementspecie zeer vloeibaar moeten zijn om afgestreken te kunnen worden.

Het gebruik van wit zand of rijnzand geniet de voorkeur. Het is eveneens aangewezen om een hulpstof toe te voegen ter beperking van het watergehalte, zonder de verwerkbaarheid van het mengsel in het gedrang te brengen. De waterfractie die tijdens de plastische fase kan verdampen, hangt immers grotendeels af van het watergehalte van het verse mengsel. Een zeer vloeibaar gietvoegmengsel zal bijgevolg krimpgevoeliger zijn dan een zo goed als droog mengsel dat tussen de tegels geborsteld, gespaand en verdicht wordt. Voor de kleine oppervlakken geniet een opvulling met de spaan de voorkeur.

4 Besluit en aanbevelingen

Hoewel krimp haast onvermijdelijk is bij cementgebonden samenstellingen, kunnen er een aantal aanbevelingen geformuleerd worden om de omvang

van het fenomeen te beperken:

- de zand-cementverhouding moet aangepast worden in functie van de voegbreedte (zie tabel), die op haar beurt in overeenstemming moet zijn met de dimensionale tolerantie van de tegels
- indien het gaat om een door de aannemer aangemaakt mengsel, moet de hoeveelheid aanmaakwater beperkt worden door de toevoeging van (super)plastificeerders
- in het geval van een gebruiksklaar mengsel moeten de in de technische fiche van de fabrikant vermelde richtlijnen en eisen nageleefd worden
- het gebruik van zeer vloeibare gietvoegmengsels is te vermijden, tenzij het zeer dunne voegen betreft en/of producten waarvoor de fabrikant een krimp van maximaal 2 mm/m garandeert (zie de technische fiche)
- een te snelle droging, vooral in slechte hygrothermische omstandigheden (bij winderig en warm weer voor terrassen of achter een beglaasd element), moet vermeden worden door het voegwerk regelmatig te bevochtigen tijdens de eerste uren die volgen op de uitvoering of door een bescherming aan te brengen. Dit is echter niet aangeraden bij vlekgevoelige stenen. Bovendien kan deze afdekking aanleiding geven tot witte kalkuitbloeiingen die voornamelijk op donkerkleurige voegen als esthetisch storend ervaren worden.

Tot slot willen we eraan herinneren dat een regelmatig en aangepast onderhoud van een terras (geen hogedrukreiniging) mosvorming in de (micro)scheuren tegengaat. I

Elk cementgebonden product is in zekere mate onderhevig aan krimp.

*D. Nicaise, dr. wet., laboratoriumhoofd,
laboratorium Mineralogie en
microstructuur, WTCB*



Zorgvuldig snijwerk is het visitekaartje van elke tegelzetter. Uit contacten met tegelzetter en fabrikanten van snijgereedschap is echter gebleken dat het versnijden en verzagen van de huidige generatie keramische tegels niet altijd eenvoudig is. In dit artikel worden er enkele aanbevelingen geformuleerd omtrent de uitvoering van verschillende snijtechnieken.

Snijtechnieken voor keramische tegels

Bij het versnijden, verzagen en boren van keramische tegels kan men opteren voor verschillende sneden of uitsparingen (bv. rechte snede, snede in verstek, ronde en rechte uitsparingen, uitsparingen in U-vorm, kleine gaten ...). Elk van deze handelingen vraagt om een correcte keuze van het gereedschap en de hulpstukken (bv. manuele tegelsnijplank, haakse slijper, boormachine, tegelzaagmachine met zaagblad ...). Om de veiligheid van de uitvoerder bij deze werkzaamheden te waarborgen, dient er ook voldoende aandacht uit te gaan naar de persoonlijke beschermingsmiddelen.

Omwille van hun zeer lage waterabsorptie, wordt de huidige generatie keramische tegels vaak vergeleken met glas. Het ligt daarom voor de hand dat ook de snijtechnieken voor deze tegels sterk aanleunen bij deze voor glas.

De laatste tijd komen er bij de afdeling Technisch advies van het WTCB alsmaar meer meldingen van schadegevallen bij het versnijden en verzagen van tegels binnen. Zo wordt er vaak gewag gemaakt van het feit dat de tegels willekeurig breken bij de breekbeweging door de tegelsnijder of barsten bij het realiseren van uitsparingen (zie afbeelding 1).

Aangezien er vooralsnog geen genormaliseerde proeven bestaan om tegels te beproeven op hun versnij- of verzaagbaarheid, is het raadzaam om de volgende aanbevelingen in acht te nemen.

Versnijden van tegels

Voor het versnijden van keramische tegels kan er gebruikgemaakt worden van manueel gereedschap zoals een **tegelsnijder**. Het belangrijkste onderdeel van de tegelsnijder is het snijwiel. Hiervan zijn er verschillende types op de markt beschikbaar, waarvan de meest gekende gemaakt zijn van wolframcarbide (ook wel gekend onder de namen 'tungsten' of 'widia'). Dit is een zeer hard materiaal waardoor het bijzonder geschikt is als snijmateriaal. Een extra coating met bijvoorbeeld titanium zorgt bovendien voor een grotere slijtvastheid en een langere gebruiksduur van het wiel. Deze snijwieltjes dienen regelmatig vervangen te worden.

Tegelsnijders hebben één of twee geleiders. Twee geleiders bieden het voordeel dat de snijlijn zichtbaar is. Het voordeel van de enkele geleider ligt dan weer in zijn grote buigstijfheid. Hoe meer

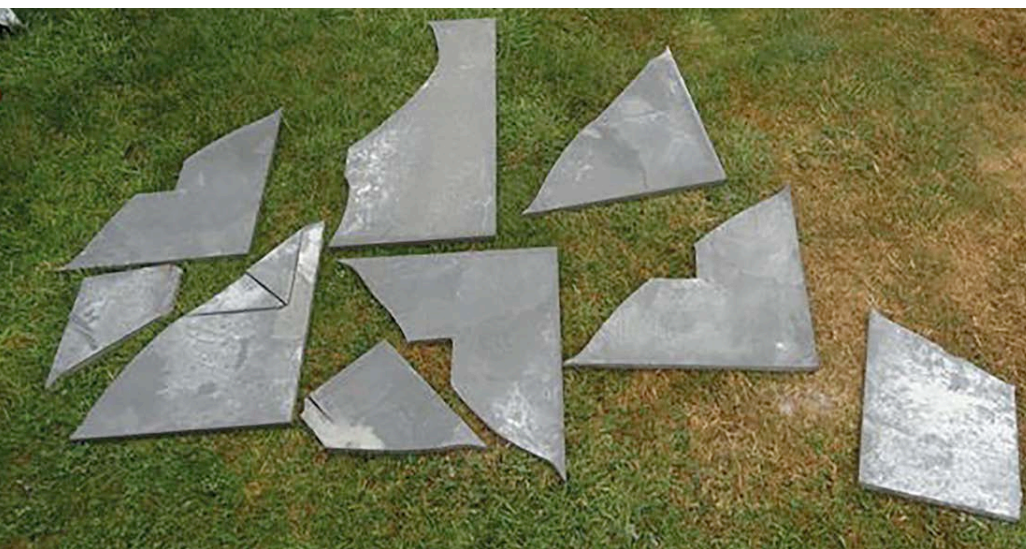
de doorbuiging van de geleiders bij het snijden beperkt kan worden, hoe minder risico er zal zijn op schade bij het breken van de tegels.

