



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2013/2

**Isolatie langs
de binnenzijde**
p7

Parketlijm
p12

**Verstijvers voor
uitstalramen**
p14

Vloerverwarming
p21

Inhoud

2013/2



Uw dagelijkse zorgen zijn ook de onze 3



Kan een CPF-liner de levensduur van een betonconstructie verlengen? 4



Duurzaamheid van de rolbanen van bezinktanks 6



Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: systemen en dimensionering 7



Afvoeropeningen voor hemelwater 8



Vloeibare afdichtingen op warme daken 10



Keuze van de geschikte parketlijm 12



Verstijvers voor uitstalramen 14



Verven voor ETICS 16



Scheurvorming in keramische of natuurstenen buitenbetegelingen 18



Trillingshinder in gebouwen 20



Nieuwe normen voor vloerverwarmingssystemen 21



Ontdek de C-tools van het WTCB 22



Uw dagelijkse zorgen ...

... zijn ook de onze

In het vorige nummer van de WTCB-Contact heeft u twee nieuwigheden kunnen ontdekken: onze nieuwe huisstijl en het thema van 2013, houtbouw. Het eerste nummer van een nieuw jaar staat steeds in het teken van een bepaald thema, zo ook in 2012 met luchtdichtheid. Even een terugblik op hoe dat jaar verlopen is naar aanleiding van de publicatie van het [jaarverslag](#). Laten we hopen dat we onderstaande resultaten dit jaar kunnen evenaren of, waarom niet, verbeteren.

De keuze voor luchtdichtheid was een logische stap met de druk die rust op de bouwsector om steeds ecologischer te bouwen. Bouwknopen zijn in deze optiek vaak een hekel punt. De luchtdichtheid van een gebouw is een mooi voorbeeld van deze problematiek. Dat een goed basisdocument rond luchtdichtheid ontbrak, blijkt duidelijk uit de oplagecijfers van de thematische Contact: meer dan 100.000 gedrukte exemplaren en ongeveer 10.000 downloads.

Het WTCB informeert zijn leden echter niet enkel via publicaties, maar wil de bouwprofessionelen ook een meer persoonlijke aanpak aanbieden. In 2012 gaven de WTCB-medewerkers maar liefst 711 opleidingen over heel België. Dit mooie cijfer illustreert nogmaals het belang van de samenwerking tussen het Centrum en de praktijk.

Naar aanleiding van de steeds strenger wordende energetische eisen moeten ook de energieprestaties van het bestaande gebouwenpark omhoog. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de na-isolatie van spouwmuren aan belang wint. Om de integratie van deze techniek in de sector zo vlot mogelijk te laten verlopen, werkte het WTCB mee aan de organisatie van een reeks cursussen met maar liefst 400 deelnemers en zorgde het bovendien voor een overeenstemming tussen de verschillende documenten (STS, TV, ...). Het resultaat van dit alles zijn 80 gecertificeerde bedrijven en 13 geaggregeerde systemen.

Vóór we de bouwprofessioneel correct kunnen informeren, heerst er een grote bedrijvigheid in de WTCB-laboratoria. De zorgen van de aannemers komen hier samen en vormen de basis voor nieuwe onderzoeken. Zo kreeg de betonsector in 2012 waar het naar vroeg: de voortzetting van het onderzoek over de delaminatie van bedrijfsvloeren. Uit dit onderzoek is gebleken dat het luchtgehalte een belangrijke rol speelt. In de herziening van de TV 204 over cementgebonden bedrijfsvloeren zal hierover meer te vinden zijn.

U leest het, 2012 was voor ons een goed gevuld jaar met mooie resultaten. Het WTCB zal in 2013 dan ook op dit elan verdergaan om de sector de begeleiding te bieden die het nodig heeft voor de huidige en toekomstige uitdagingen.

Kan een CPF-liner de levensduur van een betonconstructie verlengen?

Vanuit de burgerlijke bouwkunde en vooral vanuit de nucleaire sector klinkt steeds luider de vraag om zeer duurzame betonstructuren te ontwikkelen die uitermate bestand zijn tegen de tand des tijds. Controlled Permeable Formwork Liners, of kortweg CPF-liners, kunnen mogelijk een deel van het antwoord bieden op deze vraag. In het kader van R&D voor de berging van nucleair afval van categorie A ⁽¹⁾ werd de invloed van een dergelijke liner op een reële constructie nagegaan door NIRAS ⁽²⁾ in samenwerking met het WTCB.

Werking van CPF-liners

Een CPF-liner is een selectief doorlatend membraan dat (d.m.v. een mechanische bevestiging of verlijming) aangebracht wordt aan de binnenzijde van een verticale betonbekisting. Het werkingsprincipe is gebaseerd op een filter- en draineringseffect. Het 1 tot 2 mm dikke kunststofmembraan zal immers water en lucht doorlaten terwijl het fijne deeltjes, zoals cement, tegenhoudt. Hierdoor zal de lucht tijdens het storten en verdichten van het beton sneller ontsnappen uit een van CPF-liner voorziene verticale bekisting en zal het overtollige water weggedraineerd worden.

Dit resulteert in een betonoppervlak met een beperkte hoeveelheid luchtbelletjes en een verhoogde dichtheid omwille van een sterk verlaagde water-cementfactor en een lagere porositeit. Zolang de bekisting blijft staan, zal de vochtige CPF-liner tevens de hydratatie van het cement bevorderen. Deze voordelen kunnen enkel verkregen worden indien het membraan aangebracht werd volgens de aanbevelingen van de fabrikant.

Huidige kennis over CPF-liners

In de literatuur vindt men slechts een beperkte hoeveelheid informatie terug over de precieze invloed van een CPF-liner op de duurzaamheid (levensduur) van een betonconstructie. Er werden reeds diverse laboratoriumstudies uitgevoerd, vooral naar de invloed van de liners op de chloride-indringing en de carbonatatiesnelheid van het beton. Er werden echter nog maar weinig onafhankelijke studies uitgevoerd naar het effect van een CPF-liner in de praktijk.

Daarom werd besloten om de werking van een industrieel verkrijgbare CPF-liner in-situ



1 | Bekistingsplaat die gedeeltelijk voorzien werd van een CPF-liner

na te gaan. Hierbij werd bijzondere aandacht besteed aan de invloed van de liner op de carbonatatie- en vorst-dooiweerstand van het beton in werkelijke omstandigheden.

Demonstratieproef

In opdracht van NIRAS werd een demonstratieproef op touw gezet waarbij diverse bouwdelen van een nucleaire bergingsmodule op ware grootte opgericht werden. De betonconstructie waarop de CPF-liner (gedeeltelijk) toegepast werd, is ongeveer 13 m bij 7 m groot en 2,5 m hoog. De wanden zijn 70 tot 85 cm dik en werden volledig opgetrokken uit gewapend beton zonder hernemings- of constructievoegen.

Het beton heeft een water-poederfactor van 0,42 en een poedergehalte van 400 kg/m³ (360 kg/m³ CEM I + 40 kg/m³ kalksteenfiller). Er werd een superplastificeerder op basis van naftaleensulfonaat toegevoegd om de werkbaarheid van het beton te verbeteren. De gemiddelde 28-daagse kubusdruksterkte bedroeg ongeveer 60 MPa.

De buitenbekisting (niet-absorberende meergelagige plaat) van één wand werd gedeeltelijk voorzien van een CPF-liner.

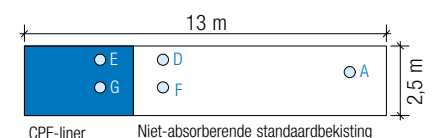
Beproevingen

Ongeveer drie maanden na het storten werden kernboringen uitgevoerd in de wand met de CPF-liner. Er werden twee groepen boringen uitgevoerd in het gedeelte met de CPF-liner en drie in het gedeelte zonder CPF-liner. De plaatsen van deze kernboringen worden schematisch weergegeven in afbeelding 2.

Vervolgens werden de carbonatie- en de vorst-dooiweerstand (de belangrijkste aantastingsmechanismen voor het betreffende bouwwerk) van de kernen nagegaan. Groepen A, F en G werden onderworpen aan een versnelde carbonatieproef volgens de normen NBN EN 13295 en NBN EN 14630 terwijl groepen D en E onderworpen werden aan een vorst-dooiproef bij afwezigheid van dooizouten volgens de referentiemethode (Slab Test) uit de technische specificatie CEN/TS 12390-9.

De proefstukken voor groepen E en D alsook G en F werden voldoende dicht bij elkaar ontnomen zodat verschillen tussen beide enkel toegeschreven kunnen worden aan de CPF-liner.

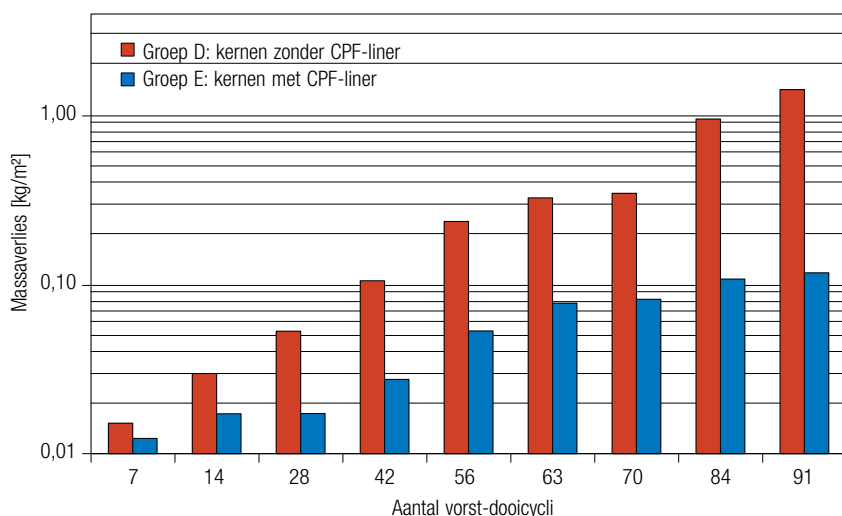
2 | Schematische voorstelling van de proefstukname



⁽¹⁾ Laag- en middelactief kortlevend radioactief afval wordt kortweg afval van categorie A genoemd.

⁽²⁾ NIRAS is de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen (www.niras.be).

3 | Door het gebruik van een CPF-liner werd tot tien keer minder massaverlies gemeten na 91 vorst-dooicycli



Gemiddelde carbonatatie diepte van de proefstukken

Proeftijd [dagen]	Carbonatatie diepte [mm]		
	Groep G	Groep F	Groep A
56	0	5	6
112	2	—	7
224	3,5	11	9

Resultaten

Afbeelding 3 toont de resultaten van de vorst-dooiproeven op groepen D en E. Hierbij wordt telkens het gemiddelde massaverlies door afschilfering van het betonoppervlak opgegeven, gemeten op vier proefstukken na x aantal vorst-dooicycli. Men kan duidelijk opmerken dat de kernen uit groep E (met CPF-liner) minder massaverlies lijden dan de kernboringen uit groep D (zonder CPF-liner). Na 91 vorst-dooicycli is er zelfs een tienvoudig verschil.

Er werden eveneens versnelde carbonatatieproeven uitgevoerd. De bovenstaande tabel geeft de gemiddelde carbonatatie diepte van twee proefstukken weer op verschillende proeftijden. Bij aanvang van de proef was de carbonatatie diepte van het beton, omwille van de jonge leeftijd van de constructie, nog niet meetbaar. De proef werd uitgevoerd bij 20 °C, 50 % relatieve vochtigheid en 1 % CO₂. De resultaten tonen aan dat de kernen van groep G, met CPF-liner, duidelijk beter bestand zijn tegen dit aantastingsmechanisme dan deze van groepen F en A, zonder CPF-liner.

Indien deze resultaten bij wijze van voorbeeld geëxtrapoleerd worden ⁽³⁾ naar een klassieke constructie met een betondekking van 30 mm (zeer verschillend van de nucleaire bergingsmodule), bedraagt de verwachte levensduur met betrekking tot de corrosie van de wapening door carbonatatie van het beton ongeveer 100 jaar zonder CPF-liner en tot 200 jaar en meer met CPF-liner.

Toepassing van een CPF-liner

Zoals eerder vermeld, dient een CPF-liner aan een bekistingsplaat bevestigd te worden. Deze manipulatie is echter niet eenvoudig en kan leiden tot onvolkomenheden (bv. golvingen, verlies van cementmelk, ...). Bij de toepassing van de CPF-liner werd meermaals vastgesteld dat het membraan loskwam na het sluiten van de bekisting en een afdruk achterliet in het beton (zie afbeelding 4). Ook werd bij een andere praktijktoepassing met wanden hoger dan een conventionele bekistingsplaat geconstateerd dat de CPF-liner gedeeltelijk in het beton achterbleef aan de rand van de bekistingsplaat.

