



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2016/3



Zichtbeton
p6-7

**Glas- en
gevelkitten**
p16-17

Zwembadwater
p20-21

***Lean* bouwen**
p34



Inhoud

2016/3

Lean, BIM, industrialisatie ...

De bouwsector kent een ware revolutie! 3



Rekening houden met **seismische risico's** in België 4



Een nieuwe norm voor **zichtbeton** 6



Een nieuwe aanvulling op de **norm NBN EN 206** 8



Staande naad: een goede bevestiging van **de dakbedekking en de dakvloer** 10



Groendaken: opgedane ervaringen 12



Plaatsing van een **thermisch onderbroken aluminium venster** en een stenen dorpel 14



Glas- en gevel**kitten** 16

In de kijker + FAQ 18



Aandacht voor het calcium-carbonaatevenwicht van **zwembadwater** 20



Nieuwe aandachtspunten voor **verf op buitenmetselwerk uit baksteen** 22



Nieuwe eisen in Wallonië voor airconditioning-, ventilatie-, verwarmings- en sanitair-warmwaterproductiesystemen 24



Belangrijke wijziging op komst voor de **afdichting** van leidingen die **brandwerende wanden** doorboren 26



Ledverlichting: levensduur en behoud van prestaties 28



Lawaai van waterafvoerleidingen 30



BIM & ICT: van virtualiteit naar realiteit 32



Lean bouwen 34

Lean, BIM, industrialisatie ...

De bouwsector kent een ware revolutie!

De tijd dat de werkzaamheden op de bouwplaats rijmde met traagheid, vertraging en chaos en dat elke vakman louter zijn eigen werk beschouwde, ligt ver achter ons. De overgrote meerderheid van de bedrijven, zowel groot als klein, hebben immers al lang begrepen dat ze zich goed moeten organiseren om de kosten en de uitvoeringstermijnen zo beperkt mogelijk te houden. De laatste jaren zijn de mogelijkheden echter op spectaculaire wijze geëvolueerd dankzij de toenemende digitalisering, industrialisering en robotisering van de bouwsector ter verbetering van de productiviteit en kwaliteit. Ook de nieuwe technologieën, zoals het 3D-printen, het internet der dingen of het gebruik van drones, en de uitdagingen die geboden worden door *smart grids*, *smart buildings* en *smart cities* zijn hier niet vreemd aan.

De **lean-methode** (zie p. 34) heeft als oogmerk om alle vormen van verspilling te beperken. Dit kan gaan van nutteloze werkzaamheden tot tijdverlies in het algemeen, bijvoorbeeld de vele verplaatsingen die nodig zijn om al het vereiste gereedschap en materiaal bij elkaar te zoeken. Enkele cijfers bevestigen het belang voor bedrijven om het beheer van hun projecten te optimaliseren. Zo is 40 tot 60 % van de door de arbeiders op de werf doorgebrachte tijd niet-productief. Verder gaat 5 tot 10 % van de omzet van een bouwbedrijf naar de faalkosten. Het is bijgevolg niet verwonderlijk dat de door het WTCB (in samenwerking met de Brusselse Confederatie Bouw) georganiseerde studiemiddag rond de *lean*-methode en de hieraan gekoppelde tools een honderdtal zeer geïnteresseerde deelnemers getrokken heeft.

Het **BIM** (*Building Information Model*) (zie pp. 32-33) is eveneens een krachtig collaboratief hulpmiddel dat de uitvoeringskosten sterk kan drukken. Zowel in de ontwerp-, de offerte-, de plannings-, de voorbereidings-, de uitvoerings-, als de gebruiksfase van het gebouw laat een betere samenwerking tussen alle actoren immers toe om de kosten te optimaliseren en de uitvoeringsfouten te beperken. Dit stelt de gefragmenteerde bouwsector ongetwijfeld voor zijn grootste uitdaging. Deze principes zullen tijdens de studiedag '**De bouw in het digitale tijdperk**' van 12 september 2016 besproken worden. Voor een gedetailleerd programma kunt u terecht op www.bouwacademie.net. Naast informatie over het BIM, zullen tijdens deze studiedag ook de huidige en toekomstige evoluties aan bod komen. Wij hopen u er talrijk te mogen ontvangen om samen verder te bouwen aan de toekomst van de sector.

De bouw in het digitale tijdperk

Hoewel België geen deel uitmaakt van de Europese landen die het meest getroffen worden door aardbevingen, dient men niettemin aan de hand van de Eurocodes na te gaan of de gebouwen en infrastructuren weerstand kunnen bieden aan de effecten van een aardbeving. Naar aanleiding van talrijke discussies binnen de normcommissies, met name die voor het ontwerp van metselwerk, leek het ons interessant om een licht te werpen op deze kwestie.

Rekening houden met seismische risico's in België

Hoe wordt een aardbeving gekarakteriseerd?

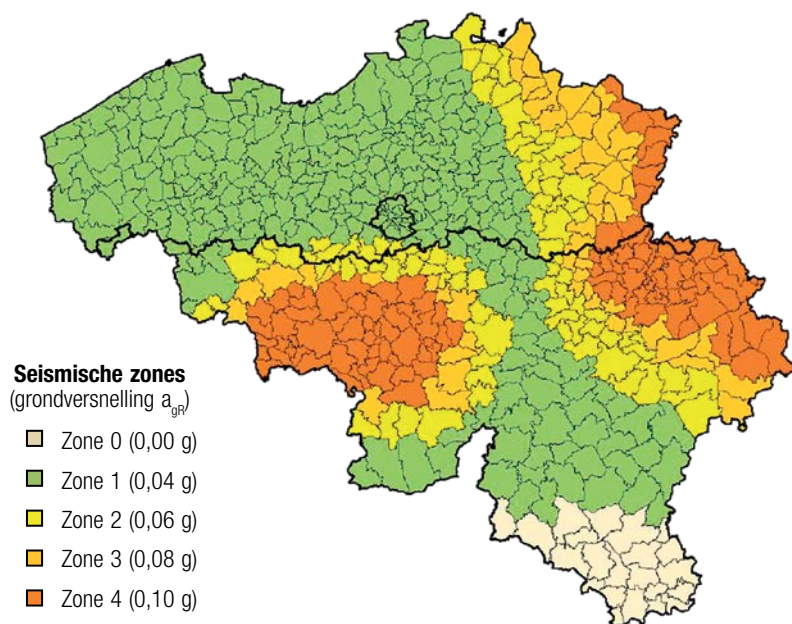
België bevindt zich in een zone met een niet te verwaarlozen seismische activiteit van zwakke intensiteit. Hoewel de intensiteit van de aardbevingen in België ongeveer vier keer zwakker is dan in Griekenland of Italië, kunnen ze toch verwoestend zijn, in het bijzonder in de omgeving van Luik en Bergen. De bevingen zullen echter meer gespreid zijn in de tijd, met een terugkeerperiode van 475 jaar (*).

In Europa wordt de dimensionering van gebouwen die onderhevig zijn aan seismische belastingen beregeld door de Eurocode 8 (NBN EN 1998-1). Hierin wordt de impact van een aardbeving omschreven door een versnelling ter hoogte van de gebouwfunderingen. Zo wordt er rekening gehouden met de maximale referentiegrondversnelling a_{gR} , die enkele tienden van de zwaartekrachtversnelling (g) bedraagt. Op de Europese schaal gaat deze versnelling van 0,1 g in zones met een geringe seismische activiteit tot 0,4 g in zones met veel seismische activiteit. Deze versnelling wordt eveneens gebruikt om de regionale seismische kaarten op te stellen. Zo wordt België in vijf zones opgedeeld in functie van de door de Koninklijke Sterrenwacht van België geïdentificeerde a_{gR} -grondversnellingswaarden (zie afbeelding 1). Deze schommelen tussen 0 en 0,10 g .

Deze versnellingswaarden wijzen op een zeer sterke grond (rotsachtige bodem met

een hoogstens 5 m dikke laag bestaande uit minder sterke afzettingen). Dit betekent echter eveneens dat de grond aan het oppervlak aanzienlijker kan bewegen wanneer ongunstige geologische omstandigheden samen optreden (zie afbeelding 2 op de volgende pagina). Dit wordt het 'site-effect' genoemd. Teneinde dit effect in rekening te brengen, moet men op de referentiegrondversnelling a_{gR} een grondfactor S toepassen die begrepen is tussen 1 (voor een rotsachtige bodem) en 1,8 (voor een grond met zeer geringe weerstand). Bij een grond met een lage weerstand kan de intensiteit

van de aardbeving dus tot 80 % groter zijn. Om de grond in te delen volgens de Eurocode 8, dient men dan ook steeds de geschikte onderzoeken te voeren. De bouwplaats en de aard van de dragende ondergrond mogen geen risico vertonen op grondbreuk, hellinginstabiliteit en permanente grondverzakking veroorzaakt door liquefactie of grondverdichting in geval van een aardbeving. Bij twijfel dient men een aantal specifieke maatregelen te treffen: in de eerste plaats een voorafgaandelijke studie en een beoordeling van de mogelijke verschijnselen en – indien nodig – een eventuele



1 | Kaart met seismische zones in België (NBN EN 1998-1 ANB)

(*) De terugkeerperiode is de statistische tijd tussen twee aardbevingen.



2 | Appartementengebouw waarvan de funderingsplaat gekanteld is ten gevolge van de liquefactie en de daaropvolgende verzakking van de grond tijdens de aardbeving in Taiwan van februari 2016.

behandeling of, in laatste instantie, het opteren voor een andere site.

Bovendien moet de intensiteit van de aardbeving, in functie van de belangrijkheidsklasse van het gebouw, verlaagd of verhoogd worden met de zogenoemde belangrijkheidsfactor γ_i . Deze houdt rekening met de gevolgen van een gebeurlijke aardbeving op menselijk, economisch en sociaal vlak, alsook met het belang van het gebouw voor de openbare veiligheid en civiele bescherming.

Zo moet men de grondversnelling a_{gR} in het geval van een ziekenhuis of een elektriciteitscentrale met 40 % verhogen en in het geval van een agrarisch gebouw met 20 % verlagen. Op de huizen en residentiële gebouwen wordt een waarde van 1 toegepast (zie voorbeelden in nevenstaand kader).

Wanneer moet men bij de dimensionering van een gebouw rekening houden met seismische belastingen?

Nadat men de intensiteit van de aardbeving 'gecorrigeerd' (verhoogd of verlaagd) heeft om rekening te houden met het site-effect en de belang-

rijkheidsklasse van het gebouw, moet men deze waarde vergelijken met de grenswaarden voor de grondversnelling die in de Eurocode 8 en in de tabel in onderstaand kader vermeld worden.

Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de lange versie van dit artikel. Hierin worden de basisprincipes voor een goed ontwerp rekening houdend met seismische belastingen besproken en wordt een algemene berekeningsmethodologie voor verschillende bouwmaterialen voorgesteld. In dit artikel wordt eveneens dieper ingegaan op het gedrag van houtconstructies met meerdere verdiepingen en op de resultaten van het Europese 'Optimberquake'-onderzoek.

A. Skowron, ir., projectleider,

laboratorium Structures, WTCB

B. Parmentier, ir., afdelingshoofd,

afdeling Structures, WTCB

Dimensionering van gebouwen volgens de Eurocode 8

Voor welke seismische intensiteit moet men het gebouw dimensioneren volgens de Eurocode 8?

$\gamma_i \cdot a_{gR} \cdot S$	Dimensionering
$\leq 0,06 \text{ g}$	Dimensionering volgens de Eurocode 8 niet noodzakelijk
$\leq 0,1 \text{ g}$	Toepassing van de eenvoudige ontwerpregels voor aardstokbestendige zones
$> 0,1 \text{ g}$	Dimensionering volgens de Eurocode 8 noodzakelijk

Hieronder bespreken we twee concrete voorbeelden voor twee verschillende gebouwtypes:

- Het eerste voorbeeld betreft een **appartementengebouw** gelegen te **Namen (seismische zone 2)** op een grond die bestaat uit stijve afzettingen van overgeconsolideerde klei van minstens enkele tientallen meters dik ($S = 1,35$). Gelet op het feit dat de 'gecorrigeerde' seismische intensiteit 0,08 g bedraagt, strekt het tot aanbeveling om de eenvoudige ontwerpregels voor aardstokbestendige zones toe te passen.
- Het tweede voorbeeld gaat over een **ziekenhuis** gelegen te Genk op afzettingen van onafhankelijke grond met geringe dichtheid ($S = 1,8$). Gelet op het feit dat de 'gecorrigeerde' seismische intensiteit 0,20 g bedraagt, dient men het gebouw te dimensioneren volgens de Eurocode 8.



Onder 'zichtbeton' verstaat men ter plaatse gestort beton dat de mogelijkheid biedt om structurele en esthetische eisen te combineren met het oog op de realisatie van elementen zoals wanden of kolommen waarvan het oppervlak zichtbaar blijft. Een nieuwe Belgische norm met betrekking tot zichtbeton, de norm **NBN B 15-007**, stelt een duidelijk en objectief kader voor aan de hand waarvan de verwachte betonkwaliteit gespecificeerd en het bekomen resultaat beoordeeld kan worden. Er is eveneens een Technische Voorlichting in voorbereiding.

Een nieuwe norm voor zichtbeton

1 Classificatie van zichtbeton

Bij gebrek aan een normatief kader voor zichtbeton, werd er vroeger gewoonlijk een beroep gedaan op de Technische Voorschriften PTV 21-601 (nieuwe versie wordt in de loop van dit jaar verwacht), die alle geprefabriceerde sierbetonelementen omvatten, en op de buitenlandse documenten ter zake (zie de [WTCB-Dossiers 2007/4.4](#) en [2012/4.4](#)).

De nieuwe norm **NBN B 15-007** is het resultaat van een werk van lange adem en vormt een nuttige aanvulling op de bestaande normen inzake de specificatie (NBN EN 206 en NBN B 15-001) en de uitvoering (NBN EN 13670 en NBN B 15-400) voor alles wat verband houdt met de esthetische eigenschappen van het beton. Deze norm is gebaseerd op de gevoerde onderzoeken, waaronder die van het WTCB, en de ervaring die in België door de verschillende betrokkenen opgedaan werd (ontwerpers, algemene aannemers, materiaalleveranciers ...).

De eisen uit deze norm zijn voornamelijk van toepassing op de twee meest courante types zichtbeton van de zes die in de norm vermeld staan. Het gaat hier om grijs, ruw ontkist beton met een glad oppervlak (ZBA/1) of met een fijne textuur (ZBA/2) (de andere types

ZBA/3 tot ZBA/6 hebben betrekking op betonoppervlakken met een grove textuur, bijvoorbeeld door het gebruik van bekistingen op basis van elastomeren of door gritstralen).

De door de norm voorgestelde classificatie steunt op vier criteria met betrekking tot het uitzicht die van belang zijn om de kwaliteit van zichtbeton te beoordelen:

- de **textuur** (T): zandstrepen, gladheid van het oppervlak, de randen en de voegen
- de **luchtbellen** (LBA): enkel de luchtbellen met een diameter begrepen tussen de 2 en 15 mm worden in rekening gebracht. De luchtbellen met een grotere diameter worden immers beschouwd als holtes (niet toegelaten)
- de **homogeniteit van de tint** (HT)
- de **toleranties op de vorm** (VTF): afmetingen, vlakheid, rechtheid van de randen, oneffenheden ...

Dit artikel spitst zich toe op de luchtbelvorming (LBA) en de homogeniteit van de tint (HT).

Voor elk criterium worden er drie klassen voorgesteld die telkens met een verschillend eiseniveau overeenstemmen. Wat de luchtbelvorming betreft, worden deze klassen bijvoorbeeld genummerd van LBA1 tot LBA3 (zie tabellen A en B).

Bovendien definieert de norm voor de eenvoud drie zichtbetonklassen (A, B en C). Elk van deze klassen bestaat uit een logische combinatie van de verschillende voornoemde klassen (T, LBA, HT en VTF; zie tabel op de volgende pagina). Bij ontstentenis van duidelijke specificatie wordt de **klasse C** toegepast die echter reeds een zekere zorg en vakkundigheid vereist. Voor bepaalde bijzondere realisaties kan een klasse B of A noodzakelijk zijn, wat eventueel specifieke

A | Overzicht van de eisen met betrekking tot de luchtbelvorming

Klasse van luchtbelvorming	Maximale fractie luchtbellen in het oppervlak
LBA1 (*)	1,2 %
LBA2	0,6 %
LBA3	0,3 %

(*) Bij ontstentenis wordt de klasse LBA1 toegepast.

B | Overzicht van de eisen met betrekking tot de homogeniteit van de grijs tint

Klassen voor de homogeniteit van de tint	Toegelaten aantal indelingen op de nieuwe BE-grijschaal	Maximaal toegelaten tintverschil (ΔE^*_{ab}) tussen twee zones
HT1 (*)	5	12,5
HT2	4	10
HT3	3	7,5

(*) Bij ontstentenis wordt de klasse HT1 toegepast.



maatregelen kan behoeven en een niet te verwaarlozen impact kan hebben op de globale kost van het bouwwerk. Een alternatief bestaat erin geprefabriceerde elementen uit architectonisch beton toe te passen. Deze keuze valt ten laste van de ontwerper en moet in de aanbestedingsdocumenten gepreciseerd worden.

C | Beschrijving van de drie zichtbetonklassen

Zichtbetonklasse (*)	Combinatie van klassen
C	T1, LBA1, HT1 en VTF1
B	T2, LBA2, HT2 en VTF2
A	T3, LBA3, HT3 en VTF3
(*) Het eiseniveau neemt toe van klasse C (bij ontstentenis) tot A.	

