

WTCB | Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2021/4

Optischevezel-
sensortechnologie

p4-5

Wandopbouw van
houten constructies

p10-11

Duurzame
koelsystemen

p18-21

Inhoud

2021/4

	De as van 'het Metier': de essentie van het WTCB	3
	Optischevezelsensortechnologie als stimulans voor innovatie bij diepfunderingstechnieken	4
	Belang van het onderdak bij slagregen	6
	Welke voordelen biedt de compartimentering van de isolatie van een plat dak?	8
	Opbouw van de wanden van houten constructies met een geventileerde spouw	10
	Het gebruik van leempleisters als binnenafwerking	12
	Gebruik je gereedschap op een efficiënte manier met de 5S-methode	14
	Brek van gevelplinten uit natuursteen	16
	Vergelijking van duurzame koelsystemen	18
	Is bemalingswater geschikt voor gebruik in residentiële sanitaire installaties?	22
	Welk baksteenmetselwerk kan overschilderd worden?	24

De as van 'het Metier': de essentie van het WTCB

Na de voorstelling van de Green Deal in het edito van jullie magazine van juni, richten wij in voorliggend artikel de schijnwerpers op de tweede as van het **Ambities 2025**-plan: 'het Metier'. De acties van dit plan zijn volledig gericht op de aannemer en hebben tot doel om een reële impact te hebben op zijn dagelijkse werkzaamheden. Al van bij de oprichting van het WTCB bestaat onze missie er immers in om **in te spelen op de dagelijkse noden van de bouwbedrijven en te anticiperen op hun verwachtingen**. Op die manier wil het Centrum niet alleen hun technische kennis, maar ook hun vaardigheden op het vlak van beheer en organisatie verbeteren. Al deze werkzaamheden worden geleid door onze 15 Technische Comités, die voornamelijk samengesteld zijn uit aannemers en andere professionals uit de bouwsector.

Door **leidraden voor de goede praktijk** (Technische Voorlichtingen) en technische artikels op te stellen, biedt het WTCB niet alleen antwoorden op de vele vragen van de bouwbedrijven, maar helpt het ook om schade op de bouwplaats te voorkomen. Zo is de Technische Voorlichting met betrekking tot platte daken, één van onze meest gedownloade documenten, momenteel in herziening. De nieuwe versie ervan zal weldra gepubliceerd worden. Het artikel op pagina 8 licht reeds een tipje van de sluier op met betrekking tot één van de vele veranderingen op dit gebied.

Anticiperen betekent ook **nieuwe thematieken bespreken** om aan de toekomstige behoeften van onze leden te voldoen. Een voorbeeld hiervan is het artikel over leempleisters op pagina 12.

Verder streven we naar een **multidisciplinaire aanpak**, eerder dan elk bouwberoep afzonderlijk te bekijken. Deze aanpak wordt eveneens gehanteerd voor de bouwdetails die opgenomen zijn in onze **onlinedatabank**.

Ook nu digitale communicatie hoogtij viert, verliest het WTCB het persoonlijke contact niet uit het oog. Zo staan de ingenieurs van de afdelingen **Technisch advies en consultancy** en **Beheer en kwaliteit dagelijks ter beschikking van de bouwprofessionelen**. Zij geven veelgestelde vragen bovendien door aan de Technische Comités, die deze toevoegen aan de door hun leden vastgestelde aandachtspunten. Dit is bijvoorbeeld het geval voor het verschijnen van het loskomen van verf op baksteenmetselwerk. Dit probleem maakte het onderwerp uit van een onderzoeksproject, waarvan de eerste resultaten uit de doeken gedaan worden op pagina 24.

Tot slot wil het WTCB **de aannemer bijstaan in al zijn challenges**. Zo blijft de schaarste van de watervoorraden – ondanks de stortregens van deze zomer – een belangrijke maatschappelijke uitdaging. In deze context bestaat er een groeiende interesse om het water dat afkomstig is van de bemaling van grondwater tijdens bouwwerken te hergebruiken. Het artikel op pagina 22 gaat hier dieper op in.

Hoewel de dagelijkse behoeften van de bouwbedrijven talrijk en gevarieerd zijn, verbinden wij ons ertoe om hier in de mate van het mogelijke aan tegemoet te komen. Dit principe is al meer dan 60 jaar de essentie van het Centrum en daar willen wij op blijven voortbouwen!

Optischevezelsensortechnologie als stimulans voor innovatie bij diepfunderingstechnieken

De optischevezelsensortechnologie maakt het onder meer mogelijk om de vervormingen van een structuur te monitoren. Maar ook in diepfunderingen komt deze technologie goed van pas.

M. De Vos, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB

N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB

G. Van Lysebetten, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Geotechniek en monitoring, WTCB

De meerwaarde van de optischevezelsensortechnologie

De optischevezelsensortechnologie biedt heel wat mogelijkheden in de bouwsector, zoals bij:

- de ontwikkeling van allerlei nieuwe bouwsystemen, -componenten en -materialen
- de langetermijnmonitoring van kunstwerken in het kader van *predictive maintenance*-toepassingen of *early warning*-systemen
- de kwaliteitscontrole.

Ook op het vlak van de diepfunderingstechnieken heeft de optischevezelsensortechnologie tal van troeven te bieden.

Innovatie in de diepfunderingstechnieken

De diepfunderingstechnieken hebben de laatste decennia een sterke innovatie gekend. Zo hebben verschillende uit-

voeringsmethoden een grote evolutie doorgemaakt, werden er alternatieve technieken ontwikkeld en zijn er zelfs nieuwe toepassingen ontstaan. Denken we hierbij maar even aan de diverse schroefpaaltechnieken, de micropaal- en anker-technologie, de injectietechnieken en *soil mixing*.

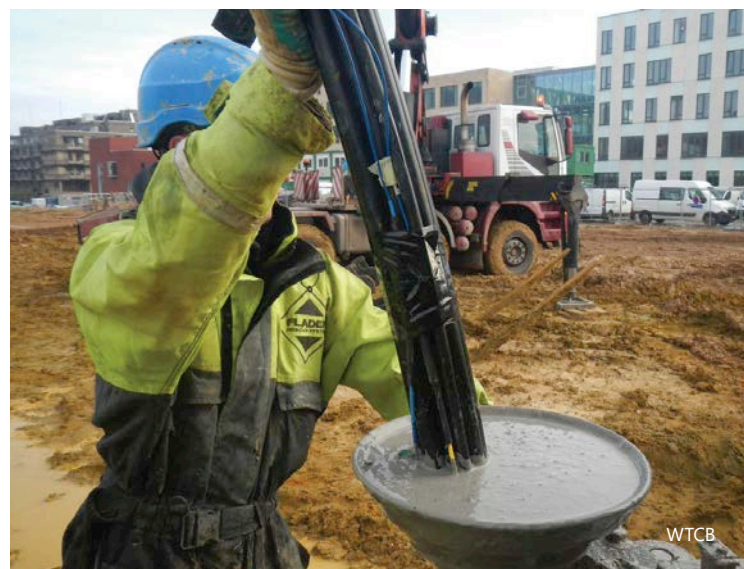
Deze innovatie is onder meer het gevolg van een constante zoektocht naar **meer efficiënte en kostenoptimale werkmethoden**. Dit wordt bijvoorbeeld mogelijk gemaakt door steeds performantere machines die alsmaar vaker voorzien zijn van automatische registratieapparatuur en visualiseringstools. Hierdoor beschikt de operator over een betere realtimecontrole tijdens de uitvoering van een funderingselement in de diepe ondergrond, wat op zijn beurt de kwaliteitsbewaking ten goede komt.

Dankzij de geavanceerde sensortechnologie is het dan weer mogelijk geworden om de **prestaties van funderingselementen** (bv. draagvermogen, ankercapaciteit, last-zettingsgedrag en vervormingen) gedetailleerd in kaart te

1 | Toepassing van optischevezelsensoren in een diepwandpaneel (links) en in een grondanker (rechts).



WTCB



WTCB



2 | Toepassing van optischevezelsensoren in een grondverdringende schroefpaal (links) en in een micropaal (rechts).

brengen. Dit is noodzakelijk om een draagvlak te creëren voor innovatieve funderingstechnieken en om ze te kaderen in de van toepassing zijnde normen.

De optischevezelsensortechnologie in diepfunderingen

Het WTCB is in 2007 reeds gestart met de ontwikkeling van prototypes van optischevezelsensoren die geïntegreerd kunnen worden in funderingselementen. Inmiddels worden deze sensoren op regelmatige basis toegepast en zijn er quasi geen beperkingen meer om ze in de meest uiteenlopende soorten funderingselementen te integreren, gaande van diepwandelementen, damwanden en ankers tot alle soorten (micro)paalsystemen en grondverbeteringselementen.

Zo toont afbeelding 1 op de vorige pagina een voorbeeld van de toepassing van optischevezelsensoren in een testdiepwandpaneel voor de Oosterweelverbinding te Antwerpen en van de integratie van een optischevezelsensorlijn in een proefanker bestaande uit strengen met voorspanstaal op een site te Gasthuisberg in Leuven. Afbeelding 2 illustreert op haar beurt de integratie van optischevezelsensorlijnen in een grondverdringende schroefpaal op een site te Bergen (waarbij de sensorlijn met een cementgrout in een aan de wapening bevestigde reservatiebuis vastgezet wordt) en in een met zelfborende holle buizen uitgevoerde micropaal

op een site te Rotterdam (waarbij de sensorlijn meteen na de uitvoering in de micropaal geïntegreerd wordt).

Het belang van geïstrumenteerde belastingsproeven voor de funderingsaannemer

Voor funderingsaannemers komt de optischevezelsensortechnologie voornamelijk van pas om diepfunderingen, die onderworpen worden aan belastingsproeven, te instrumenteren. Een belastingsproef bestaat erin om het funderingselement stapsgewijs te belasten tot een maximaal vooropgestelde belasting of totdat de fundering bezwijkt (zie afbeelding 3). Dankzij de instrumentatie met optischevezelsensoren kan dan op elk moment van de proef de **belastingsoverdracht van de fundering naar de verschillende grondlagen** geëvalueerd worden. Op die manier verkrijgt de aannemer gedetailleerde informatie over de performantie van zijn systeem, waardoor hij dit nauwkeuriger kan dimensioneren.

De wijze waarop dit in België dient te gebeuren, staat beschreven in het [WTCB-Rapport nr. 20](#) dat binnenkort van toepassing zal worden (zie de [WTCB-Dossiers 2020/6.1](#)). Dit Rapport voorziet bovendien in een kwaliteitskader voor uitvoerders van paalfunderingen, bestaande uit een ATG-systeem met certificatie (of equivalent). Mede hierdoor worden dergelijke geïstrumenteerde proeven voor aannemers van diepfunderingen nog belangrijker. ◆

In de praktijk

Om de toepassing van de optischevezelsensortechnologie meer ingang te doen vinden bij bedrijven, voert het WTCB – dat hieromtrent reeds veel ervaring opgebouwd heeft – in samenwerking met de KU Leuven momenteel het door VLAIO gesubsidieerde COOCK-project 'Monitoring van structuren en systemen met optische vezel' uit. Voor meer informatie (bv. presentaties, webinars en cases) over de optischevezelsensortechnologie en bouwgerelateerde toepassingen verwijzen we naar de projectwebsite www.ovmonitoring.be.

3 | Opzet van een paalbelastingsproef





Belang van het onderdak bij slagregen

De waterdichtheid van een hellend dak hangt in sterke mate af van de aard, de helling en de zorgvuldige uitvoering van de dakbedekking. Een studie van het WTCB heeft echter aangetoond dat ook het onderdak hierin een belangrijke rol te spelen heeft bij zware regenval. Bijgevolg moet er bijzondere aandacht besteed worden aan de uitvoering ervan.

*B. Michaux, ir., afdelingshoofd, afdeling Materialen, daken en milieuprestatie, WTCB
D. De Bock, ing., hoofdadviseur, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB*

Vreemd genoeg bestaat er vooralsnog geen enkele Belgische of Europese norm om het algemene gedrag van dakbedekkingen bij slagregen te kwalificeren. Men kan hiervoor hooguit terugvallen op een rapport van het Europees Comité voor Normalisatie (CEN/TR 15601:2012), maar dit heeft niet de status van een norm. Bovendien komen de in dit rapport gedefinieerde regen-windcombinaties niet overeen met de gegevens van verschillende Belgische weerstations. Daarom werden er in het kader van de **prenormatieve studie Rainroof** van het WTCB ook een aantal meer gebruikelijke weersomstandigheden onderzocht.

We hebben kunnen vaststellen dat er ook in deze gevallen waterinfiltraties onder de dakbedekking optraden. Hoewel deze minder ernstig waren dan bij intense slechte weersomstandigheden, kwamen ze toch vrij frequent voor.

Combinatie dakbedekking-onderdak

Wanneer de door de fabrikant voorgeschreven minimale hellingen en overlappingsen tussen de dakbedekkingsmaterialen in acht genomen worden, dan lijkt de **dubbele afdichting** die gevormd wordt door de dakbedekking en het onderdak (opgebouwd uit platen of membranen) een toereikende waterdichtheid te bieden.