Om plooivorming te vermijden, moet men bij de bevestiging van het membraan aan de bekistingsplaat een uniforme spanning uitoefenen op het membraan (deze handeling heeft bij voorkeur plaats op de warme uren van de dag om gebruik te maken van de thermische krimp nadien). Daarnaast dient men

ook de tijd tussen het aanspannen van het membraan en het storten van het beton zo kort mogelijk te houden (er mag geen ontkistingsmiddel gebruikt worden) en dient men ervoor te zorgen dat de drainering onderaan de bekisting niet verhinderd wordt. Indien het membraan hergebruikt wordt (sommige producten lenen zich hiertoe), moet de algemene staat ervan goed gecontroleerd worden. Met een hogedrukreiniger kunnen eventuele ophopingen van cementmelk op het oppervlak verwijderd worden. Ten slotte behaalt men de beste resultaten indien men de instructies van de leverancier nauwgezet opvolgt.

Besluit

Uit deze studie blijkt dat een CPF-liner de levensduur van een betonconstructie sterk kan verhogen. Men dient er echter rekening mee te houden dat het gebruik van een dergelijke liner in het constructieproces handenarbeid vereist, tijdrovend is en aanleiding kan geven tot schade. Deze nadelen dienen, zeker bij grotere bouwwerken, goed in overweging genomen te worden alvorens een CPF-liner toe te passen.

Voor meer informatie over de oppervlakteberging van radioactief afval van categorie A te Dessel (het cAt-project) kan men de volgende website raadplegen: www.niras-cat.be. ■



4 | Afdruk in het betonoppervlak door een losgekomen CPF-liner

⁽³⁾ Extrapolatie volgens Papadakis et al. (1991,1992) en het DuraCrete Model (2000).

Duurzaamheid van de rolbanen van bezinktanks

30 % van alle 700 openbare waterzuiveringsstations in België werd tijdens de laatste 15 jaar opgericht. Deze waterzuiveringsstations vormen, samen met hun bijgebouwen en -constructies (zoals opvangbekkens), een vakgebied van de burgerlijke bouwkunde waarin beton een belangrijke rol speelt.

Het beton van bezinktanks, en vooral het beton van de rolbanen, staat bloot aan diverse omgevingsbelastingen: chemische aantasting, thermische belastingen, ... (belastingen waarvan de effecten verhogen bij het gebruik van dooizouten). Het beton ondergaat daarbovenop ook mechanische belastingen door de passage van mobiel materieel.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat er vaak schade aan de rolbanen gemeld wordt. Deze schade doet zich echter vaak vroegtijdig voor ten opzichte van de verwachte levensduur van het bouwwerk. SECO nam daarom, samen met het WTCB en FEBELCEM, het initiatief om een technisch document op te stellen met als doel het risico op schade te verminderen aan de hand van het advies van talrijke specialisten.

Dit document zal zowel de eigenschappen van de gebruikte materialen als hun uitvoering behandelen.

De uitvoering van het beton is een van de

belangrijkste factoren voor de duurzaamheid ervan. Daarom zal het document een overzicht geven van de uitvoeringsregels uit de normen NBN EN 13670 en prNBN B 15-400.

Ook de keuze van het cement- en betontype is bij deze problematiek zeer belangrijk: hiervoor dient men rekening te houden met de voorziene belastingen. Het betontype dat nodig is voor de rolbanen (1) zou gebruikt kunnen worden voor de volledige bezinktank. Voor het bassin zou echter een beton met een hogere W/C-factor en een lager cementgehalte (2) aangewend kunnen worden (het gaat hier om andere belastingen). Deze laatste oplossing biedt, naast een geldbesparing, ook andere voordelen: een eenvoudigere plaatsing en een verminderd risico op thermische scheurvorming.

Vaak is ook de cementkeuze het resultaat van een compromis. In het document wordt dan ook een innovatief ontwerp voorgesteld voor de bezinktank (zie afbeelding) waarbij

het meest geschikte cement- en betontype geselecteerd wordt, afhankelijk van de ligging van het element en de belastingen waaraan het beton zal blootstaan.

Dit document zal ten slotte een mogelijke methodologie aanreiken voor de herstelling van eventuele betonschade. Aspecten zoals de dimensionering en de minimale bewapening om scheurvorming te beperken, zullen in dit document echter niet aan bod komen. ■

M. Demanet, ir.,

Services development manager, SECO

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement

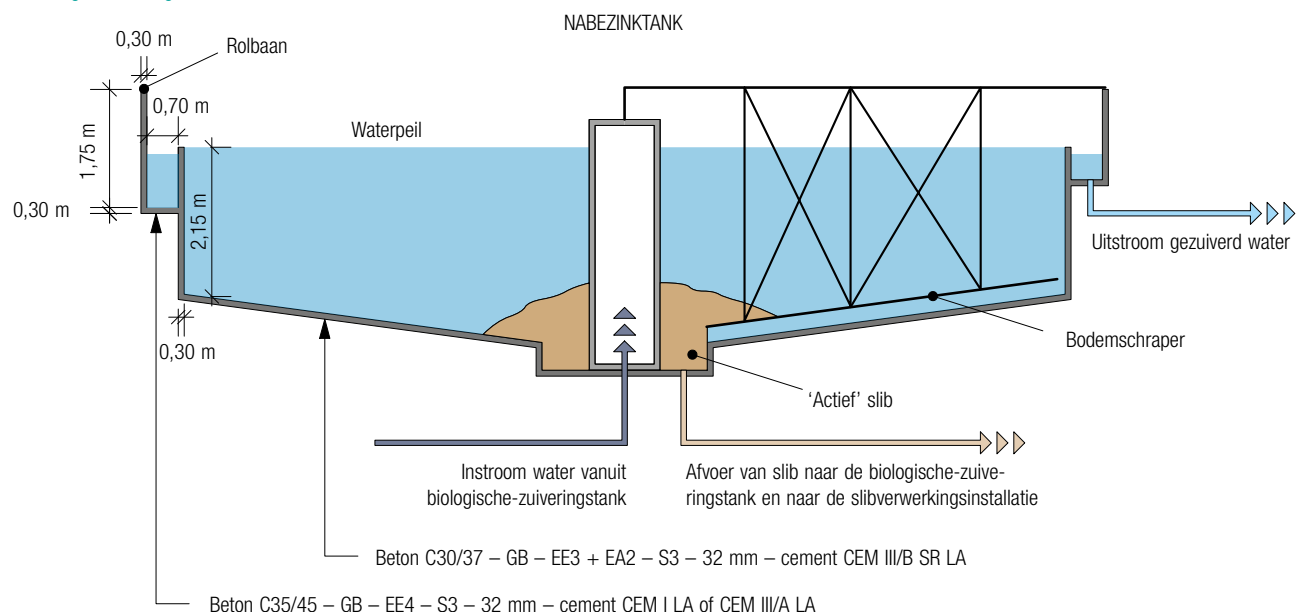
Materialen, technologie en gebouwschil, WTCB

C. Ployaert, ir., raadgevend ingenieur, FEBELCEM

(1) T(0,45) voor omgevingsklasse EE4, aanwezigheid van dooizouten

(2) T(0,50) voor omgevingsklasse EE3, zonder dooizouten

Voorbeeldontwerp van een bezinktank waarvoor twee verschillende betontypes gebruikt werden. Hierdoor kon het cementtype beter aangepast worden aan de effectief aanwezige aantasting



In het eerste deel van deze artikelreeks (WTCB-Dossiers 2012/4.16) kwamen de haalbaarheid van deze isolatietechniek aan bod en de hygrothermische problemen die ermee gepaard kunnen gaan. In dit tweede deel geven we een stappenplan voor de uitvoering van de isolatiewerken evenals een overzicht van de bestaande systemen voor isolatie langs de binnenzijde en aanbevelingen voor de hygrothermische dimensionering ervan.

Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: systemen en dimensionering

Er zijn verschillende systemen en producten voorhanden voor deze isolatietechniek. De toepasbaarheid ervan moet steeds geëvalueerd worden aan de hand van de eigenschappen van de te isoleren gevel. Men hantereert hiervoor de volgende stappen:

- men gaat na of de bestaande muur geschikt is voor een isolatie langs de binnenzijde. Men kan hiervoor de methode gebruiken uit het eerste deel van dit artikel (WTCB-Dossiers 2012/4.16)
- indien de muur geschikt is, bepaalt men de warmteweerstand van het isolatiemateriaal volgens de gewenste en de voor de gegeven bouwplaats haalbare isolatiegraad
- men gaat na welke technische eisen er gelden voor het beschouwde geval. Het systeem moet gedimensioneerd worden volgens het gekozen isolatiesysteem: eisen voor de ondergrond, de bepaling van de dikte van het isolatiemateriaal, de eigenschappen van het eventuele dampscherm, ...
- tot slot moet men bijzondere aandacht besteden aan het ontwerp van het systeem en aan de uitvoering van de technische details en de bouwknopen (dit aspect komt in dit artikel niet aan bod).

Het aanbrengen van een isolatie langs de binnenzijde van een muur brengt verschillende fenomenen en hygrothermische risico's met zich mee die men onder controle moet houden. Voor muren die aan de gestelde eisen voldoen, zal de beperking van deze risico's grotendeels afhangen van de kwaliteit van het ontwerp en van de uitvoering ter hoogte van de bouwknopen (vensters, tussenvloeren en binnenmuren). Een correcte aanpak van deze bouwknopen zal de thermische prestaties van

de geïsoleerde gevel bovendien sterk verhogen. Het heeft op energetisch vlak dan ook niet veel zin om de warmteweerstand van de isolatie hoger op te drijven dan 1,5 à 2 m²K/W (dit stemt overeen met isolatiediktes van 6 tot 8 cm met een λ -waarde van 0,04 W/mK), zonder de bouwknopen zorgvuldig aan te pakken.

Aangezien de thermische regelgeving enkel in bijzondere gevallen van toepassing is op deze isolatiemethode, wordt de te realiseren warmteweerstand in de praktijk bepaald door de keuzes die de ontwerper maakt. Bepaalde Gewesten reiken wel premies uit voor deze isolatiemethode maar leggen in dit geval ook een minimale warmteweerstand op.

Isolatiesystemen

We onderscheiden diverse systemen afhankelijk van het bevestigingstype: verlijmd of als voorzetwand. Het bevestigingstype beïnvloedt de criteria voor de te isoleren muren, voor het ontwerp van de systemen, voor de opbouw van de verschillende lagen en voor de uitvoering van de werken.

Waterdamptransport

Bij bepaalde systemen kan het noodzakelijk zijn om een dampscherm aan te brengen dat interne condensatie vermijdt tussen de thermische isolatie en het bestaande metselwerk. Inwendige condensatie kan immers een degradatie van de oude binnenisolatie veroorzaken indien deze behouden blijft en vochtgevoelig is (bv. oude bepleisteringen op pleister- en kalkbasis).

Om condensatie te vermijden, moet men er bij de realisatie van het systeem in eerste instantie voor zorgen dat er geen binnenlucht kan circuleren achter het isolatiemateriaal (alle verbindingen moeten luchtdicht zijn). Een dergelijke luchtstroom zou de energetische voordelen van het isolatiemateriaal immers grotendeels tenietdoen.

Het systeem moet in tweede instantie zodanig gedimensioneerd worden dat het waterdamptransport van de binnenomgeving doorheen de constructie gereduceerd wordt. Het aangebrachte isolatiesysteem moet een voldoende dampdiffusieweerstand (μ_d) hebben. Deze weerstand kan bereikt worden ofwel door het isolatiemateriaal zelf indien dit een correcte dampdiffusieweerstand vertoont, ofwel, indien het een dampopen materiaal is, door een dampscherm. In de lange versie van dit artikel zal een indicatieve dimensioneringsmethode opgenomen worden waarmee men de minimaal te voorziene dampdiffusieweerstand (μ_d) kan berekenen voor alle extra lagen die toegevoegd worden aan de binnenzijde van het bestaande metselwerk. De verwijdering van alle oude bestaande vochtgevoelige binnenafwerkingen zorgt voor een sterke verlaging van het risico op schimmelvorming. De minimaal vereiste μ_d -waarde zal veel hoger zijn indien deze afwerkingen behouden blijven.

Het is ten slotte interessant om de isolatie langs de binnenzijde te combineren met een waterwerende behandeling van de gevel. Zo zal er minder water doordringen bij slagregen en worden de drogingsmogelijkheden van de materialen zo weinig mogelijk beïnvloed. ■

X. Loncour, ir., afdelingshoofd, afdeling Energie en gebouw, WTCB

A. Tilmans, ir., en P. Steskens, dr. ir., projectleiders, laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB

S. Roels, prof. dr. ir., afdelingshoofd, en E. Vereecken, BAP-bijz. navorser, afdeling Bouwfysica, KU Leuven

Artikel opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening Ecobouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door InnovIRIS.



Download de lange versie via www.wtcb.be
WTCB-Dossiers nr. 2013/2.4

Afvoeropeningen voor hemelwater

Het WTCB bereidt een Technische Voorlichting voor over het ontwerp en de dimensionering van hemelwaterafvoerinstallaties volgens de norm NBN EN 12056-3 uit 2000. In dit artikel vergelijken we de dimensionering van een afvoeropening op een plat dak en in een hanggoot volgens deze norm met een dimensionering volgens de courant gebruikte rekenregel uit 1955 ($1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$).