Bij het inklassen van de toplaag (al dan niet uit email) door middel van de tegelsnijder dient men erop toe te zien dat deze aan het begin- en eindpunt goed ingesneden is. Dit inklassen moet in één enkele beweging, met een trage en constante snelheid en een gelijkmatige druk uitgevoerd worden. Deze handeling heeft tot doel om de zeer harde toplaag te verzwakken en de aanzet tot de breuklijn te creëren. Vervolgens kan de tegel met behulp van een in de tegelsnijder ingebouwd breekmechanisme of een afzonderlijke tang op de snijlijn gebroken worden. Een andere mogelijkheid om de tegel te breken bestaat erin om net onder de snijlijn een klein voorwerp te leggen en vervolgens aan weerszijden van deze snijlijn een lichte druk uit te oefenen.

We willen erop wijzen dat het schuin of diagonaal versnijden van tegels een grotere snijlengte vereist.

Voor het versnijden van de – vaak iets dunnere – XXL-tegels bestaan er specifieke tegelsnijders, waarbij verschillende losse snijlatten met elkaar verbonden kunnen worden in functie van de benodigde snijlengte.

1 | Voorbeeld van willekeurige breuk bij keramische tegels



Verzagen van tegels

Voor het verzagen van tegels kunnen **tegelsaagmachines** gebruikt worden. Deze kunnen op een frame gemonteerd worden of draagbaar zijn. Het belangrijkste onderdeel van een zaagmachine is het zaagblad. De keuze voor het geschikte zaagblad moet onder meer



2 | Het maken van een rechthoekige uitsparing door gaten te boren in de hoekpunten en de zijden vervolgens uit te snijden met een haakse slijper

gemaakt worden in functie van de aard en de afmetingen van de te verzagen tegel, de wijze van verzagen (droog of nat) en het nodige toerental.

In de meeste gevallen wordt er gekozen voor een diamantzaagblad. Dit is een metalen zaagblad, waarvan de buitenste rand deels uit – vaak synthetisch – diamant bestaat. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen volle zaagbladen en zaagbladen met uitsparingen. Bladen met een volle rand garanderen een zuivere zaagsnede, terwijl een gekarteld en gesegmenteerd zaagblad een langere levensduur biedt. De uitsparingen in het zaagblad (onder de vorm van gaten of segmenteringen) zorgen eveneens voor afkoeling en voor een vlotte afvoer van het slijpstof. Als men na verloop van tijd vaststelt dat het verzagen van de tegels moeilijker wordt en er alsmaar meer vonken ontstaan, moet het zaagblad opgescherpt worden. Door het blad meermaals doorheen een opscherpblok uit kalkzandsteen te halen, komen er weer diamantpartikels aan het oppervlak.

Voor harde materialen – en dus voor de meeste keramische tegels – is nat verzagen aangewezen. Het water zorgt immers voor de afkoeling van het zaagblad en de tegel. Bovendien voert het afvloeiende water ook het slijpstof af. Hierbij dient men er echter wel op te letten dat het zaagblad geschikt is om nat te verzagen. Nat verzaagde tegels dienen vóór hun plaatsing afgedroogd te worden.

Ook de op de zaag uitgeoefende druk heeft een invloed op het uiteindelijke

resultaat: er dient rustig en aan een constante snelheid gezaagd te worden.

Gelet op het feit dat er bij het verzagen in verstek (bv. voor uitspringende hoeken) bijkomende krachten optreden in het zaagblad, is het aanbevolen om een iets dikker zaagblad te gebruiken om een goede snede te realiseren.

Boren van tegels

Teneinde scheuren en breuken bij het boren van **ronde uitsparingen of gaten** te vermijden, strekt het tot aanbeveling om speciale tegelboren zoals diamantboren en kernboren aan te wenden.

De tegelzetter mag niet te veel druk uitoefenen op de boor. Om te komen tot een correcte boring is er immers een laag toerental en een matige druk vereist. Ook pendelen (d.i. het maken van grote cirkelvormige bewegingen, waarbij de kop van de boormachine in het boorgat blijft) kan aangewezen zijn om een boorgat te realiseren.

Voor keramische tegels behoort zowel het nat als het droog boren tot de mogelijkheden. Voor beide werkwijzen zijn er specifieke boren op de markt verkrijgbaar. Nat boren biedt als voordeel dat de boorkop afgekoeld wordt. Er bestaan bovendien ook boorsets die op haakse slijpers gemonteerd kunnen worden.

Uitvoering van uitsparingen

De meest gebruikte techniek voor het maken van **vierkante (of rechthoekige)**

uitsparingen is het inzagen van de rechte zijden, waarna de tegel omgedraaid wordt en de zaagsneden verlengd worden tot ze elkaar raken. Bij deze techniek worden in de hoekpunten echter belangrijke spanningsconcentraties opgebouwd, die – wanneer de tegel zelf reeds inwendige spanningen vertoont – ertoe kunnen leiden dat de tegel doorscheurt bij het inzagen of zelfs nog bij het aanbrengen van de lijm en het plaatsen van de tegel. Om dergelijke spanningsconcentraties te beperken, wordt aangeraden om eerst de hoekpunten van boorgaten te voorzien en deze vervolgens met elkaar te verbinden met een haakse slijper of zaagmachine (zie afbeelding 2). Naarmate de boordiameter groter is, zullen ook de spanningen in de hoeken afnemen.

Besluit

Bepaalde huidige tegels blijken hoge inwendige-spanningsconcentraties te vertonen, die een groot risico op willekeurige breuk met zich meebrengen. Vermits men de aanwezigheid van dergelijke spanningen niet kan nagaan vóór de versnijding van de tegels, kunnen de tegelzetters geconfronteerd worden met een belangrijke meerkost. Bijgevolg nodigen wij de fabrikanten en importeurs uit om de te verkiezen snijtechniek duidelijk aan te geven. **I**

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



Omwillen van de talrijke evoluties die zich de laatste jaren voorgedaan hebben op het vlak van de normalisatie en de fabricage van vloerbekledingen kon de herziening van de TV 165 over soepele vloerbekledingen uit 1986 niet langer uitblijven. Deze herziening werd in twee delen opgesplitst: het eerste deel over elastische vloerbekledingen werd behandeld in de TV 241 die in 2011 gepubliceerd werd en het tweede deel over textiele vloerbekledingen zal weldra gepubliceerd worden. Dit artikel bespreekt de voornaamste evoluties van deze toekomstige TV.

Belang van het voorbereidende werk vóór de plaatsing van textiele vloerbekledingen

Door de verplichting van de CE-markering voor elastische, textiel- en laminaatvloerbekledingen, die in 2007 door de Europese geharmoniseerde norm NBN EN 14041 (*) ingevoerd werd enerzijds, en de opstelling van de Bouwproductenverordening (BPV) en de ermee verbonden fundamentele voorschriften anderzijds, is het aantal eisen dat aan vloerbekledingen gesteld wordt, toegenomen. Zo is het voortaan verplicht om de brandreactieprestaties, de slipweerstand (technische klasse DS, met betrekking tot de dimensionale stabiliteit) en het gehalte aan en de uitstoot van gevaarlijke stoffen te declareren. De eisen die aan textiele vloerbekledingen gesteld worden, zullen uitvoerig besproken worden in hoofdstuk 4 van de toekomstige TV.

De plaatsing zelf zal in hoofdstuk 7 uitgebreid aan bod komen. Daarin zal het voorbereidende werk voor de plaatsing, dat essentieel is om het gewenste resultaat te bekomen, besproken worden. Vóór de plaatsing dienen bepaalde stappen in acht genomen te worden:

- **verwijdering van de bestaande vloerbekleding en de lijmresten.** Indien de bestaande lijmlaag niet verwijderd kan

worden, dient men een aangepast voorstrijkmiddel te gebruiken

- **eliminatie van vuil, cementmelk, bindmiddel of behandelingsproducten** (net zoals bij elastische vloerbekledingen)
- **plaatselijke herstelling met aangepaste mortels** (net zoals bij elastische vloerbekledingen)
- **behandeling van zichtbare scheuren in de dekvloer.** Net zoals bij elastische

vloerbekledingen is de toe te passen behandeling afhankelijk van de scheuropening ($< 0,3$ mm of $\geq 0,3$ mm) en het gebruikte dekvloertype

- **behandeling van de voegen.** Herneulingsvoegen en andere voegen die niet doorlopen over de totale dikte van de dekvloer worden op dezelfde manier behandeld als zichtbare scheuren. Wat de constructievoegen en verdeelvoegen betreft, die de dekvloer

De voorbereiding van de ondergrond is een essentiële fase voor het aanbrengen van de vloerbekleding.