2 Beoordelingsmethoden

Zelfs wanneer het bouwwerk uit zichtbeton met de grootste zorg uitgevoerd werd (met inbegrip van een voorafgaandelijke proef op een proefwand), zullen er zich onvermijdelijk onvolkomenheden voordoen ten gevolge van de talloze parameters die meespelen (bv. samenstelling van het beton, bekistingsplaat, ontkistingsolie, uitvoerings- en ontkistingstermijnen, weersomstandigheden ...). In geval van betwisting stelt de norm een aantal objectieve methodes voor ter beoordeling van de kwaliteit van het resultaat.

2.1 Beoordeling van de luchtbelvorming door middel van beeldanalyse

Vroeger werd de luchtbelvorming – in geval van betwisting – beoordeeld door middel van een vergelijking met de CIB-referentieschaal (*) (zeven foto's die verschillende graden van luchtbelvorming weergeven, van gering tot meer uitgesproken). Deze eenvoudige, maar

relatief subjectieve methode is nu vervangen door een digitale beeldanalyse. Deze methode bestaat erin een scherpe foto te maken van de te beoordelen zone en deze vervolgens in zwart-wit om te zetten. Dit beeld wordt dan geanalyseerd met behulp van een programma dat de luchtbellen identificeert en de hierdoor ingenomen oppervlakte berekent (dit vereist een voorafgaandelijke ijking aan de hand van de in de norm opgenomen referentiebeelden). Tot slot wordt elke analyse gevalideerd door een visuele controle om na te gaan of de gedetecteerde luchtbellen overeenstemmen met die op de originele foto.

2.2 Beoordeling van de tintverschillen met behulp van een grijschaal of kleurmeter

De grijsintensiteiten kunnen in eerste instantie beoordeeld worden door de BE-grijschaal tegen de zichtbetonwand te houden (droog en beschaduwd oppervlak) (zie afbeelding 1). Deze nieuwe schaal is zodanig geconcepieerd dat het

tintverschil tussen twee schaalindelingen bij benadering overeenstemt met een ΔE^*ab -waarde van 2,5 eenheden (bij de vroeger gebruikte CIB-schaal was dit 5 eenheden) (zie Infofiche 25).

Bij twijfel kan men teruggrijpen naar een kleurmeter (zie afbeelding 2). Met dit draagbare meettoestel kan men nauwkeurig – en zonder beïnvloeding door de bediener of de bezonning – het tintverschil (ΔE^*ab) tussen twee oordeelkundig gekozen meetzones bepalen (dertien metingen per zone van 50 x 50 cm²). Vervolgens wordt het resultaat vergeleken met de maximaal toegelaten afwijking.

J. Piérard, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Betontechnologie, WTCB
N. Cauberg, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Structuren, WTCB
J. Wijnants, ing., afdelingshoofd,
afdeling Technisch Advies, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne 'Toleranties en uitzicht', gesubsidieerd door de FOD 'Economie'.



1 | Beoordeling van de tintverschillen met behulp van de nieuwe BE-grijschaal



2 | Beoordeling van de tintverschillen met behulp van een kleurmeter en het referentiepatroon uit de norm

(*) *Tolérances sur les défauts d'aspect du béton*. Rotterdam, Conseil international du bâtiment, CIB-rapport, nr. 24, juni 1973.

In 2017 zou de Belgische aanvulling op de Europese norm NBN EN 206 uit 2014 in verband met de specificatie, de eigenschappen, de vervaardiging en de conformiteit van beton gepubliceerd moeten worden. Deze bijlage drong zich op om rekening te kunnen houden met de meest voorkomende omgevingen en de Belgische praktijk. Bovendien zijn vele eisen uit de Europese norm louter informatief. Deze twee onlosmakelijk met elkaar verbonden normen zullen dus samen de normen NBN EN 206-1 (2001) en NBN B 15-001 (2012) vervangen, die momenteel de basis vormen voor de BENOR-certificatie van beton. Naast de wijzigingen voor de geotechnische werkzaamheden (palen, diepwanden ...), die reeds besproken werden in de WTCB-Dossiers 2015/4.2, worden er nog talloze andere aanpassingen verwacht. In dit artikel worden enkele hiervan toegelicht.

Een nieuwe aanvulling op de norm NBN EN 206

Zelfverdichtend beton

De Europese norm NBN EN 206-9 uit 2010, die intussen opgenomen werd in de norm NBN EN 206 uit 2014, bevatte reeds enkele aanvullende regels in verband met de specificatie, de eigenschappen, de vervaardiging en de conformiteit van zelfverdichtend beton.

Voorname regels hebben voornamelijk betrekking op vers beton. Naast de consistentieclassen F (*flow* of schudmaat) en S (*slump* of zetmaat), die de verwerkbaarheid van een 'traditioneel' beton karakteriseren, stelt de norm NBN EN 206 nog drie andere klassen voor die specifiek bestemd zijn voor zelfverdichtend beton (SF₁ tot SF₃). Deze klassen worden bepaald aan de hand van de vloeimaatproef met de Abramskegel

(zie onderstaande foto), een methode aangepast aan de vloeibaarheid van zelfverdichtend beton.

Voor dit betontype kunnen er bovendien nog een aantal andere essentiële eisen opgelegd worden, die betrekking hebben op de samenhang (schijnbare viscositeit) van het beton, de capaciteit om doorheen het wapeningsnet te stromen en de weerstand tegen ontmenging.

In de WTCB-Dossiers 2012/3.3 werd een overzicht gegeven van de proeven waarmee deze karakteristieken bepaald kunnen worden evenals van de klassen die vermeld staan in de norm. In dit artikel werden eveneens concrete aanbevelingen geformuleerd om de geschikte schijnbareviscositeitsklasse te kiezen. Ook de informatieve bijlage G

van de norm NBN EN 206 reikt in deze context een aantal richtlijnen aan.

Zodra de aanvulling op de norm verschenen is, zal het BENOR-reglement zodanig aangepast worden dat het BENOR-merk ook betrekking heeft op de zelfverdichtende eigenschappen van beton.

Het gebruik van gerecycleerde granulaten

Volgens de huidige versie van de norm NBN B 15-001 mag slechts 20 % van de grove natuurlijke granulaten vervangen worden door gerecycleerde betongranulaten en dit, enkel bij beton voor binnentoepassingen.

De toekomstige Belgische bijlage zou de toepassing van gerecycleerde beton- en menggranulaten (beton en metselwerk) in gewapend en ongewapend beton sterk moeten doen stijgen. Deze granulaten zullen echter wel aan een aantal eisen moeten voldoen, zowel op mechanisch vlak als op het vlak van hun zuiverheid. Wanneer aan deze eisen voldaan is, zullen de gerecycleerde betongranulaten gebruikt mogen worden in beton met een druksterkteklasse tot C30/37. Voor gerecycleerde menggranulaten ligt deze grens op de klasse C20/25. Bij gewapend beton voor binnentoepassingen zouden de gerecycleerde beton- en menggranulaten respectievelijk maximaal 30 en 20 % van de grove natuurlijke granulaten kunnen vervangen, afhankelijk van de omgeving.





Het toepassingsdomein van gerecycleerde betongranulaten zal eveneens uitgebreid worden: zo zal het voortaan ook aan vorst blootgestelde buiten-omgevingen omvatten. In voorkomend geval zal hun maximale vervangingspercentage 20 % bedragen.

Cement en andere bindmiddelen

In de Europese norm NBN EN 197-1 met betrekking tot gewone cementsoorten komen 27 cementtypes aan bod. Speciale cementsoorten, zoals overgesulfateerd cement, aluminaatcement en de talrijke mogelijke combinaties van cement en toevoegsels (bv. vlieg-as), worden daarentegen buiten beschouwing gelaten.

De huidige versie van de norm NBN B 15-001 stelt dat slechts 13 cementsoorten gebruiksgeschikt zijn. Voor de andere soorten dient men de gebruiksgeschiktheid voor de beoogde toepassing na te gaan. Concreet betekent dit dat men duurzaamheidsproeven moet uitvoeren in functie van de beschouwde omgevingsklasse.

In de nieuwe Belgische aanvulling zullen er vier geschiktheidsniveaus in beschouwing genomen worden. Naargelang van het niveau zal het cement of het bindmiddel ofwel in alle omgevingsklassen gebruikt kunnen worden, zij het slechts voor bepaalde klassen zonder enige beperking, dan wel wanneer men door middel van proeven heeft kunnen aantonen dat het met dit cement of bindmiddel aangemaakte beton duurzaam zal zijn. Portlandcement CEM I en hoogovencement CEM III/A zullen tot het eerste niveau behoren en zullen dus zonder enige beperking in alle omgevingsklassen gebruikt kunnen worden.

Hoogovencement CEM III/B zal daarentegen deel uitmaken van het tweede niveau. Bij gebruik in een omgeving waarin vorst en dooizouten voorkomen, zal men bijvoorbeeld het cementgehalte moeten verhogen.

Vezelbeton

Voor vezelversterkt beton was er nood aan bijkomende regels. Zo zullen er, naast een verwijzing naar de productnormen voor de vezels (staal- en polymervezels), eisen en controles voorzien worden waarmee men kan nagaan of de in het beton aanwezige hoeveelheid vezels beantwoordt aan de eisen en of ze gelijkmatig over het beton verdeeld zijn.

Er bestaan momenteel twee methodes om vezelversterkt beton voor te schrijven. De eerste bestaat erin om in de aanvullende eisen (conform de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001) het type, de functie (al dan niet structureel) en de hoeveelheid vezels te vermelden. De tweede berust op de vermelding van de buigtaaiheidsklasse in de aanvullende eisen.

De alkali-silicareactie

In de oude norm NBN B 15-001 werden vier voorzorgsmaatregelen vermeld om de alkali-silicareactie (ASR) te vermijden, waaronder het gebruik van een *low-alkalacement* (LA). Het was dan aan de voorschrijver om een van deze maatregelen te kiezen. Bovendien werd er in deze norm geen enkel verband gelegd met de omgevingsklassen en dit, terwijl de aan- of afwezigheid van vocht in deze context bepalend is. De norm voorzagt hiervoor geen enkel criterium.

Er worden dan ook veel wijzigingen verwacht in de toekomstige Belgische aanvulling. Zo zullen voortaan ook het risiconiveau en de nefaste gevolgen van een alkali-silicareactie beschouwd worden.

Het type bouwwerk en de impact van een erop inwerkende alkali-silicareactie moeten in aanmerking genomen worden. Voor bouwwerken zoals tunnels zijn deze gevolgen immers onaanvaardbaar. Er zullen drie preventieniveaus onderscheiden worden (PREV1 tot PREV3) waaruit de voorschrijver zijn keuze zal moeten maken.

De aanwezigheid en heftigheid van de alkali-silicareactie zijn eveneens afhankelijk van de blootstelling van het bouwwerk (blootstellingsfactoren AR1 tot AR3). Deze is op haar beurt nauw verbonden met de omgevingsklasse en -temperatuur. Men zal dus voorzorgsmaatregelen moeten treffen in functie van het beoogde preventieniveau (PREV) en de gekozen blootstellingsfactor (AR). In bepaalde gevallen zullen er specifieke voorzorgsmaatregelen genomen moeten worden (bv. gebruik van een LA-cement of beperking van het alkaligehalte). In andere gevallen zal het dan weer nodig zijn om verschillende voorzorgsmaatregelen te combineren. **I**

*V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd,
departement Materialen, technologie
en gebouwschil, WTCB*

*V. Dieryck, ir., senior projectleider,
afdeling Beton en bouwchemie, WTCB*

*C. Ladang, ir., hoofdcoördinator
Betontechnologie, SECO*

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van de
Normen-Antenne 'Beton-mortel-granulaten',
gesubsidieerd door de FOD 'Economie'.*



De bevestiging van metalen dakbedekkingen werd reeds besproken in de WTCB-Dossiers 2012/4.6. In dat artikel lag de nadruk op het type en het aantal bevestigingsklanken dat in de staande naad voorzien moet worden om te vermijden dat de dakbedekking door de wind zou omhoogkomen en vervormen. Voorliggend artikel spitst zich op zijn beurt toe op de keuze van de houten dakvloer en de verbinding ervan met de draagstructuur. Een goede bevestiging van de dakvloer aan de draagstructuur is immers van groot belang bij stormweer, vermits men vastgesteld heeft dat het in het merendeel van de schadegevallen bij daken met metalen dakbedekkingen niet alleen de dakbedekking is die losgekomen is, maar wel het geheel dakbedekking/dakvloer.

Staande naad: een goede bevestiging van de dakbedekking en de dakvloer

Bebording of panelen?

De dakvloer van dakbedekkingen met een staande naad bestaat doorgaans uit hout in de vorm van een bebording of panelen (zie [WTCB-Digest nr. 11](#)).

Het gebruik van een opengewerkte, langs de onderzijde geventileerde **bebording** bouwt voort op de traditie en wordt

vaak toegepast bij alle types metalen dakbedekkingen. Deze werkwijze komt voort uit de bouwgewoontes die men aantreft bij het gebruik van zink: om het risico op corrosie te vermijden, moeten beide zijden van traditioneel (ongecoat) zink immers in contact gebracht worden met de omgevingslucht zodat er zich een beschermende patina kan vormen.

Teneinde de schuifklanken, die in de regel 110 mm lang zijn, op één enkele plank te kunnen plaatsen, zijn de bebordingen doorgaans 24 mm dik en 125 mm breed (zie afbeelding). Soms worden er ook bebordingen met kleinere afmetingen toegepast, al zijn deze voorbehouden voor bijzondere gevallen (dakvoet, boogdaken, smalle bevestigingsklanken die eigen zijn aan bepaalde fabrikanten ...).

Bij warme daken kan men voor de andere types metalen dakbanen (gecoat zink, koper, gecoat staal, aluminium) eveneens opteren voor een **plaatsing op panelen**. Het gaat hier vaak om OSB/3-panelen die bestemd zijn voor een toepassing in daken. Deze panelen zijn minstens 15 of 18 mm dik, al naargelang de bevestigingsklanken geschroefd, dan wel genageld zijn. Gelet op het feit dat het risico op een bevochtiging van de panelen nooit volledig uitgesloten kan worden (onweer tijdens de plaatsing, condensatie in de dakopbouw ...), strekt het tot aanbeveling om de bevestigings-

klanken vast te zetten met schroeven. Proeven in een klimaatkamer hebben immers aangetoond dat in een OSB-paneel genagelde klanken die onderworpen worden aan bevochtigings- en drogingscycli meer dan de helft van hun afschuif- en uittrekweerstand kunnen verliezen.

Bevestiging van de dakvloer op de draagstructuur

De dakvloer moet vlak en ononderbroken zijn en met de grootste zorg uitgevoerd worden, ongeacht of hij uit een bebording of panelen bestaat. Verder moet hij door middel van stalen nagels met een platte kop of stalen schroeven met een verzonken kop op de draagstructuur bevestigd worden.

Hoewel nagels courant gebruikt worden omwille van hun snelle uitvoering, geniet de bevestiging met schroeven de voorkeur. Bij eenzelfde diameter en lengte vertonen schroeven immers een uittrekweerstand die 5 tot 8 keer groter is dan deze van al dan niet geringde nagels.

Tijdens de uitvoering moeten de volgende maatregelen getroffen worden om te vermijden dat de metalen dakbanen zouden vervormen en om de windstabiliteit van de dakopbouw te waarborgen:

- de nagels of de schroeven moeten in de ondergrond gedreven worden

Bevestiging van de schuifklanken op de bebording





Aanbevelingen voor de bevestiging van de dakvloer op de ondergrond ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Type dakvloer	Nagels/schroeven				
	Diameter Ø	Aantal per steunpunt	Indringdiepte in het structurele element	Minimale lengte van de nagels en schroeven	
				Bij gebruik van een tengellat van 38 mm	Bij gebruik van een tengellat < 38 mm ⁽⁴⁾
Bebording 4/4 (24 mm) (langs de onderzijde geventileerd dak)	Gladde nagels: Ø ≥ 2,8 mm	3	Min. 40 mm	64 mm (bv. gladde nagels van 2,8 x 65 mm)	88 mm (bv. gladde nagels van 3,1 x 90 mm)
	Ringnagels: Ø ≥ 2,8 mm	3	Min. 30 mm	54 mm (bv. ringnagels van 2,8 x 60 mm)	78 mm (bv. ringnagels van 3,1 x 80 mm)
	Schroeven: Ø ≥ 4,0 mm	2	Min. 25 mm	49 mm (bv. schroef van 4,0 x 50 mm)	73 mm (bv. schroef van 4,5 x 80 mm)
OSB-panelen (18 mm) (warm dak)	Gladde nagels of ringnagels	Niet-aanbevolen oplossing (bij bevochtiging van de panelen minder doeltreffend dan schroeven)			
	Schroeven: Ø ≥ 4,0 mm	3 per paneelhoogte (60 cm)	Min. 30 mm	48 mm (bv. schroef van 4,0 x 50 mm)	

(1) Voor deze berekeningen werd uitgegaan van 125 mm brede bebordingen van klasse C16, van OSB/3-panelen van 600 mm die rechtstreeks op een structureel element rusten en van gebouwen met een nokhoogte van minder dan 40 m. De bebordingen en panelen zijn op elke keper of tengellat bevestigd.