Normalisatie

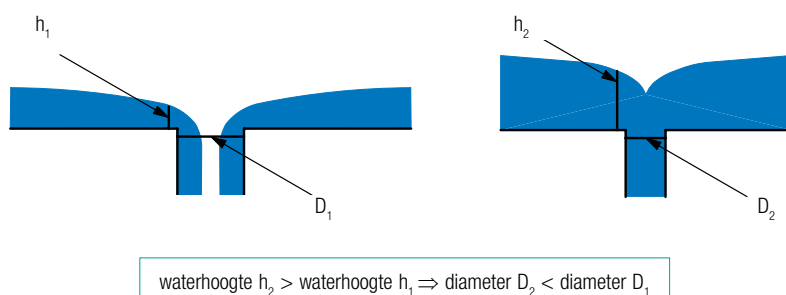
De Belgische norm NBN 306 uit 1955 was lang de leidraad voor de goede uitvoering van waterafvoeren van daken. Hij gaf onder meer praktische aanbevelingen op voor de dimensionering van de afvoeropeningen. Voor rechte afvoeropeningen gaf hij een handige rekenregel op die minimum 1 cm^2 oppervlakte voor de doorsnede van de opening eiste per m^2 aangesloten horizontale dakoppervlakte. De aangesloten standleiding moest hierbij dezelfde doorsnede hebben. Deze eenvoudige rekenregel houdt echter geen rekening met de waterhoogte boven de rand van de afvoeropening.

Sinds 2000 bestaat er een Europese norm NBN EN 12056-3 'Binnenriolering onder vrij verval. Deel 3: ontwerp en berekening van hemelwaterafvoersystemen' die deze waterhoogte wel in rekening brengt. Hoe hoger de waterhoogte boven de rand van een afvoeropening met een gegeven diameter, hoe groter het debiet dat kan afgevoerd worden. Of anders gezegd: indien de toegelaten waterhoogte boven de opening groter is, zal men een kleinere opening kunnen toepassen om een gegeven debiet af te voeren (zie afbeelding 1).

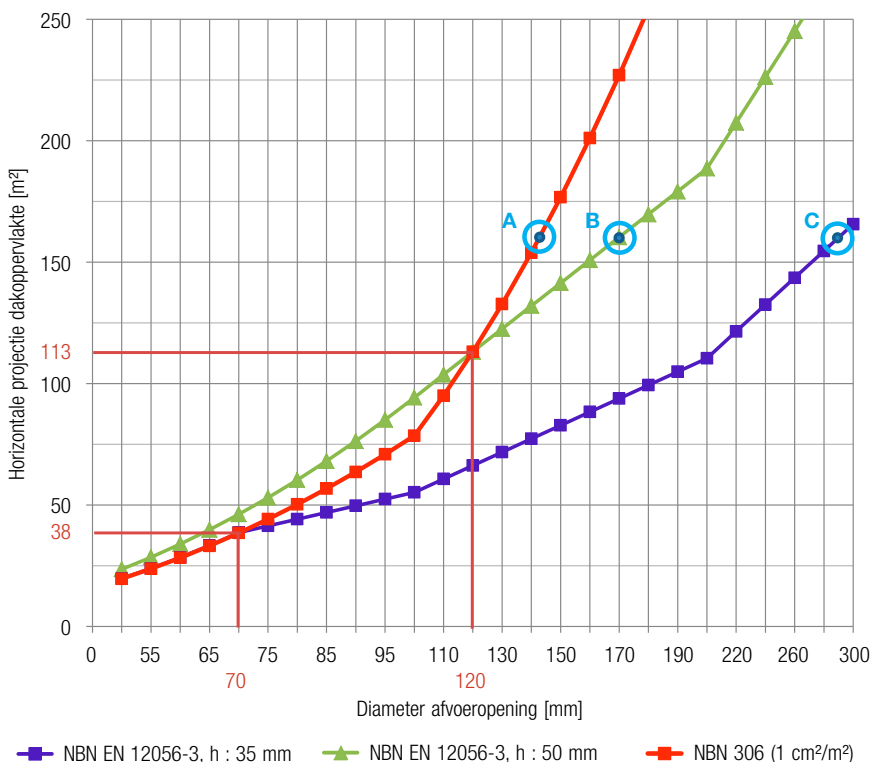
Dimensionering van een afvoeropening op een plat dak

Bij afvoeropeningen op platte daken is de maximaal toelaatbare waterhoogte op het dak mede beperkt door de draagkracht van het dak. Deze maximale waterhoogte wordt door de ontwerper bepaald en mag in geen geval overschreden worden.

1 | Bij de norm NBN EN 12056-3 wordt de waterhoogte boven de rand van de afvoeropening in rekening gebracht



2 | Dimensionering van een afvoeropening in een plat dak met waterhoogtes h van respectievelijk 50 en 35 mm



Bij daken met een betonnen dakvloer wordt bij de dimensionering van de afvoeropeningen doorgaans uitgegaan van een waterhoogte van 50 mm, bij daken met een geprofileerde staalplaat als dakvloer wordt deze waterhoogte doorgaans beperkt tot 35 mm. In afbeelding 2 worden de normen NBN 306 en NBN EN 12056-3 met elkaar vergeleken. De horizontale as geeft de diameter van de afvoeropening op, afhankelijk van de aangesloten dakoppervlakte (*) (verticale as). De

grafiek geeft drie berekeningen weer:

- een berekening volgens de norm NBN EN 12056-3 met een toegelaten waterhoogte van 35 mm
- een berekening volgens de norm NBN EN 12056-3 met een toegelaten waterhoogte van 50 mm
- een berekening volgens de regel van $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

Uit afbeelding 2 blijkt dat de drie curves gelijkaardige resultaten opgeven voor kleine aangesloten dakoppervlaktes. De curves van de oude norm en de Europese norm lopen in het begin ongeveer gelijk. Van zodra de aangesloten dakoppervlakte groter is dan 38 m^2 , geeft de ' $1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ '-regel voor een toelaatbare waterhoogte van 35 mm, kleinere diameters op dan de Europese norm. Dit betekent dat de waterhoogte op het dak groter zal worden dan 35 mm (en dus een stabiliteitsprobleem

(*) De berekening werd uitgevoerd op basis van een neerslagintensiteit van $0,05 \text{ l/s.m}^2$, conform de norm NBN 306.



Diameter van de afvoeropening voor een aangesloten plat dak met een oppervlakte van 160 m² (A, B en C worden aangegeven in afbeelding 2)

Eigenschap	NBN 306	NBN EN 12056-3	
	A	B	C
Waterhoogte h [mm]	Heeft geen invloed	50	35
Diameter [mm]	143	170	290

kan vormen) indien de oude regel toegepast wordt. Indien de toelaatbare waterhoogte op het dak 50 mm bedraagt, is het conclusie gelijkaardig: voor aangesloten dakoppervlaktes van meer dan 113 m² vraagt de recentere norm grotere afmetingen voor de afvoeropeningen. Dit verschil in diameter neemt verder toe naarmate de aangesloten dakoppervlakte groter wordt. Dit wordt verder verduidelijkt aan de hand van een voorbeeld.

Voorbeeld

We beschouwen een plat dak met een oppervlakte van 960 m². Indien er zes afvoeropeningen zijn, zal iedere afvoeropening een debiet van 8 l/s moeten afvoeren, in de veronderstelling dat aan iedere afvoeropening een gelijke dakoppervlakte van 160 m² aangesloten werd. De bovenstaande tabel geeft de diameter van de afvoeropening aan, berekend volgens de normen NBN 306 en NBN EN 12056-3.

Uit dit voorbeeld blijkt dat, voor een toegelaten waterhoogte van 35 mm, de diameter die berekend wordt volgens de Europese norm, tot twee keer groter zal zijn dan de diameter die voorzien werd in de oude norm.

Opmerking

De dimensioneringsmethode uit de norm NBN EN 12056-3 halveert de capaciteit van een afvoeropening indien er een bladvanger voorzien werd. Voor de berekeningen in dit artikel werd geen rekening gehouden met bladvangens.

Afvoeropening in een hanggoot

De capaciteit van hanggoten bij hellende daken hangt volgens de norm NBN EN 12056-3 af van hun vorm, helling en lengte. Bij de berekening van de afvoeropening houdt de norm opnieuw

rekening met de waterhoogte in de goot die beïnvloed wordt door de vorm van de goot.

We beschouwen een aantal in de handel verkrijgbare rechthoekige hanggoten met ontwikkelde standaardbreedtes B250 (doorsnede van 47 cm²), B333 (doorsnede van 90 cm²), B400 (doorsnede van 135 cm²) en B500 (doorsnede van 220 cm²). De verticale as uit afbeelding 3 geeft de horizontale dakoppervlakte weer die volgens de norm NBN EN 12056-3 aangesloten kan worden op een goot met een bepaalde doorsnede, rekening houdend met de gootlengte. Aan een goot van 14 m lang met een doorsnede van 90 cm² (B333) kan 40 m² dak aangesloten worden. Dit zou 45 m² dakoppervlakte kunnen zijn voor een gootlengte van 6 m.

De horizontale as stelt de diameter voor die de afvoeropeningen in deze goten moeten hebben indien er slechts één afvoeropening voorzien wordt aan een uiteinde van de goot.

In dezelfde grafiek vindt men ook een curve terug die de '1 cm²/m²'-regel voorstelt. We stellen vast dat de twee normen gelijkaardige resultaten opleveren.

Voor vierkante afvoeropeningen zullen de resultaten vergelijkbaar zijn.

Dezelfde conclusies gelden voor afvoeropeningen in halfronde goten waarvoor in de norm NBN EN 12056-3 een andere dimensioneringsmethode opgegeven wordt.

Besluit

De '1 cm²/m²'-regel is nog altijd van toepassing voor de dimensionering van afvoeropeningen:

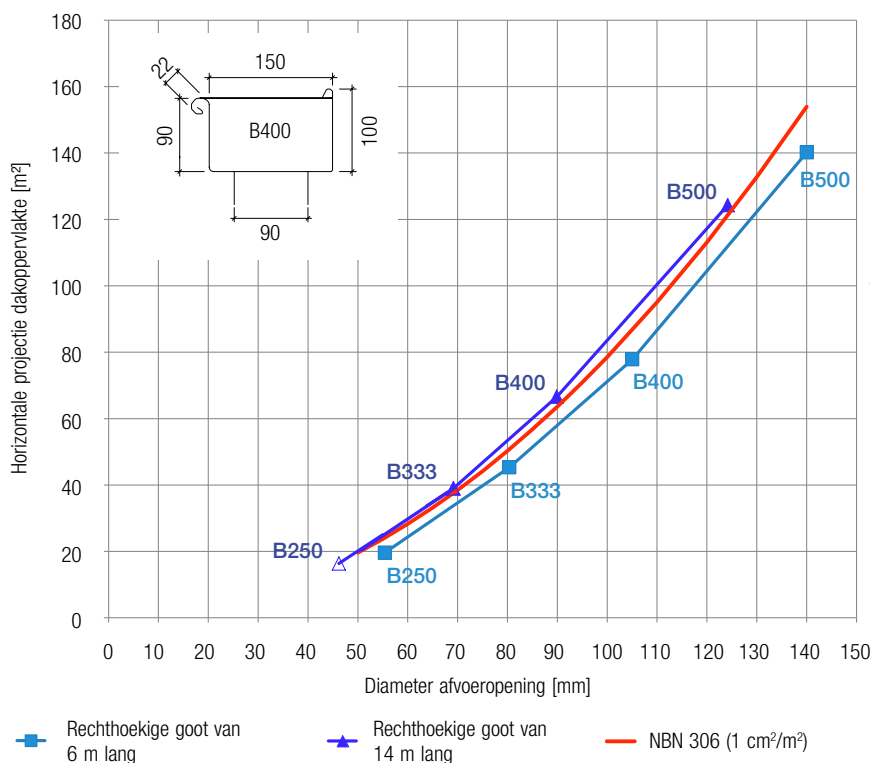
- in hanggoten
- op platte daken
 - tot een aangesloten dakoppervlakte van 113 m² (wat overeenstemt met een diameter voor de afvoeropening van 120 mm) indien gerekend wordt met een waterhoogte van 50 mm op het dak
 - tot een aangesloten dakoppervlakte van 38 m² (wat overeenstemt met een diameter voor de afvoeropening van 70 mm) indien gerekend wordt met een waterhoogte van 35 mm op het dak.

Voor alle andere gevallen wordt de uitgebreidere rekenmethode uit de norm NBN EN 12056-3 aangeraden.

Bij rechte afvoeropeningen kiest men dezelfde diameter voor de standleiding die erop aangesloten wordt.

L. Vos, ir. arch., onderzoeker, laboratorium Duurzame energie- en watertechnieken, WTCB

3 | Dimensionering van een ronde afvoeropening in een rechthoekige hanggoot



Vloeibare dakafdichtingen (LARWK's of Liquid Applied Roof Waterproofing Kits) worden meer en meer aangewend als afdichtingslaag bovenop de thermische isolatielaag van warme daken. We lichten in dit artikel toe wanneer en onder welke voorwaarden deze toepassing mogelijk is. Aangezien vloeibare afdichtingen al vrij courant gebruikt worden voor de uitvoering van dakopstanden en detailleringen die slechts moeilijk gerealiseerd kunnen worden met bitumineuze of synthetische afdichtingsmembranen, besloot het WTCB om deze op te nemen in zijn recent verschenen Technische Voorlichting nr. 244. Deze dakafdichtingen worden momenteel ook al vrij courant toegepast op harde betonnen ondergronden.