1 | Aanbrengen van een vloeibaar vochtscherm

(*) De norm NBN EN 14041 is momenteel in herziening. De publicatie van de nieuwe versie wordt midden 2017 verwacht.



A | Toelaatbaar vochtgehalte (in massapercent, bepaald met behulp van de carbideflus) voor dekvloeren bij de plaatsing van een textiele vloerbekleding

Type rugzijde	Dekvloertype		Toegelaten vochtgehalte
Waterdampdoorlatend	Cementgebonden		3 CM-%
	Anhydrietgebonden		1 CM-%
Dampdicht	Cementgebonden	Met vloerverwarming	1,8 CM-%
		Zonder vloerverwarming	2 CM-%
	Anhydrietgebonden	Met vloerverwarming	0,3 CM-%
		Zonder vloerverwarming	0,5 CM-%

over zijn volledige dikte onderbreken, worden er in de toekomstige TV verschillende oplossingen voorgesteld in functie van de poolhoogte

- **het aanbrengen van een voorstrijk-middel** wanneer men zich ervan vergewist heeft dat de dekvloer voldoende droog is om afgewerkt te worden met de vloerbekleding (zie tabel A). Indien de vereisten inzake het vochtgehalte van de dekvloer niet gerespecteerd kunnen worden, kan men overwegen om over te gaan tot de plaatsing van een vloeibaar vochtscherm (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Hiertoe dient men bij de fabrikant de nodige informatie op te vragen betreffende het aantal lagen, de wijze waarop deze aangebracht dienen te worden, de gebruiksgrenzen van het vochtscherm (ten opzichte van het vochtgehalte van de ondergrond) en de minimale en maximale droogtijd die men in acht dient te nemen vóór de uitvoering van een nieuwe laag
- **het aanbrengen van een egalisatielaag** van gemiddeld 2 mm dik (zie afbeelding 2) die na droging mechanisch en tegen lage snelheid opgeschuurd wordt (minstens 1 mm dik na schuren) en vervolgens grondig gestofzuigd wordt.

Men dient eveneens bijzondere aandacht te besteden aan de omgevingsvoorwaarden van de ruimte waarin de vloerbekleding aangebracht zal worden. Hierin dient er een **relatieve luchtvochtigheid** van minder dan 75 % en bij voorkeur van minder dan 65 % te heersen. De omgevingstemperatuur dient minstens 15 °C te bedragen. Deze voorwaarden dienen in acht genomen te worden vóór, tijdens en na de plaatsing: met andere woorden tot de volledige

B | Dauwpuntwaarden [°C] in functie van de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de omgevingslucht

Luchttemperatuur [°C]	Relatieve vochtigheid van de omgevingslucht [%]					
	65	60	55	50	45	40
16	9,4	8,2	7,0	5,6	4,1	2,4
18	11,3	10,1	8,8	7,4	5,9	4,2
19	12,3	11,1	9,7	8,3	6,8	5,1
20	13,2	12,0	10,7	9,3	7,7	6,0
21	14,2	12,9	11,6	10,2	8,6	6,9
22	15,1	13,9	12,5	11,1	9,5	7,8
23	16,1	14,8	13,5	12,0	10,4	8,7

droging van de lijm bij een gelijkde plaatsing, wat in bepaalde gevallen tot 72 uur kan duren. Bij het plaatsen van de vloerbekleding dient de temperatuur van de ondergrond minstens 10 °C te bedragen en minstens 3 °C boven het dauwpunt van de omgevingslucht te liggen (zie tabel B). Gedurende de win-

ter is het bovendien niet ondenkbaar dat de oppervlaktetemperatuur van de ondergrond gevoelig lager kan zijn dan de luchttemperatuur.

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



2 | Gladstrijken van de egalisatielaag met een spaan

Een correcte ventilatie is onontbeerlijk om een goede luchtkwaliteit in onze woningen te waarborgen. Om die reden dient de installatie van het ventilatiesysteem weldoordacht te gebeuren. Zo dient men hierbij vanaf het ontwerp en de montage tot aan de indienststelling en het onderhoud een strikte procedure te volgen. Voortaan zijn er een nieuwe TV en een rekentool beschikbaar die hoofdzakelijk gericht zijn tot de installateur.

Ventilatie van woongebouwen: een nieuwe TV en een rekentool

1 Inhoud van de TV

De nieuwe TV heeft als oogmerk om enkele praktische oplossingen en aanbevelingen aan te reiken om tot performante ventilatiesystemen te komen, zowel op het vlak van luchtkwaliteit als op het gebied van energieverbruik. Hierin komen alle uitvoeringsstappen in chronologische volgorde aan bod: het ontwerp, de montage, de indienststelling en het onderhoud. Gelet op het feit dat het ontwerp en de indienststelling cruciale stappen zijn om goede prestaties te bereiken, wordt er in de TV dieper ingegaan op verschillende thema's, zoals de ontwerpdebieten, de regeling (manuele regeling en vraaggestuurde ventilatie), het ontwerp van

de natuurlijke-ventilatieopeningen, de akoestische aspecten en de thermische isolatie van de kanalen. Ook het ontwerp van de mechanische component wordt in deze TV uitvoerig besproken en wordt in voorliggend artikel reeds kort toegelicht.

2 Functies van de rekentool

De rekentool vormt een onmisbare aanvulling op de TV. Deze vergemakkelijkt immers bepaalde stappen van het ontwerp en de indienststelling, met name: de berekening van de door de EPB-regelgeving minimaal geëiste debieten, de bepaling van de ontwerpdebieten, de selectie van de natuurlijke-ventilatie-

openingen, de dimensionering van het kanalenetwerk en tot slot de afstelling van de debieten op het geïnstalleerde systeem.

3 Praktijkvoorbeeld

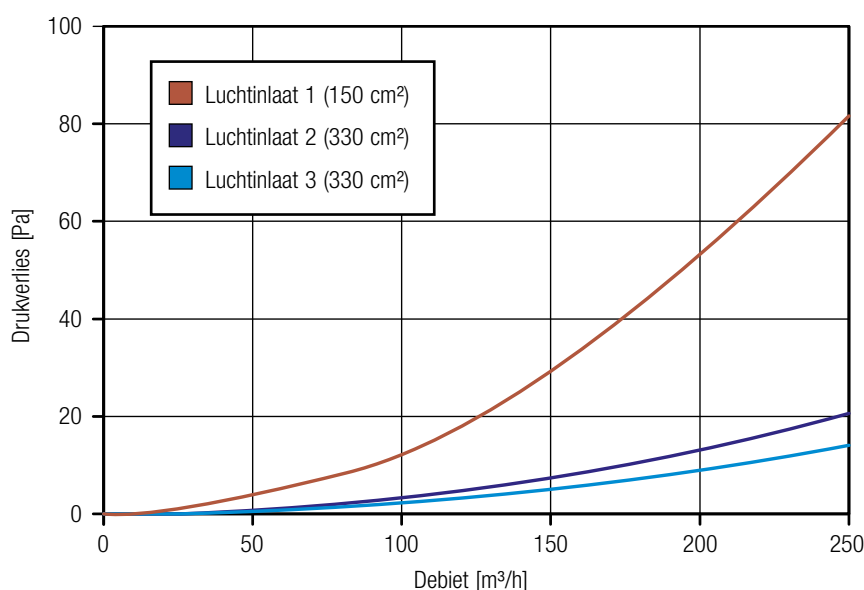
*In-situ*metingen (onder meer in het kader van het Optivent-project) hebben aangetoond dat de mechanische-ventilatie-debieten vaak kleiner zijn dan de minimaal geëiste debieten en dat ze bovendien dikwijls slecht verdeeld zijn over de verschillende ruimten (bv. een te hoog debiet in een zolder en een te laag debiet in een slaapkamer). De in de TV voorgestelde aanbevelingen en de rekentool maken het mogelijk om deze problemen te vermijden en performante mechanische-ventilatiesystemen te bekomen.