(2) Indien het houten paneel op een isolatiemateriaal rust (sandwichpanelen, sarking ...), dient men de fabrikant van het isolatiesysteem te raadplegen.

(3) Voor blootgestelde of zeer hoge gebouwen, strekt het tot aanbeveling om te rade te gaan bij een studiebureau.

(4) De fabrikanten raden voor de tengellatten doorgaans een minimale hoogte van 38 mm aan. De ervaring leert ons echter dat een hoogte van 24 mm kan volstaan voor zover de lucht ongehinderd kan circuleren in de ruimte onder de bebording (bv. door een stijf onderdak te plaatsen).

- het niveauverschil tussen twee niet-belaste aangrenzende elementen mag niet groter zijn dan 2 mm
- de dakvloerelementen moeten op minstens drie steunpunten rusten:
 - voor **bebordingen**: smalle bebordingen (≤ 105 mm breed) vereisen twee schroeven of nagels per steunpunt en de gebruikelijke bebordingen van 125 mm breed vereisen twee schroeven of drie nagels
 - voor **panelen**: per paneelhoogte van 60 cm moeten er per steunpunt minstens drie schroeven voorzien worden. Het gebruik van nagels is afgeraden omdat deze in een eventueel bevochtigde plaat veel minder performant zijn.

Gelet op het feit dat de nagels en schroeven door de windwerking onderworpen kunnen worden aan axiale trekkrachten, moeten er genoeg voorzien worden. Ze moeten eveneens voldoende diep in de draagstructuur verzonken zijn (zie bovenstaande tabel).

In de meeste vastgestelde schadegevallen is het geheel dakbedekking/dakvloer losgekomen.

Bij een langs de onderzijde geventileerde bebording kan de dakvloer op de tengellatten bevestigd worden voor zover deze voldoende hoog zijn. In voorkomend geval zijn het de tengellatten die de krachten overdragen naar de draagstructuur. Bijgevolg moet hun doorsnede voldoende groot zijn (minstens 38 x 38 mm) en dienen ze als volgt bevestigd te worden: per meter tengellat moeten er drie schroeven met een diameter van 4 mm voorzien worden die minstens 30 mm diep in de dakstructuur verzonken zijn (schroef van minstens 70 mm naargelang van de dikte van het onderdak). De bevestiging door middel van gladde, of zelfs ringnagels (respec-

tiefelijk om en bij de 10 à 8 per meter) is afgeraden omdat hun grote aantal de tengellat verzwakt en de constructieve rol ervan in het gedrang brengt. ■

D. Langendries, ir., senior projectleider en B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables' met de steun van de DG06.

In 2003 heeft het WTCB voor een onderzoeksproject rond groendaken elf maquettes (waarvan negen begroende) geïnstalleerd op het dak van een van de gebouwen van zijn proefstation in Limelette. Dit onderzoek resulteerde onder meer in de publicatie van de TV 229 en de WTCB-Dossiers 2006/3.2. Een tiental jaar later werden deze maquettes vóór hun afbraak naar aanleiding van de renovatie van het gebouw een laatste keer onderzocht.

Groendaken: opgedane ervaringen

Algemene staat van de daken en de materialen

Hoewel de daken gedurende een tiental jaar niet onderhouden werden, bleek uit de visuele inspectie tijdens de afbraak dat zowel de daken als hun materialen algemeen in goede staat verkeerden. Zo zag het vetkruid van de daken nrs. 3 en 10 er bijzonder goed uit (zie afbeelding 1). Op dak nr. 7 (intensief) werd er daarentegen een ontwikkeling van bepaalde plantensoorten (struiken) en een uiterst dicht wortelsysteem vastgesteld dat op bepaalde plekken zelfs meerdere lagen van de dakopbouw doorboorde en tot aan het dichtingsmembraan reikte (zie afbeelding 2). Hoewel dit laatste niet doorboord lijkt te zijn, duidt deze ontwikkeling op het belang van het onderhoud van groendaken, in het bijzonder van de intensieve, om te vermijden dat er zich plantensoorten zouden ontwikkelen die de waterdichtheid in het gedrang kunnen brengen.

Oppervlaktemassa en overbelasting

Teneinde hun oppervlaktemassa in verschillende toestanden – bijvoorbeeld

bij verzadiging met water – te bepalen, werden er van elk groendak stalen genomen (met inbegrip van de vegetatie).

De bij verzadiging gemeten overbelastingen lopen voor bepaalde extensieve groendaken op tot om en bij de 40 kg/m². Wanneer het een meer vervormbare ondergrond betreft (bv. geprofileerde staalplaten, platen op basis van hout), is deze belasting niet verwaarloosbaar, temeer omdat ze door een hevige bui nog zou kunnen toenemen wanneer het groendak reeds verzadigd is met water. Zo werd er bij bepaalde extensieve groendaken in verzadigde toestand een oppervlaktemassa van 125 kg/m² opgetekend, terwijl de TV 229 hiervoor een maximale oppervlaktemassa van 100 kg/m² opgeeft. Het is bijgevolg van essentieel belang om bij de dimensionering van het dak voldoende rekening te houden met de eventuele overbelastingen en de verwachte oppervlaktemassa's.

Kwaliteit van het afgevoerde water

Het door de verschillende daken heen sijpelende regenwater werd op zes ver-

schillende data van de zomer van 2014 opgevangen en geanalyseerd.

Voor elk dak werd er telkens een **verkleuring van het water** vastgesteld (zie afbeelding 3 op de volgende pagina). Deze is sterk afhankelijk van het substraat en de aard van de buien. Zo zal een hevige, maar korte bui een ander effect hebben dan een lichte, maar langdurige bui. Het van de daken nrs. 2 (extensief) en 6 (intensief) opgevangen water vertoonde de grootste verkleuring. Deze leunde bovendien ook het dichtst aan bij de verkleuring die in 2003 vastgesteld werd. Indien men dit water wenst te hergebruiken – rekening houdend met het feit dat de opgevangen hoeveelheid aanzienlijk beperkt kan worden door het waterophoudende effect van groendaken – zal men het dus moeten filteren en behandelen met behulp van een actiefekoolfilter.

Uit de gemeten pH-waarden blijkt dat het oorspronkelijk vastgestelde **neutraliserende effect** van de groendaken nog altijd aanwezig is, terwijl het naakte dak (nr. 11) nog steeds een verzurende invloed uitoefent. Verder is uit de wateranalyses gebleken dat de verschillende substraten zelfs tien jaar na de plaatsing



1 | Dak nr. 3 in juli 2014



2 | Wortels die het afdichtingsmembraan van dak nr. 7 bereikt hebben



3 | Op 27 augustus 2014 vastgestelde verkleuringen

van de daken nog steeds een zekere hoeveelheid voedingsstoffen bevatten. Uit de gemeten parameters (stoffen in oplossing, stoffen in suspensie, chemisch zuurstofverbruik, fosfor- en stikstofgehalte) kan men eveneens afleiden dat het regenwater zich blijft aanrijken met stoffen die afkomstig zijn van de groendaken (en dit, nog meer bij de intensieve daken dan bij de extensieve).

Besluit

Zelfs na tien jaar zonder onderhoud bevatten de verschillende substraten van de beproefde groendaken nog vol-

doende voedingsstoffen om de groei van de planten te waarborgen. De analyses die uitgevoerd werden op het door de groendaken heen sijpelende regenwater hebben aangetoond dat de kwaliteitsverandering van het water (verkleuring, aanrijking met diverse stoffen), die kort na de uitvoering van de daken vastgesteld werd, tien jaar later nog steeds even uitgesproken is. Een eventueel hergebruik van het regenwater vergt bijgevolg een aangepaste zuivering, met als minimumbehandeling een filtering met behulp van een actievekoolfilter.

Wanneer men van plan is om een groendak te installeren, moet men eveneens

rekening houden met de hogere oppervlakttemassa's die kunnen ontstaan door een waterverzadiging, eventueel in combinatie met een hevige bui.

De lange versie van dit artikel gaat dieper in op deze aspecten en bespreekt eveneens een aantal andere aandachtspunten (bv. evolutie van de vegetatie, analyse van de substraten).

*E. Noirfalis, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Isolatie- en dichtingsmaterialen, WTCB
K. Dinne, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium Microbiologie en gezondheid, WTCB*

Opbouw van de beproefde maquettes

Dak-nummer	Type	Substraatdikte	Samengevatte opbouw	Afdichting
1	Geballast	–	Grind	EPDM
2	Extensief	4 cm	Geplant vetkruid; turf; viltlaag; geëxpandeerde klei; PVC-membraan met reliëf (capaciteit 3 l/m ²)	Bitumen
3	Extensief	8 cm	Geplant vetkruid; plantaardige pellets; net tussen twee viltlagen (drainerende filter)	Bitumen
4	Extensief	5 cm	Geplant vetkruid; puzzolanen, turf en gecomposteerde schors; viltlaag; soepele drainerende mat	Bitumen
5	Extensief	2 cm	Voorgecultiveerd vetkruid, mos, bieslook; compost; net tussen twee viltlagen (drainerende filter)	Bitumen
6	Intensief	14 cm	Wilde kardinaalsmuts, brem, meerwortel ...; compost; viltlaag; drainerende plaat (EPS)	Bitumen
7	Intensief	20 cm	Klimop, lavendel, kamperfoelie ...; mengeling van compost en geëxpandeerde klei; viltlaag; geëxpandeerde klei; viltlaag; geëxpandeerde klei	EPDM
8	Extensief	8 cm	Geplant vetkruid, kruiden en bloemen; mengeling van lava, turf en compost; viltlaag; EPS-plaat met reliëf (capaciteit 13 l/m ²)	EPDM
9	Extensief	4 cm	Gezaaid vetkruid; mengeling van lava, turf en compost; viltlaag; PVC-membraan met reliëf (capaciteit 5 l/m ²)	EPDM
10	Extensief	6,5 cm	Voorgecultiveerd vetkruid; substraat; viltlaag; XPS-isolatie (omkeerdak)	Hars
11	Naakt	–	–	EPDM



De thermische onderbreking maakt het voor aluminium schrijnwerk mogelijk om aan de steeds strengere eisen op het gebied van de energieprestaties te voldoen. Teneinde een EPB-aanvaardbare plaatsing te kunnen realiseren, moet er echter rekening gehouden worden met aangepaste plaatsingseisen.

Plaatsing van een thermisch onderbroken aluminium venster en een stenen dorpel

1 Plaatsingseisen

Om aluminium schrijnwerk op een EPB-aanvaardbare manier te kunnen plaatsen, moet men in bepaalde gevallen rekening houden met aangepaste plaatsingseisen. Zo mag bij toepassing van een stenen dorpel deze dorpel niet in contact komen met de thermische onderbreking van het vensterprofiel. Hierdoor blijft er echter slechts weinig plaats over om een EPB-aanvaardbare aansluiting te kunnen realiseren. In voorkomend geval raden de systeemleveranciers het gebruik van plaatsingsprofielen (bv. uit kunststof) aan. In wat volgt worden

twee mogelijke plaatsingsoplossingen besproken waarbij er gebruikgemaakt wordt van dergelijke plaatsingsprofielen en luchtdichte omkastingen (alternatief voor de klassieke plaatsingsmethode met behulp van plaatsingsankers).

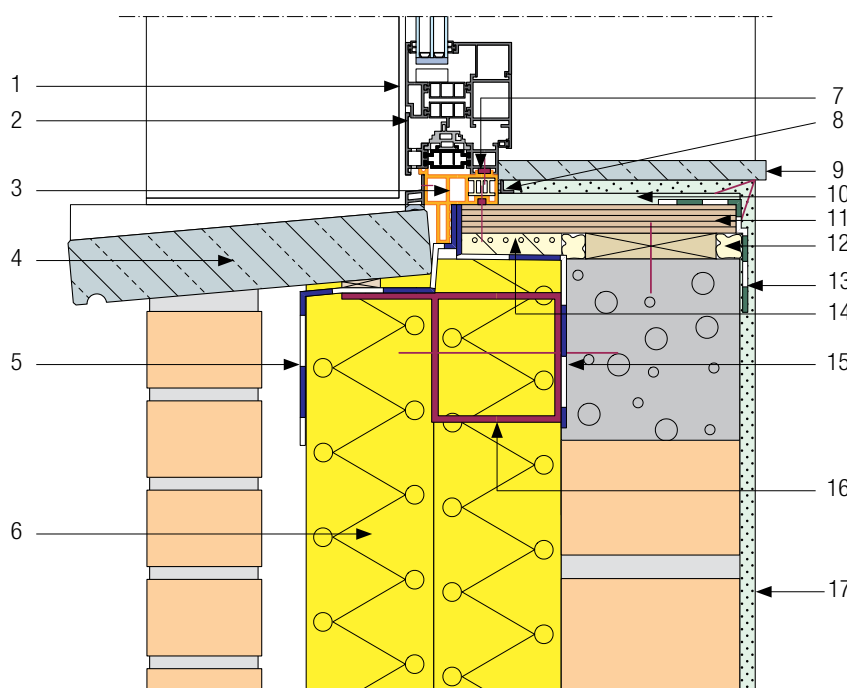
2 Plaatsingsoplossingen

2.1 Terugliggende plaatsing in een lage-energiespouwmuur

De eerste plaatsingsoplossing betreft een terugliggende plaatsing in een lage-energiespouwmuur met metselwerkre-

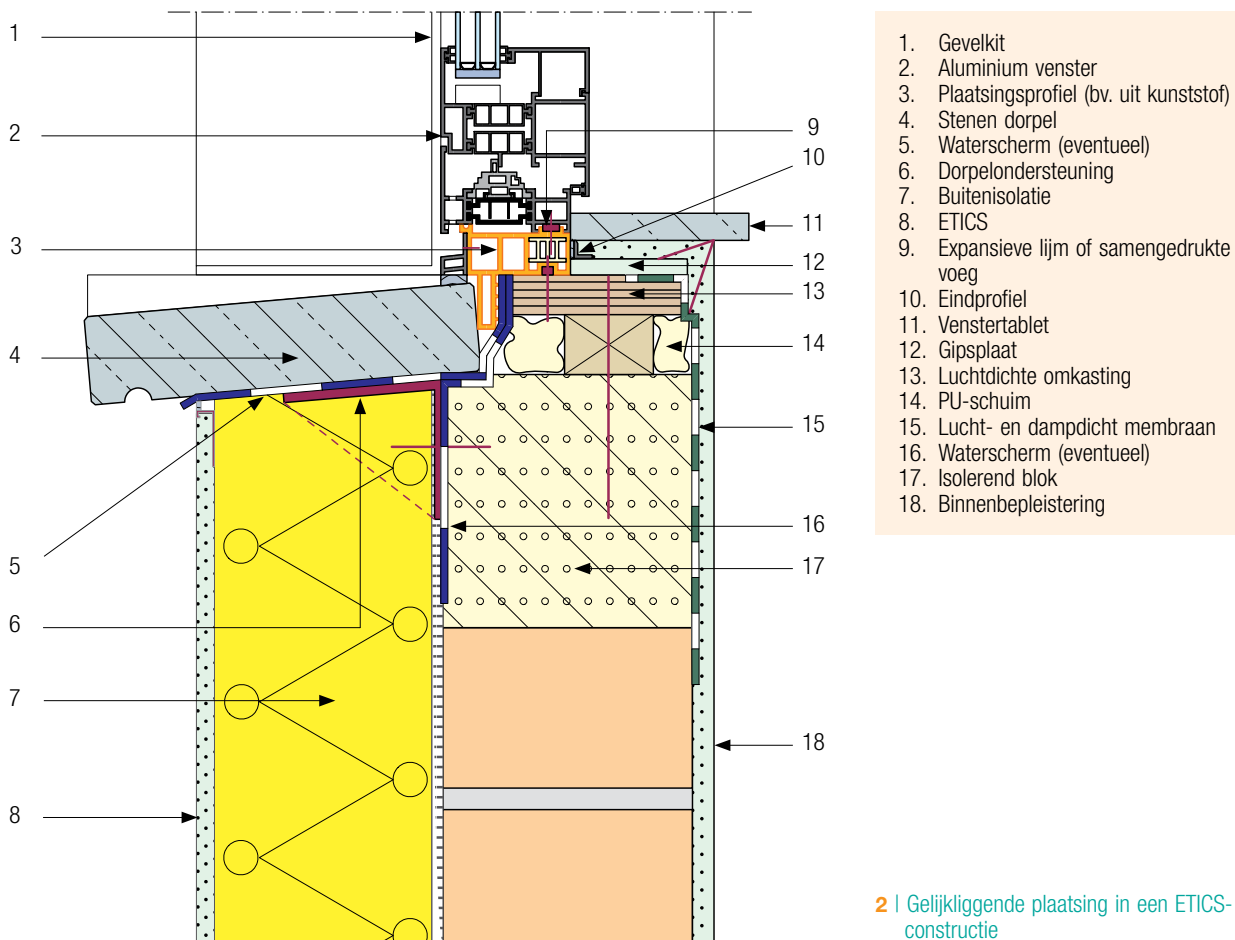
tour. Hiertoe dient de bouwchronologie aangepast te worden: eerst moet het schrijnwerk geplaatst worden, daarna moet de spouwisolatie aangebracht worden en ten slotte moet het buiten-spouwblad opgetrokken worden. Het strekt tot aanbeveling om rondom de luchtdichte omkasting (11, afbeelding 1) in de spouwopening vaste isolatie (14, afbeelding 1) aan te brengen en vervolgens hierover een waterscherm (5 en 15, afbeelding 1) te bevestigen.