Vloeibare afdichtingen op warme daken

Om het toepassingsdomein van een dakafdichting na te gaan, raadpleegt men meestal de Technische Goedkeuring (ATG) van het afdichtingsmateriaal. In deze goedkeuringstekst kan men immers nagaan hoe en op welke ondergronden men een bepaalde afdichting mag aanbrengen. Totnogtoe beschikt echter nog geen enkel vloeibaar afdichtingssysteem voor warme platte daken over een dergelijke ATG.

De meeste systemen beschikken evenwel over een Europese Technische Goedkeuring (ETA) (*) die afgeleverd werd door een goedkeuringsinstituut in een Europees land. In sommige ETA's kan men een opsomming terugvinden van de ondergronden waarop de vloeibare systemen getest werden en geplaatst mogen worden. Dit is echter niet voor alle ETA's het geval: de ene bevat gedetailleerdere informatie dan de andere. In de bijlagen bij elke ETA worden wel steeds de gebruiksklassen opgesomd waaraan het systeem voldoet (zie tabel A). Om aan een bepaalde gebruiksklasse te voldoen, moet het afdichtingssysteem welbepaalde proeven doorstaan. We merken hierbij op dat de statische- en dynamische ponsweerstand van de afdichting voor een toepassing op warme daken (bij de bepaling van de gebruiksklassen) steeds beproefd moet worden op zowel een harde als een samendrukbare ondergrond (isolatiemateriaal).

Om te controleren of een vloeibaar afdichtingssysteem gebruikt kan worden voor een bepaalde toepassing, kan men deze gebruiksklassen vergelijken met de minimale prestatie-eisen uit tabel B.

Aan de hand van een voldoende gedetailleerde

A | Prestatie-eisen per gebruiksklasse

Gebruikscategorie	Subcategorie	
Levensduur (*)	W1	5 jaar
	W2	10 jaar
	W	25 jaar
Gebruikslasten	P1	- lage belasting, niet toegankelijke daken - dynamische ponsweerstand I1 - statische ponsweerstand L1
	P2	- gematigde belasting, enkel toegankelijk voor onderhoud - dynamische ponsweerstand I2 - statische ponsweerstand L2
	P3	- normale belasting, toegankelijk voor voetgangers - dynamische ponsweerstand I3 - statische ponsweerstand L3
	P4	- speciale belasting, groendaken - dynamische ponsweerstand I4 - statische ponsweerstand L4
Oppervlakte-temperatuur	Minimale oppervlaktetemperatuur	
	TL1	+5 °C (alle klimaatzones)
	TL2	-10 °C (gematigd lage temperatuur)
	TL3	-20 °C (zeer lage temperatuur)
	TL4	-30 °C (extreem lage temperatuur)
	Maximale oppervlaktetemperatuur	
	TH1	+30 °C (alle klimaatzones)
	TH2	+60 °C (gematigd hoge temperatuur)
	TH3	+80 °C (streng hoge temperatuur)
	TH4	+90 °C (extreem hoge temperatuur)

(*) Deze levensduurindicaties houden geen garantie van de producent in maar kunnen wel helpen om de juiste productkeuze te maken, afhankelijk van de gewenste levensduur van de werken.

ETA kan men dus nagaan of een afdichtingssysteem geschikt is voor de beoogde toepassing. Volgens tabel B zou een vloeibaar afdichtingssysteem voor een toepassing op een enkel voor onderhoud toegankelijk warm dak dus minimum moeten voldoen aan de criteria W3 P2 (beproefd op een samendrukbare ondergrond) TL3 TH3.

(*) Op 1 juli 2013 treedt de Europese Verordening nr. 305/2011 in werking die de voorwaarden vastlegt voor het verhandelen van bouwproducten. Vanaf die datum zullen alle ETA's omgevormd worden tot 'European Technical Assessments' of 'Europese Technische Beoordelingen (ETB)'. Dit impliceert dat ze enkel nog een beoordeling zullen vormen van de technische prestaties die de fabrikant van een bouwproduct zelf opgeeft. De ETA's zullen met andere woorden geen informatie meer geven over de geschiktheid van het product voor een bepaalde toepassing.



In de ETA's vindt men echter geen informatie terug over de uitvoeringswijze van het systeem (bv. welk primertype noodzakelijk is voor welke ondergrond).

Terwijl de [Technische Voorlichting nr. 215](#) en de ATG's van de dakafdichtingen duidelijke richtlijnen geven voor bitumineuze en synthetische dakafdichtingen, geven ze slechts weinig informatie over de toepassing van vloeibare dakafdichtingen op warme platte daken.

Doordat vloeibare afdichtingssystemen bovendien steeds op het dak gevormd worden (spuiten, gieten, uitstrijken, aanbrengen met

de borstel), zijn ze onvermijdelijk in meer of mindere mate gevoelig voor de weersomstandigheden (temperatuur, vocht, ...) en de vochtigheidsgraad van de ondergrond. Het betreft een specifieke techniek die enkel door hiertoe opgeleide plaatsers uitgevoerd mag worden. Om overal de noodzakelijke minimale droge laagdikte van het systeem te bereiken, dient men op bepaalde ondergronden rekening te houden met een meerverbruik van het vloeibare systeem.

Om het wegvloeien van het afdichtingssysteem ter hoogte van de naden van de thermische isolatieplaten te vermijden, dient

men onder de vloeibare afdichting steeds een onderlaag of 'carrier' aan te brengen over de volledige oppervlakte.

Om tegemoet te komen aan dit gebrek aan informatie, is het WTCB van plan om aan de herziene versie van de TV 215 een nieuwe tabel toe te voegen die de uitvoeringswijze verduidelijkt van de vloeibare afdichtingssystemen die voldoen aan de gewenste gebruiksklassen. Het Centrum zal hiervoor samenwerken met de werkgroep van fabrikanten en invoerders van vloeibare waterdichtingsproducten (ELW, Etanchéité-Liquide-Waterdichting). Op die manier zal er meer duidelijkheid geschapen worden over de voorzorgen die nodig zijn bij specifieke ondergronden. Omwille van de verscheidenheid aan vloeibare systemen zullen dergelijke algemene richtlijnen echter steeds beperkter blijven dan de systeemgebonden ATG's.

We willen er ten slotte op wijzen dat een correcte uitvoering momenteel enkel gegarandeerd is indien de voorschriften van de fabrikant van het vloeibare afdichtingssysteem nauwgezet opgevolgd werden (bv. i.v.m. het gebruik van primers en de te respecteren omgevingsvoorwaarden).

B | Aanbevolen ETAG-'W-P-TL-TH'-gebruiksklassen en prestatie-eisen voor thermisch geïsoleerde dakvlakken boven bewoonbare ruimten (gebaseerd op de ontwerp BUIgb-nota van december 2010)

Bijkomende bescherming van de vloeibare afdichting	Minimale prestatie-eisen voor de vloeibaar aangebrachte dichting (*)
Zonder extra bescherming	W3-P2-TL3-TH3
Met geïntegreerde bescherming	W3-P3-TL3-TH3
Met betegeling of ballast	W3-P3-TL2-TH2

(*) W: levensduurverwachting, P: gebruikslasten, TL en TH minimale en maximale oppervlaktetemperaturen (zie tabel A) Voor de plaatsing op een thermisch isolatiemateriaal dient het gebruikslastcriterium P op een samendrukbare ondergrond te zijn bepaald. Indien het vloeibare systeem aangebracht wordt op een waterdichte onderlaag, is minimaal W2 vereist.

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

Keuze van de geschikte parketlijm

Hout is nog steeds een felbegeerde vloerbedekking. Deze populariteit zorgde voor een enorme groei en diversifiëring van de markt die op elk moment tracht tegemoet te komen aan de steeds verregaandere eisen voor het uitzicht, de plankafmetingen, de gezondheid, ... Deze diversifiëring trof zowat alle materialen waarmee de parketlegger geconfronteerd kan worden: de ondergronden, de houten vloerbedekkingen, de lijmen en de afwerkingen. Al deze nieuwigheden hebben ervoor gezorgd dat de parketlegger momenteel de keuze heeft uit zo'n 1.900 mogelijke productcombinaties. Deze overvloed aan keuze gaat bovendien gepaard met een belangrijke variabele factor: het productmerk.

Deze wijzigingen hebben het beroep van parketlegger onophoudelijk doen evolueren en hebben ervoor gezorgd dat het steeds gespecialiseerder werd. Dit alles leidde tot een actualisatie van de technische referentiedocumenten. De werkgroep Parket van het WTCB vatte daarom de herziening aan van de TV 218 'Houten vloerbedekkingen: plankenvloeren, parketten en houtfineervloeren' uit 2000. Deze TV houdt de sector op de hoogte van de regels van de kunst en biedt nauwkeurige technische informatie over productfamilies en plaatsingstechnieken, zonder commerciële invalshoek.

Omwille van het ruime productaanbod is het voor de bouwprofessioneel echter niet altijd evident om het juiste lijmtypen te kiezen voor een gegeven bouwplaats. De informatie die vermeld wordt in de technische fiches van de fabrikanten is tot op vandaag bovendien nog vaak onvolledig. Zonder nauwkeurigere informatie staat de parketlegger vaak machteloos voor deze keuze. Om dit tekort aan te pakken, stelde het WTCB in samenwerking met parketleggers en lijmfabrikanten de tabel hiernaast op. Deze tabel bevat duidelijke technische informatie over de compatibiliteit tussen de mogelijke lijmfamilies en de verschillende houten vloerbedekkingen en ondergronden.

We willen erop wijzen dat men, naast de tabel, nog steeds de voorschriften uit de

TV 218 moet opvolgen. Naast de lijmkeuze kunnen immers ook andere factoren het gedrag van de houten vloer na verloop van tijd ernstig beïnvloeden (bv. de inwerkingstelling van een vloerverwarmingssysteem, de naleving van de eisen voor de vochtigheidsgraad van de ondergrond, ...).

Om het gebruik van de tabel te vereenvoudigen, werden de lijmen in vier grote groepen ondergebracht op basis van hun chemische samenstelling:

- dispersielijmen (witte lijmen)
- eencomponent polyurethaanlijmen: PU 1K
- tweecomponenten polyurethaanlijmen: PU 2K
- polymeerlijmen en hybride lijmen: SPUR, STP, MS polymeren, ...

De (in)compatibiliteit werd vervolgens aangegeven met een kleurcode:

- groen: de lijm is compatibel met de beschouwde ondergrond en houten voerbedekking
- oranje: deze lijmkeuze is mogelijk, mits voldaan wordt aan bepaalde voorwaarden (voorbereiding van de ondergrond, eventuele primer, ...), in overleg met de lijm- en parketfabrikant
- rood: de lijm is niet compatibel met de beschouwde ondergrond en houten vloerbedekking (bv. omwille van een verhoogd risico op vervorming bij een breed lamparket (met een dikte < 10 mm) dat men recht-

streeks wil aanbrengen op een dekvloer of gesloten ondergrond).

Aangezien andere, als complementair beschouwde, parameters de lijmkeuze kunnen beïnvloeden, voegden we een tweede legende toe:

- *: de fabrikant moet aangeven of de afwerking en de lijm compatibel zijn. Bepaalde lijmbestanddelen zouden immers de afwerking kunnen beïnvloeden
- **: men moet bij de lijmkeuze en het eventuele gebruik van een primer rekening houden met de aard van het plaatmateriaal en meer bepaald met het absorptievermogen ervan
- ***: de verlijming van vloeren in naaldhout wordt afgeraden.

Deze tabel geeft de bouwprofessioneel een aantal aanwijzingen en richtlijnen. Toch kunnen de eigenschappen van de lijmen nog sterk variëren binnen eenzelfde productfamilie, afhankelijk van de fabrikant.