3.1 Ontwerpdebieten

De tool is een handig hulpmiddel om op basis van de door de EPB-regelgeving minimaal geëiste debieten (die automatisch in de rekentool berekend worden) toereikende ontwerpdebieten te bepalen.

3.2 Positie van de ventilatiegroep

Men moet opteren voor een zo centraal mogelijke positie ten opzichte van de te bedienen ruimten. Dit zorgt immers voor een natuurlijk evenwicht van het netwerk en vermijdt dat de lucht lange trajecten aflegt met een hoog debiet en korte trajecten met een zwak debiet.



1 | Impact van de luchtinlaat en zijn nettdoorlaat op de drukverliezen



Vergelijking van het drukverlies van twee types semi-flexibele kanalen

Kanaaleigenschappen	Drie ronde gladde kanalen	Eén rond glad kanaal
Binnendiameter van elk kanaal	50 mm	87 mm
Totale doorlaat	59 cm ²	59 cm ²
Debiet	75 m ³ /h	75 m ³ /h
Luchtsnelheid	3,5 m/s	3,5 m/s
Berekend drukverlies	4,9 Pa/m	2,4 Pa/m

3.3 Drukverliezen beperken

De TV reikt voor alle netwerktypes tal van aanbevelingen aan om de drukverliezen zo laag mogelijk te houden en aldus het elektriciteitsverbruik te verminderen. Zo zal het drukverlies in een netwerk met drie parallel geplaatste kanalen (in een dekvloer ingewerkt collectornetwerk) zo'n twee keer hoger liggen dan in een netwerk met één enkel kanaal met eenzelfde doorlaat (zie bovenstaande tabel).

De keuze van bepaalde componenten, zoals de luchtinlaten en de luchtuitlaten, is eveneens van cruciaal belang. Zo kunnen de drukverliezen naargelang van de aangewende component meer dan vier keer groter zijn (zie afbeelding 1).

3.4 Dimensionering

De voornaamste functie van de reken-tool wordt verzekerd door een module waarmee de kanalennetwerken van de ventilatiesystemen gedimensioneerd kunnen worden. In deze module legt de gebruiker eerst het gewenste tracé

voor het kanalennetwerk vast aan de hand van de plannen van de woning en de technische kokers. Vervolgens voert de rekentool automatisch een eerste dimensionering uit. Hiertoe identificeert hij de verschillende componenten (rechte kanalen, bochten, T-stukken) en stelt hij voor elk kanaalstuk van het netwerk een diameter voor op basis van twee door de gebruiker parametreerbare criteria: de luchtsnelheden en de drukverliezen per meter (zie afbeelding 2).

3.5 Keuze van de ventilator

De laatste belangrijke stap van het ontwerp is de keuze van een ventilator die aangepast is aan het voorziene netwerk en het mogelijk maakt om, rekening houdend met een voldoende marge, het gewenste debiet te bekomen en het berekende drukverlies te overwinnen.

3.6 Afstelling van de debieten van het geïnstalleerde systeem

Tot slot dient men de ventielen zodanig

af te stellen dat men een goede verdeling van de debieten tussen de verschillende ruimten bekomt en moet men vervolgens de ventilator afstellen om de ontwerpdebieten te behalen. Ter vergemakkelijking van deze stap, volgt de rekentool een vereenvoudigde methode die ontwikkeld werd in het kader van het Optivent-project en beschreven wordt in de TV. Hiermee kan men niet alleen een nauwkeurige afstelling bekomen, maar ook aanzienlijk veel tijd winnen.

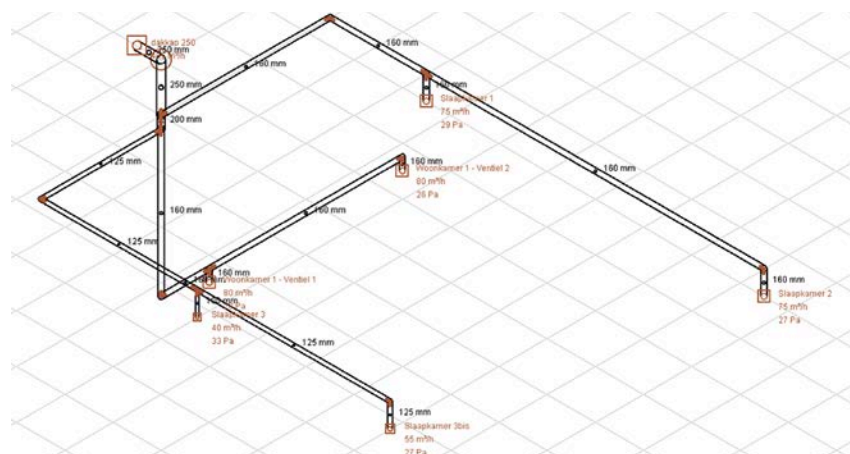
4 Besluit

De prestaties van een ventilatiesysteem berusten niet op toeval, maar zijn het resultaat van een systematische en nauwgezette procedure. De TV en de rekentool hebben daarom tot doel om deze procedure voor de installateur te vergemakkelijken.

De TV reikt enkele praktische oplossingen en aanbevelingen aan die het mogelijk maken om het in de EPB-regelgeving, in de norm NBN D 50-001 of nog in de technische specificaties STS-P 73-1 vermelde eisen- en prestatieniveau te behalen. Ze vormt dus een aanvulling op deze referentiedocumenten en een goede basis voor de ventilatie-experts.

S. Caillou, dr. ir,
adjunct-laboratoriumhoofd,
en P. Van den Bossche, ing.,
laboratoriumhoofd, laboratorium
Verwarming en ventilatie, WTCB

De TV en de rekentool komen voort uit een door het WTCB gevoerd onderzoek in het kader van het Optivent-project dat gesubsidieerd werd door het VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen).



2 | Dimensioneringsvoorbeeld van een kanalennetwerk met behulp van de rekentool

Zoals in het vorige artikel reeds duidelijk werd, is een correcte ventilatie onontbeerlijk om een goede luchtkwaliteit in onze woningen te waarborgen. Men zou zich echter kunnen afvragen of de ventilatie zelf geen gezondheidsrisico's met zich meebrengt door de ontwikkeling van schimmels of bacteriën in de filters, kanalen ... Dit artikel gaat dieper in op deze kwestie en bespreekt de resultaten van een meetcampagne die in het kader van het Optivent-project uitgevoerd werd in meer dan 30 woningen.

Ventilatie en microbiologische polluenten: geruststellende resultaten

Ventilatie heeft tot doel om een goede binnenluchtkwaliteit te waarborgen. Dit gebeurt door de in de binnenlucht aanwezige polluenten naar buiten af te voeren: het vocht dat onder meer voortkomt uit de badkamer en de keuken, de door personen afgegeven bio-effluenten, de van de materialen afkomstige chemische polluenten ... Tegelijkertijd worden de leefruimten van verse buitenlucht voorzien. Dit kan op natuurlijke wijze gebeuren, dat wil zeggen door natuurlijke-toevoerroosters, of op mechanische wijze door een ventilator en kanalen. Zelfs bij een beperkt vervuilde buitenlucht, kan men slechts een gezonde ventilatie bekomen wanneer het ventilatiesysteem op zich geen bron van bijkomende polluenten, zoals micro-organismen (schimmels en bacteriën), vormt.