De aansluiting tussen het vensterkaderprofiel en het plaatsingsprofiel (3, in afbeelding 1) dient volgens de voorschrif-



1 | Terugliggende plaatsing in een lage-energiespouwmuur met metselwerkretour

1. Gevelkit
2. Aluminium venster
3. Plaatsingsprofiel (bv. uit kunststof)
4. Stenen dorpel
5. Waterscherm
6. Isolatie
7. Expansieve lijm of samengedrukte voeg
8. Eindprofiel
9. Venstertablet
10. Gipsplaat
11. Luchtdichte omkasting
12. PU-schuim
13. Lucht- en dampdicht membraan
14. Vaste isolatie
15. Waterscherm
16. Dorpelondersteuning
17. Binnenbepleistering



1. Gevelkit
2. Aluminium venster
3. Plaatsingsprofiel (bv. uit kunststof)
4. Stenen dorpel
5. Waterscherm (eventueel)
6. Dorpelondersteuning
7. Buitenisolatie
8. ETICS
9. Expansieve lijm of samengedrukte voeg
10. Eindprofiel
11. Venstertablet
12. Gipsplaat
13. Luchtdichte omkasting
14. PU-schuim
15. Lucht- en dampdichte membraan
16. Waterscherm (eventueel)
17. Isolerend blok
18. Binnenbepleistering

2 | Gelijkgiggende plaatsing in een ETICS-constructie

ten van de systeemleverancier te gebeuren. De luchtdichtheid van de aansluiting tussen de luchtdichte omkasting en het vensterkaderprofiel enerzijds en tussen de luchtdichte omkasting en het plaatsingsprofiel anderzijds wordt verzekerd door een samengedrukte voeg of een expansieve lijm (7, afbeelding 1). De aansluiting tussen de luchtdichte omkasting en de dragende binnenmuur wordt gerealiseerd door een lucht- en dampdichte folie (of strook) (13, afbeelding 1). De membranen die in de vensteraansluitingen als lucht- en dampscherm fungeren, dienen te voldoen aan de markering die gedefinieerd werd in de geharmoniseerde productnorm NBN EN 13984.

Bij een terugliggende plaatsing in een lage-energiespouwmuur ligt de stenen dorpel (4, afbeelding 1) diep in de spouwopening en moet er een dorpelondersteuning (16, afbeelding 1) voorzien worden. Iedere dorpelondersteuning zal hierbij echter een bijkomende punt-

Plaatsingsprofielen maken een EPB-aanvaardbare plaatsing mogelijk.

bouwknop vormen in de vensteraan-sluiting. Teneinde de negatieve impact op de puntwarmtedoorgangscoefficient van de consoles te beperken, kan men gebruikmaken van profielen met verhoogde warmteweerstand zoals profielen uit glasvezelversterkte kunststof (GRP, *glassfibre reinforced plastic*), uit polyamide, uit hout van de duurzaamheidsklasse 1 of 2 ...

2.2 Gelijkgiggende plaatsing in een ETICS-constructie

Afbeelding 2 illustreert een gelijk-gigende plaatsing in een ETICS-constructie. Gelet op het feit dat de stenen dorpel (4, afbeelding 2) in contact komt met de dragende muur, moet er een isolerend blok

uit bijvoorbeeld cellenbeton of cellenglas (17, afbeelding 2) voorzien worden. Om de stenen dorpel te dragen, worden er consoles (6, afbeelding 2) geplaatst.

De Duitse aanbevelingen raden onder bepaalde omstandigheden aan om onder de stenen dorpel een waterscherm (5, afbeelding 2) aan te brengen. Dit scherm dient dan aan de zijkanten van de dorpel omgeplooid te worden. Het is tevens mogelijk om een drainagefolie met noppenstructuur of enige andere oplossing die de drainage van het water onder de dorpel bevordert, aan te wenden.

E. Kinnaert, ing., senior projectleider, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB

Net zoals voor vele andere producten is er voor kitten een specifieke ‘productnorm’ in het kader van de BPV (Bouwproductenverordening) beschikbaar. De CE-markering van kitten, die in de WTCB-Dossiers 2013/3.7 aangekondigd werd en sinds 2014 verplicht is, stelt de gebruikers – met andere woorden nagenoeg alle bouwbedrijven – in staat om de meest geschikte kitten te kiezen voor het beoogde gebruik. Hiertoe dienen de gebruikers echter de gebruikte codes en referenties te begrijpen.

Glas- en gevelkitten

CE-markering van kitten

De CE-markering van kitten is afhankelijk van hun gebruik. Om die reden is de referentienorm NBN EN 15651 (momenteel in herziening) opgedeeld in verschillende delen naargelang van de toepassing:

- deel 1: afdichtingsproducten voor **gevelementen (type F)**
- deel 2: afdichtingsproducten voor **beglazing (type G)**
- deel 3: afdichtingsproducten voor **sanitair (type S)**
- deel 4: afdichtingsproducten voor **voetpaden (type PW)**
- deel 5: **conformiteitsbeoordeling en markering**.

We willen erop wijzen dat bepaalde kitten een markering kunnen krijgen voor meerdere of zelfs alle toepassingen.

Classificatie van de kitten

De norm NBN EN ISO 11600 stelt een indeling van de kitten voor gebouwen voor in functie van de beoogde toepassing (zie [WTCB-Tijdschrift 1994/2](#)). Zo maakt ze een onderscheid tussen glaskitten en kitten die bestemd zijn voor andere toepassingen. Elke categorie wordt bovendien verder onderverdeeld

in klassen volgens de geschiktheid van de kit om vervormingen op te nemen (klassen 25, 20, 12,5 en 7,5; deze cijfers staan voor de maximale vervorming door trek en druk, uitgedrukt in % van de voegbreedte, die de kit kan opnemen zonder zijn dichtheid te verliezen). We willen erop wijzen dat deze indeling overeenstemt met deze van de referentienormenreeks NBN EN 15651.

Dit artikel spitst zich toe op de glaskitten (type G) en de gevelkitten (type F). Hoewel de glaskitklassen op gelijkaardige wijze uitgedrukt worden als de gevelkitklassen, omvatten ze een aantal verschillende criteria (weerstand tegen vloeï, vervorming door trek, adhesie, cohesie ...).

Het dient eveneens opgemerkt te worden dat de Technische Specificaties STS 56.1 een nagenoeg identieke classificatie (onder meer gebruikt in het kader van de Technische Goedkeuringen ATG) voorstellen als deze uit de norm NBN EN ISO 11600, op het feit na dat ze een bijkomend criterium in beschouwing nemen met betrekking tot de **uv-bestendigheid**, die van essentieel belang is voor de glaskitten.

Een ander belangrijk criterium voor de glaskitten van klasse 20 of 25 is het

bewegingsvermogen. Daarom wordt deze klasse aangevuld met een specifieke code voor de stijfheid van deze kitten, met andere woorden voor hun secans elasticiteitsmodulus. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de kitten met een hoge modulus (HM), zoals de SGG-kitten (wat staat voor ‘structureel gelijmd glas’) en die met een lage modulus (LM), al naargelang ze al dan niet in staat zijn om krachten over te brengen. Zo is een kit ‘ISO G 11600 25HM’, volgens de norm NBN EN ISO 11600, of ‘STS 56.1-G-25HM’, volgens de STS 56.1, een glaskit (‘G’) met een hoge modulus (‘HM’) en een uitzettingsgraad van 25 % (‘25’).

Voor gevels mogen kitten van de klassen 12,5 of 7,5 gebruikt worden. Voor de kitten van klasse 12,5 wordt er een bijkomend criterium met betrekking tot het **elastische herstel** beschouwd. Dit is het vermogen van een kit om zijn oorspronkelijke afmetingen deels of volledig terug te krijgen nadat de krachten die verantwoordelijk waren voor zijn vervorming, wegvallen. Een elastisch herstel van 100 % en 0 % stemt respectievelijk overeen met een volledig elastische kit en een volledig plastische kit voor een gegeven belasting. Wanneer dit herstel groter is dan of gelijk is aan 40 %, wordt aan de kitten van klasse 12,5 een code E toegevoegd. Wanneer het kleiner is dan 40 %, krijgen ze een code P. Zo is een kit ‘ISO F 11600 12,5E’, volgens de norm NBN EN ISO 11600, of ‘STS 56.1-F-12,5E’, volgens de STS 56.1, een bouwkit (‘F’) met een uitzettingsgraad van 12,5 % (‘12,5’) en een elastisch herstel van minstens 40 % (‘E’).

Bepaalde specifieke codes maken het bovendien mogelijk om de kitten aan te duiden die voor andere toepassingen

A | Keuzecriteria voor een glaskit

Kitklasse	Kitfunctie	Glassoort
25LM	Dichtheid verzekeren	Gekleurd, ondoorschijnend of gecoat zonnewerend glas
25HM	Dichtheid verzekeren en krachten overbrengen	
20LM	Dichtheid verzekeren	Helder glas
20HM	Dichtheid verzekeren en krachten overbrengen	



B | Keuze van de kitklasse voor voegen die in een niet-agressieve omgeving gelegen zijn (L: voeglengte)

Belastingsgraad		Afdichting (voeg die niet of weinig beweegt)		Voegen tussen elementen Aansluiting van het buitenschrijnwerk		Uitzettingsvoegen, zettingsvoegen en voegen van gordijnwanden
		L < 3 m	L ≥ 3 m	L < 3 m	L ≥ 3 m	
Niet-agressieve omgeving met niet-blootgestelde voeg	0 ≤ h ≤ 18 m	7,5	7,5	12,5P	12,5E	25
	18 < h ≤ 50 m	7,5	7,5	12,5P	20	25
	> 50 m	7,5	7,5	12,5P	20	25
Niet-agressieve omgeving met blootgestelde voeg	0 ≤ h ≤ 18 m	12,5P	12,5E	12,5P	20	25
	18 < h ≤ 50 m	12,5P	12,5E	20	20	25
	> 50 m	12,5E	20	20	20	25

aangewend kunnen worden (bv. 'EXT' en 'INT' voor een toepassing aan de buiten- of de binnenzijde van de gevelelementen, 'CC' voor koude klimaten ...). Zo is een kit 'F-EXT-INT-CC 25LM' een gevelkit ('F') die gebruikt kan worden in koude klimaten ('CC') aan de buiten- en de binnenzijde ('EXT-INT') en die behoort tot de klasse 25LM.

Wanneer de kit over brandwerende eigenschappen moet beschikken, dient de **brandreactieklasse** (conform de norm NBN EN 13501-1) eveneens gespecificeerd te worden in de technische fiche.

Keuze van de kitten

De keuze van de kitten zal afhangen van het beoogde gebruik en de belastingen waaraan ze blootgesteld kunnen worden. Een kit van een bepaalde klasse kan uiteraard steeds vervangen worden door een kit van een hogere klasse.

De **TV 221** deelt de glaskitklassen in op basis van de amplitude van hun beweging, hun stijfheid, hun functie (verzekeren van de lucht- en waterdichtheid of overbrengen van krachten) en de glassoort waaraan de kit moet hechten (helder glas en andere) (zie tabel A op de vorige pagina).

Men dient bovendien voldoende aandacht te besteden aan de volgende aspecten:

- in functie van het in de samenstelling van het gelaagde glas aanwezige type tussenlaag, kunnen de kitten (met inbegrip van neutrale siliconenkit-

ten) in bepaalde omstandigheden aanleiding geven tot een plaatselijke delaminatie

- bepaalde kitten zijn niet verenigbaar met de dichtingsvoeg uit butyl van dubbele beglazingen
- de siliconenkitten zijn niet verenigbaar met de zelfreinigende lagen van beglazingen. De fabrikanten beschikken over een voortdurend geüpdatete lijst van producten die verenigbaar zijn met dit laagtype
- men dient eveneens na te gaan of de gebruikte kitten verenigbaar zijn met de op de buitenzijden van de beglazing aanwezige coatings met lage emissiviteit.

De keuze van de klasse en de prestaties van de gevelkitten kan gemaakt worden op basis van de Technische Specificaties STS 56.1 in functie van het voorziene gebruik en de belastingsgraad van de voeg (windkracht naargelang van de gebouwhoogte, al dan niet agressieve omgeving en blootstelling). Bovenstaande tabel betreft de keuze van een kit voor voegen die in een niet-agressieve omgeving gelegen zijn. De STS 56.1 bevatten dezelfde informatie voor agressieve omgevingen.

Een landelijk, niet-maritiem gebied wordt als een niet-agressieve omgeving beschouwd en dit, in tegenstelling tot een stedelijk, industrieel of maritiem gebied of een combinatie ervan. Een voeg wordt als beschermd beschouwd wanneer hij 1,2 m inspringt ten opzichte van het gevelvlak en dit beschermde deel niet hoger is dan 3 m.

De voormelde klassen zeggen echter niets over de verenigbaarheid van de kitten en de ondergronden. De belangrijkste parameters waaraan aandacht besteed moet worden, zijn onder meer de porositeit en de impregnatie van de ondergrond, de zuurtegraad van en de oplosmiddelen in de kitten en de afwerkings- en onderhoudsproducten (verven, beitsen, lakken) (zie de **WTCB-Dossiers 2010/4.13**). Teneinde problemen van onverenigbaarheid tussen de materialen te vermijden, is het ten stelligste aangeraden om de technische fiches te raadplegen en/of rechtstreeks contact op te nemen met de kitfabrikanten.

V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB
B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB



Ontmoeting met Thomas Vandenberg, voorzitter van het nieuwe Technische Comité 'BIM & ICT'

Wat zijn uw doelstellingen als voorzitter van het gloednieuwe Technische Comité 'BIM & ICT'?

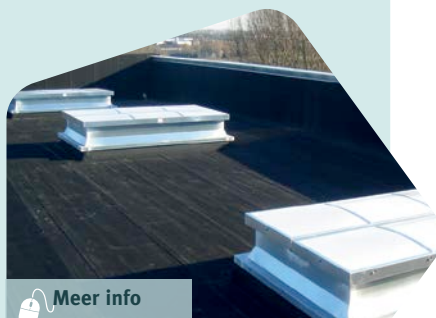
T.V. De uitdaging bestaat erin om de verschillende bouwpartners beter te laten samenwerken. De technologie geeft ons de mogelijkheid om zeer veel informatie te produceren. De opdracht is om in die overdaad de informatie te filteren die we echt nodig hebben. Het doel van BIM is dan ook niet om informatie te produceren, zoals bij *3D-modelling*, maar om ze juist te beheren: wie moet welke informatie wanneer krijgen? Welke informatie gaan we uitsturen en welke niet?

Is er in de context van de digitale revolutie nog toekomst voor de kleine aannemer?

T.V. Ja zeker! Niemand moet zijn corebusiness aanpassen. De schrijnwerker, loodgieter of aannemervan specifieke metalen structuren bijvoorbeeld moet niets aan zijn beroep veranderen omwille van de nieuwe technologieën. Er bestaat voor hem immers een BIM op maat die hem zal bijstaan in zijn dagelijks werk. BIM is echt aanpasbaar voor iedereen. Zo kan de kleine aannemer een probleem dat hij vaststelt bij zijn dagelijks werk invoeren in een digitaal model om zo misschien een oplossing te vinden aan de hand van ICT-toepassingen. Maar de aannemers moeten uiteraard eerst op de hoogte zijn van het bestaan van deze mogelijkheden. Het WTCB en zijn nieuwe TC staan voor hen klaar om hen te informeren en bij te staan.



Thomas Vandenberg,
doctor in de ingenieurswetenschappen
en BIM-manager bij Besix.



Meer info

WTCB-Monografie nr. 16

Is het onderhoud van een plat dak noodzakelijk?

Ja. Elk dak moet het voorwerp uitmaken van een regelmatig onderhoud dat uitgevoerd wordt op initiatief van de eigenaar. In principe geschiedt dit tweemaal per jaar: na de winter en na het vallen van de bladeren. Dit behelst onder meer een verwijdering van dode bladeren, vreemde voorwerpen en plantengroei, alsook een algemene inspectie en eventuele herstelling van de dakafdichting en haar aansluitingen (zie 'Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen', § 3.3).

Kan een dubbele beglazing bescherming bieden tegen het risico op een onverwachte val in de diepte (d.w.z. dienstdoen als borstwering)?

Ja, maar naargelang van de situatie (valhoogte, bouwtype, de activiteitenzones die door de beglazing afgebakend worden) zullen de samenstelling en de prestaties ervan wel aangepast moeten worden. Aan de binnenzijde van de dubbele beglazing is in elk geval gelaagd glas nodig.



Meer info

Infocarte 49

Is scheurvorming in buitenterrasbetegelingen nooit volledig uit te sluiten?

Dat klopt inderdaad. Als gevolg van de onvermijdelijke temperatuurverschillen die erop aangrijpen (dag/nacht, lokale en periodieke bezonning ...), worden er in de buitenbetegeling thermische spanningen opgewekt, die op termijn aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van scheuren. Men kan bijgevolg enkel trachten om de kans op scheurvorming te beperken (door de tegelafmetingen in te perken, door te opteren voor tegels met een lichte kleur ...) of om de gebeurlijke scheuren minder in het oog te doen springen (bv. door in beide richtingen doorlopende voegen te voorzien en de scheuren hiermee te laten samenvallen).



Meer info

WTCB-Dossiers 2013/2.10



Bij de keuze van de bekleding van een zwembadkuip dient men rekening te houden met de eigenschappen van het vulwater. Bepaalde watersoorten kunnen immers agressief zijn en leiden tot de beschadiging van cementgebonden materialen zoals bepleisteringen en mortelvoegen.

