



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2013/3

**Ultrahoge-
sterktebeton**
p5

**Beglazings-
voegen**
p9

Balansventilatie
p17

Resourceplanning
p22



Inhoud 2013/3

Octrooien als innovatiestimulans 3



Ondiepe geothermie 4



Ultrahogesterktebeton: na het onderzoek ook toepassingen in België? 5



Evaluatieprocedure voor injectieproducten tegen opstijgend vocht 6



Vochtproblemen in hellende daken voorkomen 7



Milieu-impact van platte daken 8



Hoe kan men doeltreffende beglazingsvoegen verkrijgen? 9



Beperking van de brandoverslag via een gordijngewel 10



Luchtdichtheid en de gevolgen voor de tegelzetter 12



Afschilfering en verwerking van het oppervlak van kalksteen 14



Kleurverschillen in gevelmetselwerkvoegen 15



Lijmen voor textiele vloerbekledingen 16



Balansventilatie: betrouwbaarheid van het rendement en andere EPB-gegevens 17



Centrale warmwaterproductie in appartementsgebouwen: piekdebieten en dimensionering 18



Uw facturen zijn goud waard ... ook voor uw klanten! 19



Akoestische aspecten van mechanische ventilatie in eengezinswoningen 20



De resourceplanning 22



Octrooien als innovatiestimulans

De stimulatie van innovatie en creativiteit is van cruciaal belang om te kunnen concurreren in onze kenniseconomie. Zoals Jan Venstermans, directeur-generaal van het WTCB, duidelijk heeft laten merken tijdens het laatste Bouwforum, wil het Centrum in de toekomst een belangrijke rol gaan spelen op het vlak van innovatie in de bouw. Zo is het niet alleen de bedoeling om de bestaande innovatiebevorderende processen te vereenvoudigen, maar ook – en vooral – om de rol van katalysator te gaan vervullen. Het WTCB vormt immers een verzamelpunt voor de vakkennis en de hefboomen die nodig zijn voor de ontwikkeling en de praktische implementering van allerhande innovatieve procedés en materialen.

Onze doelgroep is, net zoals de bouwsector zelf, uiterst gevarieerd. Dit geldt evenzeer voor de innovatiekanalen. Het gaat hier immers niet louter om onderzoek en ontwikkeling, maar ook om de implementering van innovatieve technologieën, om nieuwe reglementeringen en normen, om de alsnog strengere klanteneisen die de sector ertoe verplichten te evolueren en om de ervaring die opgedaan wordt op de bouwplaats.

Intellectuele-eigendomsrechten zoals octrooien spelen een belangrijke rol bij de stimulatie van innovatie, aangezien ze de waarde van uitvindingen en de daaruit voortvloeiende investeringen beschermen. Daarnaast geven uitvindingen, dankzij de publicatie van

octrooi-informatie, aanleiding tot nieuw onderzoeks- en ontwikkelingswerk.

Ondernemingen hebben er bijgevolg baat bij om tijdens de ontwikkeling en lancering van hun producten, diensten en processen de mogelijkheden van intellectuele-eigendomsrechten zo optimaal mogelijk te benutten. De FOD 'Economie' heeft hiertoe een aantal Octrooicellen opgericht, die de bedrijven uit hun sector sensibiliseren over dit onderwerp en hun vragen beantwoorden. Voor de bouw valt deze taak te beurt aan het WTCB.

De dienstverlening van de Octrooicel, die bovendien gratis is, wordt door de bedrijven die er een beroep op doen unaniem gewaardeerd. Waarom zou u er dan geen gebruik van maken?

Heeft u vragen hieromtrent? Aarzel dan niet om ons te contacteren!

Octrooicel WTCB
Lozenberg 7
1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)
Tel.: 02/716.42.11
Fax: 02/725.32.12
E-mail: octrooi@bbri.be



Ondiepe geothermie

De temperatuur in de kern van de aarde bedraagt zo'n 5.000 °C. Net onder het aardoppervlak wisselt de temperatuur sterk doordat ze beïnvloed wordt door het klimaat. In België heerst er vanaf 18 m diepte een evenwichtstemperatuur van 10 tot 12 °C. Dieper in de aarde neemt de temperatuur toe met 2 à 3 °C per 100 m. Ondanks deze lage temperaturen bevindt zich op deze 'ondiepte' niettemin een massa aan thermische energie die zich voortdurend hernieuwt. Deze kan door middel van een warmtepomp ter beschikking gesteld worden om het gebouw op de gewenste temperatuur te verwarmen.