Om de geschikte lijm te vinden afhankelijk van de eigenschappen van de beschouwde bouwplaats, wordt met andere woorden eerst de juiste lijmfamilie gekozen op basis van de ondergrond en de houten vloerbedekking. Vervolgens dient de aannemer ook nog rekening te houden met de lijmprestaties en -eigenschappen (hanteerbaarheid, open tijd, ...), die opgegeven worden door de fabrikant. ■

*S. Charron, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Hout en coatings, WTCB*





Lijmkeuze afhankelijk van het type houten vloerbedekking en het type ondergrond

Type houten vloerbedekking	Type ondergrond					
	Hout (onderparket, plaatmateriaal)	Dekvloer op basis van cement	Sneldrogende dekvloer	Dekvloer uit anhydriet	Gesloten ondergrond (tegels, epoxy, marmer)	Vloerverwarming
Mozaïekparket met afwerking	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *
Mozaïekparket zonder afwerking	Dispersie **	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride
Lamel op kant (dikte: 16 - 22 mm)	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *
Lamparket (dikte: 9 - 11 mm, breedte: < 75 mm, lengte: < 400 mm)	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *
Breed lamparket (dikte: 6 - 10 mm, breedte: 60 - 180 mm)	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K *	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride
Parket met tand en groef	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride
Samengesteld massief hard-hout ***	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride
Parket met kops-hout	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K *	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride *	Polymeer en hybride
Meerlagig parket (klein formaat : 70 x 500 mm)	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride
Meerlagig parket (groot formaat)	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie	Dispersie
	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K	PU 1K
	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K	PU 2K
	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride	Polymeer en hybride

De legende van de kleurcodes, *, ** en *** wordt verklaard in de tekst op pagina 12 hiernaast

Grote uitstalramen worden zeer frequent voorzien van verstijvers. Deze worden loodrecht op de gevel aangebracht, meestal ter hoogte van de verbindingen tussen de verschillende volumes. Dankzij de toepassing van verstijvers kan de dikte van de beglazing beperkt worden. Op voorwaarde dat men de ontwerp- en plaatsingsregels naleeft en de juiste materialen gebruikt, kunnen verstijvers stabiele steunen voor de beglazing vormen die zo op vier steunpunten rust.

Verstijvers voor uitstalramen

Keuze van de kit

De keuze van de kit die de verstijver en het glas met elkaar verbindt, is essentieel. Deze kit moet immers de windbelastingen naar de verstijver kunnen overbrengen zonder hierbij overmatige vervormingen te vertonen of aan hechtsterkte in te boeten. Bij uitstalramen die opgebouwd zijn uit een dubbele of driedubbele beglazing, moet ook de dichtingskit van het volume deze belastingsoverdracht mogelijk maken.

Men gebruikt bij voorkeur een SGG-kit (Structureel Gelijmd Glas) aangezien hun gebruiksgeschiktheid erkend werd door een Europese Technische Goedkeuring (ETA). Deze kittens zijn verkrijgbaar in het wit, in het grijs en in het zwart. Er bestaan ook transparante kittens maar deze zijn een stuk gevoeliger voor UV-stralen.

Men kan ook andere kittens gebruiken voor zover deze conform de STS 56.1 zijn, voldoen aan de klasse ISO 11600 G 20 HM of ISO 11600 G 25 HM en de belastingsoverdracht kunnen verwezenlijken (aangepaste elasticiteitsmodus en ontwerpspanning).

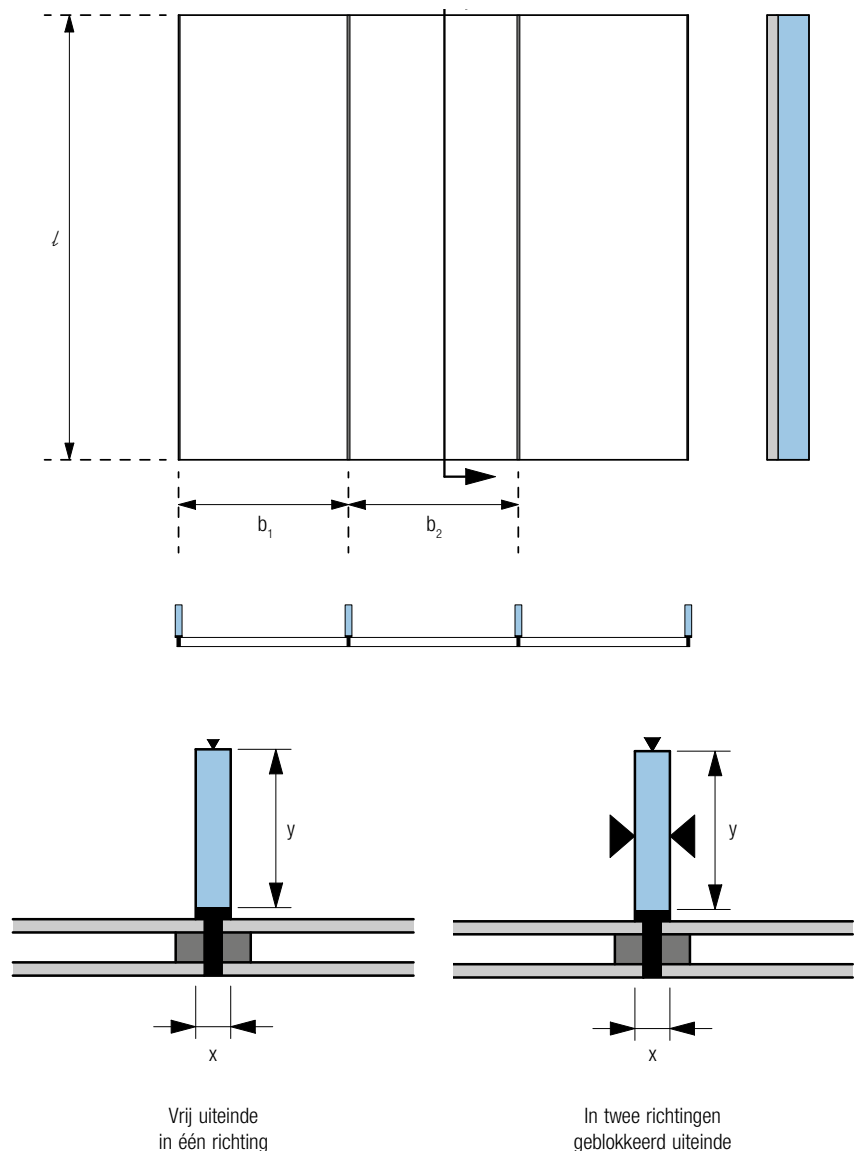
De goede werking van het uitstalraam zal, naast de productkeuze, ook afhangen van het ontwerp van de voeg (dimensionering en afmetingen van de voeg) en de zorg die aan de uitvoering besteed werd.

Dimensionering van de verstijvers

Glazen verstijvers met een rechthoekige doorsnede worden over de volledige hoogte van het uitstalraam aangebracht. Ze kunnen bestaan uit gehard of ongehard enkel glas of uit tweelagig- of drielagig glas (zie afbeelding 1).

Bij afgeschuinde verstijvers wordt afgeraden

1 | Schematische voorstelling van een uitstalraam met verstijvers over de volledige lengte



om meer dan de helft van de breedte af te schuiven en dit om twee redenen:

- de toestand van de steunpunten – en dan

vooral de stijfheid van de verstijver – oefent een sterke invloed uit op de gevoeligheid van het uitstalraam voor uitknikking (*)

(*) Uitknikking is een uiterste grenstoestand van elastische onstabielheid die leidt tot het plotse bezwijken van het element onder wringing en zijdelingse doorbuiging.



A | Verstijverafmetingen afhankelijk van de positie van het uitstralraam in de gevel (berekend voor de gebouwhoogtes uit tabel B)

Beglazing $\ell \times b$ (°)	Verstijver			
	Vrije uiteinden		Geblokkeerde uiteinden	
	Midden in de gevel	Rand van de gevel	Midden in de gevel	Rand van de gevel
	$X \times Y$ (°)	$X \times Y$ (°)	$X \times Y$ (°)	$X \times Y$ (°)
3 x 1	12 x 173	15 x 176	12 x 173	15 x 176
4 x 1	12 x 344	15 x 234	12 x 229	15 x 234
3 x 1,5	19 x 162	25 x 161	19 x 162	25 x 161
4 x 1,5	19 x 215	25 x 217	19 x 215	25 x 217
5 x 1,5	19 x 267	25 x 271	19 x 267	25 x 271
6 x 1,5	19 x 399	25 x 325	19 x 318	25 x 325

(°) $\ell \times b$: lengte van de verstijver x hart-op-hart afstand [m]
 (°) $X \times Y$: doorsnede van de verstijver [mm]

- de afschuining kan de weerstand tegen schokken en tegen een verkeerd gebruik van het uitstralraam sterk verminderen.

De keuze van de verstijver (x) wordt mede bepaald door de technologische eisen en de voorschriften op de bouwplaats (plaatsingstoleranties) (zie afbeelding en 1 en 2). De minimumdikte van de verstijver hangt af van de verlijmsbreedtes (s) die noodzakelijk zijn om weerstand te bieden aan de windkrachten, van de breedte van de dichtingsvoeg (ℓ_n) tussen de volumes (die de thermische bewegingen moet opvangen) en van de dimensionale- en plaatsingstoleranties van zowel de beglazing als de verstijver.

Voor de berekeningsresultaten uit tabel A

B | Ligging en hoogte van de gebouwen waarvoor de verstijverafmetingen uit tabel A gelden

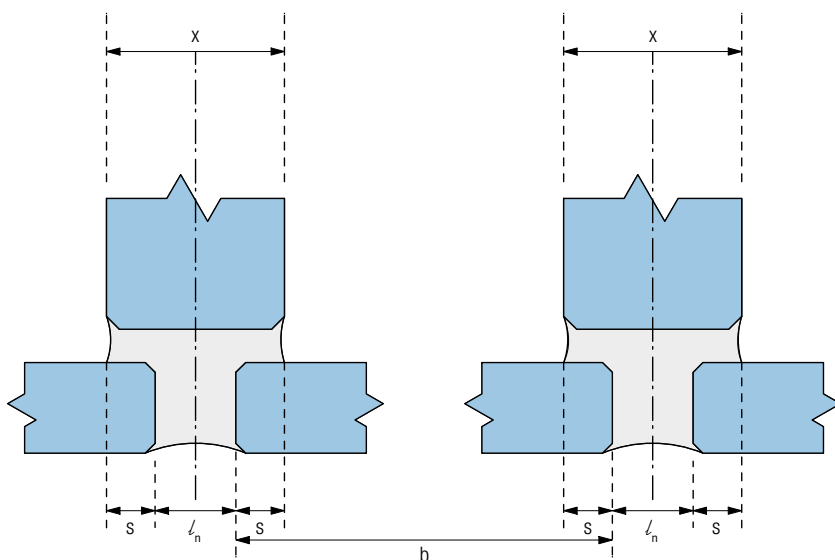
Ligging van het gebouw	Windsnelheid			
	26 m/s	25 m/s	24 m/s	23 m/s
	Gebouwhoogte tot ...			
Stad	25 m	30 m	30 m	30 m
Buitenwijk	9 m	12 m	15 m	19 m
Bosrijk gebied	3 m	3 m	4 m	6 m
Vlakte	0 m	0 m	0 m	0 m
Zee	0 m	0 m	0 m	0 m

beschouwen we de volgende omstandigheden:

- de centreerafwijkingen van de beglazingen ten opzichte van de implantingsassen bedragen ± 1 mm

- de fabricagetoleranties bedragen ± 1 mm
- de rekenwaarde voor de trekweerstand van de kit bedraagt $0,14 \text{ N/mm}^2$
- het bewegingsvermogen van de kit bedraagt 25 %
- de nominale breedte ℓ_n bedraagt 4 mm
- de minimumbreedte van s bedraagt 4 mm.

Uit tabel A blijkt dat het in de praktijk, zelfs met redelijk strenge plaatsingstoleranties, zeer moeilijk is om met een verstijver van 12 of 15 mm dik te werken, tenzij het een uitstralraam met kleine afmetingen betreft (breedte kleiner dan of gelijk aan 1 m). ■



2 | Dikte van de verstijver (x) afhankelijk van de breedte van de verlijming (s) en van de dichtingsvoeg (ℓ_n)

E. Dupont, ing., adjunct-diensthooft,
dienst Specificaties, WTCB

V. Detremmerie, laboheofd, laboratorium Dak en
gevelelementen, WTCB



Verven voor ETICS

Het kan in sommige gevallen aangewezen zijn om ETICS (buitenbepleisteringen op isolatie) te overschilderen om bijvoorbeeld een egaler uitzicht te verkrijgen of om het gebouw op te frissen. Nieuwe versamenstellingen laten bovendien toe om de oppervlakte-eigenschappen van de bepleistering te wijzigen en zo nieuwe functionaliteiten te verkrijgen. We geven in dit artikel een overzicht van de bestaande verftypes voor ETICS, hun voordelen en de eisen waaraan ze moeten voldoen.

Verven die op ETICS aangebracht worden, moeten voldoen aan de algemene norm NBN EN 1062-1. Deze norm geeft de esthetische en technische criteria op aan de hand waarvan men de belangrijkste eigenschappen van de verf kan bepalen. Tabel A geeft de belangrijkste technische criteria op voor de keuze van een verfsysteem voor ETICS.

De bindmiddelen van deze verven zijn doorgaans acrylaat- of siloxaanharsen. Deze laatste harsen kunnen acrylaathulpstoffen bevatten en worden dan vaak siliconenharsen genoemd. Er bestaan ook minerale verven op silicaatbasis. Verven op silicaat- en siloxaanbasis zijn weinig- of niet-filmvormend. Verven op acrylaatbasis zijn wel filmvormend.

1 Functies

Een verfsysteem kan een optionele afwerking vormen van ETICS. De verf wordt in dit geval aangebracht ofwel net na het aanbrengen van het afwerkpleister ofwel op een later tijdstip. Men kan er ook voor kiezen om tijdens de levensduur van de bepleistering een verlaag aan te brengen (bv. tijdens onderhoudswerken).