Schimmels en bacteriën

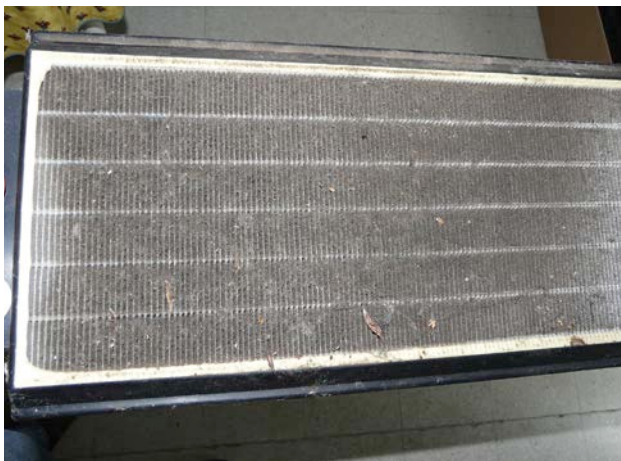
Schimmels en bacteriën zijn micro-organismen, dat wil zeggen minuscule levensvormen waarvan de structuur niet met het blote oog waargenomen kan worden. Ze zijn doorgaans niet veeleisend wat hun groeiomstandigheden betreft (temperatuur, zuurstof, aanwezigheid van voedingsstoffen). De voornaamste limiterende factor voor hun ontwikkeling binnenshuis, is de aanwezigheid van voldoende vocht in een materiaal en/of in de lucht (minstens 70 tot 80 % RV).

Wanneer deze micro-organismen zich binnenshuis ontwikkelen, kunnen ze tal van gezondheidsproblemen veroorzaken, zoals irritaties (ogen, keel en

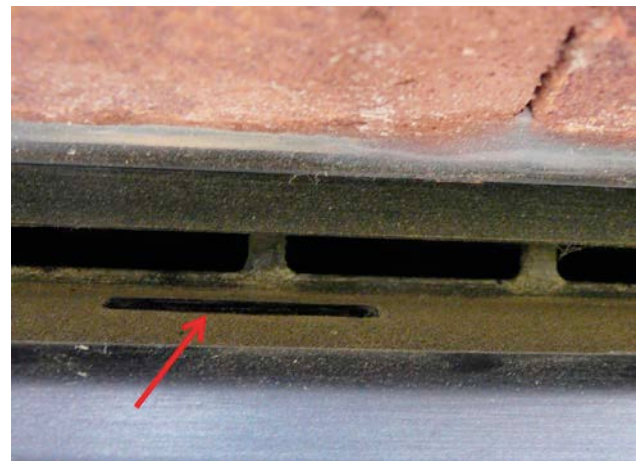
huid), allergische tot toxische reacties (ademhalingsmoeilijkheden, astma, hoofdpijn en griepsymptomen) en in bepaalde gevallen zelfs infecties.

Deze micro-organismen zijn alomtegenwoordig in de buitenomgeving: in de bodem, in bossen en velden ... Ze ontwikkelen zich doorgaans niet in een gezond gebouw. Indien dit wel gebeurt, is dit veelal te wijten aan een vochtprobleem (bouwvocht, opstijgend vocht, infiltratie, condensatie ter hoogte van een koudebrug ...). Ook wanneer het door de gebruikers en hun activiteiten geproduceerde vocht (douches en baden, keuken, was ...) niet voldoende afgevoerd wordt door de ventilatie, kan het vochtgehalte in de lucht en de materialen (hygroscopiciteit van de materia-

1 | Bevuilde toevoerfilter van een systeem D



2 | Bevuilde natuurlijke-toevoeropening van een systeem C





3 | Schimmelvorming op de binnenafwerking

len) te groot worden, wat op zijn beurt schimmelvorming in de hand zal werken.

Mogelijke risico's in de ventilatiesystemen

Het microbiologische risico verschilt naargelang van het systeem en zijn onderdelen. Vermits vocht een van de belangrijkste factoren is voor de ontwikkeling van micro-organismen, lopen de onderdelen die gedurende een langere periode blootgesteld kunnen worden aan een hoog vochtgehalte een groter risico. Dit risico stijgt naarmate de onderdelen blootstaan aan vervuiling en meer nog wanneer ze moeilijk bereikbaar zijn voor het onderhoud. Deze vuilafzettingen vormen immers een voedingsbron voor micro-organismen.

Ventilatiekanalen worden vaak beschouwd als een mogelijk broeinest van micro-organismen. Nochtans blijft dit risico zeer beperkt voor de toevoerkanalen van de systemen D met warmteterugwinning, aangezien de voorverwarming van de lucht de relatieve vochtigheidsgraad ervan doet dalen. Bovendien kan een doeltreffende filtratie er in de regel voor zorgen dat de vervuiling van deze kanalen beperkt blijft.

De op de toevoer van de systemen D geïnstalleerde **filter** is daarentegen blootgesteld aan buitenlucht, die in ons klimaat doorgaans een aanzienlijk vochtgehalte vertoont, wat bevorder-

lijk is voor de ontwikkeling van micro-organismen. Deze filter zal bovendien geleidelijk aan bevuild worden door het stof dat afkomstig is van de buitenlucht (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Het microbiologische risico is in dit geval dus reëel.

De **natuurlijke-toevoeropeningen** van de systemen A en C bevinden zich in een soortgelijke situatie als de filters van de systemen D: de relatieve vochtigheid van de buitenlucht kan hoog zijn en er kan zich vervuiling ophopen ter hoogte van de openingen. Deze bevuiling blijft evenwel beperkter dan deze van de filters (zie afbeelding 2 op de vorige pagina).

In-situ meetcampagne

Teneinde de microbiologische risico's van ventilatiesystemen te beoordelen, werd er in het kader van het Optivent-project een meetcampagne uitgevoerd (die in de lange versie van dit artikel uitvoerig besproken zal worden) in woningen zonder vochtproblemen. De resultaten ervan zijn alvast geruststellend.

In de meeste bestudeerde systemen D bevat de door het ventilatiesysteem aangevoerde lucht (veel) minder schimmelsporen dan de buitenlucht. Dit wijst erop dat er in de ventilatiesystemen zelf geen microbiologische ontwikkeling optreedt. Beter nog, de filtratie van de systemen D maakt het zelfs mogelijk

om het aantal schimmelsporen in de aangevoerde lucht te verminderen ten opzichte van de buitenlucht.

Er werden echter wel twee uitzonderingen vastgesteld voor systemen D die ernstige gebreken vertoonden op het gebied van het ontwerp (plaats van de luchttoevoeropeningen, aanwezigheid van kleppen die het onderhoud belemmeren), de uitvoering (tijdens de uitvoering vervuilde kanalen) en het onderhoud.

Besluit

Uit de meetcampagne van het Optivent-project is gebleken dat een correct ontworpen, uitgevoerd en onderhouden ventilatiesysteem geen bijzonder microbiologisch risico met zich meebrengt.

Indien het ventilatiesysteem – ongeacht het type – daarentegen slecht ontworpen of niet goed onderhouden wordt, is het risico op microbiologische ontwikkeling reëel (zonder echter alarmerend hoog te zijn).

Dit risico doet echter niets af aan het feit dat het nodig is om te ventileren. Zo mogen we niet vergeten dat een ontoereikende ventilatie nog schadelijker kan zijn voor onze gezondheid. Naast de verhoogde blootstelling aan tal van chemische pollutanten, gaat dit immers ook gepaard met een aanzienlijke toename van het risico op vochtproblemen en schimmelvorming in onze leefruimten (zie afbeelding 3).