De rol van het onderdak mag evenwel niet onderschat worden. Dit staat immers in voor het **opvangen van het infiltratiewater** en de **afvoer ervan naar de goten**. Daar waar nieuwe daken in principe altijd over een onderdak beschikken, is dit niet noodzakelijk het geval bij bestaande daken. Daarom moet er in dit geval bij de renovatie van de dakbedekking of de inrichting van de zolderruimtes steeds een onderdak geplaatst worden om eventuele problemen te vermijden.

Uit onze studie blijkt ook dat de **loutere aanwezigheid van een onderdak niet volstaat om de waterdichtheid te garanderen**. Het is dan ook afgeraden om de thermische

isolatie en de binnenaafwerking aan te brengen zolang de dakbedekking niet geplaatst is.

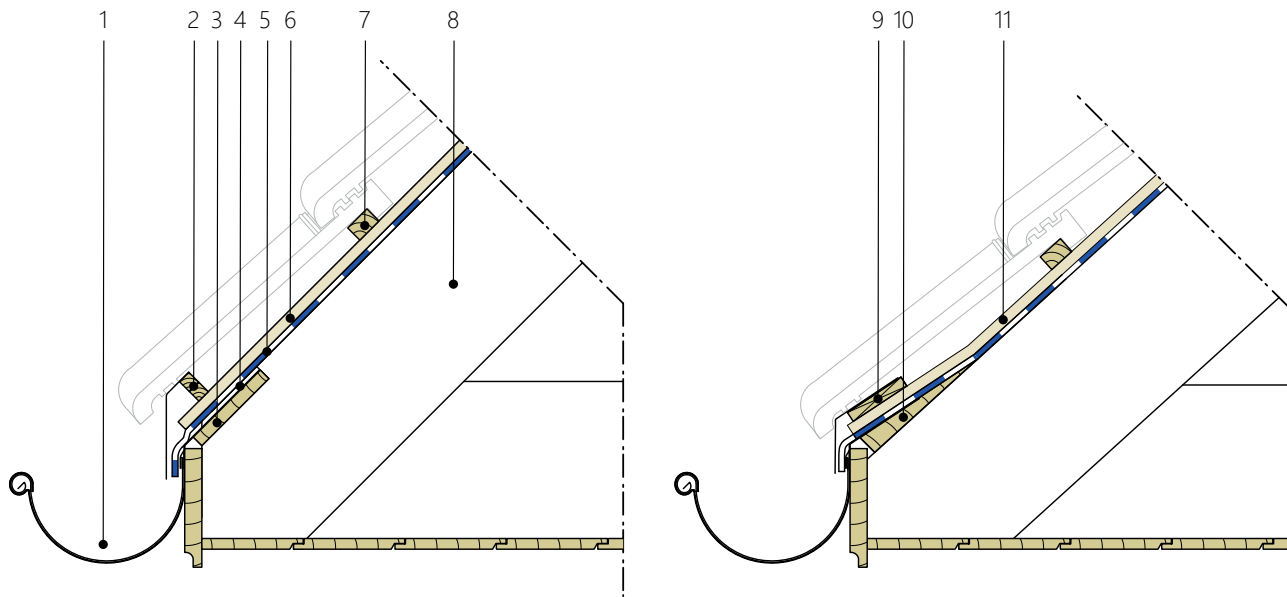
Waterinfiltraties voorkomen

Aangezien waterinfiltraties tot gevolg hebben dat de **laten en tengellatten blootgesteld worden aan vocht**, is het aanbevolen om te opteren voor hout dat behandeld is tegen insecten en houtrot (minstens procedure A2). Bij de plaatsing van de isolatie moet men ook vermijden om het onderdak naar boven te duwen, omdat het erdoor opgevangen water dan naar de tengellatten geleid wordt, wat een verhoogd risico op waterinfiltraties ter hoogte van de bevestigingen van het onderdak met zich meebrengt.

Een ander gevolg is dat de **thermische isolatie** bij een extreme belasting van de dakbedekking en het onderdak (of bij hun cumulatieve falen) **kan verzwakken**, omdat ze onrechtstreeks blootgesteld wordt aan de weerslelementen. Hoewel waterinfiltraties in dergelijke situaties meestal slechts sporadisch optreden, kunnen ze de isolatie plaatselijk wel bevochtigen.

Er moet bovendien steeds toegezien worden op de duurzaamheid en de waterdichtheid van het onderdak. Dit kan onder meer door:

- de aanbevolen maximale termijn tussen de plaatsing van het onderdak en de uitvoering van de dakbedekking na te leven
- te zorgen voor een toereikende overlapping en/of een geschikte verlijming van de dakbanen van het onderdak
- de bij stijve onderdaken plaatselijk vereiste verbindingsmembranen zorgvuldig te plaatsen
- in voldoende hoge tengellatten te voorzien (minstens 15 mm voor traditionele daken en 30 mm voor sarkingdaken), zodat het water dat zich ter hoogte van het onderdak verzamelt, naar behoren naar de voet van de dakschilden afgevoerd zou worden.



- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Hanggoot | verbindingsstrook tussen de goot en het onderdak |
| 2. Verhoogde panlat | |
| 3. Binnenboeibord | 5. Onderdak |
| 4. Metalen of kunststoffen | 6. Tengellat |

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 7. Voorlaatste onderste panlat | 10. Afgeschuind binnenboeibord |
| 8. Keper | 11. Gebogen tengellat |
| 9. Binnenboeibord | |

1 | Halfronde hanggoot.

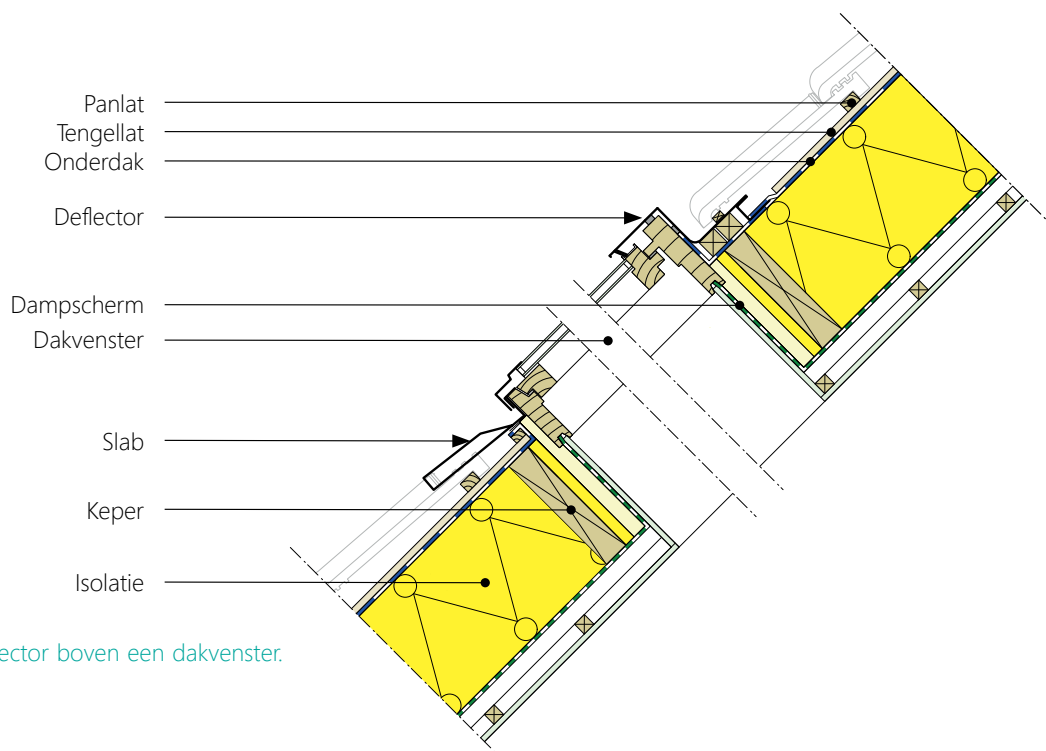
Een dakconstructie bevat gewoonlijk een **groot aantal doorboringen** (bv. vensters en schoorstenen). Aangezien deze laatste een groter risico op infiltraties met zich meebrengen, moet er bijzondere aandacht besteed worden aan het ontwerp en de uitvoering van deze details, met name ter hoogte van het onderdak. Het gaat onder meer om:

- de uitvoering van een detail aan de voet van het dakschild dat de ophoping van water ter hoogte van het onderdak vermijdt door het binnenboeibord in de dikte van de kepers

te integreren of door het schuin te zagen (zie afbeelding 1)

- de correcte plaatsing van de deflectoren boven elke doorboring (zie afbeelding 2).

In het vervolg van het project zullen niet alleen de ventilatievoorwaarden tussen de dakbedekking en het onderdak bestudeerd worden, maar zullen ook de dakdetails beoordeeld worden, aangezien deze niet aan bod komen in het CEN-rapport. 



2 | Plaatsing van een deflector boven een dakvenster.

Welke voordelen biedt de compartimentering van de isolatie van een plat dak?

De aanwezigheid van een dampscherm in een plat dak maakt het moeilijk om eventuele waterinfiltraties op te sporen. Dit is zeker het geval wanneer het dampscherm waterdicht is (bv. bij gebruik als tijdelijke afdichting), omdat het dan de verspreiding van water in de dakopbouw toelaat. Dit probleem kan echter verholpen worden door de isolatielaag op regelmatige tussenafstanden te compartimenteren. Deze praktijk, die vooralsnog weinig gebruikelijk is, wordt nader besproken in de herziening van de [TV 215](#).

E. Noirfalisie, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Isolatie, dichting en daken, WTCB

E. Mahieu, ing., afdelingshoofd, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB



Principe van de compartimentering

De compartimentering bestaat erin om de dakafdichting en het dampscherm met elkaar te verbinden, voor zover ze onderling verenigbaar zijn (zie afbeelding 1 op de volgende pagina). Er bestaan evenwel ook een aantal oplossingen voor onverenigbare materialen of voor het complexere geval van een tweelaagse isolatie (zie de [WTCB-Dossiers 2019/2.3](#)).

De techniek van het compartimenteren verschilt van de loutere afsluiting aan het einde van de dag. Deze laatste is immers slechts een tijdelijke maatregel om de isolatie tegen de weersomstandigheden te beschermen en volstaat niet noodzakelijk om de in dit artikel beoogde functie te vervullen.

De compartimentering heeft als voornaamste doel om de **verspreiding van het geïnfiltreerde water en de bevochtiging van de isolatie te beperken** en dit, ongeacht de plaatsingstechniek van de dakopbouw (volvlakkige hechting, partiële hechting, met ballastlaag of mechanische bevestiging). Wanneer de compartimentering gepaard gaat met niet-destructieve lekdetectiemetingen en/of wanneer het dampscherm waterdicht is (geen polyethyleenfolie of mechanische bevestiging die het dampscherm doorboort) en in volvlakkige hechting geplaatst wordt op een materiaal dat de watercirculatie verhindert (bv. beton, in plaats van een meer poreuze afschotlaag zoals een schuimbeton), dan kan ze eveneens van pas komen om **eventuele lekken te lokaliseren**.

Implicaties

Door de compartimentering krijgt het dampscherm een bijkomende functie die nauwer aanleunt bij deze van een

dakafdichting. Dit is een doorslaggevend aspect bij de keuze van het dampscherm.

Aangezien deze techniek – omwille van de bijkomende materialen en handelingen die ermee gepaard gaan – een **meerkost** met zich meebrengt, is het bovendien van belang om deze reeds in de ontwerpfase te voorzien.

De ontwerper moet er tevens op toezien dat de **afmetingen van de compartimenten in het bestek gespecificeerd zijn** opdat de opdracht van de aannemer duidelijk gedefinieerd zou zijn. Bij de bepaling van deze afmetingen moet er in de eerste plaats rekening gehouden worden met het risico op waterstagnatie. Gelet op het feit dat dit risico groter is aan de randen en in de hoeken, is het raadzaam om hier in kleinere compartimenten te voorzien. Hetzelfde geldt ter hoogte van de dakdoorbrekingen en meer in het bijzonder voor de dakwaterafvoeren (zie TV 244). De grootte van het dak en het plaatsingstempo (bv. hoog bij mechanisch bevestigde industriële daken) zijn eveneens bepalend voor de afmetingen van de compartimenten.

Vermits de compartimentering ook later nog van pas kan komen, moet deze door de in het bestek aangewezen verantwoordelijke aangeduid worden op de **as-builtonplannen**.

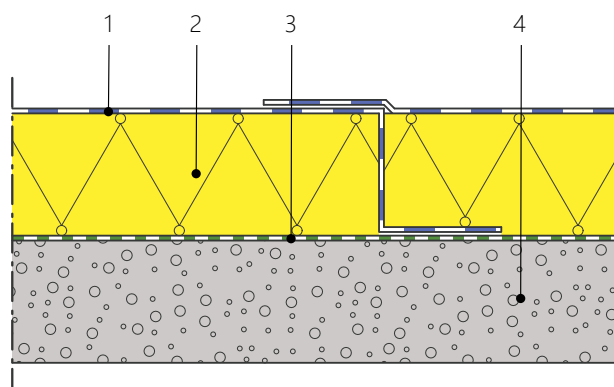
Wanneer moet er gecompartmenteerd worden?