1.1 Homogeen uitzicht

De homogeniteit van het uitzicht vormt een van de belangrijkste redenen voor het aanbrengen van een verfsysteem op een nieuw ETICS. Omwille van het absorptievermogen van de ondergrond is het doorgaans immers moeilijk om een pleister met een perfect homogene kleur te realiseren. Dit fenomeen doet zich vooral voor bij de keuze voor een donkere tint. De kleurvastheid van het gepigmenteerde pleister is in dit geval niet altijd gewaarborgd. Men raadt bij donkere tinten dan ook meestal aan om een verlaag aan te brengen.

1.2 Weerstand tegen vervuiling en biologische groei

Afhankelijk van het ETICS en de blootstel-

A | De belangrijkste technische eigenschappen van verven voor ETICS, afhankelijk van de verschillende klassen uit de norm NBN EN 1062-1

Eigenschap	Proefnorm	Klasse	Eis	
Laagdikte	NBN EN 1062-1	E3	> 100 en ≤ 200 µm	
		E4	> 200 en ≤ 400 µm	
Waterdampdoorlatendheid	NBN EN ISO 7783	V1 (hoge klasse)	< 0,14 m (°)	> 150 g/(m².j)
		V2 (gemiddelde klasse)	≥ 0,14 en < 1,4 m (°)	≤ 150 en > 15 g/(m².j)
Weerstand tegen scheurvorming (°)	NBN EN 1062-7	A0	Geen eisen	
		A1	> 0,100 mm	
		A2	> 0,250 mm	
		A3	> 0,500 mm	
		A4	> 1,250 mm	
		A5	> 2,500 mm	

(°) Waterdampdiffusieweerstand (S_d).
 (°) De opgegeven waarden stellen de maximale scheuropening in de ondergrond voor die kan opgevangen worden door de verlaag voor er scheurvorming optreedt.

lingsgraad (bv. beboste omgeving) kan het aanbrengen van een verf noodzakelijk zijn om biologische groei en/of vuilafzettingen te voorkomen. Er werden een aantal technische oplossingen ontwikkeld om de aantasting van het uitzicht van de gevel door dergelijke micro-organismen of vervuilingen te vertragen.

De meest courante behandelingen bestaan uit de toevoeging van biociden aan de verf of het gebruik van een siloxaanbindmiddel. Met dit laatste bindmiddel creëert men een waterafstotend effect dat de waterafvloeiing stimuleert en de vuilafzetting beperkt. Andere innovatieve oplossingen zijn recent ontwikkeld of bevinden zich in ontwikkelingsfase. Enkele oplossingen die tot de opkomst van nieuwe verven hebben geleid, zijn:

- verven met 'lotus'-effect. Door hun micro-oppervlakteruimte zijn deze verven zeer waterafstotend
- 'fotokatalytische' verven. De titaandioxide-

partikels die aan de verf toegevoegd werden, zorgen voor de afbraak van organische elementen (algen, vuildeeltjes, ...) onder invloed van UV-stralen.

1.3 Onderhoud en renovatie

Na verloop van tijd zullen gevels met ETICS een zekere veroudering ondergaan en kunnen ze onderhouds- en/of renovatiewerken vergen.

Zelfs met de hierboven aangehaalde technische oplossingen voor biologische groei en vuilafzettingen, kan men niet definitief vermijden dat de gevels een bepaalde vervuiling kennen. Na de uitvoering van reinigings- en saneringswerken die aangepast zijn aan de gevel en het vervuilingstype, kan men een verf aanbrengen op het ETICS om het originele decoratieve uitzicht opnieuw te benaderen. Men kan een verf aanbrengen die vergelijkbaar is met de verven die hier-



boven aangehaald werden om de vervuiling preventief aan te pakken. Deze kan echter niet permanent vermeden worden en het aanbrengen van verflagen zal na verloop van tijd herhaald moeten worden.

Er kunnen zich op het oppervlak van de ETICS fijne scheurtjes vormen van enkele tienden van een millimeter groot. Deze zijn eigen aan het pleistersysteem en worden niet beschouwd als een gebrek. Deze scheurtjes kunnen, na een gepaste voorbereiding van de ondergrond, opgevuld en bedekt worden door middel van een verflaag.

Het aanbrengen van een verflaag zal echter niet volstaan om alle mogelijke schade op ETICS te behandelen. Bij aanzienlijke schade waarbij bijvoorbeeld het grondpleister aangeast is en diepgaandere herstellingswerken bijgevolg nodig zijn, zal de verflaag pas aangebracht worden als afwerkingslaag.

De verflaag mag pas uitgevoerd worden nadat de oorzaak van de problemen aangepakt werd en dient bijgevolg deel uit te maken van een nieuw pleistersysteem. Ze zal bovendien niet altijd noodzakelijk zijn. Indien enkel plaatselijke herstellingswerken noodzakelijk zijn, kan een verflaag aangewend worden om de gerenoveerde gevel van een homogeen uitzicht te voorzien.

Afhankelijk van de staat van het ETICS kunnen de aangebrachte verven uiteenlopende eigenschappen vertonen (zie tabel 2). De verven mogen enkel aangebracht worden nadat een geschikte grondlaag voorzien werd.

C | Compatibiliteit tussen het hoofdbindmiddel van de verf en dat van het afwerkpleister

Hoofdbindmiddel van de nieuwe verf	Hoofdbindmiddel van het afwerkpleister (*)				
	Acrylaat	Siloxaan	Silicaat	Cement	Kalk
Acrylaat	+	+	– (?)	+	– (?)
Siloxaan	+	+	+	+	+
Silicaat	–	–	+	+	+

(*) +: Compatibel, –: Niet compatibel
(?) Tenzij er een specifieke grondlaag aangebracht werd.

2 Eisen

Verven voor ETICS moeten voldoen aan diverse technische eisen, afhankelijk van het pleistersysteem waarop ze aangebracht worden.

2.1 Structuur van het pleister

De verf moet aangepast zijn aan de oppervlaktetextuur van het ETICS. Ze moet overal voldoende dekkend aangebracht worden en moet de oorspronkelijke structuur van het pleistersysteem bewaren.

2.2 Vochtgedrag

Het aanbrengen van een verflaag op ETICS zal de globale waterdichtheid van het pleistersysteem verhogen en zijn waterdampdoorlaatbaarheid verminderen. Om waterophoping te vermijden tussen het isolatiemateriaal en het pleistersysteem dient men de eisen uit de ETAG 004 te respecteren en in het bijzonder de eisen met betrekking tot de waterdampdoorlaatbaarheid. Dit do-

cument legt een dampdiffusieweerstand (S_d) kleiner dan of gelijk aan 2,0 m op voor bepleisteringssystemen met geëxpandeerd polystyreen en van 1,0 m voor systemen met minerale wol.

Men moet er bijgevolg op toezien dat de waterdampdoorlaatbaarheid van de verf aangepast is aan de eigenschappen van het onderliggende pleistersysteem en het gebruikte isolatiemateriaal. Vermits de dampdoorlatendheidsklasse V2 van verven zeer ruim is (0,14 m tot 1,4 m), hanteert men bij voorkeur de reële waarde uit de technische fiche van de verf. Voor systemen met een isolatie uit minerale wol is het raadzaam om een verf van klasse V1 te kiezen.

Bij onderhouds- of renovatiewerken kan men geconfronteerd worden met meerdere aangebrachte verflagen. In voorkomend geval dient men eerst en vooral de aanwezige onderlaag en het gebruikte isolatiesysteem te identificeren. Infociche 47 somt de aandachtspunten op waarmee men rekening moet houden tijdens iedere uitvoeringsfase van het ETICS (voor, tijdens of na de werken). Dit stappenplan kan de identificatie van de gebruikte producten en de aanwezige ondergronden een stuk vereenvoudigen. Indien de prestaties van het aangebrachte pleistersysteem onbekend zijn, kan een laboratoriumonderzoek uitsluitsel geven.

2.3 Compatibiliteit

De gebruikte verf moet verenigbaar zijn met het pleistersysteem. Men kan deze compatibiliteit beoordelen aan de hand van tabel C (voor meer informatie verwijzen we naar het WTCB-Dossier 2010/2.12).

E. Cailleux, dr., adjunct-labohoofd, laboratorium Hout en coatings, technologische adviseur, WTCB
I. Dirckx, ir., projectleider, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB

B | Aanbevelingen voor de verf afhankelijk van de toestand van het ETICS

Toestand van het ETICS	Aanbevelingen voor de verf
Beperkte esthetische gebreken: oppervlaktevervuiling en/of biologische groei	Decoratieve verf Geen eis voor de dikte (courante klasse E3) Geen eis voor de scheurweerstand (klasse Ao)
Oppervlakkige scheuren van een tiende van een millimeter groot (*) die te wijten zijn aan een normale veroudering van het systeem en die het grondpleister niet aantasten	Aanbrenging van een verflaag of een dikkere coating om de scheurvorming te maskeren Dikteklasse E3 of E4 afhankelijk van de scheuropening Scheurweerstand van klasse A1 of A2 afhankelijk van de scheuropening
Omvangrijkere schade	De verflaag mag enkel aangebracht worden als afwerking van de herstellingswerken Geen eis voor de dikte (courante klasse E3) Geen eis voor de scheurweerstand (klasse Ao)

(*) Aanvaarde scheuren $\leq 0,3$ mm





Scheurvorming in keramische of natuurstenen buitenbetegelingen

Scheurvorming in keramische of natuurstenen buitenbetegelingen is een veel voorkomend fenomeen. Ongeacht de bouwwijze en ondanks het naleven van alle gebruiksvorschriften blijven microscheurtjes in keramische en natuurstenen betegelingen inherent aan dit vloerbedekkingstype. Dit is onder meer te wijten aan het feit dat buitenbetegelingen blootstaan aan een uitzonderlijk hoge blootstellingsgraad. We overlopen in dit artikel de belangrijkste oorzaken van dit fenomeen. Het WTCB stelt momenteel een Technische Voorlichting op over buitenterrassen op volle grond. Hierin zullen aanbevelingen gegeven worden om het risico op scheurvorming te beperken.

Hygrotermische schommelingen

De temperatuur van een buitenbetegeling die blootstaat aan bezonning kan variëren van -10 à -15 °C in de winter tot 50 à 60 °C in de zomer, afhankelijk van de kleur van de betegeling (licht of donker). De dimensionale vervormingen die met deze temperatuurschommelingen gepaard gaan, kunnen enkele millimeters groot zijn en belangrijke spanningen teweegbrengen in de vloerbedekking.

Bij een gelijmde plaatsing op een verharde dekvloer (de vaakst aangeraden plaatsingsmethode voor buitenbetegelingen) veroorzaken deze thermische bewegingen afwisselende druk- en trekspanningen in het geheel dekvloer/betegeling wanneer de temperatuur respectievelijk stijgt of daalt.

Indien de vloerbedekking aan de dekvloer hecht en deze op zijn beurt aan de ondergrond hecht, blijft het risico op scheurvorming relatief beperkt (voor zover de ondergrond stabiel is en geen scheurtjes vertoont).

Men voorziet buitenterrassen echter vaak van een draineringslaag (bv. uit ongeweven synthetisch textiel) die aangebracht wordt tussen de ondergrond en de deklaag en die deze laatste vrij laat bewegen.

De voornoemde spanningen zullen bij deze plaatsingsmethode niet groot genoeg zijn om meldenswaardige scheuren te veroorzaken in de betegeling op voorwaarde dat de vloerbedekking en de dekvloer voorzien zijn van uitzettingsvoegen die de terrasvloer in kleine veldvelden opdelen (doorgaans 15 tot 16 m²), de dekvloer voldoende gewapend is en zonder al te veel wrijving kan bewegen over de ondergrond.

In het andere geval (te groot oppervlak,

onvoldoende gewapende dekvloer, ondergrond met een variabele dikte die het bewegen van de dekvloer belemmert) kunnen de trekspanningen die gepaard gaan met de afkoeling van de dekvloer en de betegeling, scheuren veroorzaken. Deze kunnen zowel optreden ter hoogte van de voegen als in de tegels zelf, naargelang van de trekweerstand van het materiaal (zie afbeelding 1).

Bij een plaatsing met mortel in een gestabiliseerd zandbed kan de zwakke trekweerstand van de verschillende lagen tijdens afkoelingsperiodes scheurtjes veroorzaken in de voegen (die doorgaans zachter zijn dan

de tegels). Bij een plaatsing met kruisende voegen merken we vaak scheuren op die beginnen in een voeg en doorlopen in de betegeling.

Omwille van deze scheurgevoeligheid wordt een plaatsing met mortel op een gestabiliseerd zandbed doorgaans afgeraden voor buitentoepassingen en zou deze enkel weerhouden mogen worden voor de plaatsing van dikke tegels en/of tegels met een sterk variërende dikte.