Een betere informering van de professionals (voor wat het ontwerp en de uitvoering betreft), maar ook van de gebruikers zelf (voor wat de opvolging van het onderhoud betreft), zou dit risico kunnen beperken. **I**

*S. Caillou, dr. ir, adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB
J. Van Herreweghe, dr. ing., projectleider, laboratorium Microbiologie en gezondheid, WTCB*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het Optivent-project gesubsidieerd door het VLAIO (Agentschap Innoveren en Ondernemen).



Het gescheiden afvoeren van afvalwater en hemelwater op het perceel is zowel bij nieuwbouw als bij renovaties ten stelligste aanbevolen en wordt in sommige regio's zelfs bij wet verplicht (zie tabel). Hierbij dienen echter een aantal regels gerespecteerd te worden. Dit artikel spitst zich toe op privécollectoren (d.z. ingegraven afvoerbuizen op het eigen perceel).

Gescheiden afvoer van afval- en hemelwater

1 Voordelen van een gescheiden afvoer

Het scheiden van de afvoerstromen van afval- en hemelwater en het 'afkoppelen' (d.i. het nuttig aanwenden) van hemelwater vormen de sleutelfactoren van een doeltreffend afvalwaterbeleid en leveren belangrijke voordelen op:

- het afvalwater kan op een efficiëntere wijze behandeld worden in de rioolwaterzuiveringsinstallaties wan-

neer het niet te sterk verdund is met hemelwater

- de kans op het in werking treden van de overstorten in het rioolstelsel – wat de vervuiling van het milieu en van de oppervlaktewaters tot gevolg heeft – neemt af
- door de infiltratie van hemelwater in de bodem wordt de grondwatertafel opnieuw gevoed, waardoor de verdroging van de bodem en het gebrek aan water voor de drinkwaterproductie tegengegaan wordt
- het risico op overstromingen in de laagstgelegen gebieden van het rioolstelsel wordt sterk teruggedrongen
- voor een aantal sanitaire toepassingen is er geen water met drinkwaterkwaliteit vereist en kan (opgevangen) hemelwater gebruikt worden, waardoor het drinkwaterverbruik vermindert wordt.

te controleren:

- het volledige afvoertracé moet via inspectiepunten (inspectieopeningen in de vorm van T-stukken of toezichtputten) door middel van een flexibele slang met spuitkop doorspotten kunnen worden
- de collectoren moeten een minimale helling van 1 % vertonen om te voorkomen dat de minimale watersnelheid in de buis te klein zou worden
- de helling moet over het volledige tracé zo gelijkmatig mogelijk zijn, vermits verminderingen in de helling een risico op verstoppingen met zich meebrengen
- de diameter van de collector mag niet afnemen in stroomafwaartse richting
- het aantal bochten van 90° moet beperkt worden. De aanwezigheid van drie of meer bochten van 90° in hetzelfde tracé kan immers problematisch zijn.

2 Aandachtspunten

2.1 Hydraulisch ontwerp

Opdat een afvoerinstallatie goed zou functioneren, is het belangrijk om te voorkomen dat vaste stoffen zich ter hoogte van de privécollectoren kunnen afzetten. Wanneer er werken uitgevoerd worden om de afvoer van afval- en hemelwater te scheiden en de afvoerbuizen van de oorspronkelijk gemengde riolering gebruikt zal worden voor de afvoer van afvalwater alleen, is het aangewezen om de volgende punten

Indien na de controle blijkt dat het afvoertracé niet voldoet aan de regels van de kunst, strekt het tot aanbeveling om (een deel van) het tracé te vervangen.

2.2 Verluchting

Wanneer de oorspronkelijke buizen bij een gescheiden afvoer van afval- en hemelwater gebruikt worden voor de afvoer van afvalwater, moet men nagaan of er hemelwaterafvoerleidingen (meestal hemelwaterstandleidingen)





Afhankelijk van het gewest worden er bepaalde verplichtingen opgelegd omtrent de gescheiden afvoer van afval- en hemelwater en het afkoppelen van hemelwater.

Wettelijke eisen op het privéperceel	Vlaams Gewest	Waals Gewest	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Volledige scheiding van de afvoer van afval- en hemelwater	Verplicht bij: • (ver)nieuwbouw • de aanleg van een gescheiden rioolstelsel in de straat	Verplicht bij nieuwbouw	Niet verplicht
Afkoppeling van hemelwater	In (ver)nieuwbouw en in onderstaande volgorde: • opvang voor nuttige aanwending • infiltratie • lozing in een oppervlaktewater (bv. vijver) of een kunstmatige afvoerweg (bv. gracht) • lozing in de hemelwaterafvoerleiding in de straat • afvoer via de openbare gemengde riool	Geen verplichtingen op gewestelijk niveau	In nieuwbouw: • hemelwaterput verplicht; nuttige aanwending van het opgevangen hemelwater niet verplicht • ontoegankelijke platte daken van meer dan 100 m² moeten als een groendak uitgevoerd worden • de oppervlakte van koeren en tuinen moet voor minstens 50 % doorlaatbaar zijn
Referentiedocument	Besluit van de Vlaamse Regering van 5 juli 2013 ⁽¹⁾	<i>Code de l'Eau</i> ⁽²⁾ , artikel R.277	Besluit van de Regering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van 21 november 2006 (titel I, art. 13 en art. 16) ⁽³⁾
Wettelijke eisen in voorbereiding	–	Infiltratie	Infiltratie

(¹) Het Besluit van de Vlaamse Regering van 5 juli 2013 bevat de minimale eisen die in het gewest gelden. Provincies en gemeenten mogen zelf strengere regels opleggen. In de provincie Vlaams-Brabant, bijvoorbeeld, geldt er sinds 24 juni 2014 een provinciale stedenbouwkundige verordening die strengere eisen stelt voor de (her)aanleg of de uitbreiding van verhardingen.

(²) De *Code de l'Eau* legt de minimale wettelijke eisen vast in verband met de omgang met hemelwater. Provincies en gemeenten mogen zelf strengere regels opleggen. In het Waalse gewest zijn er een aantal gemeenten die de installatie van een hemelwaterput en/of een infiltratievoorziening verplichten.

(³) Het Besluit van de Regering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van 21 november 2006 bevat de minimale eisen die in het gewest gelden. De 19 gemeenten mogen strengere regels opleggen.

aanwezig zijn die instaan voor de verluchting van de afvalwaterafvoer en eventueel ook van de septische put.

Het zonder meer wegnemen van de verluchtungsleiding zal immers – vooral stroomopwaarts van een duiker (sifonput) – tot een moeilijke afvalwaterafvoer leiden.

Indien het hemelwater naar een hemelwaterput afgeleid wordt, dient deze bovendien ook verlucht te worden.

2.3 Aansluiting van vloerkolken en afvoergoten

Bij de gescheiden afvoer van afval- en hemelwater, moet erbij stilgestaan wor-

den welke voorzieningen op welk stelsel aangesloten moeten worden.

Het uitgangspunt hierbij is om telkens na te gaan of er hoofdzakelijk hemelwater dan wel afvalwater in het afvoerpunt zal terechtkomen. Indien dit hoofdzakelijk hemelwater is, gebeurt de aansluiting op de hemelwaterafvoer, zelfs indien er sporadisch afvalwater in het afvoerpunt terechtkomt. Er mag echter niet afgevoerd worden naar de hemelwaterput. Een afvoer naar de overloop behoort wel tot de mogelijkheden.

Indien er daarentegen vooral afvalwater in het afvoerpunt terechtkomt, wordt dit afvoerpunt aangesloten op de afvalwaterafvoer. Deze situatie treedt

bijvoorbeeld op bij een overdekt terras of balkon.