Aandacht voor het calcium-carbonaat-evenwicht van **zwembadwater**

Zowel in België als elders in Europa neemt het aantal privézwembaden jaarlijks toe. Dit heeft tot gevolg dat de afdeling Technisch advies almaar vaker vragen krijgt van bedrijven die geconfronteerd worden met talloze schadegevallen die de kop opsteken tijdens de uitvoering en het gebruik van private of openbare binnen- of buitenzwembaden. Ook het aantal vragen over schade aan de bepleisteringen en de mortelvoegen van zwembaden neemt gestaag toe. In de meeste gevallen heeft deze schade echter niets te maken met de structuur van het zwembad of de uitvoering en de dichtheid van de materialen, maar wel met de onverenigbaarheid tussen bepaalde cementgebonden materialen en de watereigenschappen.

Er bestaan tal van bekledingstypes die de waterdichtheid van het bassin

al dan niet verzekeren. Het gaat hier voornamelijk om *liners*, gewapende PVC-folies, gelaagd polyester, cementgebonden bepleisteringen (met eventuele toevoeging van harsen), verf, tegels en mozaïeken. De keuze van een van deze bekledingen voor een zwembad is doorgaans gebaseerd op esthetische en economische criteria. De eigenschappen van het vulwater van het zwembad worden daarentegen slechts zelden in aanmerking genomen. Indien er hierover geen informatie voorhanden is of deze simpelweg genegeerd wordt bij de keuze van de bekleding, zou de aannemer een materiaal kunnen toepassen dat niet verenigbaar is met het vulwater, met een mogelijke verpoedering van dit materiaal tot gevolg. In wat volgt wordt de voornaamste oorzaak van deze beschadiging van de cementgebonden materialen besproken.

Agressief water voor cementgebonden materialen

Water wordt doorgaans gekenmerkt door vier parameters:

- zijn **temperatuur**
- zijn **pH** (zuur, basisch of neutraal)
- zijn **totale hardheid** (TH)
- zijn **totale alkaliteit** (TAC).

De combinatie van deze parameters bepaalt of het water ketelsteenvormend, dan wel agressief is.

Ketelsteenvormend water leidt tot de neerslag van calciumcarbonaat (CaCO_3), met andere woorden tot kalkvorming, en brengt afzettingen in de leidingen, filters, kranen en andere elementen met zich mee.

Agressief water, daarentegen, breekt





Vorming van afzettingen ten gevolge van de beschadiging van de materialen

calciumcarbonaat af en kan aanleiding geven tot de beschadiging van cementgebonden materialen, zoals bepleisteringen en mortelvoegen. Deze beschadiging gaat meestal gepaard met de verpoedering van het materiaal evenals met het loskomen van de voegen, een toename van de troebelheid van het water, en, tot slot, de vorming van afzettingen, met name op de bodem van het zwembad (zie bovenstaande afbeelding), in de *skimmers* (filtersystemen), de filters en de buffertank. Wanneer men geopteerd heeft voor een cementgebonden bepleistering of tegels of mozaïeken met mortelvoegen, is het daarom van primordiaal belang dat het vulwater niet agressief is.

Water in evenwicht, ten slotte, is water dat noch ketelsteenvormend, noch agressief is, aangezien het neerslaan en het oplossen van calciumcarbonaat met eenzelfde snelheid optreden, waardoor ze elkaar opheffen.

Welk water is agressief?

In België vertoont het water uit bepaalde openbare verdeelnetten een min of meer

agressief karakter. Het gaat hier meestal om water dat onttrokken wordt aan het oppervlak (kanalen, dammen, rivieren, meren ...) en aan enkele ondiepe watervoerende lagen. Het agressieve karakter van dit water is te wijten aan zijn **lage calciumgehalte**. Ook water dat verzacht werd door middel van een ionenuitwisseling (verzachter), kan soms zodanig van zijn calcium ontdaan zijn dat het er agressief van wordt.

Ook wanneer het vulwater van het zwembad aanvankelijk in evenwicht is en dus geen agressief karakter vertoont, wordt dit evenwicht voortdurend bedreigd door de aanwezigheid van zwemmers, de weersomstandigheden (temperatuur, regen ...) en voornamelijk door de toevoeging van producten die het water zwemklaar moeten maken.

Wat te doen bij agressief water?

De parameters die het evenwicht van het water bepalen, kunnen gecontroleerd worden door middel van meetkits bestaande uit colorimetrische strookjes of gesofisticeerdere elektronische systemen. Indien nodig kunnen deze parameters gewijzigd worden door de toevoeging van geschikte producten en dit, volgens de voorschriften van hun fabrikanten.

Deze producten moeten beantwoorden aan de voorschriften uit de normen ter zake. Alle Europese normen met betrekking tot de chemische producten die gebruikt worden voor de behandeling van zwembadwater staan vermeld in de nieuwe norm NBN EN 16713-3 (*). Elk van deze normen specificeert de eisen en de proefmethoden voor het product in kwestie, geeft informatie over het gebruik ervan en legt de regels met betrekking tot de gebruiksveiligheid vast. Zo is het mogelijk om een water in evenwicht te verkrijgen door de toevoeging van producten ter verbetering van de pH, de hardheid (TH) en de alkaliteit (TAC). Ook indien het vulwater aanvankelijk niet agressief is, dient men voormelde parameters regelmatig

te controleren om te vermijden dat het wel agressief zou worden.

Tot slot strekt het bij het gebruik van cementgebonden materialen en bij gebrek aan specifieke eisen van de bekledingsproducent tot aanbeveling om:

- enerzijds de volgende grenswaarden te hanteren voor de karakteristieke parameters van het water:
 - een pH begrepen tussen 7,0 en 7,8
 - een TH begrepen tussen 15 en 30 °F
 - een TAC begrepen tussen 10 en 20 °F
- anderzijds een maximale pH (7,8) te voorzien wanneer de TH en de TAC op het laagst toelaatbare niveau zijn (respectievelijk 15 en 10 °F).

Besluit

Wanneer de bekleding van de zwembadkuip cementgebonden materialen bevat, mag het vulwater geen agressief karakter vertonen. Indien dit toch het geval is, kunnen de materialen immers progressief beschadigd raken. Desgevallend is het van cruciaal belang om de parameters van het water (pH, TH, TAC) te wijzigen door er geschikte producten aan toe te voegen ter herstelling van het waterevenwicht (niet-agressief, niet-ketelsteenvormend). Indien dit onmogelijk is, zal men andere materialen moeten toepassen, met uitzondering van kalksteen die hetzelfde probleem zou kunnen vertonen.

Het is eveneens essentieel dat de leveranciers van cementgebonden bekledingen of voegmortels voor zwembaden duidelijk de gebruiksbependingen van hun producten definiëren. De meeste producten worden vooralsnog echter verkocht zonder enige vermelding van de eisen met betrekking tot het vulwater.

*P. Steenhoudt, ir., laboratoriumhoofd, en
T. Haerincx, ir., projectleider,
laboratorium Bouwchemie, WTCB*

(*) NBN EN 16713-3 Piscines privées à usage familial. Systèmes de distribution d'eau. Partie 3 : traitement – exigences. Bruxelles, NBN, 2016 (vooralsnog enkel beschikbaar in het Frans en het Engels).





In dit artikel worden twee typologieën van buitenmetselwerk uit baksteen voorgesteld waarbij het risico op het loskomen van de verf reëel is. Bij de eerste configuratie gaat het om bakstenen met een glad uitzicht en een gesloten structuur. Bij de tweede gaat het om nageïsoleerd metselwerk.

Nieuwe aandachtspunten voor verf op buitenmetselwerk uit baksteen

Eerste configuratie: bakstenen met een glad uitzicht

De laatste tijd kwamen er bij het WTCB alsmear vaker meldingen binnen van het volgende schadebeeld: het loskomen van de verf op buitenmetselwerk uit baksteen. Het ging hier om werven, gelegen in de drie Gewesten van ons land en uitgevoerd door verschillende aannemers. De gebruikte verfsystemen waren eveneens afkomstig van verschillende fabrikanten en behoorden tot de producten die gewoonlijk op dergelijke ondergronden aangebracht worden.

Om de betrokken ondernemingen van technische bijstand te kunnen voorzien, heeft het WTCB een aantal *in situ* inspecties en laboratoriumproeven uitgevoerd. Tijdens deze werfbezoeken konden we de vinger leggen op verschillende overeenkomsten. Zo hebben we

vastgesteld dat **de verf enkel loskomt van de baksteen** en intact blijft op de voegen (zie afbeelding 1). Dit loskomen verschijnt telkens **enkele maanden** na de uitvoering, doorgaans op het einde van de winter. Vermeldenswaard is ook dat de bakstenen een **gelijkaardig uitzicht** vertonen: een glad oppervlak, een gesloten structuur en een lage oppervlakteporositeit.

Bovendien werd er ter hoogte van de beschadigde zones steeds een **hoog vochtgehalte** van het metselwerk gemeten. Gelet op het feit dat voormelde hechtingsproblemen zowel vastgesteld werden op zuid- als op noordgerichte gevels, leek het ons weinig waarschijnlijk dat de oorzaak hiervan te zoeken was bij een vochtbron afkomstig van buitenaf. Om hieromtrent zekerheid te krijgen, werd het metselwerk geopend om de gevelopbouw te controleren en te chec-

ken op de aanwezigheid van eventuele inwendige vochtbronnen. Hieruit bleek echter dat de systemen wel degelijk correct uitgevoerd waren (aanwezigheid van een geventileerde luchtpouw aan de achterzijde van de gevel ...).

Alle aangewende bakstenen beschikten over een **BENOR-merk** en waren – volgens de fabrikanten althans – **geschikt om geschilderd te worden**. De in het laboratorium en *in situ* gevoerde proeven hebben echter aangetoond dat de traditionele primers niet altijd een toereikende hechting vertoonden. Dit gold overigens ook voor een aantal zogenoemde ‘ademende’ verven die omwille van hun waterdampdoorlatendheid in deze context een oplossing hadden kunnen bieden.

Uit laboratoriumproeven is bovendien gebleken dat het buitenoppervlak van de bakstenen **zeer traag water absorbeert**. Dit kan verklaren waarom de droging minder snel verloopt en vochtaccumulatie in de hand gewerkt wordt. Deze hypothese wordt bevestigd door een werf waarbij de gevel twee jaar geleden ‘gezandstraald’ werd en sedertdien geen onthechting meer vertoont.

De oorzaak van het loskomen en het vocht is vooralsnog niet op eenduidige wijze geïdentificeerd en tot op heden werd er evenmin een geschikte oplossing voor gevonden. In afwachting is er bij deze ondergronden dus enige voorzichtigheid geboden. Op de bouwplaatsen waar deze ondergronden – doorgaans op kosten van het schildersbedrijf – opnieuw geschilderd werden, werd er immers in de meeste gevallen nieuwe schade vastgesteld.



1 | Typisch uitzicht van de op de verschillende werven vastgestelde hechtingsproblemen van de verf



Er bestaan voorlopig nog geen definities of minimale criteria waaraan voldaan moet zijn om te kunnen spreken van 'te beschilderen bakstenen'. Teneinde geschillen te vermijden, zouden de baksteenfabrikanten een aantal proeven moeten voorzien of zouden deze in het BENOR-merk opgenomen moeten worden. Dergelijke proeven zouden het mogelijk moeten maken om vooraf uitsluitel te krijgen over de toepasbaarheid van verven op deze ondergronden, om de architect, de bouwheer en de schilder beter te informeren en om de keuze van de baksteen en de verf te sturen in functie van de bekomen resultaten.

Tweede configuratie: nageïsoleerd metselwerk

De uitvoering van een na-isolatie heeft als oogmerk om de energieprestaties van gebouwen te verbeteren door de spouw op te vullen met isolatiemateriaal. Deze techniek is onder meer interessant bij renovaties. Na-isoleren heeft echter bepaalde effecten op het gedrag van het metselwerk, met als voornaamste dat er geen ventilatie via de spouw meer kan optreden.

De toepassing van een verf doet de **waterdampdiffusieweerstand** van het buitenoppervlak van het metselwerk stijgen en de **droogsnelheid** dalen. Het risico op vochtophoping in het buitenspouwblad zal hierbij voornamelijk afhankelijk zijn van de eigenschappen van het afwerkingssysteem vermits het niet langer mogelijk is om het metselwerk via de spouw te ventileren. Wanneer dit vochtgehalte te groot wordt, kan het leiden tot het loskomen van de verf en/of tot vorstschade (zie afbeelding 2). In tegenstelling tot bij het hiervoor besproken geval, betreft het hier alle baksteentypes.

Teneinde de impact van de verf te beperken, raden de **TV's 249** en **246** aan om zeer waterdampdoorlatende afwerkingen met een S_d -waarde (equivalente dampdiffusiedikte) van minder dan 0,05 m (*) toe te passen. Hiervoor

komen doorgaans silicaat- of siloxaanverven in aanmerking. We willen erop wijzen dat deze waarde een stuk onder de drempelwaarde van 0,14 m ligt die door de norm NBN EN 1062-1 met betrekking tot verven voor buitenmetselwerk opgelegd wordt voor de meest waterdampdoorlatende afwerkingen.

Hoewel de keuze van een verfsysteem in functie van de richtlijnen uit voornoemde TV's vrij eenvoudig is voor metselwerk dat nog niet voorzien is van een afwerking, is dit niet het geval bij reeds geschilderd metselwerk. In voorkomend geval zou men idealiter op voorhand de waterdampdoorlatendheid van de aanwezige afwerking of de vorstbestendigheid van het metselwerk moeten kunnen beoordelen. Deze proeven zijn evenwel moeilijk *in situ* uit te voeren en vergen vele stalen wanneer ze in het laboratorium plaatsvinden. Bovendien is het vrij onwaarschijnlijk dat het aanwezige systeem aan voornoemde richtlijnen omtrent de waterdampdoorlatendheid beantwoordt. Zo overschrijdt het merendeel van de traditionele gevelverven de door de TV's vastgelegde drempelwaarde. Men is ook zelden op de hoogte van het aantal aanwezige lagen en hun aard. Verder kan men nooit vermijden dat de opgegeven drempelwaarde bij een overschildering overschreden wordt, zelfs wanneer de initiële verf zeer waterdampdoorlatend is.

In dergelijke omstandigheden zou een voorafgaandelijke verwijdering van het aanwezige systeem een redelijke – zij het duurdere – optie kunnen zijn, die toelaat om de aan het bestaande en mogelijks ongeschikte verfsysteem verbonden risico's preventief af te wenden.

Er is vooralsnog weinig feedback beschikbaar in verband met het gedrag en de duurzaamheid van nageïsoleerd



2 | Voorbeeld van schade ten gevolge van vochtophoping in de baksteen: loskomen van de verf en vorstschade ter hoogte van de voegen en de baksteen

metselwerk dat voorzien is van een verfsysteem. Daarom zijn er momenteel proeven aan de gang om het gedrag van deze systemen te beoordelen. In afwachting van de resultaten en ter beperking van het risico op schade, is voorzichtigheid ten opzichte van deze ondergronden geboden.

We willen er eveneens aan herinneren dat de uitvoering van een na-isolatie nooit een verplichting inhoudt op het schilderen van de gevel. |

E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB

W. Van de Sande, ing., departementshoofd, departement Technisch advies en consultancy, WTCB

Na-isoleren houdt geen verplichting in op het schilderen van de gevel.

(*) We willen eraan herinneren dat er, naast de 'ademende' afwerkingen, eveneens waterbestendige systemen op de markt beschikbaar zijn. De fysische eigenschappen van deze systemen en hun impact op het gedrag van het metselwerk werden echter nog niet beoordeeld.

Teneinde de implementatie van de Europese Energieprestatierichtlijn voor gebouwen voort te zetten, heeft de Waalse Regering in het besluit van 28 januari 2016 (Belgisch Staatsblad van 25 maart 2016) verschillende eisen vastgelegd in verband met verwarmings-, ventilatie-, airconditioning- en sanitair-warmwaterproductiesystemen (SWW). Deze eisen zijn op 1 mei 2016 in voege getreden.

Nieuwe eisen in Wallonië voor airconditioning-, ventilatie-, verwarmings- en sanitair-warmwaterproductiesystemen

In bestaande gebouwen vormt de installatie, vervanging of modernisering van de technische uitrustingen de gelegenheid bij uitstek om aandacht te besteden aan hun energieprestatie. Bijgevolg heeft de Waalse Regering een aantal energieprestatie-eisen ingevoerd voor alle airconditioning-, ventilatie-, verwarmings- en sanitair-warmwaterproductiesystemen.

Ook in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Vlaamse Gewest gelden er eisen voor deze systemen. Deze worden ter vergelijking samengevat in de drie volgende tabellen. We willen erop wijzen dat de toepassingsvoorwaarden voor deze eisen niet noodzakelijk identiek zijn.

Voor meer informatie hieromtrent ver-

wijzen we naar de websites van de drie Gewesten (*).