Indien de betegeling ingesloten is aan de omtrek (met onvoldoende uitzettingsruimte),

Afzonderingslagen

Men kan op de markt ook afzonderingslagen terugvinden die in hechting aangebracht worden op de ondergrond en waarop vervolgens de tegels verlijmd worden. Deze lagen laten een beperkte beweging van de tegels toe en verminderen op die manier de spanningen die veroorzaakt worden door de relatieve vervormingen tussen de vloerbedekking en haar ondergrond.

Deze lagen worden afzonderingslagen of -membranen genoemd en hebben een dikte van 1,5 tot 3,5 mm. Indien deze lagen ook een draineringsfunctie moeten vervullen (bv. in buitenvloeren), worden ze 6 tot 8 mm dikker.

Ze zijn doorgaans opgebouwd uit ongeweven vilt, eventueel in combinatie met een generd membraan (bv. uit polyethyleen) of, indien deze laag ook een draineringsfunctie vervult, een dikkere vloermat uit bijvoorbeeld polyethyleen.

Terwijl er voor dichtingsproducten meerdere normen bestaan (zie [WTCB-Dossiers 2010/2.11](#)), bestaat er voor deze afzonderingslagen nog geen enkele norm die de eigenschappen en verwachte prestaties van dit producttype vastlegt of proefmethodes opgeeft voor de evaluatie ervan. De gebruiker kan dus enkel steunen op de aanwijzingen van de fabrikant. We willen erop wijzen dat enkele producten wel beschikken over een goedkeuring uit andere landen zoals Frankrijk of Duitsland, maar niet uit België.

Het WTCB start binnenkort een onderzoek onder leiding van het TC Harde muur- en vloerbekledingen naar de prestaties van deze afzonderingsmatten of -membranen.



1 | Microscheurtjes ter hoogte van de voegen van een natuurstenen betegeling

kunnen de met de temperatuurstijgingen gepaard gaande drukspanningen afschilferingen veroorzaken in de betegeling. Dit is vooral het geval wanneer de voegmortel zeer hard is en de voegen onvolledig opgevuld kunnen worden.

Krimp van de dekvloer

Wanneer de tegels in een verse dekvloer geklopt worden of verlijmd worden op een relatief jonge verharde dekvloer, kan de restkrimp van de dekvloer spanningen veroorzaken in de betegeling.

Wanneer de dekvloer aangebracht werd op een drainerende onder- en/of scheidingslaag die kan vervormen bij belasting (bv. een dikke drainerende mat), kunnen deze spanningen opwelvingen en scheuren met een onregelmatig verloop veroorzaken in het geheel dekvloer/betegeling. Voor meer informatie hierover kan met de [WTCB-Dossiers 2008/4.2](#) raadplegen.

Bewegingen van de ondergrond

In tegenstelling tot gebouw- of wegfunderingen mag de onderzijde van de onderfundering van terrassen hoger liggen dan de vorstgrens (doorgaans vastgelegd op 80 cm) en mag ze ook in zones liggen met een variabel grondwatergehalte (hoger dan 1,5 m of meer bij zeer plastische vloeren).

Bij extreme weersomstandigheden kan de grond onder de onderfundering van het terras dus zwellen of krimpen en kunnen er scheurtjes optreden in het geheel dekvloer/betegeling. Indien de grond bestaat uit een recent gerealiseerde ophoging die niet correct verdicht werd (de lagen mo-

gen 20 tot 30 cm dik zijn en dienen zorgvuldig aangestampt te worden), kan een resterende compactering van de grond na de uitvoering van het terras aanleiding geven tot de vervorming ervan met scheurvorming tot gevolg.

Indien men industriële reststoffen gebruikt voor de ophopingswerken, moet men zich ervan vergewissen dat het om inerte materialen gaat (zie [WTCB-tijdschrift 1996, nr. 4](#), p. 21).

Deze scheuren zijn doorgaans relatief omvangrijk en de oorzaak ervan kan meestal achterhaald worden door middel van een sondering.

Mechanische belastingen

Betegelingen op buitenterrassen hebben doorgaans een geringe dikte (10 tot 15 mm voor keramische tegels en meestal 15 tot 40 mm voor natuursteentegels). Deze diktes volstaan meestal indien de betegeling enkel belast wordt door voetgangersverkeer.

Voor garage-ingangen zal het voertuigenverkeer een veel hogere belasting vormen en zal men dus dikkere tegels moeten aanwenden. Daarnaast zal men ook een aangepaste stelmethode en aanzienlijk dikkere onderlagen moeten hanteren. De plaatsing van een dunne betegeling met mortel op een gestabiliseerd zandbed zal in dit geval een groot risico op scheurvorming inhouden omwille van de vervorming van het zandbed onder invloed van de berijding.

Bij een plaatsing met mortellijm op een gewapende dekvloer moet men erop toezien dat het volledige oppervlak van elke tegel

goed ondersteund wordt (dit verhoogt hun buig- en schokweerstand). Dit kan enkel verzekerd worden met een verzorgde plaatsing door middel van een dubbele verlijming.

Vorstweerstand

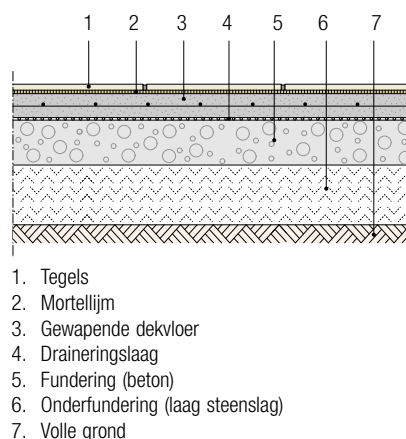
Om weerstand te kunnen bieden tegen de verschillende belastingen die in dit artikel aangehaald werden, dienen de gebruikte vloerbetegelingsmaterialen hoge mechanische eigenschappen te vertonen. Dit is doorgaans het geval voor keramische tegels van het type fijn verglaasd keraamgres en voor natuursteentegels uit graniet of basalt.

Bepaalde keramische tegels of zachtere natuursteentegels vertonen reeds van bij hun plaatsing zwakkere mechanische eigenschappen en zullen bijgevolg gevoeliger zijn voor scheurvorming. De fiches uit de [TV 228](#) geven meer informatie over de mechanische eigenschappen en de vorstweerstand van zo'n 50-tal natuursteensoorten.

Men moet er rekening mee houden dat de initiële mechanische eigenschappen van de tegels soms geleidelijk aan kunnen verzwakken onder invloed van de ondergane vorst-dooicycli (zie [WTCB-Dossiers 2011/4.12](#)). De treksterkte van het materiaal kan soms zodanig verzwakken dat bepaalde, initieel onschadelijke spanningen, toch scheurvorming veroorzaken in de betegeling. ■

L. Firket, arch., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Technisch advies, WTCB

F. de Barquin, ir., departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB



2 | Schema van een buitenbetegeling op volle grond

Trillingshinder in gebouwen

De trillingen die we in dit artikel bespreken, zijn dynamische microbewegingen die veroorzaakt worden in gebouwen of structurele elementen. Ze kennen diverse oorzaken en kunnen uiteenlopende problemen veroorzaken. We geven een overzicht van de normen die deze problemen behandelen en verduidelijken hoe identificatiehulpmiddelen een oplossing kunnen aanreiken.

Oorzaken en gevolgen

Trillingen kunnen veroorzaakt worden door bronnen buiten het gebouw: allerhande verkeersvormen, naburige afbraakwerkzaamheden, technische bouwplaatsen met diepfunderingstechnieken (zie afbeelding), ontploffingen in steengroeven, ... Ze kunnen echter ook in het gebouw zelf opgewekt worden door de bewoners of de werking van technische uitrustingen.

Enkele van de meest voorkomende problemen:

- subjectieve hinder voor personen. Geluidshinder is alom gekend, terwijl trillingshinder veel minder gekend is
- risico op gebouwschade: het verschijnen van scheuren
- verstoorde werking van gevoelige technische uitrustingen.

Normalisatie

Weinigen weten dat er een referentienorm voor deze problematiek bestaat. De Belgische norm NBN B 03-003 'Vervormingen van draagsystemen. Vervormingsgrenswaarden. Gebouwen' uit 2003 reikt niet alleen voor ieder typeprobleem een methodologie voor trillingsmetingen aan, maar geeft ook grenswaarden en maximumcriteria op. Indien deze waarden tijdens de proef overschreden wer-

den, kan men besluiten dat:

- de gebouwgebruikers reële hinder onder vinden
- de trillingen aan de basis kunnen liggen van de gebouwschade die zich eventueel voordoet (een overschrijding van de grenswaarde veroorzaakt immers niet noodzakelijk schade)
- de trillingen de oorzaak vormen van de verstoorde werking van gevoelige technische uitrustingen (bv. in het kader van precisie metrologie, elektronische microscopie, chemie, chirurgie, ...).

Oplossingen

We vatten hieronder een aantal mogelijke oplossingen voor de aangetroffen problemen samen. Voor meer informatie verwijzen we naar het [WTCB-Dossier 2013/2.11](#).

De **subjectieve trillingshinder** voor personen wordt bij voorkeur op objectieve wijze vastgesteld door middel van een monitoring. In de meeste gevallen zal deze monitoring effectief hinder vaststellen. Hoewel deze monitoring geen oplossingen aanreikt, geeft hij wel aan dat er een reëel probleem bestaat waarvan de oorzaak doorgaans gekend is. In het geval van wegverkeer bijvoorbeeld kan het probleem verholpen worden door de vlakheidsgraad van de wegbedekking te verhogen of oneffenheden te herstellen.

Bouwplaatswerkzaamheden kunnen **gebouwschade** veroorzaken. De aannemer en bouwheer van deze werkzaamheden hebben er dan ook alle baat bij om een monitoring uit te voeren die hen ervan verzekert dat hun bouwplaats de veiligheid van de naburige gebouwen niet in het gedrang zal brengen. Indien de grenswaarde tijdens de monitoring niet overschreden wordt, vormen de gebruikte technieken op de bouwplaats geen gevaar voor de omliggende gebouwen. In het tegenovergestelde geval zal men op zoek moeten gaan naar een alternatieve bouwtechniek die minder trillingen genereert.

De **verstoorde werking van gevoelige technische uitrustingen** kan diverse oorzaken hebben. Een correct gedimensioneerde trillingsontkoppeling kan de goede werking van de uitrusting garanderen.

Bij trillingen die veroorzaakt worden door de technische gebouwuitrusting dient men het trillingsspectrum te kennen om een oplossing te kunnen vinden.

Ook trillingsgegenereerde geluiden kunnen diverse oorzaken hebben. Een typisch voorbeeld is een geluidsofnamestudio in een stedelijke omgeving: externe bronnen kunnen trillingen veroorzaken in de studio. Deze trillingen zijn op zich misschien niet zo storend, maar het geluidsniveau dat ze met zich meebrengen kan wel voldoende hoog zijn om de opnames in de studio sterk te verstoren. Het beste voorbeeld van zo'n trillingsbron is in dit geval een tram. Hoewel dit transportmiddel slechts weinig luchtgeluid creëert, veroorzaakt het niettemin hevige trillingen in de gebouwstructuur die als storend geluid naar binnen worden afgestraald. Om dit probleem te verhelpen, kan men de volledige opnamestudio voorzien van een trillingsontkoppeling die gedimensioneerd werd volgens het aanwezige trillingsspectrum.

C. Crispin, ir., laboratoriumhoofd, en C. Mertens, ir., projectleider, laboratorium Modellisatie en analyse, WTCB





Centrale-verwarmingsinstallateurs beschikken al meerdere jaren over warmteafgifetabellen voor radiatoren. Deze laten hen toe om, zonder al te veel moeilijkheden, uit te maken welk toestel ze moeten installeren om de warmteverliezen in het gebouw te compenseren. Aangezien de dimensionering van vloerverwarmingssystemen daarentegen een aantal moeilijkheden kan inhouden, wordt deze taak doorgaans overgelaten aan de fabrikanten of aan de verdelers van deze systemen.

Nieuwe normen voor vloerverwarmingssystemen

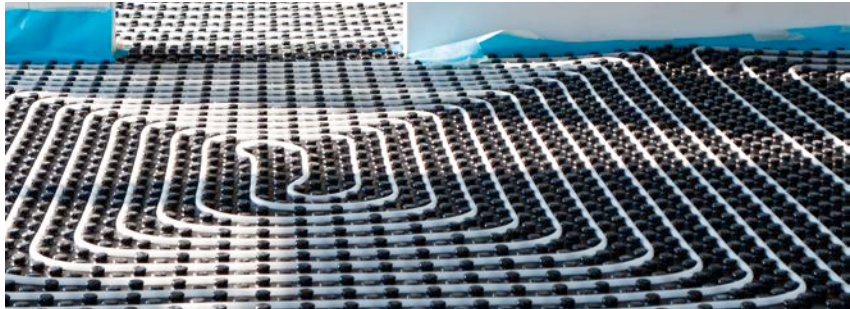
De verschijning van een nieuwe normenreeks over de dimensionering van vloerverwarmingssystemen legt eisen op voor de dimensionering en installatie van vloerverwarmingssystemen en verplicht fabrikanten van deze systemen om hun warmteafgifetabellen ter beschikking te stellen. Deze regels zijn algemeen van toepassing op alle oppervlakteverwarmings- en koelsystemen met waterdoorstroming die ingebouwd worden in de vloeren, plafonds of muren van woon- en kantoorgebouwen en andere gebouwen met identieke of gelijkaardige functies als woongebouwen. De normenreeks bestaat uit vijf delen:

- definities en symbolen (NBN EN 1264-1)
- berekenings- en beproevingsmethodes voor de bepaling van het warmtevermogen (NBN EN 1264-2)
- dimensionering (NBN EN 1264-3)
- installatie (NBN EN 1264-4)
- bepaling van warmtevermogen (NBN EN 1264-5).