3 Besluit

Ook indien er geen wettelijke verplichting geldt, is het aangeraden om zowel bij nieuwbouw als bij een verbouwing de afvoerstromen van afval- en hemelwater op het perceel te scheiden. Hierbij is het belangrijk om de in dit artikel besproken aanbevelingen inzake het hydraulische ontwerp, de helling, de verluchting, de inspectiepunten en de aansluitingen in aanmerking te nemen. **I**

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

Digitale toepassingen, zoals BIM, winnen binnen de bouwsector steeds meer terrein. Om alle informatie hieromtrent gemakkelijk vindbaar en toegankelijk te maken, wordt deze gecentraliseerd op een portaalsite rond BIM en ICT: BIMportal.be.

BIMportal.be: de Belgische referentieportaalsite rond BIM en ICT

Het veelbelovende BIM (*Building Information Model/Modelling/Management*) is in de hedendaagse bouwsector aan een sterke opmars bezig. Deze nieuwe manier van werken, waarbij samenwerking en informatie-uitwisseling centraal staan, koppelt geometrie en informatie aan elkaar in digitale modellen (zie ook de [WTCB-Dossiers 2016/3.15](#)). Werken met BIM heeft tal van voordelen te bieden. De bouwsector heeft er dan ook alle belang bij om deze trein niet te missen. Om de bouwprofessionelen vertrouwd te maken met BIM, worden er zowel in het binnen- als het buitenland allerhande initiatieven genomen, gaande van het organiseren van tal van activiteiten en projecten tot het creëren

en ontwikkelen van richtlijnen, protocollen, artikels, software, handboeken en websites. Al deze informatie, evenals informatie over andere innovatieve digitale technieken wordt op BIMportal.be gecentraliseerd en toegankelijk gemaakt.

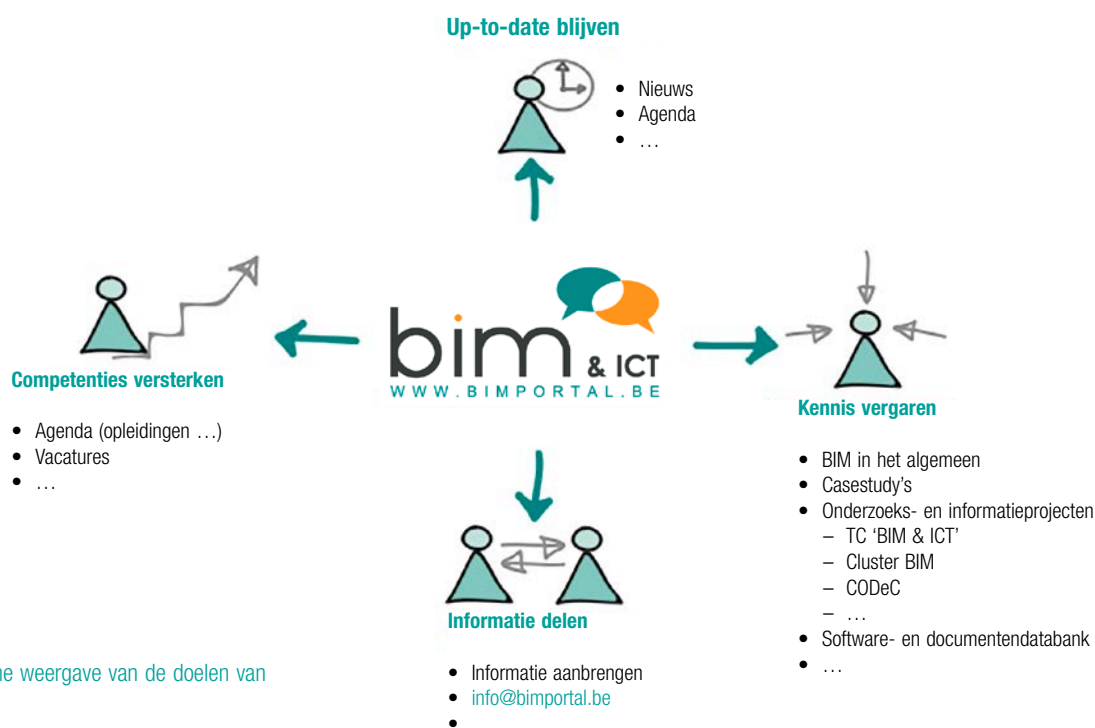
Doelstelling

BIMportal.be streeft ernaar om dé Belgische referentieportaalsite bij uitstek te worden voor BIM en andere digitale toepassingen die gericht zijn op de noden van de bouwwereld. Via deze weg wil het WTCB, de initiatiefnemer van de website, de professionelen – zowel uit

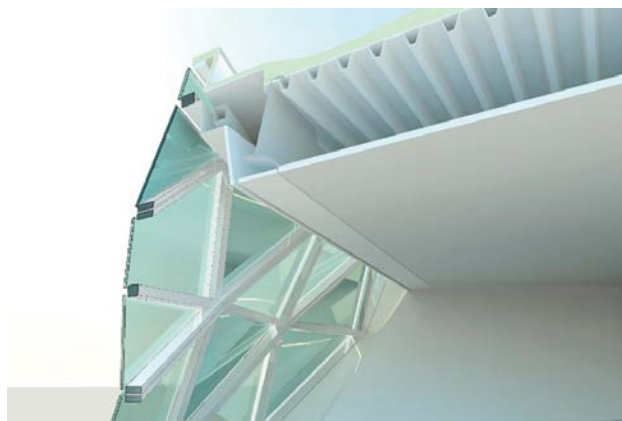
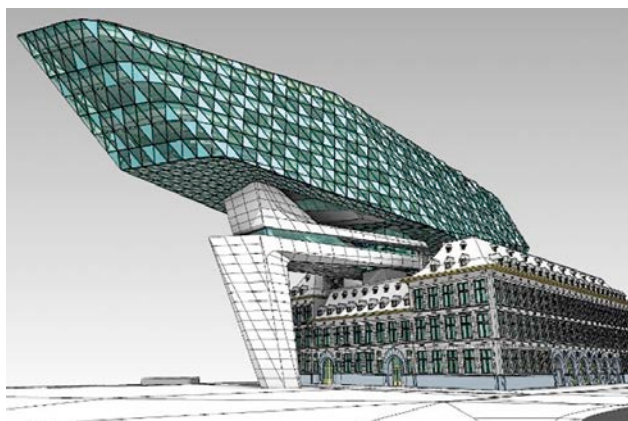
de publieke als de private sector – een schat aan kwaliteitsvolle en relevante informatie aanbieden en hen de kans geven om ook zelf informatie aan te leveren. De portaalsite heeft immers als oogmerk om de competenties van de gebruikers rond BIM en ICT te versterken en hun innovatieve positie te ondersteunen.

Inhoud

Het aanbod op de portaalsite is zeer uiteenlopend en is gericht tot een breed publiek, gaande van professionelen die nog nooit met BIM gewerkt hebben, over BIM-gebruikers, tot BIM-pioniers.



1 | Schematische weergave van de doelen van BIMportal.be



2 | Voorbeeld van een casestudy op BIMportal.be. Bureau Bouwtechniek heeft het oorspronkelijke ontwerp van het Nieuw Havenhuis van Zaha Hadid Architects met behulp van BIM vertaald naar een budgettair haalbaar en technisch uitvoerbaar ontwerp (bron: Zaha Hadid Architects i.s.m. Bureau Bouwtechniek).

Op de portaalsite kan men **algemene informatie** over BIM terugvinden en wordt de praktijk belicht aan de hand van **casestudy's**, met andere woorden bouwprojecten waarin er gebruikgemaakt werd van BIM. Naast de vermelding van de projectgegevens, wordt er hierbij uitleg gegeven over de toepassing van BIM en de in het project gebruikte softwareapplicaties. Voor een niet-exhaustieve lijst van BIM-gerelateerde softwareapplicaties verwijzen we naar de **softwaredatabank**.