De compartimentering is voornamelijk geen courante techniek. Om te beslissen of men deze al dan niet toepast en om de afmetingen van de compartimenten te bepalen, moet de ontwerper **elk geval afzonderlijk** beoordelen in functie van de risico's en de gevolgen (van een eventuele verspreiding van vocht, voor het later opsporen van infiltraties ...).

Wanneer de dakafdichting **moeilijk toegankelijk** is (bv. terras, tuin, technische installaties, zonnepanelen of parking), is het des te meer aangewezen om te compartimenteren.

Details en aansluitingen

De TV 244 raadt aan om de **isolatie rondom de dakdoorbrekingen** – en meer in het bijzonder rondom de



1. Dakafdichting
2. Isolatie
3. Dampscherm dat verenigbaar is met de dakafdichting
4. Dakvloer

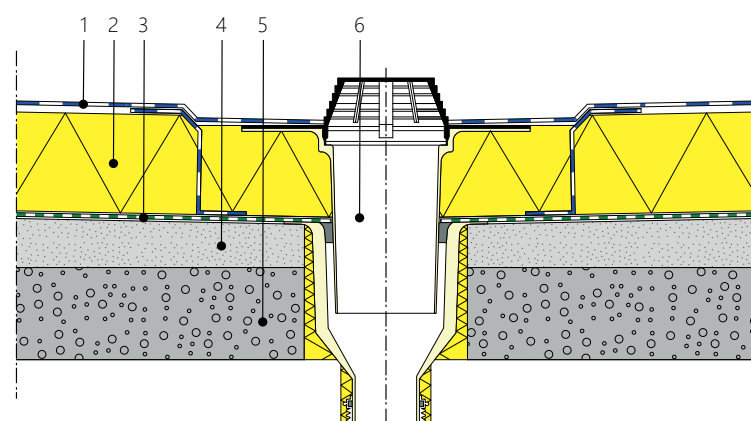
1 | Compartimentering van de isolatie indien de dakafdichting en het dampscherm onderling verenigbaar zijn.

waterafvoeren (zie afbeelding 2) – **te compartimenteren** opdat de verspreiding van water in geval van infiltraties of terugstroming beperkt zou blijven.

Deze methode vermindert ook de gevolgen van **inwendige condensatie** die ontstaat door een discontinuïteit van het dampscherm. Ter hoogte van bepaalde details is het immers niet altijd gemakkelijk om het dampscherm correct te verbinden met de dakdoorbreking, wat nochtans noodzakelijk is in geval van:

- luchtoppen dakvloeren, om een luchtdichte aansluiting te verkrijgen en convectiestromen te vermijden
- luchtdichte dakvloeren indien een dampscherm van klasse E2 of hoger vereist is om dampdiffusieproblemen tegen te gaan.

Voor een goede aansluiting tussen het dampscherm en de waterafvoer wordt in de TV 244 voorgesteld om een **dubbele dakwaterafvoer** te gebruiken wanneer het dampscherm minstens tot klasse E2 behoort (zie afbeelding 2). Aangezien de plaatsing van dit type afvoeren voornamelijk niet gangbaar is, zal een compartimentering de gevolgen van een eventueel condensatieprobleem kunnen beperken, ook al kan ze de functie van deze dubbele afvoer niet volledig vervullen. ◆



1. Dakafdichting
2. Isolatie
3. Dampscherm dat verenigbaar is met de dakafdichting
4. Afschotlaag
5. Dakvloer
6. Dakwaterafvoer

2 | Dubbele dakwaterafvoer en compartimentering rondom de dakdoorbreking.

Opbouw van de wanden van houten constructies met een geventileerde spouw

De voorbije vijf jaar heeft het WTCB het waterdampdiffusiegedrag van de wanden van houten constructies bestudeerd. Deze studie had eveneens tot doel om het werkelijke hygrothermische gedrag van verschillende wandopbouwen te vergelijken met de resultaten van een reeks simulaties. Dit stelt ons in staat om de theoretische simulaties te valideren en toe te passen op wandopbouwen die in het kader van het project niet in aanmerking genomen zouden zijn.

B. Michaux, ir., afdelingshoofd, afdeling Materialen, daken en milieuprestatie, WTCB

In het kader van deze studie werden twee houtskeletgebouwen opgetrokken die elk 42 wanden telden (platte en hellende daken, verticale wanden en vloeren op een geventileerde kruipruimte). Eén van de gebouwen werd geconditioneerd voor de binnenklimaatklasse II en het andere voor de binnenklimaatklasse III. Deze klassen worden gekenmerkt door de in de ruimten heersende dampdruk. In het eerste gebouw bedroeg de temperatuur 18 °C bij een relatieve vochtigheid van 65 % en in het tweede gebouw 18 °C bij een relatieve vochtigheid van 85 %. De aldus gecreëerde

omstandigheden van klasse III kwamen overeen met situaties waarin de ventilatie of airconditioning te wensen overlaat.

Het WTCB heeft onder meer een aantal **wanden met een geventileerde spouw** bestudeerd. Hierin werden verschillende types structurele materialen (bv. licht skelet en gekruist gelamelleerd hout of CLT), isolatiematerialen (bv. wol, vezels, kunststof en ingeblazen isolatie) en dichtingsschermen (bv. damprem, dampscherm en regenscherm onder de vorm van een plaat of een membraan) met elkaar gecombineerd.





De wanden werden uitgerust met sensoren om de relatieve vochtigheid en het vochtgehalte van de materialen te meten. De door het WTCB uitgevoerde studie richtte zich vooral op deze laatste metingen. Het **vochtgehalte van het hout** moet immers steeds onder de 20 % blijven om (zonder specifieke maatregelen) verrotting, schimmels of andere mogelijke problemen zoals de verzakking van de isolatie te vermijden.

De vier jaar durende opvolging en monitoring van de wanden en de extrapolaties op basis van simulatiesoftware hebben de volgende principes bevestigd:

- de **windverbandplaten** moeten bij voorkeur aan de binnenzijde van de wanden geplaatst worden. Indien het bouwprincipe echter vereist dat de windverbandplaat aan de buitenzijde geplaatst wordt, dan moet de waterdampweerstandsfactor (μ_d) van het dampscherm groter zijn dan 20 m (om condensatie ten gevolge van het damptransport naar buiten toe te vermijden) en moet de spouw sterk geventileerd worden om het vochtgehalte van deze platen zo constant mogelijk te houden
- wanneer de μ_d -waarde van de dampschermen groter is dan 5 m en de spouwen geventileerd zijn, dan heeft de **oriëntatie van de gevel** geen invloed op het hygrothermische gedrag van de wanden en dit, ongeacht het type bekleding
- bepaalde platen, zoals **OSB-platen**, vertonen aanzienlijke verschillen op het vlak van dampdichtheid (variëaties ten gevolge van het vochtgehalte, maar ook ten gevolge van de heterogeniteit van het materiaal en de fabricagewijze). Het gebruik van deze platen als damprem is alleen mogelijk bij een binnenklimaatklasse II en een buitenscherm met een aanzienlijk hogere dampdoorlatendheid (d.w.z. waarvan de binnen-buitenverhouding van de μ_d -waarde groter is dan 10). Indien er niet aan deze voorwaarden voldaan

wordt, dan moet er in een bijkomend dampscherm voorzien worden. Dit membraan kan aangebracht worden tussen de plaat en de constructie of tussen de plaat en het latwerk van de voorzetwand

- de **vochtregulerende functie** van een isolatiemateriaal kan enkel geactiveerd worden wanneer de μ_d -waarde van de damprem relatief laag ligt ($< 0,8$ m). Aangezien het grootste deel van het in de isolatielaag opgeslagen vocht terug naar buiten geleid wordt en de binnenlucht slechts in geringe mate kan herbevochtigen, zal er op andere volledig activeerbare materialen binnen het beschermde volume gerekend moeten worden om dit vocht te reguleren. De binnenventilatie speelt hierin ook een doorslaggevende rol
- wanneer het buitenscherm over een aanzienlijk hogere dampdoorlatendheid beschikt, dan is het **gebruik van een damprem met een variabele μ_d -waarde** doeltreffend voor de binnenklimaatklassen I of II. In het geval van binnenklimaatklasse III kan het vochtgehalte van de materialen (en van het hout in het bijzonder) echter gedurende verscheidene weken stijgen en tot meer dan 20 % oplopen, waardoor er een groot risico op schimmelontwikkeling bestaat.

Bij **platen uit gekruist gelamelleerd hout (CLT)** met een buitenisolatie vormt de aanwezigheid van een dampscherm tussen de isolatielaag en de CLT-platen een goede oplossing.

Bij de meeste configuraties leveren de simulaties en de monitoring gelijkaardige resultaten op. Wanneer de dampremmen of regenschermen echter opgebouwd zijn uit materialen met uiteenlopende prestaties (bv. OSB), dan kunnen de resultaten ook variëren. Daarom moet er bij de simulaties op toegezien worden dat de veiligheidsmarge voldoende groot is. 



Het gebruik van leempleisters als binnenafwerking

De keuze voor natuurlijke, lokale materialen met een lagere milieu-impact kent de laatste jaren een sterke opmars. Dit is ook te merken aan de toenemende interesse voor kleipleisters, in de praktijk vaak ook leempleisters genoemd. Het gaat hier om natuurlijke pleisters op basis van ongebakken aarde. Indien men opteert voor kleipleisters, dan dient men echter rekening te houden met hun vochtgevoeligheid en met hun lagere mechanische sterkte ten opzichte van de courante binnenpleisters.

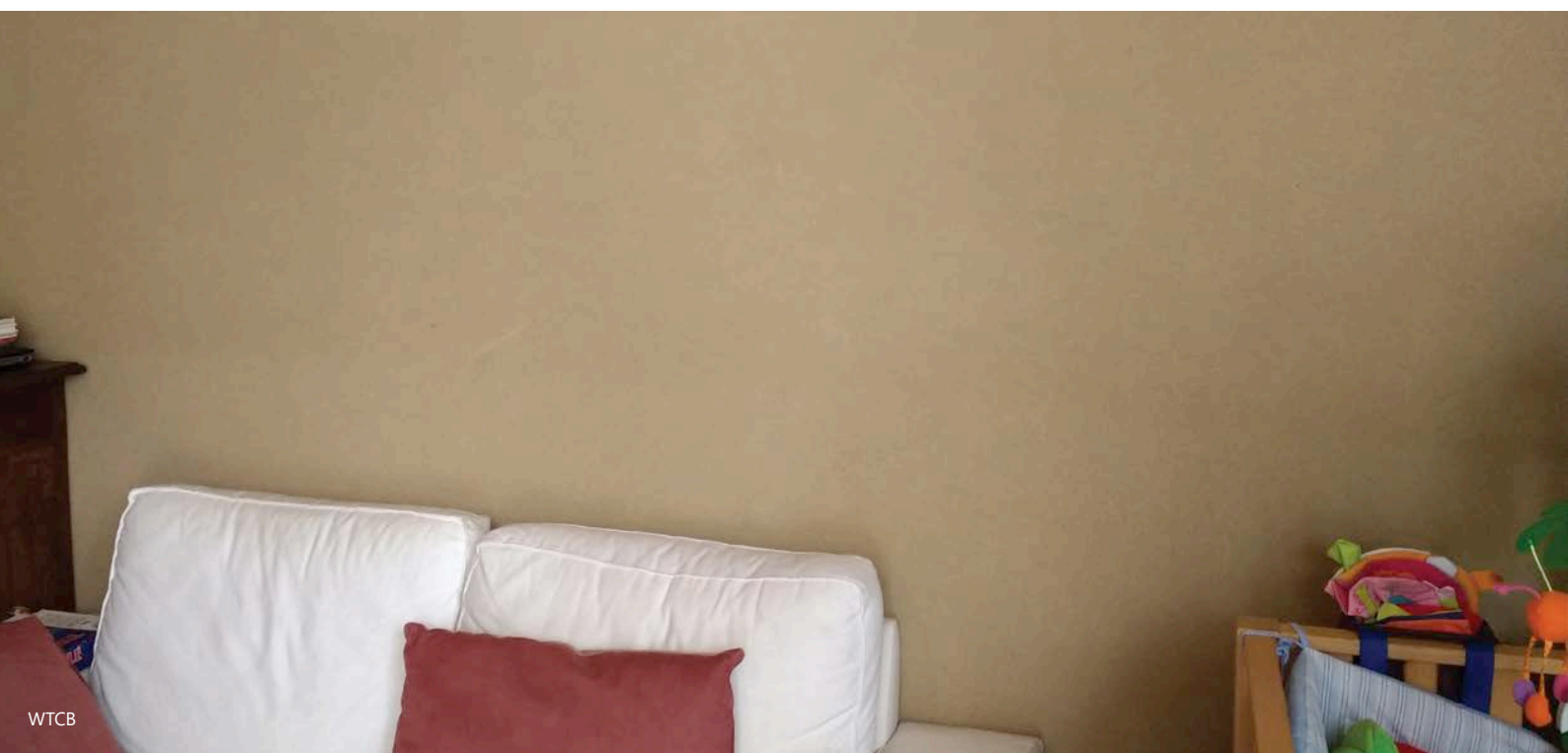
I. Dirx, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwmaterialen, WTCB

Leem- of kleipleisters kunnen gebruikt worden als binnenbepleistering en zijn samengesteld uit **klei, silt, zand en eventuele toevoegstoffen**. Het bindmiddel van deze pleisters is klei. De term leem verwijst naar het type grond waarmee de pleisters aangemaakt worden. Afhankelijk van de verhouding van de bestanddelen spreekt men van 'vette' leem (bevat meer klei) of 'schrale' leem (bevat meer silt en/of zand).