*C. Delmotte, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Prestatiemetingen
technische installaties, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening
COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables',
met de steun van het Waalse Gewest (DG06).*

A | Eisen met betrekking tot ventilatiesystemen

Eis	Wallonië	Vlaanderen	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Centrale ventilatiesystemen met mechanische toe- en afvoer	Warmteterugwinapparaat Warmteterugwinrendement $\geq 75\%$ ⁽¹⁾	Warmteterugwinapparaat Warmteterugwinrendement $\geq 75\%$	In bepaalde gevallen een warmteterugwinapparaat
Thermische isolatie van de luchtkanalen	Minimale isolatiedikte ⁽²⁾	Minimale warmteweerstand van de isolatie	Minimale isolatiedikte
Energie meting	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen
⁽¹⁾ Dit warmteterugwinrendement wordt berekend aan de hand van een formule die verschillende parameters in rekening brengt (het thermische rendement van het warmteterugwinapparaat, de luchtdichtheid van de kanalen, de aanwezigheid van een regelsysteem ...). Wanneer het thermische rendement van het warmteterugwinapparaat groter is dan 79 %, kan er in alle gevallen aan de eis voldaan worden. ⁽²⁾ Indien de leidingen onbereikbaar zijn of het onmogelijk is om de voorgeschreven minimale isolatiedikte te plaatsen, kan er van deze eis afgeweken worden.			

(*) In Wallonië: <http://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-du-1er-janvier-2016-au-31-decembre-2016.html?IDD=114002&IDC=7224>, in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: <http://www.leefmilieu.brussels/themas/gebouwen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/de-technische-installaties-chauffage-en> en in Vlaanderen: <http://www.energiesparen.be/epb/prof/installaties>.



B | Eisen met betrekking tot airconditioningsystemen

Eis	Wallonië	Vlaanderen	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Compressiekoelmachine in niet-residentiële gebouwen	Minimaal installatierendement ⁽¹⁾ : • luchtgekoelde ijswatermachine: 2,0 • watergekoelde ijswatermachine: 3,1 • watergekoelde ijswatermachine met condensor op afstand: 2,5	Minimaal installatierendement ⁽¹⁾ : • luchtgekoelde ijswatermachine: 2,0 • watergekoelde ijswatermachine: 3,1 • watergekoelde ijswatermachine met condensor op afstand: 2,5	–
Thermische isolatie van de leidingen en accessoires van het koelsysteem	Minimale isolatiedikte ⁽²⁾	Minimale warmteweerstand van de isolatie	Minimale isolatiedikte
Energiemeting	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen

⁽¹⁾ Dit installatierendement wordt berekend aan de hand van een formule die verschillende parameters in rekening brengt (de energie-efficiëntie van de machine, de aanwezigheid van een regelsysteem ...).

⁽²⁾ Indien de leidingen onbereikbaar zijn of het onmogelijk is om de voorgeschreven minimale isolatiedikte te plaatsen, kan er van deze eis afgeweken worden.

C | Eisen met betrekking tot centraleverwarmings- of sanitair-warmwaterproductiesystemen

Eis	Wallonië	Vlaanderen	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Ketel met vloeibare of gasvormige brandstoffen	Installatierendement $\geq 84\%$ ⁽¹⁾	Installatierendement $\geq 84\%$	Modulering van het vermogen
Elektrische warmtepomp	Minimale COP ⁽²⁾ : • bodem/water: 4,3 • grondwater/water: 5,1	Minimale SPF ⁽³⁾ : • bodem/water: 3,3 • water/water: 3,9 • lucht/water: 2,8 • lucht/lucht: 2,9	–
Directe elektrische verwarming	Elektrisch vermogen $\leq 15 \text{ W/m}^2$ ⁽⁴⁾	Elektrisch vermogen $\leq 15 \text{ W/m}^2$	–
Elektrisch toestel voor de productie van sanitair warm water	Elektrisch vermogen $\leq \max.[2500; 2500 + 50 (A_{\text{ch}} - 150)] \text{ W}$ ⁽⁵⁾	Elektrisch vermogen $\leq \max.[2500; 2500 + 50 (A - 150)] \text{ W}$ ⁽⁶⁾	–
Thermische isolatie van de leidingen en accessoires	Minimale isolatiedikte ⁽⁷⁾	Minimale warmteweerstand van de isolatie	Minimale isolatiedikte
Energiemeting	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen	In bepaalde gevallen

⁽¹⁾ Dit installatierendement wordt berekend aan de hand van een formule die verschillende parameters in rekening brengt (het ketelrendement, de ligging van de ketel, de aanwezigheid van een regelsysteem ...). Bij de vervanging van een ketel van het type B1 die op een collectieve schouw aangesloten is, kan er in bepaalde gevallen van deze eis afgeweken worden.

⁽²⁾ COP: prestatiecoëfficiënt.

⁽³⁾ SPF: seizoensprestatiefactor.

⁽⁴⁾ Wanneer een bestaand, defect toestel vervangen wordt door een toestel van hetzelfde type, kan er van deze eis afgeweken worden.

⁽⁵⁾ A_{ch} : totale verwarmde of gekoelde vloeroppervlakte [m^2].

⁽⁶⁾ A: bruto vloeroppervlakte [m^2].

⁽⁷⁾ Indien de leidingen onbereikbaar zijn of het onmogelijk is om de voorgeschreven minimale isolatiedikte te plaatsen, kan er van deze eis afgeweken worden.

Om de brandweerstand van een bouwelement (muur, vloer) te waarborgen, is het van essentieel belang dat alle onvermijdelijke doorboringen (leidingen voor fluïda, luchtkanalen, elektrische kabels ...) correct afgedicht worden. De TV 254 met betrekking tot de afdichting van doorvoeringen in brandwerende wanden is gebaseerd op een eenvoudig, maar noodzakelijk principe dat erop gericht is om de brandveiligheid te verzekeren: “Wanneer een verticale of horizontale wand brandwerend moet zijn, geldt dit ook voor de doorvoeringen en andere verzwakkingen.”

Belangrijke wijziging op komst voor de afdichting van leidingen die brandwerende wanden doorboren

Installateurs, bereid jullie voor!

De brandweerstand van de afdichtingen van leidingen die wanden doorboren, moet aangetoond worden volgens de brandreglementering die in België van toepassing is. Zo moet de brandweerstand voor alle nieuwe gebouwen (met uitzondering van eengezinswoningen) aangetoond worden door een aantal proeven, uitgevoerd volgens de geldende Europese normen ⁽¹⁾. Voor de producten die niet over een CE-markering beschikken, mag de oude Belgische classificatie (bv. Rf 1/2h) nog tot **1 december 2016** gebruikt worden.

Na deze datum mogen enkel de afdichtingen waarvan de brandweerstand aangetoond is volgens de Europese norm op de werven geïnstalleerd worden. De toepassing van afdichtingen die louter volgens de Belgische norm geclassificeerd zijn, zal vanaf dan niet meer toegestaan zijn. Op 1 december 2016 eindigt dus de door de wetgeving vooropgestelde overgangsperiode van vier jaar ⁽²⁾.

Europese classificatie: nieuwe in aanmerking te nemen criteria

Volgens de Europese classificatie wordt

een brandwerend element of een brandwerende afdichting geclassificeerd als E 30, E 60, E 120, EI 30, EI 60 of EI 120, waarbij het getal de brandweerstandsduur in minuten uitdrukt, de letter E de vlamdichtheid en de letter I de thermische isolatie.

Naast deze hoofdcriteria zijn er eveneens andere criteria van toepassing die specifiek betrekking hebben op de afdichtingen voor leidingen. De aanduiding U/U, C/U, U/C of C/C geeft aan of de leidinguiteinden tijdens de brandproef al dan niet afgedicht zijn. De eerste letter verwijst naar de situatie in de oven en de tweede naar de situatie buiten de oven (zie tabel).

Tussen de verschillende situaties bestaat er een hiërarchie. De proeven

die uitgevoerd worden met open uiteinden (U/U) komen overeen met de meest ongunstige situatie, aangezien de brand zich gemakkelijker kan verspreiden doordat de twee uiteinden open zijn. De resultaten van deze proeven mogen dus in alle situaties (U/U, C/U, U/C en C/C) toegepast worden. De C/U-proeven mogen in de volgende situaties gehanteerd worden: C/U, U/C en C/C. De U/C-proeven mogen op hun beurt aangewend worden voor de situaties U/C en C/C, terwijl de C/C-proeven enkel in de C/C-situatie gebruikt mogen worden.

We willen erop wijzen dat de proeven volgens de oude Belgische classificatie systematisch uitgevoerd werden met afgedichte uiteinden, met andere woorden volgens de minst strenge situatie uit de nieuwe Europese classificatie (C/C).

Mogelijke configuraties voor de leidinguiteinden

Proefvoorwaarden	Configuratie van de leidinguiteinden	
	Blootgesteld aan warmte (in de oven)	Niet-blootgesteld aan warmte (buiten de oven)
U/U	Open	Open
C/U	Afgedicht	Open
U/C	Open	Afgedicht
C/C	Afgedicht	Afgedicht

⁽¹⁾ De luchtkanalen die brandwerende wanden doorboren moeten beoordeeld worden volgens de norm NBN EN 1366-1, de brandwerende kleppen volgens de norm NBN EN 1366-2, de leidingen die bestemd zijn voor het transport van fluïda, vaste stoffen en elektriciteit volgens de norm NBN EN 1366-3 en de rookafvoerkanalen volgens de norm NBN EN 1366-8 of -9.

⁽²⁾ Koninklijk Besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen, evenals het Koninklijke Besluit van 12 juli 2012 dat enkele wijzigingen aanbrengt die sinds 1 december 2012 in voege zijn.

Waarvoor staan de criteria U en C?

In theorie is het principe eenvoudig:

- aan de kant waar de leiding verlucht wordt, moet het uiteinde tijdens de proef open zijn (U)
- aan de kant waar de leiding niet verlucht wordt, mag het uiteinde afgedicht zijn (C).

Bij waterafvoerleidingen kunnen verschillende situaties voorkomen (zie onderstaande afbeelding). Bij wijze van voorbeeld gaan we uit van een brand in compartiment F met het risico op brandverspreiding van dit compartiment naar de verticale schacht via een sanitaire leiding die de brandwerende wand doorboort (nr. 7).

De leiding in het geteisterde compartiment kan als niet-verlucht beschouwd worden omdat het sanitair uitgerust is met sifons. We kunnen er bijgevolg van uitgaan dat het in de oven gelegen leidinguiteinde afgedicht is (C). Aan de andere zijde van de brandwerende wand, met andere woorden aan de kant van de schacht, moet de leiding als verlucht beschouwd worden omwille van de aanwezigheid van een primaire verluchting. Het buiten de oven gelegen leidinguiteinde moet tijdens de proef dus open zijn (U). De brandwerende voorziening moet aan de klasse EI 30 (of 60) en het criterium C/U beantwoorden (of U/U, geldig voor alle situaties).

Het zal bovendien vrij weinig effect hebben om het in de oven gelegen uiteinde van afvalwaterafvoerleidingen uit kunststof (C) af te dichten. De kunststofleiding zal vanaf het begin van de brandproef immers snel smelten en de initiële situatie (C) zal omslaan in een open situatie (U) doordat het smelten van de leiding in de oven een opening creëert.

We willen er eveneens op wijzen dat bij het gebruik van beluchtungskleppen ⁽³⁾ (nr. 1) het uiteinde dat aan dezelfde kant ligt als deze beluchtungskleppen in de regel als gesloten beschouwd kan worden (C). Men dient deze kleppen echter regelmatig te onderhouden om hun dichtheid tijdens het gebruik van het gebouw te waarborgen. Bij gebrek

Belangrijke aanbeveling

Ter vereenvoudiging, raden we de installateurs aan om vanaf nu een brandwerende voorziening (bv. manchets) van de volgende klasse te plaatsen:

- EI 30 (of 60 of 120) U/U voor afvalwaterafvoerleidingen uit kunststof ⁽⁴⁾ (of U/C wanneer de leiding niet verlucht is aan de niet aan brand blootgestelde kant)
- EI 30 (of 60 of 120) C/C voor watertoevoer-, gas- en verwarmingsleidingen.

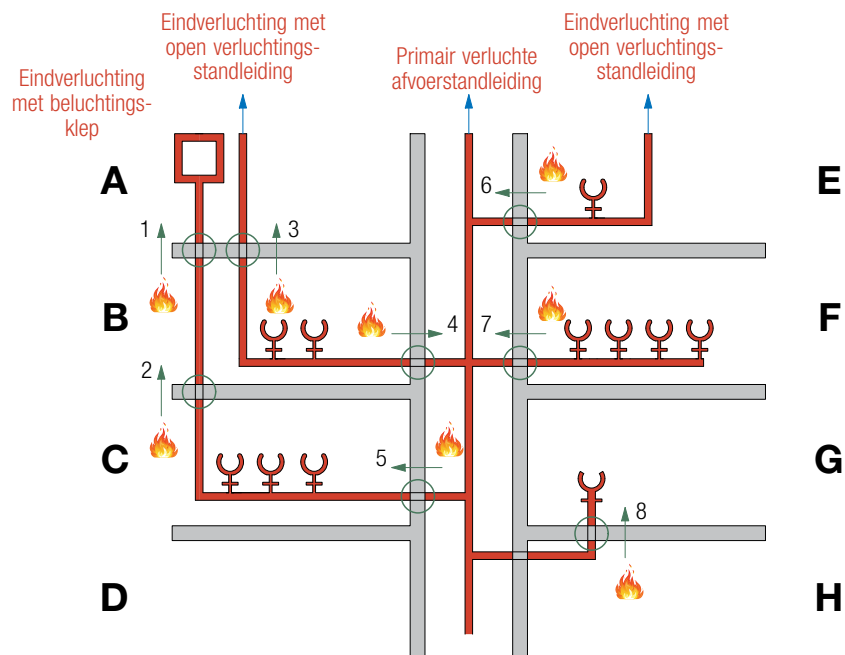
aan onderhoud, strekt het tot aanbeveling om de situatie als verlucht te beschouwen (U). Het is aan te raden om het gebruik van deze beluchtungskleppen te beperken tot de situaties waarin de plaatsing van verluchtungsleidingen niet mogelijk is (bv. in renovatie).

We willen er tevens aan herinneren dat de brandwerende eigenschappen van een doorvoering afhankelijk zijn van het type bouwelement, het door te voeren element, de brandwerende

voorziening en de uitvoering ervan. De combinatie van deze elementen stelt de wanddoorvoering in staat om de vereiste brandweerstand te behalen.

*Y. Martin, ir., afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB
S. Eeckhout, ing., senior hoofdadviser, afdeling Technisch advies, WTCB*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne 'Brandpreventie', gesubsidieerd door Wallonië.



- | | |
|--|--|
| 1. U (in de oven) / C (buiten de oven) | 5. U (in de oven) / C (buiten de oven) |
| 2. U (in de oven) / C (buiten de oven) | 6. U (in de oven) / U (buiten de oven) |
| 3. U (in de oven) / U (buiten de oven) | 7. C (in de oven) / U (buiten de oven) |
| 4. U (in de oven) / U (buiten de oven) | 8. U (in de oven) / C (buiten de oven) |

Verskillende situaties van de brandverspreiding via de waterafvoerleidingen

⁽³⁾ De beluchtungskleppen moeten in overeenstemming zijn met de norm NBN EN 12380.

⁽⁴⁾ Of C/U voor metalen leidingen (deze worden echter zelden toegepast in nieuwbouw).

Ledarmaturen kennen een groeiend succes doordat ze steeds energiezuiniger worden. Zo is hun rendement vaak groter dan 100 lm/W en behalen de meest performante verlichtingstoestellen zelfs 150 lm/W. Hun levensduur (die doorgaans tientallen jaren bedraagt) kan ook tot aanzienlijke besparingen leiden op het vlak van onderhoud en een 'return on investment' garanderen. Dergelijke levensduren worden eveneens ten zeerste geapprecieerd bij intensief gebruikte verlichtingsinstallaties (bv. uitstalramen, callcenters, ziekenhuizen ...) of bij installaties die moeilijk te bereiken zijn met het oog op hun onderhoud (bv. stations, bedrijfshallen ...). Het behoud van de prestaties gedurende de volledige levensduur van de lichtarmatuur is bijgevolg een belangrijke kwaliteitsindicator voor de producten en vormt vaak een doorslaggevende factor bij de keuze van een performante installatie.

Ledverlichting: levensduur en behoud van prestaties

Onderscheid tussen levensduur en behoud van prestaties

De voorwaarden die in aanmerking genomen moeten worden om een verlichtingsinstallatie als performant te kunnen beschouwen, zijn talrijk (bv. te behouden verlichtingssterkte, goede uniformiteit, beperkt risico op verblinding, lager geïnstalleerd vermogen, passende lichtseer ...). Daar waar het vanzelfsprekend is dat er bij de oplevering van de werken aan deze eisen voldaan is, moet dit natuurlijk ook tijdens de volledige levensduur van de installatie nog het geval zijn. In de praktijk slaat de term 'levensduur' echter louter op het behoud van de hoeveelheid licht die door de armatuur uitgestraald wordt

en garandeert hij dus enkel dat de verlichtingssterkte niet te veel verzwakt.

De levensduur van gloeilampen en fluorescentielampen kan vrij eenvoudig bepaald worden omdat deze overeenstemt met de gemiddelde tijd tot de plotse en volledige onderbreking van hun lichtuitstraling. Dit is bij leds echter enigszins anders. In de meeste gevallen bereikt een ledarmatuur het einde van zijn levensduur immers niet wanneer hij helemaal geen licht meer uitstraalt, maar wel wanneer de hoeveelheid uitgestraald licht ontoereikend wordt. In voorkomend geval moet men de volledige lichtbron vervangen, vermits dit voor de individuele ledchips (kleine lichtbronnen) doorgaans niet mogelijk is.