Naast algemene en praktijkgerichte informatie, geeft BIMportal.be ook inlichtingen over een aantal lopende **onderzoeks- en informatieprojecten**. Zo wordt de bezoeker niet alleen op de hoogte gehouden van de activiteiten van het nieuwe Technische Comité 'BIM & ICT', maar vindt hij ook informatie terug

over andere projecten, zoals 'Cluster BIM' ⁽¹⁾ en 'CODEC' ⁽²⁾. Aangezien BIM zich niet beperkt tot de Belgische bouwsector, kunnen buitenlandse initiatieven ook zeer interessant zijn. Om die reden wordt er in de **documentendatabank**, die allerlei interessante links naar artikels, richtlijnen en relevante websites rond BIM en ICT bevat, grensoverschrijdend gewerkt.

De inhoud van de portaalsite zal regelmatig up-to-date gebracht en aangevuld worden. Zo blijft de bezoeker steeds op de hoogte van nationaal en internationaal **nieuws** en **opkomende activiteiten** omtrent BIM en ICT. Denken we hierbij maar even aan infosessies, lezingen, workshops en opleidingen en dit, zowel op modellerend (d.i. het tekenen met een bepaalde BIM-software) als op organisatorisch niveau. Verder wordt op

het BIM-portaal ook de nodige ruimte voorzien voor **vacatures**.

Informatie delen

De inhoud van BIMportal.be beperkt zich dus niet tot eigen data, maar is een verzameling van allerhande relevante en interessante informatie omtrent BIM en ICT. De portaalsite vormt met andere woorden een centraal platform waarlangs deze informatie kenbaar en toegankelijk gemaakt wordt. Het WTCB vervult hierbij een coördinerende rol en ziet er onder andere op toe dat de aangeleverde informatie neutraal blijft. ■

*C. Euben, ir.-arch., adviseur,
dienst BIM en informatietechnieken, WTCB*

We hebben uw medewerking nodig!

Om BIMportal.be te laten uitgroeien tot dé Belgische portaalsite omtrent BIM en ICT, hebben we uw medewerking nodig. Indien u relevante informatie heeft, aarzel dan niet om deze met ons te delen via <http://www.bimportal.be/nl/aanbrengen/> of via het e-mailadres info@bimportal.be.



(1) Dit cluster rond BIM werd opgestart op initiatief van het WTCB en de Vlaamse Confederatie Bouw en heeft enerzijds tot doel om de samenwerking tussen de deelnemende bouwbedrijven en -professionelen te bevorderen en anderzijds om de BIM-technologie te verbeteren door de verdere ontwikkeling van BIM-compatibele databanken, plug-ins en dergelijke.

(2) Deze prenatatieve studie – die een initiatief is van het WTCB en gesubsidieerd wordt door de FOD Economie – heeft als oogmerk om een geharmoniseerd communicatiekader uit te werken voor het digitale bouwmodel.

Bij het aangaan van een belangrijke investering – zoals het vervangen van een bestaande machine, het lanceren van een nieuwe activiteit, het zelf produceren, dan wel kant-en-klaar aankopen of het overnemen van een andere onderneming – gaat men best niet over één nacht ijs. Om de juiste beslissingen te kunnen nemen, is een grondige analyse van een investeringsproject onontbeerlijk.

De investeringsbeslissing: een praktische en bouwgerichte aanpak

Men dient in eerste instantie de investeringsopportuniteiten te onderzoeken. Passen ze binnen de bedrijfsstrategie? Zijn ze technisch en financieel haalbaar? En hoe zit het met de personeelsbekwaamheid, de aanvaardbare risico's en de aanwijzingen van winstgevendheid?

Vervolgens moet men relevant cijfermateriaal verzamelen met betrekking tot de weerhouden investeringsideeën en moet men een antwoord formuleren op de volgende zeer belangrijke vragen:

- welk rendement moet de investering minimaal opbrengen?
- wat is de tijdsduur van het investeringsproject?
- hoeveel mogen de kosten maximaal bedragen indien er vreemd vermogen aangetrokken wordt?

Dit verzamelde cijfermateriaal dient onderworpen te worden aan een **financieel-economische analyse**, waarbij men zal trachten om de cijfers zo correct mogelijk in te schatten. Daar waar een aantal cijfers met 100 % zekerheid bepaald kunnen worden (bv. de aankoopprijs van een machine), is dit bij het merendeel ervan niet het geval

(bv. grondstofprijzen, omzetstijging, extra arbeidskosten ...). Bijgevolg is het van groot belang om een sensitiviteits- en risicoanalyse uit te voeren en verschillende scenario's uit te werken.

Bij een dergelijke financieel-economische analyse zijn er tal van aspecten die niet over het hoofd gezien mogen worden, zoals de **invloed van het benodigde werkkapitaal**. Een investeringsbeslissing omvat meer dan alleen de aankoop van een nieuwe machine om een nieuwe activiteit te kunnen uitvoeren. Zo kan deze nieuwe activiteit een impact hebben op de voorraad (moet er een veiligheidsvoorraad aangelegd worden?), de klanten (zullen de nieuwe klanten op tijd betalen?) en de leveranciers (kan men gunstige betalingsvoorwaarden bij deze nieuwe leveranciers bedingen?). Deze elementen brengen stuk voor stuk bijkomende uitgaven met zich mee.

Een tweede aspect waar men rekening mee dient te houden, is de **invloed van de belastingen**. Nuttig om te weten is dat de overheid bepaalde belastingverminderingen toekent zoals de interesten en de afschrijvingen. Er worden eveneens

investeringsstimuli voorzien (investeringsaftrek en notionele-intrestaftrek).

Tot slot moeten ook de **opportuniteitskosten** in aanmerking genomen worden. De lancering van een nieuwe activiteit kan bijvoorbeeld een omzetsdaling van een andere bestaande activiteit tot gevolg hebben of de nieuwe machine kan magazijnruimte in beslag nemen die tot nog toe aan derden verhuurd werd.

Verder kunnen de investeringsbeslissingen ook nog een aantal minder tastbare en moeilijker meetbare implicaties hebben. Denken we hierbij maar even aan de invloed ervan op de arbeidstevredenheid of het imago van het bedrijf.

Het nemen van de investeringsbeslissing op zich is niet de eindfase van het proces. De inkomsten en uitgaven van de lopende projecten moeten immers grondig opgevolgd en geanalyseerd worden. Zo kunnen eventuele afwijkingen tussen de gebudgetteerde en de werkelijke kasstromen tijdig ontdekt en bijgestuurd worden. **I**

Afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB

Nieuwe opleiding

Omwille van de complexiteit van het investeringsbeslissingsproces biedt het WTCB – op vraag van zijn leden – een nieuwe opleiding aan. Deze concentreert zich vooral op de financieel-economische analyse en heeft als oogmerk om de ondernemingen de tools aan te reiken ter beoordeling van hun toekomstige investeringen. Voor meer informatie hieromtrent kunt u terecht bij de afdeling Beheer en kwaliteit van het WTCB via het volgende adres: gebe@bbri.be.



WTCB-publicaties

WTCB-Dossiers

- 2015/4.9** ETICS met harde bekledingen. Deel 1: systeemprestaties en materiaalkeuze.
- 2015/4.11** Kunnen verven het thermische comfort verbeteren?
- 2015/4.15** ETICS met harde bekledingen. Deel 2: uitvoering.
- 2016/2.4** Metselwerktoebehoren.
- 2016/2.14** Luchtdichtheidsmetingen in het kader van de EPB: behandeling van de ventilatievoorzieningen.
- 2016/3.9** Aandacht voor het calcium-carbonaatevenwicht van zwembadwater.

Infofiches

- Nr. 73** Brandwerende deuren in brandwerende wanden. Prestatie-eisen.

Technische Voorlichtingen

- TV 258** Praktische gids voor de basisventilatiesystemen voor woongebouwen (vervangt de TV's 192 en 203).



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. 011/79 95 11
fax 02/725 32 12

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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