De norm NBN EN 1264-2 verplicht fabrikanten om de volgende gegevens op te geven:

- de **karacteristieke curves** van de vloerverwarmingssystemen. Deze stellen de oppervlaktewarmteafgifte voor, afhankelijk van het verschil tussen de temperatuur van het warmtetransportmiddel en de omgevingstemperatuur. Men heeft meerdere curves nodig om de warmteweerstand van de vloerbedekking en de afstand tussen de leidingen in rekening te brengen
- de **grenscurves** die rekening houden met het maximaal toelaatbare verschil tussen de temperatuur van het vloeroppervlak en de omgevingstemperatuur (respectievelijk 9 K en 15 K voor leefruimtes en randzones (1)).

De grafiek hiernaast geeft een voorbeeld van de karakteristieke curves voor een vloerverwarmingssysteem met leidingen die 10 cm uit elkaar liggen en die vervat zitten in een 5 cm



dikke dekvloer. In dit voorbeeld bedraagt de maximale oppervlaktewarmteafgifte van een keramische tegelvloer ($R = \sim 0 \text{ m}^2\text{K/W}$) in de leefruimte 98 W/m^2 . Het hieruit voortkomende verschil tussen de watertemperatuur en de omgevingstemperatuur bedraagt 15 K.

De norm NBN EN 1264-3 beschrijft de dimensionering van vloerverwarmingssystemen aan de hand van karakteristieke curves (afstand tussen de leidingen, aanvoertemperatuur van het water, gebruik van een eventuele randzone (2), warmteafgifte naar boven en naar beneden, waterdebiet, ...).

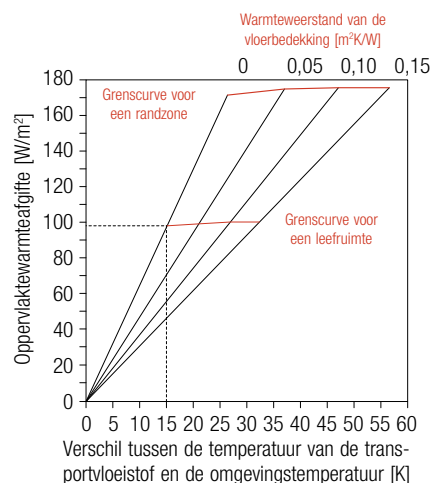
De norm NBN EN 1264-4 geeft uniforme eisen op voor het ontwerp en de uitvoering van vloerverwarmingssystemen (praktische aanbevelingen voor de onderliggende isolatielaag, de isolatiestrook langs de omtrek, de veiligheidsmaatregelen – zoals de beperking van de watertemperatuur in de leidingen –, de afsluitkranen en regelsystemen, de leidingen, de uitzetvoegen, de dichtheidstest, de inwerkingstelling, enz.).

Hoewel bepaalde aanbevelingen uit deze normenreeks verschillen van deze uit de Technische Voorlichtingen van het WTCB, blijven deze laatste niettemin geldig.

Aan de hand van de norm NBN EN 1264-5 kan men de oorspronkelijke karakteristieke

curves van het vloerverwarmingssysteem aanpassen en gebruiken voor andere toepassingen zoals muurverwarming of plafondkoeling.

Op de website van de Normen-Antennes (www.normen.be) kan men een uitgebreide lijst terugvinden van alle normen over verwarming. De normen NBN EN 1264-1 tot -5 kunnen bovendien rechtstreeks gedownload worden op onze website (www.wtcb.be). ■



Voorbeeld van karakteristieke curves voor een vloerverwarmingssysteem

C. Delmotte, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Luchtkwaliteit en ventilatie, WTCB

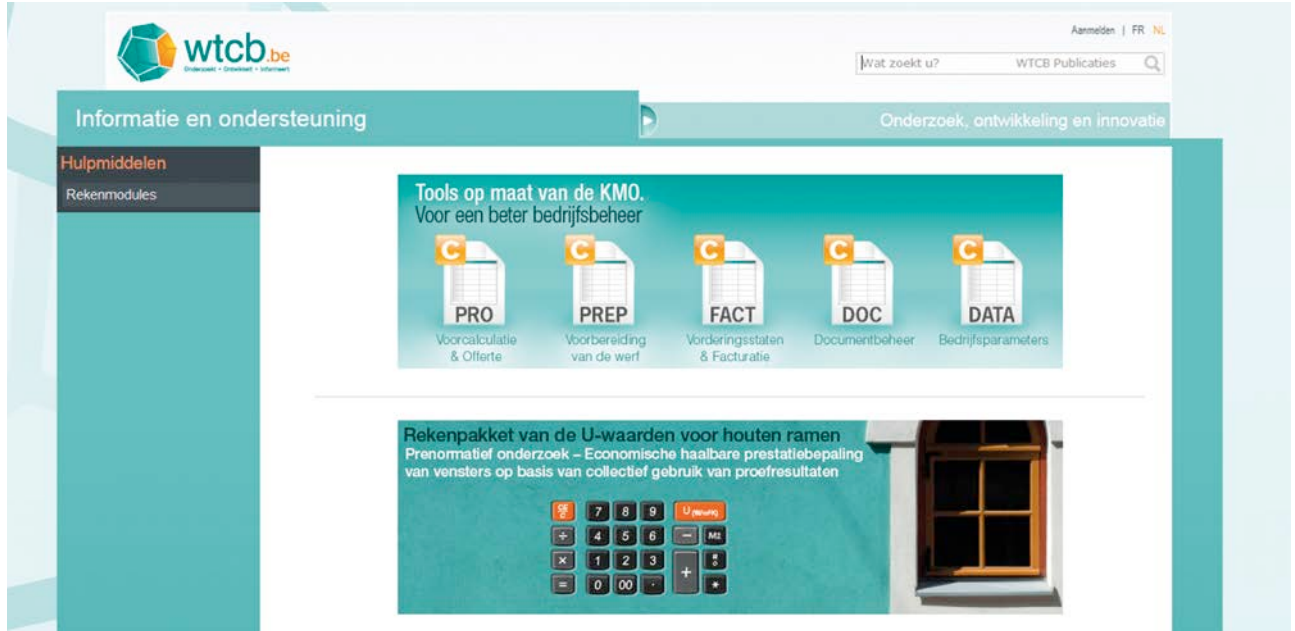
Dit artikel kwam tot stand in het kader van de activiteiten van de Normen-Antenne Energie en binnenklimaat, gesubsidieerd door de FOD Economie

(1) Het maximaal toelaatbare verschil is kleiner voor houten vloerbekledingen.

(2) De randzone is een zone van de verwarmde vloer waar de temperatuur hoger opgedreven wordt. Het gaat doorgaans om een zone van hoogstens 1 m breed die langs de buitenmuren loopt.

Ontdek de C-tools van het WTCB

Op de vernieuwde website www.wtcb.be vindt de aannemer verschillende rekentools terug die hem het leven makkelijker kunnen maken. Kmo's kunnen er bovendien beheertools downloaden die speciaal op hun maat afgestemd zijn.



Het voortbestaan van een onderneming hangt niet enkel af van de bouwtechnische expertise en het respecteren van de regels van de kunst, maar ook van de controle over het beheer en de organisatie.

De onderstaande didactische modules geven kmo's de kans om zich beter te structureren en om de bedrijfsprocessen van hun projecten te verbeteren. Deze tools helpen onder meer om een betere prijsopbouw te maken, een bouwplaats grondiger voor te bereiden en om, met het oog op de facturatie, de vorderingsstaten en de gerealiseerde bedragen per vorderingsperiode te berekenen.

Sinds maart 2013 kunnen er vijf tools gedownload worden die allemaal werken met Microsoft Excel® (versie 2007 of 2010). Hieronder volgt een korte voorstelling van de verschillende functionaliteiten.



De tool C-PRO® laat toe om meetstaten in te lezen en na te rekenen, om de directe kosten in te voeren (manuren, materialen, onderaanneming, materieel), om een post eventueel onder te verdelen in verschillende elementen en om de algemene kosten en de winstmarges in te voeren. Vervolgens kan de offerte afgedrukt worden of bewaard worden in PDF-formaat.



Deze nieuwe tool laat toe om de bouwplaatsvoorbereiding te systematiseren en voorziet in een uitgebreide checklist van de verschillende activiteiten en hun verantwoordelijken.



Met de module C-FACT® kan de aannemer een offerte inlezen, de uitgevoerde hoeveelheden per vorderingsperiode invoeren, de gerealiseerde bedragen berekenen, de prijs herzien (indien van toepassing), de vorderingsstaat en de schuldvordering afdrukken en doorgeven en, ten slotte, de factuur opstellen en de opvolging ervan voorzien.



Met deze nieuwe tool kan de aannemer de bedrijfs- en bouwplaatsgegevens automatisch invoeren in een reeks typedocumenten en kan een vooraf opgestelde mapstructuur gesystematiseerd worden. C-DOC® werd ontwikkeld om het gebruik van dergelijke typedocumenten te optimaliseren.



Met de vijfde tool, C-DATA®, kan de aannemer het gemiddelde uurloon en de werkuren begroten, de algemene kosten verdelen, een driemaandelijke opvolging van de algemene kosten instellen en de kosten van het materieelgebruik inschatten.

Al deze tools kunnen aangepast worden volgens de noden van de onderneming. Deze vijf tools kunnen gedownload worden via elke bouwberoepspagina bovenaan op onze website, alsook via de pagina 'Beheer, kwaliteit en ICT' of in de nieuwe rubriek 'Rekentools' (www.wtcb.be/go/tools). Bij elke tool hoort ook een Infofiche die meer informatie geeft over de installatie.

De afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken

Projecten op maat van de bouwsector

Het WTCB stelt u trots vier nieuwe projecten voor die kaderen binnen het Nieuw Industrieel Beleid (NIB) van de Vlaamse overheid. Deze projecten willen de aannemer informeren en bijstaan bij het implementeren van nieuwe sleuteltechnologieën in de bouw en bijdragen tot de transformatie van de sector naar de bouwsector van de toekomst. Kennisverspreiding, bijstand op de bouwplaats en demonstraties van realisaties zijn hierbij de drie hoofdpijlers. Bent u benieuwd naar wat het WTCB voor u kan betekenen in het kader van deze projecten? Aarzel dan niet om ons te contacteren via info@bbri.be en naar de betreffende contactpersoon te vragen.



STORTKLAAR BETON
VOOR DE TOEKOMST

Zelfverdichtend, vezelversterkt en groen beton zijn de betonsoorten van de toekomst. Vele bouwpartners zijn echter nog onvoldoende vertrouwd met de toepassing ervan. In het kader van dit project reiken wij aannemers een kosteloze ondersteuning aan van bij de ontwerpfase tot aan het gerealiseerde eindproduct. We kunnen deze persoonlijke begeleiding aanbieden voor 45 bouwplaatsen (www.betonica.be/stortbeton, stortbeton@bbri.be).



GEVISOLETICS

Dit project spitst zich toe op de doorgedreven implementatie van buitengevelisolaties met ETICS (bepleisteringen of harde bekledingen als gevelafwerking) voor zowel nieuwbouw- als renovatieprojecten. Na een periode van kennisverwerving en de gerichte benadering van een tiental bedrijven, zal deze kennis gebundeld worden in nieuwe referentiedocumenten, een verzameling uitvoeringsdetails, enz. Vervolgens zullen er infosessies en evenementen op touw gezet worden die de informatie uit de opgestelde publicaties zullen verduidelijken en verspreiden (contactpersoon: A. Smits).



luchtdichtbouwen

Luchtdicht bouwen is essentieel voor de energieprestaties en het comfort van gebouwen. Toch wordt dit concept nog niet algemeen toegepast in de bouwpraktijk. Dit project heeft tot doel om luchtdicht bouwen algemeen te implementeren en duurzaam te verankeren in het bouwbedrijf in Vlaanderen, o.a. door het van nabij begeleiden en ondersteunen van bedrijven. De focus van dit project ligt op de procesoptimalisatie, in het bijzonder bij nieuwbouwprojecten (www.luchtdichtbouwen.net, contactpersoon: F. Dobbels).



In het kader van het project 'Generation Composite' wordt een mobiele expositieruimte (blob-on-wheels) volledig uit composietmaterialen opgebouwd. Met deze demonstrator willen we de mogelijkheden van deze materialen voor de bouwsector aantonen en de bredere toepassing ervan stimuleren (www.generationcomposite.be, contactpersoon: P. Van Isterbeek).

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 (02/653.07.29) 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 dienst 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

Marktpl  in 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
tel. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel
tel. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10