De uitharding van leempleisters gebeurt door **fysische droging**, zonder optreden van chemische reacties. Wan-

neer ze in contact komen met water, dan worden ze terug zacht. Naarmate de hoeveelheid water toeneemt, zullen de bindingskrachten afnemen.

Voor de productie van leempleisters is er weinig energie nodig. De klei hoeft immers niet opgewarmd te worden en er is enkel een mechanische behandeling (fijnmalen, zeven) vereist. Omdat er geen chemische reactie plaatsvindt, kunnen deze pleisters probleemloos gerecycleerd en hergebruikt worden.





Mechanische prestaties van leempleisters volgens de Duitse productnorm DIN 18947 (*).

Eigenschap		Druksterkte	Buigsterkte	Hechtsterkte
Sterkteklasse	S1	$\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$	$\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$	$\geq 0,05 \text{ N/mm}^2$
	S2	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$	$\geq 0,7 \text{ N/mm}^2$	$\geq 0,10 \text{ N/mm}^2$

(*) Opmerking: tot op heden bestaat er nog geen Europese of Belgische norm voor leempleisters. De werkzaamheden voor het opstellen van een Belgische norm voor leempleisters zijn echter wel aangevat.

Eigenschappen

Gelet op de grote krimp die optreedt tijdens de uitharding ervan, zijn leempleisters erg **gevoelig voor scheurvorming**. Om hieraan te verhelpen, worden er vaak plantaardige vezels (bv. stro of vlas) of zelfs een algemeen wapeningsnet toegevoegd. Ondanks deze maatregelen kan het optreden van scheuren echter nooit volledig uitgesloten worden.

Leempleisters zijn ook **vochtgevoelig**. Rechtstreeks contact met water moet vermeden worden. De toepassing in vochtige ruimtes (zoals badkamers) of op plaatsen waar de pleisters in contact kunnen komen met opspattend water, is met andere woorden af te raden.

Verder vertonen leempleisters **zwakkere mechanische eigenschappen** dan courante gips- en kalkpleisters. Zo beschikken ze doorgaans over een lagere druk- en buigsterkte. Dit heeft tot gevolg dat het pleisteroppervlak gevoeliger is voor afslijting en beschadigingen. De hechting aan de ondergrond is eerder matig tot zwak in vergelijking met andere binnenpleisters, maar wel voldoende voor stabiele ondergronden. Lagere performanties dan deze van de klasse S1 (zie tabel) zijn volgens ons sterk af te raden. Leempleisters zijn bijgevolg geen geschikte ondergrond voor een betegeling.

Bovenstaande tabel geeft een overzicht van de prestaties van leempleisters volgens de Duitse productnorm DIN 18947. Voor de eigenschappen van andere binnenpleisters verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2014/2.8](#).

Leempleisters kunnen een buffereffect creëren ten opzichte van de eventuele schommelingen in de relatieve vochtigheid van het binnenklimaat. Deze eigenschap kan beoordeeld worden aan de hand van de *Moisture Buffer Value* (bepaald volgens Nordtest-Report BYG DTU R-126, 2005). Hoewel leempleisters afhankelijk van hun dikte en hun oppervlakteafwerking een goed vochtregulerend vermogen (MBV 1-2 g/(m²%RH)) kunnen hebben, mogen ze in geen geval ingezet worden ter vervanging van een efficiënt ventilatiesysteem.

Leempleisters worden in de literatuur naar voren geschoven als pleisters met verbeterde geluidsabsorberende prestaties. Dit zal echter enkel het geval zijn bij poreuze (vaak gespoten) pleisters. De geluidsabsorptiecoëfficiënt wordt

in sterke mate beïnvloed door de oppervlakteafwerking, zoals uitgelegd in de [WTCB-Dossiers 2021/2.6](#).

Uitvoering en uitzicht

Leembepreisteringen bestaan meestal uit **twee of meerdere pleisterlagen**: een basispleister en een afwerkpleister. Het dikkere basispleister (10 mm of meer) bevat grovere vezels en werkt de eventuele oneffenheden van de ondergrond weg. Na droging van het basispleister kan er een afwerkpleister (2 tot 5 mm) aangebracht worden dat de gewenste kleur en het gewenste uitzicht zal geven. Een uitvoering in één laag is ook mogelijk, op voorwaarde dat de ondergrond homogeen en vlak is en een gelijkmatige zuiging vertoont. Zo niet, dan loopt men het risico dat de opbouw van de ondergrond zich zal aftekenen aan het pleisteroppervlak door een verschil in droging.

De keuze voor leempleisters wordt doorgaans ingegeven door hun typische rustieke uitzicht met aardekleuren en hun minder gladde structuur. Nuanceverschillen moeten in zekere mate aanvaard worden, gelet op het natuurlijke materiaal en de manuele uitvoering. Omdat leempleisters reeds de gewenste kleur en structuur kunnen vertonen, is er geen verdere afwerking (bv. verflaag) noodzakelijk. Indien er toch een afwerking aangebracht zou worden, dan is het aangeraden om te opteren voor een leemverf of een ander dampopen verf- of pleistersysteem.

Dankzij de wateroplosbaarheid van leempleisters kunnen beschadigingen of microscheurtjes in zekere mate weg-gewerkt worden door het pleister lichtjes vochtig te maken. Deze herstellingen kunnen aanleiding geven tot lichte kleurverschillen. Bij fragiele of zanderige oppervlakken (bv. als gevolg van het geringere kleigehalte in het leempleister) kan men ervoor opteren om een kleurloos hars of een specifieke verf aan te brengen om het oppervlak te fixeren. Het is in elk geval aangeraden om vóór elke nabehandeling de fabrikant te consulteren. Men moet ook in het achterhoofd houden dat elke voor- en nabehandeling een impact kan hebben op de recyclagemogelijkheden van de leembepreistering. ■

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de prenormatieve studie Clay-Bio-Masonry en de Normen-Antenne Afwerking, gesubsidieerd door de FOD Economie.



Gebruik je gereedschap op een efficiënte manier met de 5S-methode

Bij het uitvoeren van tegelwerken gebruik je als tegelzetter verschillende soorten gereedschap. Hierbij is het belangrijk om je materiaal correct aan te wenden en te onderhouden om de levensduur ervan te verlengen. Bovendien zal het efficiënt inzetten van je gereedschap ook een grote invloed hebben op de kwaliteit van je tegelwerk en de rendabiliteit van je bouwplaats.

T. Vangheel, ir., senior hoofdadviseur, afdeling Communicatie en vorming, WTCB

T. Vissers, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB

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

Onoverzichtelijke inrichting van een bestelwagen.



Op bouwplaatsen worden vaak verspillingen vastgesteld (zie de [WTCB-Dossiers 2019/3.7](#)) die onvermijdelijk tot een vermindering van de rendabiliteit leiden. Door het gereedschap efficiënter te gebruiken, zal er echter minder verloren tijd in het dagelijkse werk sluipen en zal de flow van de werken gegarandeerd kunnen worden (zie de [WTCB-Dossiers 2020/3.7](#)). Hiervoor kan men zich baseren op de 5S-methode van het *lean* bouwen (zie de [WTCB-Dossiers 2018/2.15](#)). Deze bestaat uit vijf stappen en reikt bedrijven een werkstructuur aan die hen in staat moet stellen om systematisch en op al hun bouwplaatsen een **kwaliteitsvolle werkomgeving** te creëren. Deze moet functioneel, proper, makkelijk te onderhouden en veilig zijn.

Stap 1: scheiden

De eerste stap van de 5S-methode bestaat erin om ervoor te zorgen dat **alleen nuttige en bruikbare voorwerpen op de werkplek aanwezig** zijn. Het is dus belangrijk om je materieel regelmatig na te kijken en indien nodig te vervangen.

Zo moet een lijmkam waarvan de tanden te ver afgesleten zijn door de voortdurende wrijving met de ondergrond, vervangen worden. De lijmrillen die met een dergelijke versleten lijmkam aangebracht worden, zullen immers dunner zijn dan verwacht waardoor er na het aandrukken mogelijks onvoldoende lijm aanwezig is om een continue lijmlaag te bekomen. Hierdoor zal ook het contactoppervlak ontoereikend worden.

Een lange rei die niet meer recht is, zal op zijn beurt leiden tot bulten en holtes, waardoor het te betegelen oppervlak onvlak zal worden.

Als je voelt of hoort dat het snijwiel van je tegelsnijder niet meer soepel over de tegel gaat, dan zet je er best een nieuw op. Het is ook aangeraden om je zaagbladen



en boren regelmatig eens op te scherp. Bij het gebruik van onvoldoende scherpe snij- of zaagmaterialen loop je immers het risico om gekartelde snijranden te bekomen die misschien niet door de plint bedekt worden.

Het is ook belangrijk om het materiaal enkel te gebruiken voor de taken waarvoor het bedoeld is. Indien je met je gereedschap moet wringen of er overdreven kracht op moet zetten, dan betekent dit dat het niet geschikt is voor de opdracht in kwestie en kies je beter voor een ander werktuig.

Stap 2: schikken

Of het nu gaat om klein gereedschap (zoals een lijmkam, een mixer of een lasermeter) of om grotere zaken (zoals tegelsnijders, slijpmachines of zelfs je bestelwagen): orde en netheid zijn belangrijk. Daarom is het aangeraden om je bestelwagen en je opslagplaats **praktisch en overzichtelijk in te richten**. Als alles een vast plekje heeft en steeds netjes op zijn plek opgeborgen wordt, dan vind je immers snel wat je nodig hebt. Bovendien straalt een opgeruimde bestelwagen professionaliteit uit.

Door je gereedschap in koffers of vakken op te bergen, voorkom je dat er stof bij kan. Wanneer het materieel in de bestelwagen goed opgeborgen of vastgemaakt is, dan loopt het bovendien minder kans op schade bij bochten of bruuske manoeuvres.

Aangezien het snijwielletje van de tegelsnijder tijdens het transport beschadigd kan raken, is het aangeraden om de snijwielletjes uit je tegelsnijder te verwijderen alvorens deze op te bergen en te vervoeren.

Stap 3: schoonmaken

Verder kan men op de bouwplaats veel tijd winnen door ervoor te zorgen dat al het **materiaal proper en gebruiksklaar** is. Daarom is het aangeraden om na elk gebruik je kuip, mixer, truweel en lijmkam grondig te reinigen. Opgedroogde lijmresten kunnen bij een volgend gebruik van het gereedschap immers loskomen en leiden tot klonters in het lijmengsel. Bovendien zijn aangekoekte lijmresten veel moeilijker te verwijderen dan verse lijm.

Wanneer de tegels niet voldoende vlak en ondersteund op je tegelsnijder liggen, dan kunnen ze anders breken dan verwacht. Bijgevolg moeten de tegelresten onder de breekplaten uit gehaald worden en moet het stof van de tegelsnijder verwijderd worden.

Bij gebruik van een elektrische tegelzaagmachine (bv. brugzaagmachine of zaagmachine met duwtafel) moet men erop toezien dat de kogellagers van de brug of van de duwtafel zuiver blijven. Indien dit niet het geval is, dan loop je het risico dat de tegels scheef verzaagd worden, waardoor je tegelwerk een onregelmatige voegbreedte kan vertonen.

Voor gereedschap dat gesmeerd moet worden, is het aangeraden om op regelmatige basis een smeerbeurt in

te plannen en hierbij gebruik te maken van een geschikt smeermiddel (bv. vet, olie of grafiet). Deze smeerbeurten worden best afgestemd op de gebruiksfrequentie en -duur van het materiaal. Hoe langer en hoe vaker je een bepaald gereedschap gebruikt, hoe vaker je met andere woorden zo'n smeerbeurt moet inplannen.

Stap 4: standaardiseren

Om de praktische invoering van de voorgaande stappen te vergemakkelijken, moeten ze **consequent en uniform toegepast** worden. Dit kan bijvoorbeeld opgenomen worden in de controle tijdens een werfrondgang.

Stap 5: standhouden

De laatste stap van de 5S-methode bestaat erin om erover te waken dat de voorgaande stappen **systematisch volgehouden** worden. ◆

Overzichtelijke inrichting van een bestelwagen.