De gebruiksduur bepalen

Hoewel de keuze voor ledarmaturen met een uitzonderlijke levensduur voor tal van toepassingen zinvol is, zal dit niet voor alle gevallen de meest geschikte optie zijn. Het is immers belangrijk om de jaarlijkse gebruiksduur van de verlichtingsinstallatie te bepalen en in te schatten wanneer een volledige renovatie uitgevoerd zal worden.

De gemiddelde jaarlijkse gebruiksduur in een **ziekenhuis** bedraagt bijvoorbeeld 5.000 uur. Wanneer we ervan uitgaan dat er om de 20 jaar een belangrijke binnenrenovatie zal plaatsvinden, kiest men best voor producten met een levensduur van minstens 50.000 uur, rekening houdend met het feit dat deze vóór de renovatie minstens één keer vervangen zullen moeten worden. Bij een **kantoorgebouw** met een gemiddelde jaarlijkse gebruiksduur van om en bij de 2.500 uur kan het gebruik van producten met een levensduur van slechts 25.000 uur – wanneer men uitgaat van een renovatie na 10 jaar – daarentegen reeds aan de verwachtingen van de gebruikers beantwoorden.

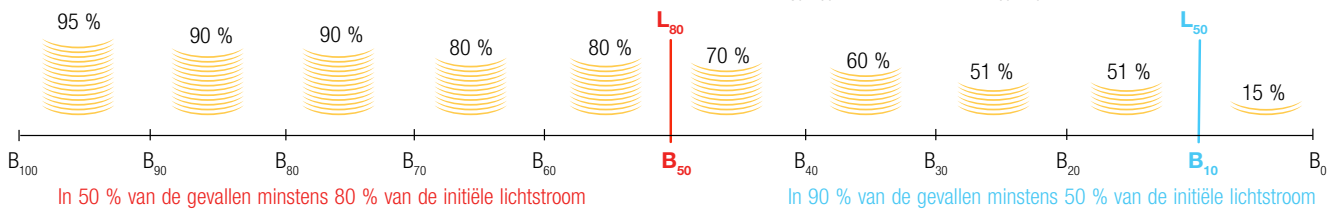
Performante producten kiezen

Na de correcte bepaling van de gebruiksduur moet men zich ervan vergewissen dat de progressieve en continue verzwakking van het door de ledarmatuur

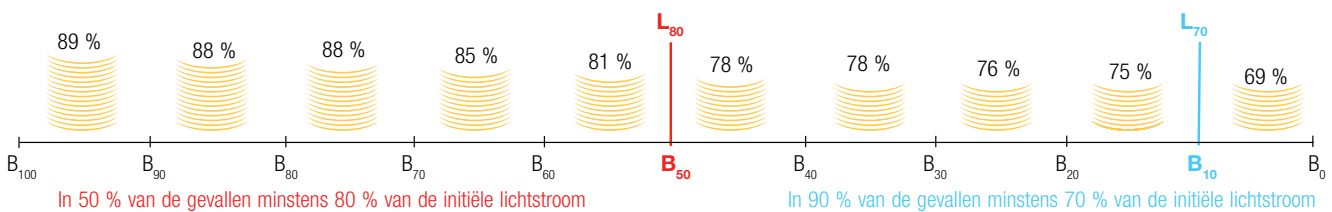




10 lichtarmaturen van het type A: levensduur $L_{80}B_{50}$ = levensduur $L_{50}B_{10}$



10 lichtarmaturen van het type B: levensduur $L_{80}B_{50}$ = levensduur $L_{70}B_{10}$



Vergelijking van het lichtstroombehoud van twee types lichtarmaturen in functie van de verschillende defectverhoudingen voor eenzelfde gebruiksduur

uitgestraalde licht tijdens deze volledige periode aanvaardbaar blijft. Bij ledarmaturen blijven er immers – veel meer dan bij de traditionele lichtbronnen – aanzienlijke kwaliteitsverschillen bestaan en er worden dan ook belangrijke verschillen tussen de productprestaties vastgesteld.

In de door de fabrikant aangeleverde technische informatie slaat de levensduur van een ledarmatuur op de depreciatie van het uitgestraalde licht na een bepaalde gebruiksduur en dit, in functie van de twee volgende factoren:

- het **lichtstroombehoud** (L_x) geeft aan dat de depreciatie van het uitgestraalde licht na de aangeduide periode beperkt zal blijven tot een bepaald percentage van de initiële lichtstroom (in de meeste gevallen 90 %, 80 % of 70 %)
- de **defectverhouding** (B_y) staat voor het percentage (doorgaans 10 % of, bij ontstentenis, 50 %) armaturen waarvoor het aangegeven lichtstroombehoud niet behaald wordt en dit, zonder rekening te houden met plotse defecten (bv. door het stukgaan van een onderdeel).

Door deze twee factoren te combineren, is het mogelijk om de depreciatie van het uitgestraalde licht te bepalen voor verschillende gebruiksduren. De prestaties van een armatuur kunnen dus voor verschillende termijnen uitgedrukt worden. Zo kan een fabrikant voor

Voorbeeld

Bovenstaand schema toont aan dat twee verschillende armaturen met een identieke mediane levensduur $L_{80}B_{50}$ een sterk verschillende lichtstroomvermindering vertonen wanneer men ervan uitgaat dat het lichtstroombehoud voor minstens 90 % van de armaturen gehaald moet worden: in dit voorbeeld stellen we vast dat het lichtstroombehoud van armatuur A bij een defectverhouding B_{10} zwakker is (L_{50}) dan dat van armatuur B (L_{70}).

eenzelfde armatuur zowel een nuttige levensduur $L_{90}B_{10}$ aangeven die gelijk is aan 30.000 uur als een levensduur $L_{80}B_{50}$ die gelijk is aan 50.000 uur.

Een levensduur $L_{90}B_{10}$ van 30.000 uur geeft aan dat de lichtstroom van 10 % van de armaturen (B_{10}) na een gebruiksduur van 30.000 uur minder dan 90 % van de initiële lichtstroom zal bedragen (L_{90}). Voor een levensduur $L_{80}B_{50}$ van 30.000 uur zal het lichtstroombehoud bij 80 % van de initiële lichtstroom daarentegen slechts voor 50 % van de armaturen verzekerd zijn. De defectverhouding wordt echter niet opgelegd. Het staat de fabrikant dus vrij om de manier te kiezen waarop hij deze uitdrukt.

In de meeste gevallen is het niet redelijk om een defectverhouding van 50 % te beschouwen. Om te komen tot een correct gedimensioneerde installatie, strekt het bijgevolg tot aanbeveling om voor de geschatte gebruiksduur

een aanvaardbaar lichtstroombehoud (minstens 70 %) te beschouwen voor een maximale defectverhouding van 10 % (B_{10}).

Uit de lange versie van dit artikel zal echter blijken dat het behoud van de prestaties van een verlichtingsinstallatie zich niet tot het behoud van haar lichtstroom beperkt. Men dient immers ook nog talloze factoren in beschouwing te nemen, zoals het behoud van de witte kleur van het licht, die tijdens het gebruik evenzeer kan depreciëren.

*B. Deroisy, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
en V. Vanwelde, ir., projectleider,
laboratorium Licht, WTCB*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het 'SMART LED'-project, met de steun van het Waalse Gewest DG04 en de Normen-Antenne 'Verlichting', met de steun van de FOD 'Economie'.



Sanitaire installaties in gebouwen zijn vaak een bron van ongewenst lawaai. In de WTCB-Dossiers 2015/3.16 werden enkele richtlijnen besproken die het lawaai in watertoevoerinstallaties kunnen beperken. In voorliggend artikel wordt er gekeken naar het effect van verschillende ontwerpparameters op het lawaai van waterafvoerinstallaties. De lange versie van dit artikel zal deze parameters meer in detail behandelen en eveneens een aantal andere parameters bespreken.

Lawaai van waterafvoerleidingen

1 Componenten van het installatielawaai

Het lawaai dat in de slaapkamer uit ons voorbeeld (zie kader) waargenomen wordt wanneer er water door de leiding stroomt, bestaat uit twee componenten:

- **de luchtgeluidcomponent.** Dit is het lawaai dat door de afvoerbuis in de leidingkoker afgestraald wordt en daarna deels doorheen de kokerwand doorgelaten wordt (in het voorbeeld: 26 dB)
- **de contactgeluidcomponent.** Dit zijn de trillingen in de buis die via de beugels de montagewand aan het trillen brengen, waarna ze naar de slaapkamer afgestraald worden (in het voorbeeld: 23 dB).

2 Ontwerpparameters

2.1 Globale ontwerpparameters

We willen erop wijzen dat specifieke akoestische maatregelen veelal overbodig zijn wanneer ervoor gezorgd wordt dat de leidingkokers niet aan geluidsge-

voelige ruimten grenzen. Indien dit architecturaal niet mogelijk is, dient men het aantal schachtzijden die aan deze ruimten palen, te beperken, bijvoorbeeld door de schacht in een hoek van de ruimte of in een aangrenzende ruimte te plaatsen.

In wat volgt gaan we na welke invloed bepaalde ontwerpbeslissingen op de lawaai-componenten kunnen hebben.

Een eerste belangrijke globale parameter is het **materiaal van de standleiding**. Het voorbeeld gaat uit van een PVC-standleiding met een diameter van 110 mm. Een verzwaarde kunststof standleiding produceert circa 5 dB minder lawaai. Bij een toename van de **diameter van de standleiding** vergroot bovendien ook het buisoppervlak en bijgevolg het afgestraalde geluidsniveau. Voor kunststof leidingen met een diameter van 90 tot 200 mm dient een correctie van -2 tot +5 dB toegepast te worden. Bij metalen leidingen varieert deze correctie tussen -1 en +2,5 dB.

Een **versleping** (i.e. een asverschuiving)

is te mijden, vermits deze tot 15 dB meer lawaai produceert. Indien deze in het ontwerp echter onvermijdelijk is, wordt ze best geleidelijk uitgevoerd (bv. twee bochten van 45° met daartussen een recht stuk van minstens 25 cm) om de verhoging te beperken tot 6 à 9 dB.

Teneinde de stijging van het geluidsniveau door de **valhoogte** te beperken, dient de aansluiting van een standleiding op een horizontale leiding op dezelfde geleidelijke wijze te gebeuren. Het voorbeeld gaat uit van een valhoogte van één verdieping. Per bijkomende verdieping zal het geluidsniveau met circa 1 dB toenemen.

Eventuele **doorvoeren** van andere leidingen door kokerwanden dienen zodanig afgedicht te zijn dat de akoestische kwaliteit van de kokerwand niet nadelig beïnvloed wordt. Hierbij mag de leidingdoorvoer geen star contact met de uitsparing maken (bv. manchet of soepele kitvoeg) en dient er tevens rekening gehouden te worden met de eisen met betrekking tot de brandwerendheid (zie

Voorbeeld

We gaan uit van een slaapkamer voorzien van een leidingschacht met een afvoerleiding voor een toilet dat zich op de bovenliggende verdieping bevindt (zie afbeelding). Hierbij werd ervoor geopteerd om de standleiding met montagebeugels aan een zware achterwand te bevestigen en daarrond een koker te bouwen, bestaande uit twee 12,5 mm dikke gipsplaten die op metalen profielen bevestigd zijn. De schacht werd aan de binnenzijde vierzijdig bekleed met 4 cm dikke minerale wol. Bij een berekening op basis van de afgebeelde geometrie en tal van laboratoriummetingen bekomt men een piekniveau van 28 dB in de slaapkamer wanneer er een watertrein door de leiding passeert ⁽¹⁾. Deze installatie voldoet dus – rekening houdend met een veiligheidsmarge van 2 dB – aan de normeis voor een normaal akoestisch comfort (≤ 30 dB voor slaapkamers) ⁽²⁾.

⁽¹⁾ NTR 3216 Binnenriolering – Richtlijnen voor ontwerp en uitvoering. Delft, ISSO-NEN, 2012.

⁽²⁾ Voor meer informatie omtrent de geldende normen verwijzen we naar de lange versie van dit artikel.

TV 254). Ook starre contacten tussen de afvoerleiding en de lichte kokerwanden (bv. door valspectie of geklemde leidingen) moeten vermeden worden.

2.2 Ontwerpparameters met een impact op de luchtgeluidscomponent

Het strekt tot aanbeveling om een bijkomende **leidingisolatie** aan te brengen. Hiervoor komen minerale wol of open-cellige flexibele schuimen in aanmerking, omdat ze het geluidsniveau met 5 tot 11 dB doen afnemen. Wanneer ze gecombineerd worden met een zware luchtdichte buigslappe buitenlaag kan deze afname zelfs oplopen tot 20 dB. Thermische gesloten-cellige schuimen moeten daarentegen vermeden worden, vermits ze de lawaai-productie vergroten.

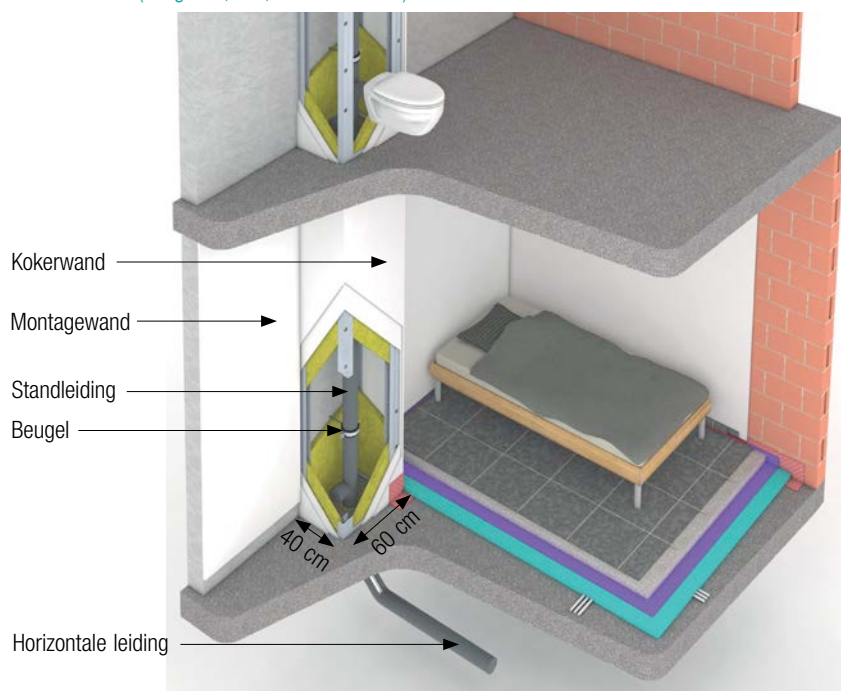
Voor de **opbouw van de kokerwand** kan men naar verschillende materialen teruggrijpen. Doorgaans wordt er gebruikgemaakt van constructies uit gipsplaten (enkelvoudig of dubbel metaalskelet) of blokken uit cellenbeton, gips, baksteen, beton of kalkzandsteen (enkelvoudig of dubbel). Het verschil tussen de geluidverzwakking $R_w + C$ die men terugvindt in de technische fiche van de wand in kwestie en deze van de constructie uit het voorbeeld ($R_w + C = 32$ dB) zal bepalend zijn voor de uiteindelijk bereikte demping (of toename) van de luchtgeluidscomponent.

Door de schachtwanden **aan de binnenzijde te bekleden** met een poreus geluidsabsorberend materiaal, kan het geluidsdruk-niveau in de schacht aanzienlijk verminderd worden. In het voorbeeld werd de koker vierzijdig bekleed met 4 cm minerale wol. Bij een driezijdige, tweezijdige, éézijdige of een gebrek aan bekleding stijgt de luchtgeluidscomponent respectievelijk met circa 1, 3, 5 en 9 dB. De minimaal aanbevolen **dikte van het geluidsabsorberende materiaal** bedraagt 3 cm.

2.3 Ontwerpparameters met een impact op de contactgeluidscomponent

Gelet op het feit dat de afvoerbuiss in het voorbeeld gemonteerd werd in een mon-

Ontwerp van een waterafvoerinstallatie waarbij in de slaapkamer een normaal akoestisch comfort behaald wordt (hoogte: 2,8 m, volume: 30 m³)



Vermijd leidingkokers die grenzen aan geluidsgevoelige ruimten.

tagewand van 300 kg/m² (bv. 13 cm gietbeton of 17,5 cm volle kalkzandsteen), is de contactgeluidscomponent kleiner dan de luchtgeluidscomponent (23 dB t.o.v. 26 dB). Wanneer **de oppervlaktemassa van de Montagewand** echter afneemt, kan de contactgeluidscomponent de luchtgeluidscomponent overstijgen en dient hij ingeperkt te worden door bijvoorbeeld trillingsontkoppelende beugels toe te passen (wat steeds aanbevolen wordt) of de Montagewand af te schermen met voorzetwanden. Bij kunststof leidingen neemt de contactgeluidscomponent per halvering van de oppervlaktemassa met circa 6 dB toe en bij metalen leidingen met circa 3 dB. Bijgevolg geniet een voldoende zware Montagewand die deels door de schacht afgeschermd wordt van de beschouwde ruimte, de voorkeur. Een montage in de overige lichte kokerwanden dient vermeden te worden. Om de trillingstransmissie van de Montagewand naar de lichtere kokerwanden te beperken, dienen deze laatste op een soepele manier aangesloten te worden op de Montagewand (soepele kit bij gipsplaatwanden en

soepele stroken met een soepele kitvoeg bij metselwerkwallen, overeenkomstig de voorschriften van de fabrikant).