Breuk van gevelplinten uit natuursteen

Natuursteen wordt de laatste tijd vaak gebruikt als dunne bekleding voor geventileerde gevels. Jammer genoeg worden er soms beschadigingen vastgesteld, zoals afschilferingen en scheuren in de steen. Deze schadegevallen treden veelal op ter hoogte van de gevelplinten.

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

1 Mogelijke oorzaken

1.1 Een slechte aansluiting tussen de gevel en de vloer

Wanneer de gevelplinten in het gebouw verankerd zijn en de bestrating later uitgevoerd werd, dan kan het gebeuren dat men na enkele maanden de volgende verschijnselen vaststelt:

- een **slechte uitlijning** van de stenen
- **afschilferingen in de steen** ter hoogte van de deuvels
- **scheurvorming tussen de zijdelingse verankeringen** aan weerszijden van de steen (zie afbeelding 1).

Deze beschadigingen zijn te wijten aan de door de vloerbedekking uitgeoefende druk wanneer deze hoger ligt dan de gevelplint. Deze druk komt voort uit:

- een **verhinderde uitzetting van de vloerbedekking**, die optreedt wanneer er onvoldoende ruimte is tussen de vloerbedekking en de gevelplint of wanneer deze ruimte

opgevuld is met mortel. Dit is de voornaamste oorzaak

- een **toename van het volume van de voeg of van de vloerbedekking** tijdens een vorstfase.

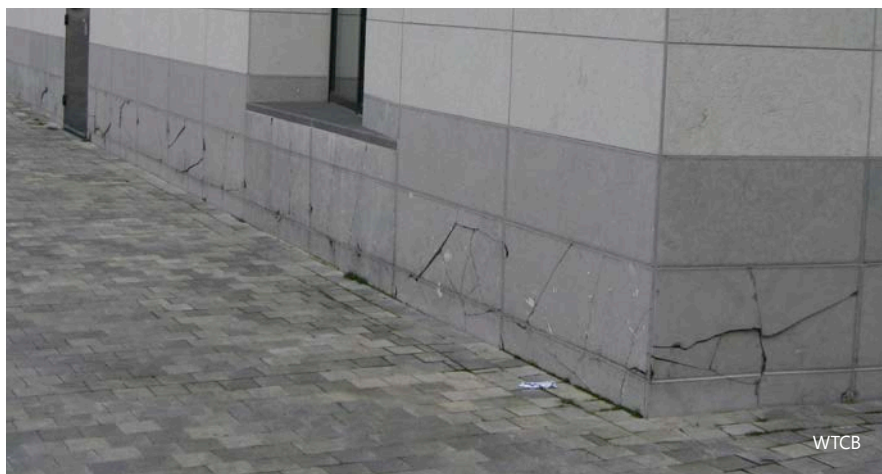
1.2 Schokken bij blootgestelde gevelplinten

De breuk van de gevelplinten kan ook te wijten zijn aan **incidentele schokken**, onder meer veroorzaakt door tweewielers (zie afbeelding 2). Dit probleem treedt dan ook frequent op bij gebouwen die grenzen aan drukke straten of openbare plaatsen.

Aangezien er bij het ontwerp niet altijd rekening gehouden wordt met de intensiteit van de schokken, is de steen soms niet dik genoeg, des te meer wanneer de verankeringen hoger liggen dan de vloer (bv. bij zeer hoge elementen). Bij gebruik van twee verankeringen worden deze doorgaans op een derde van de hoogte geplaatst. Naarmate ze hoger liggen, zal ook het risico op schade groter worden.



1 | Scheuren tussen de verankeringen.



2 | Breuk van de stenen ten gevolge van incidentele schokken.

2 Preventieve oplossingen

2.1 Aansluiting tussen de gevel en de vloer

Om de uitzetting van de vloerbedekking toe te laten, zonder dat dit aanleiding zou geven tot spanningen, moet **elk stijf/hard contact** ter hoogte van de aansluiting tussen de vloerbedekking en de gevelplint alsook over de dikte van de plaatsingslagen (indien de gevelplint tot op dit niveau komt) **vermeden worden**.

De ideale oplossing hiervoor bestaat erin om **de gevelplint boven de vloerbedekking te laten aanvangen**. Aangezien deze optie omwille van esthetische redenen slechts zelden overwogen wordt, geniet het de voorkeur om de vloerbedekking ongehinderd te laten uitzetten door:

- tussen de gevelplint enerzijds en de vloerbedekking en haar ondergrond anderzijds in een voeg van 1,5 tot 2 cm te voorzien
- met behulp van een niet-vlekvormende elastische kit een soepele voeg uit te voeren waarbij er over de volledige lengte van de contactzone tussen de twee elementen een langdurig samendrukbaar materiaal aangebracht wordt. De ruimte tussen de vloerbedekking en de gevel kan leeggelaten worden. Desgevallend is de kans echter groot dat deze snel vuil wordt.

Als tweede oplossing kan men **tussen de gevelplint en de vloerbedekking een boordsteen plaatsen** die tot doel heeft om de voeg tussen de boordsteen en de gevelplint volledig open te houden. Deze voeg moet steeds uitgevoerd worden met een elastische kit en dit, ongeacht de gekozen techniek.

Tot slot dient men erop toe te zien dat de **verluchting en de afwatering van de spouw steeds gegarandeerd zijn** en dat er geen kleine knaagdieren in de luchtspouw kunnen binnendringen.

2.2 Aan schokken blootgestelde gevelplinten

Nadat men zich ervan verzekerd heeft dat de steen ter hoogte van de verankeringen voldoende sterk is (zie de [WTCB-Dossiers 2015/2.12](#)), kan men verschillende oplossingen overwegen om het breukrisico te beperken. In het ideale geval moet men de stenen onderwerpen aan **schokproeven**, zoals beschreven in het technische rapport TR001 van de EOTA. Hiermee kan men een harde (projectie van een bol van 1 kg) of een zachte schok (val van een zandzak van 50 kg) simuleren. Ter herinnering: de [TV 146](#) raadt aan om voor stenen met een volumieke massa van meer dan 2.500 kg/m^3 een bekleding van minstens 30 mm dik toe te passen en voor stenen met een volumieke massa van minder dan 2.500 kg/m^3 een bekleding van 40 mm dik. De TV beveelt ook een minimale dikte aan van:

- 40 mm voor stenen met een mechanische verankeringsweerstand van meer dan 1.000 N
- 30 mm indien deze weerstand groter is dan 1.500 N.

De verschillende oplossingen om het breukrisico te beperken bestaan erin om de spanningen in de steen te verminderen. Dit kan door:

- de **afmetingen** van de gevelplinten te beperken tot een



3 | Versterking van de geventileerde spouw.

oppervlakte van $0,8 \text{ m}^2$ en een hoogte-breedteverhouding van 3

- de **afstand tussen de verankeringen** te begrenzen tot maximaal 80 cm
- de **dikte van de stenen** van de gevelplint met 1 à 2 cm te verhogen. In dit geval moet men:
 - ofwel de verankering centreren in de bovenliggende dunnere steen, als men wil dat de gevelplinten in hetzelfde vlak komen te liggen
 - ofwel in een afschuining voorzien en de gevelplint niet of nauwelijks inwerken zodanig dat de spouw geventileerd blijft
- de **geventileerde spouw versterken** door deze op te vullen met een mager gestabiliseerd vulmateriaal (zie afbeelding 3). Het gaat hier echter om een omslachtige operatie met een verhoogd risico op de migratie van zouten afkomstig van de mortel en op de verschijning van differentiële vochtkringen door het feit dat de onderkant van de afwerking niet meer correct geventileerd is. Bovendien zal de gevelplint in voorkomend geval niet langer als een onderdeel van de geventileerde gevel beschouwd worden, waardoor men zal moeten opteren voor een materiaal met een hogere vorstweerstand (zie [TV 228](#)).

Tot slot willen we er nog op wijzen dat de plaatsing van een regelbare tegeldrager in het midden van het element, tussen de isolatie en de steen en ter hoogte van de verankeringen het risico op scheurvorming niet verkleint. ■

Vergelijking van duurzame koelsystemen

Hoewel de koelbehoefte van een gebouw sterk gereduceerd kan worden door een aangepast ontwerp en de toepassing van passieve koelstrategieën, zal er in vele gevallen toch een koelsysteem nodig zijn om ook tijdens de steeds warmere zomers een goed thermisch comfort te kunnen garanderen. Deze koelsystemen vertonen echter grote verschillen qua koelvermogen, thermisch comfort, energieverbruik, kostprijs en milieu-impact. Het is dus belangrijk om de mogelijkheden en beperkingen ervan te kennen.

J. Van der Veken, ir., projectleider, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB

Wat verstaan we onder 'duurzame koelsystemen'?

Aangezien duurzaamheid een breed begrip is, werd er binnen het CORNET-project **SCoolS** een vergelijking opgezet van verschillende koelsystemen. Hierbij werd er gefocust op koelsystemen die een zeer hoge energetische efficiëntie behalen en zo weinig mogelijk koelmiddelen bevatten. Indien er geen compressor, noch koelmiddelen aan te pas komen, wordt er ook wel gesproken over *free cooling*.

Er bestaan meerdere vormen van *free cooling*. Zo wordt er in kantoorgebouwen vaak geopteerd voor een systeem met warmtewisselaars op het dak, terwijl er in de woningbouw eerder gebruikgemaakt wordt van **free geocooling**. Deze laatste systemen bestaan uit een geothermische warmtepomp, een extra warmtewisselaar en een aangepast regelsysteem. Deze uitbreidingen zorgen ervoor dat de warmtepomp in de zomer niet hoeft te draaien en dat de in de winter in de geothermische bron opgeslagen koude via de warmtewisselaar overgedragen kan worden op het afgiftesysteem zonder tussenkomst van een actieve koelcomponent. De installatie moet in dit geval echter wel aan een aantal voorwaarden voldoen. Zo moet:

- **de geothermische bron correct gedimensioneerd worden.** Zeker een gesloten systeem moet in de winter genoeg afgekoeld worden door de warmtepomp om in de zomer voldoende koeling te kunnen leveren. De bodemtemperatuur moet immers ook op het einde van de zomer nog laag genoeg zijn (typisch 16 °C voor *free cooling*)
- **het afgiftesysteem ook bij hogere afgiftetemperaturen (doorgaans 16-18 °C) over genoeg koelvermogen beschikken** aangezien de geothermische bron en de warmtewisselaar op piekmomenten geen lagere temperaturen kunnen afleveren. Net zoals er bij verwarming best gestreefd wordt naar een warmteafgifte op lage temperatuur om het systeem optimaal te laten werken, is

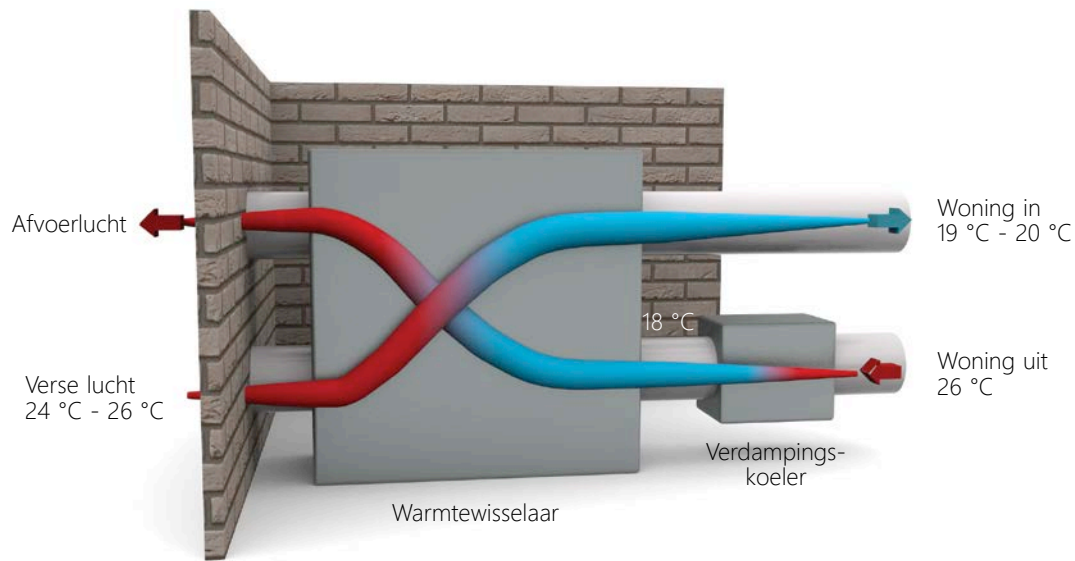
het bij koeling belangrijk om te streven naar een zo hoog mogelijke afgiftetemperatuur. Dit verlaagt bovendien het risico op condensvorming van vochtige binnenlucht op het koelende oppervlak. Daartegenover staat echter dat het niet mogelijk is om de lucht te ontvochtigen.