Bij kunststof leidingen kan er doorgaans 2 à 3 dB gewonnen worden op de contactgeluidscomponent door de beugels te voorzien van een rubberen inlage. Dit **type akoestische beugels** is dan ook steeds aanbevolen, mede omwille van hun uitgesproken impact op de afstraling naar de achterliggende ruimte (bij de burens). Bij specifieke beugels waarbij er tussen de beugel en het draadeinde elastomeerblokkjes aangebracht worden, is er bovendien nog een verdere ontkoppeling mogelijk.

L. De Geetere, dr. ir., afdelingshoofd, afdeling Akoestiek, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening 'Ecobouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door InnovIRIS, en de Normen-Antenne 'Akoestiek', met de steun van de FOD 'Economie'.

De fragmentering van de bouwsector vormt al jaar en dag een obstakel voor de informatie-uitwisseling en samenwerking en remt zo de doorgedreven industrialisering van het bouwproces af. Kan men er vandaag de dag nog aan twijfelen dat de digitalisering ten goede komt van de kwaliteit en competitiviteit? Wij denken alvast van niet.

BIM & ICT: van virtualiteit naar realiteit

Het BIM (*Building Information Model/Modelling/Management*) is een manier van werken die de samenstellende onderdelen van een gebouw ('objecten') en hun eigenschappen aan elkaar koppelt. Zo kan het object 'muur' niet alleen gekarakteriseerd worden door geometrische (hoogte, breedte, dikte), fysische (warmteweerstand ...), mechanische (druksterkte ...), financiële (uitvoeringskosten ...) en milieugegevens, maar ook door informatie in verband met zijn opbouw (stelmortel, blokken) of zijn gedrag ten opzichte van andere objecten. Het kan eveneens deel uitmaken van een samengesteld bouwelement en bijvoorbeeld gelinkt worden aan een thermische isolatie, een luchtsponw en een gevelmetselwerk. Dit object, dat een virtuele weergave van de toekomstige werkelijkheid vormt, wordt in een **digitaal model** van het gebouw geïntegreerd.

Dit model vormt de kern van de informatie-uitwisseling tussen de verschillende actoren en zal door deze laatste aangewend en aangevuld worden in functie van hun behoeften. Hiertoe kan het model op verschillende beroepsspecifieke manieren gehanteerd worden. Met het BIM kan men met andere woorden een virtuele constructie optrekken om zo de eigenlijke uitvoering ervan op de bouwplaats beter voor te bereiden en de verdere levenscyclus (onderhoud, renovatie, afbraak) beter te beheren.

Het digitale model kan onder meer gebruikt worden om:

- een meetstaat op te maken en de kostprijs te berekenen
- een bijzonder bestek op te stellen
- stabiliteitsstudies uit te voeren
- de speciale technieken te bestuderen
- de energieprestaties van het bouwwerk te berekenen
- de geluidsisolatie te verbeteren

- eventuele conflicten te identificeren en op te lossen (bv. kruising van een balk en een ventilatieschacht)
- de planning van de werken op te stellen
- de overeenstemming met de regelgeving en de geldende normen te waarborgen
- de levenscyclus of de milieu-impact te analyseren
- de onderhoudswerken in te plannen.

BIM & ICT voor iedereen

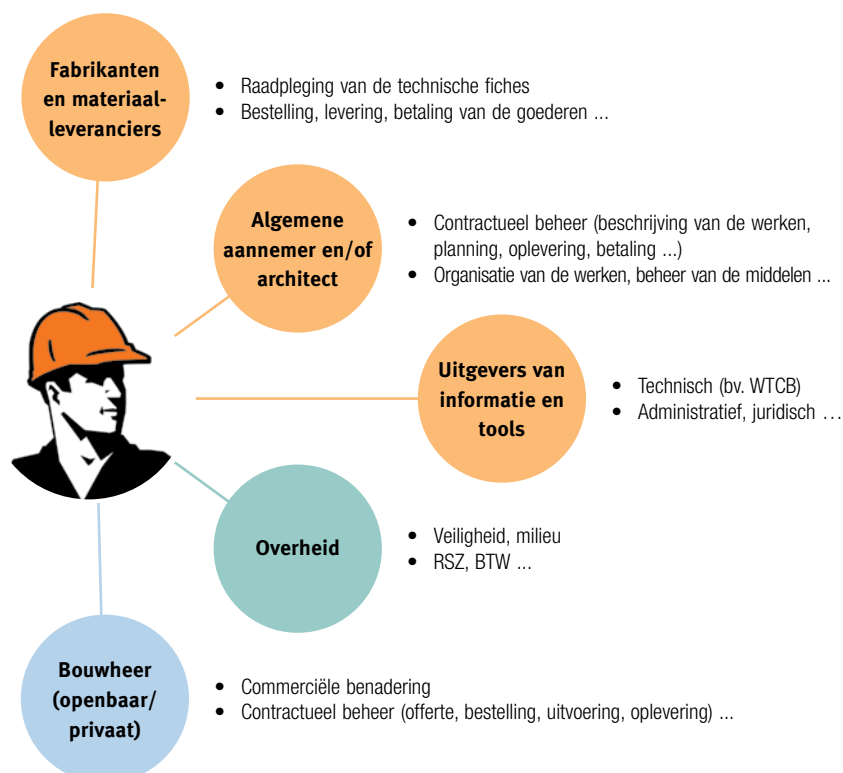
De **informatie- en communicatietechnologieën (ICT)** zijn aan het uitgroeien tot een onmisbaar hulpmiddel. Ze stellen de gebruikers immers in staat om de prijsopbouw, de bestelling, de werfvoorbereiding, de aankoop, de uitvoering *in*

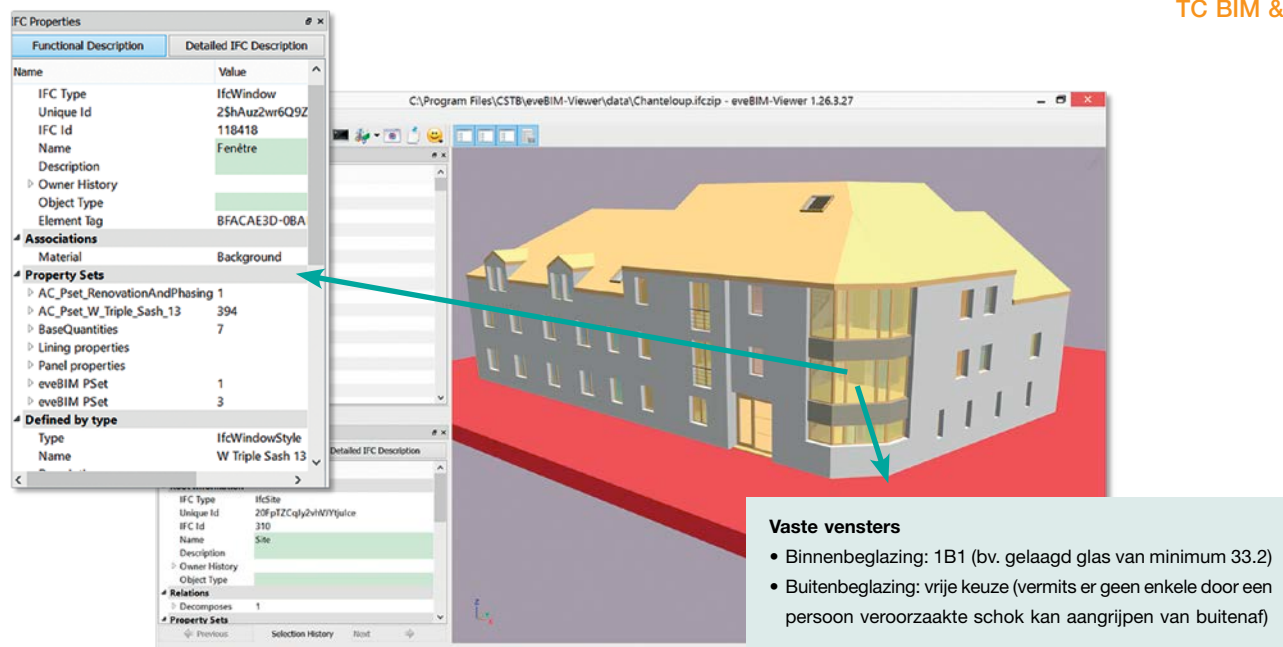
situ of de nacalculatie aan het einde van de werken te optimaliseren.

Elk van deze fasen kan verbeterd worden met behulp van een informaticatool. Ze kunnen ook aan elkaar gelinkt worden en hun informatie met elkaar delen door middel van ERP-toepassingen (*Enterprise Resource Planning*).

Dit geldt evenzeer voor het BIM. Zo kan men opteren voor het **Little BIM**, waarbij de nadruk ligt op de optimalisering van de interne bedrijfsprocessen en dat geïmplementeerd kan worden in kleine bedrijven. Het **Big BIM** heeft op zijn beurt betrekking op het volledige project en vergt van de verschillende partners dat ze zo transparant en collaboratief mogelijk te werk gaan.

1 | De ICT verbeteren de informatie-uitwisseling tussen de aannemer en zijn klanten en/of leveranciers.





2 | Voorbeeld van een mogelijke controle volgens de norm NBN S 23-002

Technisch Comité 'BIM & ICT'

De activiteiten van het nieuwe Technische Comité 'BIM & ICT' breiden zich steeds verder uit:

- de vijf opgerichte werkgroepen zijn er meteen ingevlogen en de eerste resultaten worden eerstdaags verwacht
- er werden twee vlaggenshipprojecten – een cluster enerzijds en een prenormatieve studie anderzijds – ingediend en respectievelijk ook goedgekeurd door het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO) en de FOD 'Economie'
- op 12 september zal de eerste editie van de **Summer University** (volledig gewijd aan het BIM) plaatsvinden op de universitaire site van Woluwe in Brussel en aan de universiteiten van Gent en Louvain-la-Neuve worden er – met de steun van het WTCB – eveneens een aantal postacademische opleidingen georganiseerd
- het nationale portaal www.bimportal.be wordt op punt gesteld en zal in september online komen te staan
- op Europees niveau worden de werkzaamheden van het CEN TC 442 voortgezet en worden er binnen het ENBRI (*European Network of Building Research Institutes*) tal van activiteiten opgestart.

Databank van de BIM-objecten

Het BIM steunt op de samenstellende onderdelen van het gebouw. Naarmate het project vordert (van de ontwerpfase tot het *as-built*-dossier), worden deze steeds

nauwkeuriger en beter gedocumenteerd. Het is dus noodzakelijk dat er generieke product- of bouwelementendatabanken ter beschikking gesteld worden. Het WTCB wil hiervoor terugrijpen naar de **technisch-commerciële databank Tech-Com**, die gelinkt zou kunnen worden aan de door de fabrikanten voorgestelde catalogi van BIM-producten.

BIM-ready publicaties

Het zou eveneens zeer nuttig kunnen zijn om de aanbevelingen van het WTCB op een proactieve en contextuele manier in het digitale model op te nemen. Denken we hierbij bijvoorbeeld aan de norm NBN S 23-002 met betrekking tot veiligheids-glas. Deze norm maakt het onderwerp uit van een reeks interactieve Infofiches op onze website (zie [Infofiches 49.1 tot 49.8](#)) die de bouwprofessioneel in staat moeten stellen om de juiste beglazing te kiezen in functie van de ligging ervan in het gebouw. Dankzij het BIM zou deze informatie gelinkt kunnen worden aan het object 'beglazing' waarvan de ligging reeds gekend is in het digitale model (zie afbeelding 2). Door deze manier van werken zal de professioneel niet langer de WTCB-website of de eigenlijke TV of norm moeten raadplegen, maar zal hij voor de uitvoering van de gewenste reglementaire controle louter een aan de WTCB-databanken gelinkte *plug-in* hoeven te activeren.

Vermits het BIM voor de aannemers vooral perspectieven opent voor het

opsporen van mogelijke conflicten, zou het eveneens voordelig kunnen zijn om de adviezen van de afdeling Technisch advies in het digitale model op te nemen ter voorkoming van veelvoorkomende schadegevallen en problemen.

Ook op het vlak van het gebouwbeheer staat het belang van het BIM ten slotte buiten kijf. Daarom spreekt het voor zich dat de '**Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen**' *BIM-ready* gemaakt moet worden. De VLISOG-cluster legt zich hier momenteel op toe.

De uitdagingen

Het welslagen van de digitalisering van de bouwsector staat of valt met het vermogen van de volledige keten om gebruik te maken van dezelfde middelen. Het gaat hier dus om een ingrijpende verandering waarmee iedereen vroeg of laat te maken zal krijgen. Aannemers, architecten, ingenieurs, fabrikanten, leveranciers, bouwpromotoren of gebouwbeheerders die halsstarrig blijven vasthouden aan niet-digitale objecten zullen op termijn dus moeilijkheden kunnen ondervinden om efficiënt met hun partners te communiceren, waardoor hun concurrentiepositie in het gedrang kan komen. Het gaat hier dus niet langer om een keuze: de gehele competentiesokkel van de sector moet gedigitaliseerd worden. **I**

O. Vandooren, ing., directeur Informatie en bedrijfs ondersteuning, WTCB

Om op economisch en concurrentieel vlak performant te blijven, moeten de bedrijven steeds naar nieuwe manieren zoeken om de kosten en uitvoeringstermijnen te beperken, zonder in te boeten aan kwaliteit. Zelfs wanneer er conceptuele en technische optimalisaties voorhanden zijn, mag men niet vergeten dat een organisatorische optimalisatie eveneens een belangrijke invloed kan hebben op deze drie factoren (kosten, termijnen en kwaliteit). Hierbij komt het *lean* bouwen van pas. Deze methode – die zijn oorsprong vindt in de auto-industrie – staat immers voor het ‘bouwen zonder verspilling’.

Lean bouwen

Ondanks alle beheermethodes en digitale hulpmiddelen die vandaag de dag door de bouwbedrijven gehanteerd worden, stelt men op alle niveaus **inefficiënties en verspillingen** vast die de bouwbedrijven maar moeilijk kunnen identificeren en wegwerken. Studies hebben zelfs aangetoond dat tussen de 25 en 50 % van de bouwkosten toe te schrijven zijn aan verspillingen en aan het inefficiënt inzetten van personeel, materiaal en machines.

Teneinde een nieuwe **managementfilosofie** te ontwikkelen die een antwoord biedt op deze problemen, worden er sinds meer dan twintig jaar wereldwijd onderzoeken gevoerd. De hieruit voortvloeiende resultaten hebben onder meer geleid tot de ontwikkeling van tools die reeds sinds enkele jaren over de hele wereld en in België in concrete projecten gebruikt worden.

Deze tools worden gebruikt in het kader van het *lean* bouwen dat men

kan beschouwen als een managementfilosofie die gericht is op het **creëren van waarde** voor de klant in alle bedrijfsprocessen op lange termijn en dit, door de **eliminatie van verspillingen**. De filosofie wordt gedragen door de hele organisatie: de werknemers worden **geresponsabiliseerd** en hierbij ondersteund door het management. Een aantal **lean-tools** vergemakkelijken deze manier van plannen en samenwerken met het oog op een **continue verbetering**.

Voorname verspillingen kunnen als volgt onderverdeeld worden:

- de **wachttijden** ten gevolge van bijvoorbeeld het niet-beschikbaar zijn van het materieel of de materialen
- de **onnodige verplaatsingen** van de arbeiders op de werf
- het uit uitvoeringsfouten resulterende **rework** (niet-opgeleverde werken, niet-naleven van toleranties ...)
- het **bijhouden van voorraad** en de financiële impact ervan
- het **logistieke beheer** (transport)

- de **overproductie** (uitvoering van meerwerken zonder toestemming van de klant, talloze vergaderingen en rapporten ...)
- het **teveel aan processtappen** (overdaad aan controles ...).

In het kader van het *lean* bouwen werden er reeds verschillende beheermiddelen ontwikkeld om deze verspillingen te identificeren, te beperken of zelfs te elimineren, zoals onder meer *Value Stream Mapping*, *Last Planner System*, *Design & Build*, BIM, 5S, *Just in Time* en visueel management.

Voor meer informatie hieromtrent kunt u terecht bij de afdeling Beheer en kwaliteit via het volgende adres: gebe@bbri.be.

Afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB

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



Voorbeeld van het gebruik van visueel management en de 5S-methode om de opslagzone op de werf beter te organiseren. De circulatiezones worden aangeduid door de pijlen.

Voorbeeld van een resultaat van de *lean*-methode

Bouwbedrijf NCN

(Boulogne-sur-Mer, Frankrijk, 250 personen)

Tijdens de plaatsing van bekistingsplaten heeft men door middel van een *Value Stream Mapping*-analyse een verspilling van 35 % kunnen vaststellen. Om hieraan te verhelpen, werd de materieelstroom in samenspraak met de ploegbazen herzien en de opeenvolging van de taken geoptimaliseerd. Zo werden de wachttijden weggewerkt en verliep de plaatsing van de platen 20 % sneller en vlotter doordat ze beter beheerd werd.

WTCB-publicaties

WTCB-Rapporten

- Nr. 18** Dimensionering van vloerverwarmingssystemen met warmwaterbuizen.

WTCB-Dossiers

- 2015/3.10** Milieu-impact van steenstrips op buitenisolatie.
2015/4.8 Duurzaamheid van houten vensters met hoge energieprestaties.
2016/2.5 Windbelastingen op platte daken.

Technische Voorlichtingen



Jaarverslag



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