Bij de vergelijking van de koelsystemen werd er uitgegaan van een correcte dimensionering van de bron, maar werden er verschillende afgiftesystemen opgenomen, meer bepaald:

- een **'hybride' of 'gedynamiseerde' convector of radiator** die ook kan koelen (zie afbeelding 1). Gezien de lage temperatuurverschillen is het afgiftevermogen echter wel beperkt. Zo zal een hybride convector die in de winter 40 W/m² warmte afgeeft bij een aanvoertemperatuur van



1 | Hybride convector.



2 | Principe van indirecte verdampingskoeling.

40 °C, in de zomer ongeveer 15 W/m² kunnen afgeven bij 16 °C. Aangezien deze systemen evenwel niet voorzien zijn op het opvangen en afvoeren van condenswater, moet er een bijkomend regelsysteem geïmplementeerd worden dat de temperatuur van de warmtewisselaar boven het dauwpunt van de binnenlucht moet houden. Hierdoor kan het afgiftevermogen echter wel nog verder verlagen

- **twee vloerkoelingssystemen:** een klassiek systeem met leidingen in de dekvloer en een systeem met een 'droge' opbouw, waarbij de maximale koelafgifte tussen 30 à 40 W/m² varieert bij een aanvoertemperatuur van 16 °C. Om condensvorming op de vloer te vermijden, moet er ook hier in een regelsysteem voorzien worden dat de aanvoertemperatuur doet toenemen wanneer de relatieve vochtigheid aan het oppervlak te hoog dreigt op te lopen
- **een koelbatterij in de aanvoer van een balansventilatiesysteem.** Deze kan gekoppeld worden aan een duurzame bron op hogere temperatuur, zoals een geothermische lus op 16 °C. Dit leidt echter wel tot een beperkt koelvermogen (typisch 0,6 kW bij een debiet van 300 m³/h).

Bij de vergelijking werd ook de **verdampingskoeling** in aanmerking genomen. Dit proces bestaat erin dat er bij de verdamping van water warmte onttrokken wordt aan de omringende lucht. Hoewel dit principe rechtstreeks toegepast zou kunnen worden door de binnenomgeving te bevochtigen, leidt dit tot hogere relatieve vochtigheden en kan het ook microbiologische problemen veroorzaken. Daarom werden in deze studie enkel indirecte systemen onderzocht (zie afbeelding 2). Hierbij wordt de extractielucht in de koeler afgekoeld (bv. van 26 °C naar 18 °C). Vervolgens passeert deze lucht doorheen de warmtewisselaar van het ventilatiesysteem waar hij de warmte van de verse aanvoerlucht kan opnemen. Hierdoor zal deze laatste afkoelen (bv. van 25 °C naar 20 °C). Dit systeem blijft energie-efficiënt, maar heeft een laag koelvermogen.

Dit zal op een warme dag doorgaans minder dan 0,5 kW bedragen bij een ventilatiedebiet van 300 m³/h.

Ten slotte werden er ook twee meer klassieke koelsystemen opgenomen in de vergelijking:

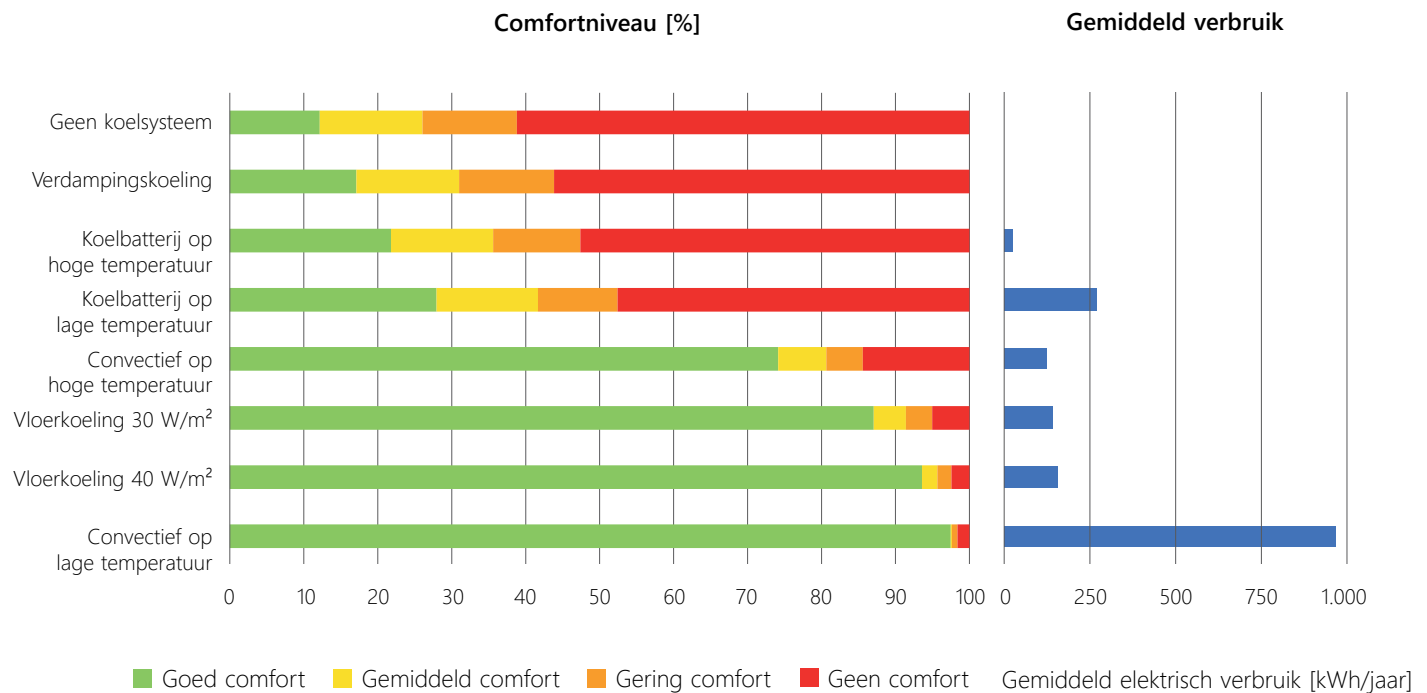
- **een koelbatterij in een balansventilatiesysteem die gekoppeld is aan een koelsysteem met een compressor op lage temperatuur,** wat het afgiftevermogen bijna kan verdubbelen ten opzichte van een koelbatterij op hoge temperatuur. Dit gaat echter wel ten koste van de efficiëntie van de opwekking
- **een convectief koelsysteem** dat in principe voor elke behoefte gedimensioneerd kan worden, maar in deze studie op 50 W/m² koeling afgetopt werd. Het kan hier gaan om een omkeerbare lucht-luchtwarmtepomp met binnenunits, maar ook om ventiloconvectoren gekoppeld aan een lucht-waterwarmtepomp.

Hoe presteren deze koelsystemen op het vlak van comfort en energie?

Met behulp van **dynamische energiesimulaties** werden er 9.200 combinaties onderzocht waarbij er in de volgende parameters gevarieerd werd:

- vijf woningtypes
- twee venstergroottes
- twee inertieniveaus
- twee isolatieniveaus
- vier oriëntaties
- drie verschillende zonweringen
- drie verschillende niveaus van ventilatieve koeling
- acht verschillende koelsystemen.

Hoewel deze simulaties oorspronkelijk bedoeld waren om een tool te ontwikkelen (zie de [WTCB-Dossiers 2021/3.3](#)) en een casespecifieke vergelijking mogelijk te maken op het vlak



3 | Comfortniveaus en gemiddeld verbruik in alle woningen in functie van het koelsysteem.



4 | Proeven op afgifte-elementen bij Thomas More Kempen.

van comfort en energie, kunnen ze ook een algemeen beeld geven van de **prestaties van de verschillende koelsystemen**.

In afbeelding 3 wordt het comfortniveau weergegeven voor alle bestudeerde combinaties. De comfortniveaus werden vastgelegd op basis van de maximaal toelaatbare temperatuur in de woning, namelijk 28 °C overdag en 26 °C 's nachts. Wanneer deze grenzen gedurende de hele zomer minder dan 33 u overschreden worden door de gesimuleerde binnentemperatuur, dan kunnen we spreken van een goed zomercomfort, tussen 33 u en 100 u van een gemiddeld comfort en tot 250 u van een gering comfort. Daarboven kunnen we stellen dat er geen comfort is.

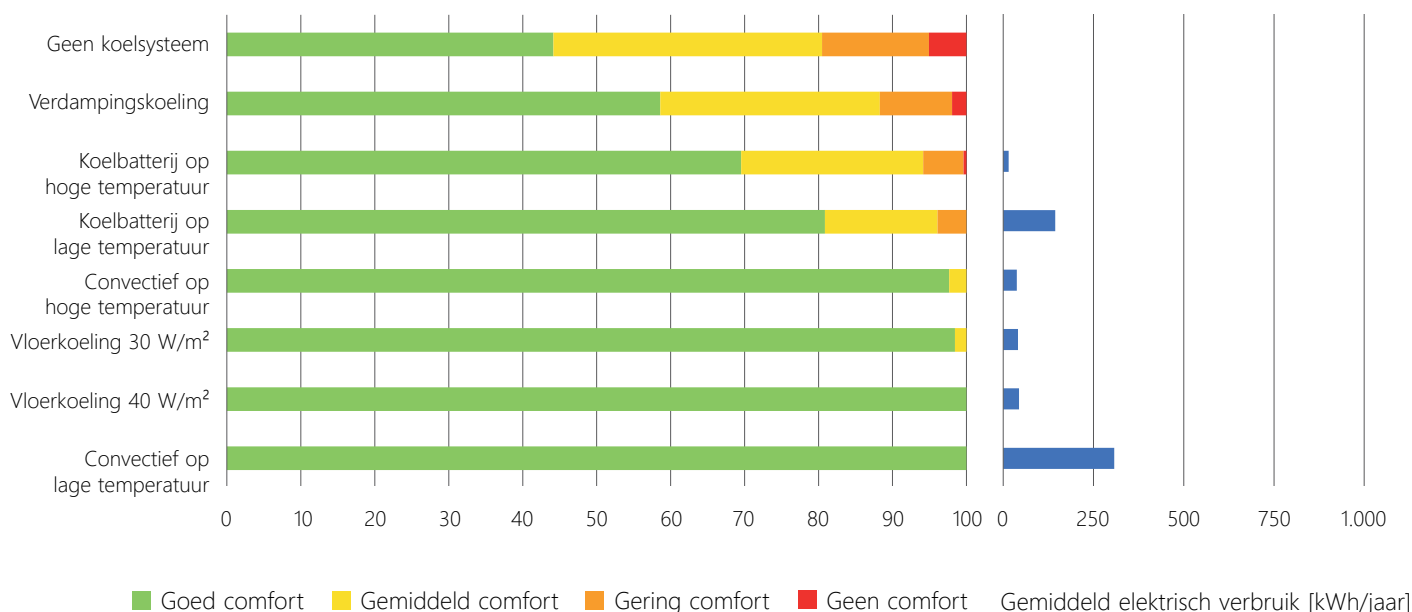
Op de grafiek kunnen we aflezen dat 60 % van de gesimuleerde woningen zonder koelsysteem slechts een beperkt zomercomfort geniet en dat amper een achtste van de woningen een goed comfort vertoont. Hoewel het comfort na de plaatsing van een indirecte verdampingskoeling of een koelbatterij op een balansventilatiesysteem wel verbetert, scoort drie vierde van de woningvarianten pas goed na de installatie van een **systeem met meer koelvermogen**, zoals een hybride convector die 15 W/m² specifiek koelvermogen kan afgeven bij hogere koeltemperaturen, een vloerkoeling (30-40 W/m²) en de klassieke convectieve luchtkoeling op lage temperatuur van 50 W/m².

Door de verhoging van het koelvermogen neemt ook het energieverbruik toe, al blijft dit wel binnen de perken. Zeker



Comfortniveau [%]

Gemiddeld verbruik



5 | Comfortniveau en gemiddeld verbruik van de woningen met buitenzonwering en ventilatieve koeling in functie van het koelsysteem.

bij de systemen op hoge temperatuur (convectief op hoge temperatuur of vloerkoeling) blijft het elektrische verbruik laag door de hoge efficiëntie van de gekoppelde *free cooling*. Ook bij de klassieke koelsystemen (convectief op lage temperatuur) ligt het gemiddelde verbruik nog net onder 1.000 kWh/jaar.

We willen er wel op wijzen dat de simulaties uitgaan van een ideale regeling, een relatief hoge insteltemperatuur en een logisch gebruikersgedrag. Het energieverbruik kan in de praktijk dus hoger uitvallen.

Uit de grafiek in afbeelding 5 blijkt dat het comfort spectaculair verbetert bij de toepassing van zonwering en ventilatieve (nacht)koeling. Als we alleen de **combinaties met deze passieve koelstrategieën** beschouwen, dan stellen we vast dat bijna de helft van de woningen zelfs zonder koelsysteem een goed zomercomfort vertoont. We zien ook dat de verdampingskoeling en koelbatterijen in het ventilatiesysteem veel beter scoren. Zeker de systemen met aparte afgiftelichamen (convectief of vloerkoeling) leveren in deze gevallen een goed comfort op. Ten slotte zakt het energieverbruik aanzienlijk, gemiddeld tot ongeveer een derde ten opzichte van alle woningen (zie afbeelding 3 op de vorige pagina).

Duurzame koelsystemen en passieve maatregelen

De simulatieresultaten tonen aan dat het wel degelijk **mogelijk is om een goed zomercomfort te verzoenen**

met een laag energieverbruik. De combinatie van *free cooling* en afgiftesystemen op hogere temperaturen maakt het bovendien mogelijk om eventueel schadelijke koelmiddelen te vermijden.

Aangezien deze duurzame systemen dikwijls over een lager afgiftevermogen beschikken, is de selectie en dimensionering ervan niet altijd evident. De benodigde afgiftevermogens variëren immers naargelang van het volume en het gebruik van de ruimten, de zonnewinsten en de compactheid van het gebouw. Daarenboven ontbreekt de mogelijkheid om de binnenlucht te ontvochtigen wanneer de relatieve vochtigheid te hoog zou oplopen.

Het toepassen van een goede zonwering en nachtventilatie (door het openen van vensters of via ventilatieroosters) verlaagt de koelbehoefte en maakt ook het benodigde vermogen homogener, wat de selectie van het koelsysteem vergemakkelijkt.

Daar waar een koeling via het ventilatiesysteem in combinatie met deze passieve maatregelen al kan volstaan, zijn het vooral de **hybride convectoren en de vloerkoeling** die een goed zomercomfort garanderen. Deze afgiftesystemen functioneren overigens op hoge regimetemperaturen, wat meer mogelijkheden biedt naar duurzame koelbronnen toe (bv. geothermie, koelketen en optimaal draaiende omkeerbare warmtepomp). 

Is bemalingswater geschikt voor gebruik in residentiële sanitaire installaties?

Gelet op de alsmaar prangender wordende droogteproblematiek, bestaat er een groeiende interesse om bemalingswater te (her)gebruiken in plaats van dit gewoon te lozen in de riolering. Eind 2020 voerde het WTCB een oriënterende staalnamecampagne uit om een beter zicht te krijgen op de kwaliteit van dit type water. Hieruit bleek dat het gebruik van bemalingswater in residentiële sanitaire installaties (bv. voor toiletten en wasmachines) af te raden is.

B. Bleys, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Watertechnieken, WTCB

K. Dinne, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium Microbiologie en micropartikels, WTCB

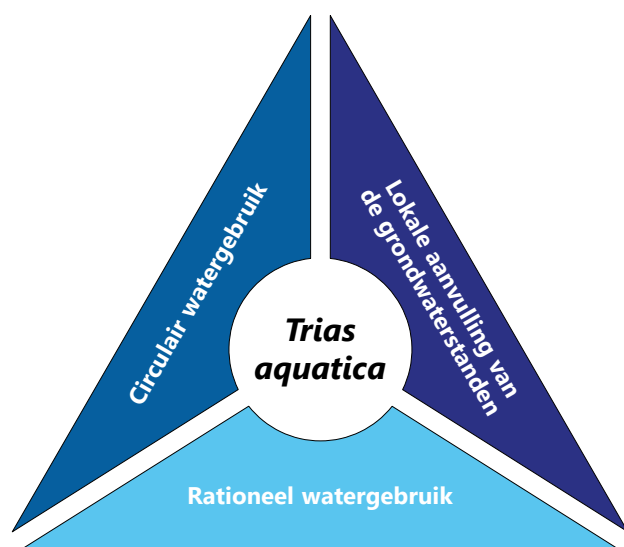
N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB

G. Goossens, ir., adviseur Milieu, Vlaamse Confederatie Bouw

Droogteproblematiek

Door de opeenvolging van verschillende extreem droge periodes (2017, 2018 en 2020) is de droogteproblematiek in België de afgelopen jaren zeer actueel geworden. Via

de 'Blue Deal' tracht de Vlaamse overheid daarom haar inspanningen in de strijd tegen waterschaarste te verhogen. Het gebruik van bemalingswater wordt in deze context door verschillende steden gestimuleerd en gefaciliteerd door initiatieven zoals www.werfwater.be. Hierbij dient men echter de nodige aandacht te besteden aan de kwaliteit van het bemalingswater in functie van de beoogde toepassing.



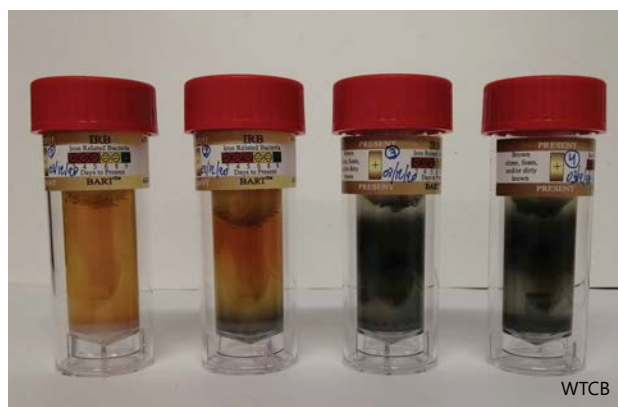
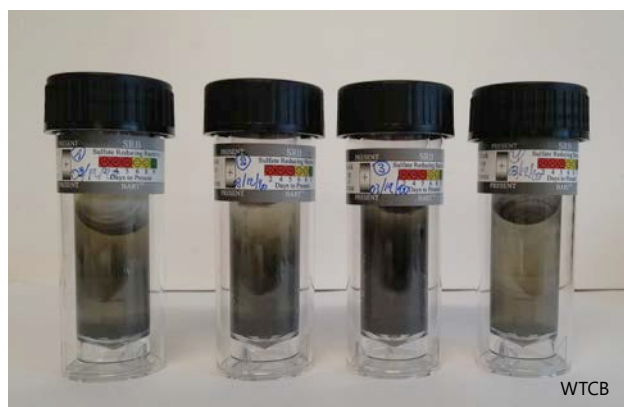
1 | De trias aquatica.

Trias aquatica

Als we even kijken naar de principes van de *trias aquatica* (zie afbeelding 1), dan zijn er verschillende opportuniteiten om de impact van bemalingen te beperken:

- **rationeel watergebruik:** een vermindering van de hoeveelheid opgepompt bemalingswater door een optimalisatie van de sturing, het hydraulisch isoleren van de bouwput ...
- **circulair watergebruik:** het (her)gebruik van het bemalingswater (niet-drinkwaterkwaliteit) voor bepaalde toepassingen
- de **lokale aanvulling van de grondwaterstanden** door middel van retourbemalen en de infiltratie van het bemalingswater.

In deze context is het beperken van de hoeveelheid bemalingswater de eerste prioriteit, waarna de mogelijkheden van retourbemalen en het eventuele hergebruik bekeken kunnen worden.



2 en 3 | Resultaat van de bemeting van de concentraties aan sulfaatreducerende (links) en ijzerreducerende (rechts) bacteriën.

De kwaliteit van het bemalingswater

Tot op heden is er slechts weinig informatie voorhanden omtrent de kwaliteit van het bemalingswater. Dit geldt met name voor wat betreft de microbiologische waterkwaliteit, die van groot belang is voor het eventuele (her)gebruik en de opslag ervan. Daarom heeft het WTCB, in samenspraak met de VCB, eind 2020 een **oriënterende staalnamecampagne** (met steriele flessen) opgezet bij vier werven:

- werf 1: opslag van het bemalingswater in een container met afnamemogelijkheid en overloop naar een beek. Hier werd een schepstaal in de container genomen
- werf 2: bemaling zonder opslag. Hier werd het bemalingswater rechtstreeks naar de openbare riolering afgevoerd en gebeurde de staalname in het stromende water
- werf 3: opslag van het bemalingswater in een tijdelijke betonnen put met afnamemogelijkheid en overloop naar de openbare riolering. Hier werden er zowel stalen genomen aan de afnamekranen (na een korte *flush*) als aan de overloop (rechtstreekse opvang)
- werf 4: bemaling zonder opslag (uitgraving van een vijver voor een privéwoning). Hier werd een staal uit de peilbuis genomen.

Na deze staalnames werd er overgegaan tot de analyse van een aantal chemische en microbiologische parameters. Zo werden er in verschillende stalen verhoogde ijzerconcentraties en een verhoogde hardheid gevonden, wat in residentiële sanitaire installaties aanleiding kan geven tot een **verkleuring van het water, corrosie en kalkafzettingen**. Daarnaast werd er in één staal ook een hoge concentratie aan fosfor-, stikstof- en kaliumionen teruggevonden. Deze ionen zijn voedingsstoffen voor micro-organismen en algen en kunnen daardoor de waterkwaliteit tijdens de opslag negatief beïnvloeden.

Wat de microbiologische parameters betreft, vallen – naast de hoge tot zeer hoge bacteriologische belasting (totaal kiemgetal bij 22 °C tussen 810 en 320.000 kve/ml) en de aanwezigheid van fecale indicatororganismen – vooral de hoge concentraties aan ijzerreducerende (IRB's – tussen

9.000 en 35.000 kve/ml) en sulfaatreducerende (SRB's – tussen 5 en 120.000 kve/ml) bacteriën op.

Afbeeldingen 2 en 3 tonen een aantal van de proefstalen. Uit de verkleuring en de kleurschaal valt duidelijk af te lezen dat het over zeer hoge waarden gaat.

Ijzerreducerende en sulfaatreducerende bacteriën vormen een belangrijke oorzaak van microbiologisch geïnduceerde corrosie (MIC) en geven eveneens een hardnekkige geur af. Bij aanwezigheid van SRB's wordt er namelijk H_2S gevormd, het gas dat verantwoordelijk is voor de typische geur van rotte eieren. Eenmaal deze bacteriën in een sanitaire installatie aanwezig zijn, is het zeer moeilijk om ze te verwijderen en kunnen er meerdere desinfectieprocedures noodzakelijk zijn om ze af te doden. Voorkomen is dus aangewezen. Dit fenomeen kan bijvoorbeeld optreden wanneer er bij het afpersen van de installatie gebruikgemaakt werd van water van niet-drinkwaterkwaliteit (bv. regenwater).

Besluit

Hoewel het aantal stalen dat tijdens voormelde proefcampagne genomen werd te beperkt is om statistisch relevante conclusies te trekken, kunnen we aan de hand van de behaalde resultaten toch stellen dat bemalingswater niet geschikt is voor gebruik in sanitaire installaties. Wij raden dus ten stelligste af om uw hemelwaterput (aan) te vullen met bemalingswater. De aanwending van bemalingswater voor het bewateren van tuinen en parken lijkt ons daarentegen wel mogelijk.

Om te kunnen inschatten of er bij gebruik van bemalingswater ook een risico op **legionellaontwikkeling** bestaat, zijn er nog een aantal bijkomende metingen tijdens warmere periodes nodig. Indien het bemalingswater opgeslagen wordt, dan is het risico op stagnering immers reëel en zijn er verschillende voorwaarden (bv. ijzer, voedingsstoffen) verenigd die een dergelijke ontwikkeling bij gunstige temperaturen in de hand kunnen werken. ◆

Welk baksteenmetselwerk kan overschilderd worden?

Het WTCB voert momenteel een onderzoeksproject uit dat erop gericht is om de aannemers te helpen die geconfronteerd worden met het loskomen van verven op baksteenmetselwerk. Uit de eerste resultaten blijkt dat er bijzondere aandacht besteed moet worden aan het oppervlak van de bakstenen en meer in het bijzonder aan de absorptie ervan. In sommige gevallen kan het ook nuttig zijn om vooraf de hechting van het gekozen verfsysteem te controleren.

E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwchemie, WTCB

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

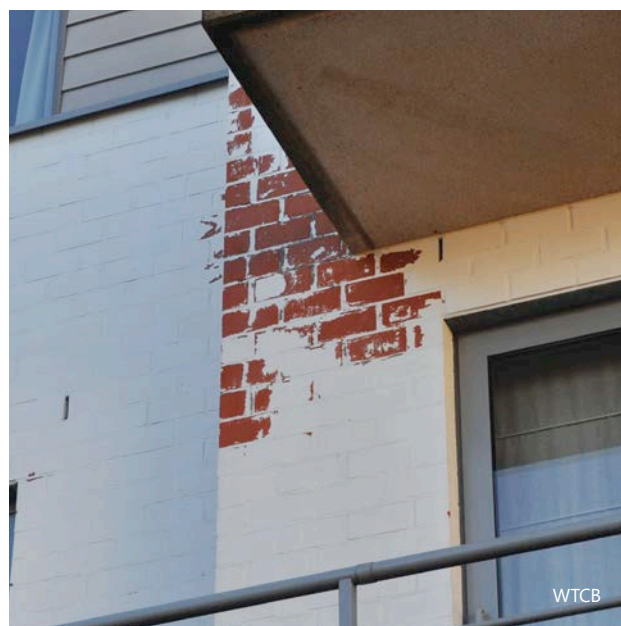
S. Mertens, dr. ir., projectleider, laboratorium Bouwmaterialen, WTCB

De afgelopen jaren werd de afdeling Technisch advies en consultancy van het WTCB een aantal keren geconfronteerd met zeer gelijkaardige problemen in verband met het **loskomen van bepaalde op baksteenmetselwerk aangebrachte verven** (zie de [WTCB-Dossiers 2016/3.10](#)). Hoewel het aantal schadegevallen vrij beperkt blijft, hebben ze de volgende zaken aan het licht gebracht:

- het gebrek aan informatie over het gedrag van op bakstenen aangebrachte verven (bv. invloedsparameters en basis- en referentie-eigenschappen van de te overschilderen oppervlakken)
- de nood aan proeven of criteria om te kunnen anticiperen op eventuele problemen
- de moeilijkheden om een duurzame oplossing te vinden.

Onderzoeksproject

Het WTCB heeft onlangs een onderzoeksproject gelanceerd met als doel om het **gedrag van verschillende combinaties van bakstenen en verven te evalueren** teneinde aanbevelingen te kunnen formuleren en nieuwe schadegevallen te voorkomen ⁽¹⁾⁽²⁾. De combinaties van de twee materialen worden immers nooit in aanmerking genomen in hun respectievelijke normen ⁽³⁾. Er bestaat vooralsnog ook geen unanieme definitie van wat een 'overschilderbare baksteen' is. Bijgevolg is het zowel voor



de architect als voor de schilder moeilijk om vooraf de eigenschappen van de ondergrond en de meest geschikte verven te bepalen.

⁽¹⁾ De meer gebruikelijke schadegevallen, zoals zoutuitbloeiingen, komen niet aan bod in het project.

⁽²⁾ Dit artikel spitst zich toe op de invloed van het baksteenoppervlak op de hechting van de verf. Andere parameters die verband houden met de wandopbouw (bv. na-isolatie en isolatie van binnenuit) kunnen eveneens belangrijke gevolgen hebben voor het gedrag van de verf. De invloed van deze factoren wordt eveneens bestudeerd en zal het onderwerp uitmaken van toekomstige publicaties.

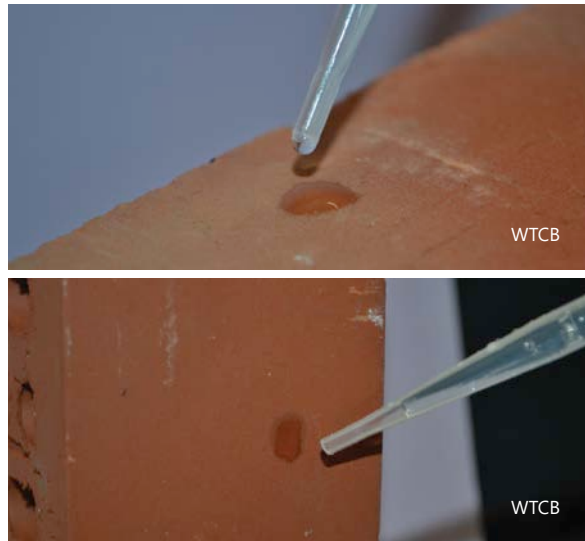
⁽³⁾ Buitenverven voor metselwerk vallen onder de norm NBN EN 1062-1:2004. De specificaties voor metselbakstenen komen aan bod in de norm NBN EN 771-1 + A1:2015 die de CE-markering van de producten mogelijk maakt. Wanneer de bakstenen voldoen aan de eisen uit de technische voorschriften PTV23-002 van 2012, dan kan er ook een BENOR-markering toegekend worden.



Absorptiesnelheidsproef

De absorptiesnelheidsproef bestaat erin om op het oppervlak van een baksteen een waterdruppel aan te brengen en de absorptietijd ervan te meten. De in dit artikel beschreven proeven werden uitgevoerd met behulp van een micropipet van 10 µl. De grootte van de waterdruppel heeft evenwel slechts weinig invloed op de absorptiesnelheid.

De baksteen moet droog en proper zijn. Hoewel de proef gemakkelijker uit te voeren is in horizontale positie, kan dit ook in verticale positie (zie nevenstaande afbeeldingen). In dit laatste geval moet het volume van de druppel echter wel beperkt worden, omdat een teveel aan water doorgaans aanleiding geeft tot lopers die de inschatting van de absorptietijd bemoeilijken. Bepaalde bakstenen kunnen aanzienlijke absorptieverschillen vertonen. Om een meer representatieve schatting van het verwachte gedrag te bekomen, is het aangeraden om de proef op meerdere bakstenen (minstens drie) en in verschillende punten (minstens drie metingen per baksteen) uit te voeren.



Het eerste deel van het onderzoeksproject beoogt om de invloed van verschillende factoren te onderzoeken die een **impact zouden kunnen hebben op de initiële hechting van de verf**. Daartoe werden een tiental bakstenen met verschillende eigenschappen geselecteerd. Zo werden er onder meer verschillende fabricagewijzen in aanmerking genomen (handvormbakstenen of strengpersstenen) en werden bakstenen met zowel gladde, ruwe als glanzende zichtvlakken (d.i. het oppervlak waarop de verf aangebracht wordt) bestudeerd.

Door in de microporiën door te dringen en zich aan de onregelmatigheden in het oppervlak vast te hechten, zorgt de verf voor een betere mechanische verankering. Daarom werden de zichtvlakken van de bakstenen gekarakteriseerd. De proeven hadden meer bepaald tot doel om de **oppervlakteruwheid** en het **waterabsorptiegedrag** (meting van de capillaire absorptie, meting van de absorptie met behulp van de Karstenpijp en meting van de absorptiesnelheid van een waterdruppel) te evalueren. Door op het oppervlak van de baksteen een gekleurd hars aan te brengen en vervolgens de doorsnede van de steen te bestuderen, konden de verschillen in het absorptiegedrag van de bakstenen gevisualiseerd worden.

Dankzij deze proeven was het mogelijk om de zichtvlakken van de bakstenen te categoriseren (zie tabel op de volgende pagina). Over het algemeen brachten de waterabsorptieproeven enkele gelijkaardige tendensen aan het licht. Uit de studie van de doorsneden kwam naar voren dat de absorptie van het hars vermindert naarmate het oppervlak meer gesloten is. De meting van de absorptiesnelheid van een waterdruppel bleek bijzonder eenvoudig en relevant te zijn. Bij gebrek aan voorafgaandelijke informatie met betrekking tot het absorptiegedrag van de bakstenen kan deze proef hier ter plaatse een goede benadering van geven (zie kader).

Er werden ook een tiental verfsystemen bestudeerd. Het gaat hier om traditionele acrylsystemen en siloxaansystemen (meer

'ademend'). De producten zijn afkomstig van verschillende fabrikanten en omvatten tevens een water- of solventgedragen primer. Naast de basiseigenschappen van de verven werd ook de viscositeit van de primers gekarakteriseerd, aangezien deze laatste zorgen voor de goede hechting van de verfsystemen.

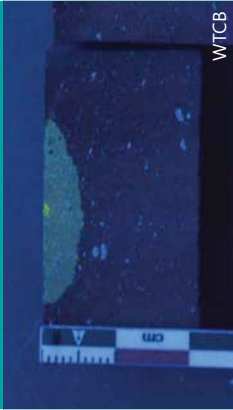
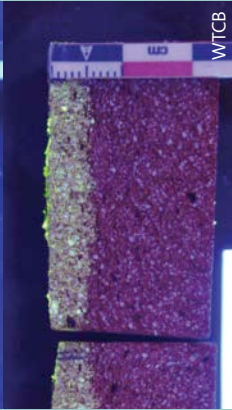
Vervolgens werd de initiële hechting van de verschillende bakstenen onderzocht aan de hand van ruitjesproeven (ook wel *cross-cut*proeven genoemd). Hieruit bleek dat het risico op hechtingsgebreken toeneemt naarmate de absorptietijd langer wordt:

- wat de **sterk absorberende gestructureerde bakstenen** betreft (onmiddellijke absorptie of absorptie in enkele seconden van een waterdruppel), brachten de proeven geen hechtingsgebreken aan het licht en dit, ongeacht het gebruikte verfsysteem
- voor de **iets minder absorberende oppervlakken** (absorptie in enkele tientallen seconden of lokaal zelfs in 1 tot 3 minuten) werd er bij het merendeel van de systemen een correcte hechting vastgesteld. Niettemin kwam de verf bij bepaalde van deze systemen toch los. Bijgevolg is het voor deze ondergronden aangeraden om de hechting van de gekozen verf vooraf na te gaan
- voor de **zeer weinig absorberende oppervlakken** (absorptie na meer dan 3 minuten) werd er bij het merendeel van de producten een gebrek aan hechting geconstateerd en dit, ondanks de aanwezigheid van eventuele ruwheden of oneffenheden in de ondergrond. Het is dus afgeraden om deze te overschilderen.

In het vervolg van het project zal de **veroudering van de verschillende verf-baksteencombinaties** bestudeerd worden. De uitgevoerde proeven zullen in het bijzonder tot doel hebben om het werkingsgedrag van de verven te simuleren door te evalueren in welke mate het risico op het loskomen van de verf beïnvloed wordt door een passage van waterdamp doorheen de bakstenen. ■



Classificatie van de zichtvlakken van de bakstenen en aanbevelingen met betrekking tot de initiële hechting van de verven.

Oppervlak van de baksteen	Voorbeeld van het oppervlak	Absorptie van een waterdruppel van 10 µl	Waarneming van de migratie van een gekleurd hars in de baksteen (doorsnede)	Initiële hechting van de beproefde verfsystemen
Glad, absorberend oppervlak	 WTCB	Absorptie in enkele seconden (ongeveer 2 tot 10 seconden)	 WTCB	Correcte initiële hechting van de meeste verfsystemen. Het is echter aangeraden om de hechting van het gekozen verfsysteem vooraf te controleren.
Glad, niet-absorberend oppervlak	 WTCB	Absorptie in enkele minuten (ongeveer 3 tot 5 minuten)	 WTCB	Bakstenen die met verschillende verfsystemen ter plaatse hechtproblemen vertoonden. Het overschilderen ervan houdt een risico in en is afgeraden.
Ruw, sterk absorberend oppervlak	 WTCB	Onmiddellijke absorptie of absorptie in enkele seconden	 WTCB	Correcte hechting van alle verfsystemen.
Ruw, absorberend oppervlak	 WTCB	Absorptie in enkele tientallen seconden, lokaal zelfs in ongeveer 1 tot 3 minuten maximum. Deze oppervlakken kunnen aanzienlijke absorptieverschillen vertonen.	 WTCB	Correcte initiële hechting van de meeste verfsystemen. Het is echter aangeraden om de hechting van het gekozen verfsysteem vooraf te controleren.
Ruw, niet-absorberend oppervlak (glanzend uitzicht)	 WTCB	Meerdere minuten (meer dan 3 minuten en soms zelfs langer dan 10 tot 15 minuten)	 WTCB	Bij de meeste verfsystemen werden er hechtingsgebreken vastgesteld. Het is afgeraden om deze oppervlakken te overschilderen.

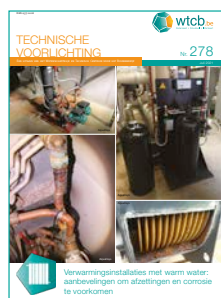
WTCB-publicaties



Technische Voorlichtingen

TV 277 'Leidraad voor de goede uitvoering van harsgebonden vloeren'

Deze Technische Voorlichting behandelt harsgebonden vloerbekledingen die ter plaatse in niet-verharde vorm aangebracht worden en vervolgens uitharden door een chemische reactie. Ze vervangt bijgevolg de in 2000 verschenen Technische Voorlichting 216 'Harsgebonden bedrijfsvloeren'.



TV 278 'Verwarmingsinstallaties met warm water: aanbevelingen om afzettingen en corrosie te voorkomen'

Teneinde de werking en de levensduur van de huidige centraleverwarmingssystemen in gebouwen te waarborgen, bevat dit document een aantal aanbevelingen om corrosie te beperken en de aanwezigheid van afzettingen te vermijden. Deze aanbevelingen hebben betrekking op het ontwerp, de uitvoering, het gebruik en het beheer van gesloten watervoerende verwarmingssystemen.

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

Verantwoordelijke uitgever: Olivier Vandooren, 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

Taalkundige herziening: J. Beauclercq en D. Van de Velde
Vertaling: J. Beauclercq
Lay-out: J. Beauclercq en J. D'Heygere
Illustraties: G. Depret, R. Hermans en Q. van Grieken
Foto's WTCB: M. Sohie et al.

Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

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

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

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan je zowel per telefoon (02/716.42.11) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met T. Vangheel.
- Nuttige link: www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').



Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan 55 jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met de bijdragen van 95.000 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 voor 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 750 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 18.000 verstrekte adviezen per jaar.

Maatschappelijke zetel

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

Kantoren

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

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

Proefstation

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

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

Brussels Greenbizz

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