Warmtepompsystemen

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen open en gesloten warmtepompsystemen. Bij de open systemen wordt het grondwater uit een watervoerende laag opgepompt, over de warmtepomp geleid en opnieuw in dezelfde laag geïnjecteerd. Dergelijke systemen kunnen enkel toegepast worden op locaties waar water met een voldoende debiet aan de ondergrond kan onttrokken worden (zie afbeelding 1).

De gesloten systemen bestaan op hun beurt uit een aantal warmtewisselaars die voorzien zijn van een lus uit PE-buizen. Deze lus wordt doorstroomd door een waterglycolmengsel dat de warmte uit de bodem opslaat en vervolgens aan de warmtepomp afgeeft. Men dient in deze context een onderscheid te maken tussen horizontale en verticale gesloten systeem:

- de horizontale systemen bestaan uit vlakke lussen die zich 1,20 m onder het maaiveld bevinden. Omwille van hun beperkte vermogen zijn deze systemen eerder geschikt voor woningbouw (zie afbeelding 2)
- bij de verticale systemen worden tot op een gemiddelde diepte van 100 m gaten in de grond geboord. Nadat men de lussen in de boorgaten heeft neergelaten, worden deze laatste opnieuw gevuld. Verticale systemen bieden het voordeel dat ze overal toegepast kunnen worden, ongeacht de ondergrond (zie afbeelding 3).

De kwaliteit van de bodem en het grondwater moet bewaakt worden door de milieudiensten. Slecht uitgevoerde boringen en verkeerd geïnstalleerde installaties kunnen immers leiden tot de verontreiniging van het kostbare grondwater. De eventuele aanwezigheid van waterwinningsgebieden en de positie van een kleilaag die de watervoerende grondlagen afschermt, spelen

een belangrijke rol bij de toekenning van vergunningen. Voor de open systemen zijn deze vergunningsvoorwaarden bovendien afhankelijk van de verpompte waterhoeveelheid.

Voor de verwarming van een gebouw verhoogt de warmtepomp de watertemperatuur tot 30 à 55 °C, afhankelijk van het warmteafgiftesysteem. Voor de koeling van een gebouw kan men, zowel bij open als gesloten systemen, opteren voor een warmtewisselaar waarbij de koude uit de bodem aangewend wordt in combinatie met een koelsysteem. Men noemt dit passieve koeling omdat er een minimum aan elektrische energie verbruikt wordt. Indien men het gebouw intensiever wenst te koelen, keert men de werking van de warmtepomp om en doet men aan actieve koeling.

Het rendement van de installatie is afhankelijk van het temperatuurverschil dat de warmtepomp moet overbruggen. Hoe kleiner het verschil tussen de bron en het afgiftesysteem, hoe hoger het rendement en hoe minder andere energiebronnen aangesproken moeten worden.

Dit temperatuurverschil kan beperkt worden door het gebouw in de zomer af te koelen met behulp van de koude die in de winter in de bodem gecreëerd wordt. Lagetemperatuurafgiftesystemen zoals vloer-, plafond- en wandverwarmingssystemen leveren hierbij een beduidend hoger rendement op dan hogetemperatuursystemen zoals radiatoren en convectoren. Betonkernactivering neemt dan weer een bijzondere plaats in. Door de thermische buffering van de betonnen vloer en de aanwezigheid van watervoerende leidingen in de kern van de vloer kan men namelijk op zeer lage temperatuur (24-30 °C) verwarmen en op zeer hoge temperatuur (14-20 °C) koelen.

Smart Geotherm

Hoewel ondiepe geothermie een duurzame bron van thermische energie vormt en een antwoord kan bieden voor bijna-energie-neutrale gebouwen, wordt dit principe in België slechts zelden toegepast. Onderzoek wees uit dat er in ons land een tekort aan informatie is over de technologie, de toepassingsmogelijkheden en de wetgeving. Het Smart Geothermproject tracht deze leemte op te vullen door kennis te verspreiden in de vorm van technische artikels, codes van goede praktijk, seminars ...

Een ander luik van het project is toegespitst op de optimale combinatie van een thermische energiebron (bv. bodem- of zonne-energie) met een tijdelijk opslagsysteem (bv. in de bodem, in buffervaten of in de bouwstructuur). Het thermische comfort in het gebouw is hierbij uiteraard een cruciale factor. Ook het financiële aspect heeft een belangrijke rol te spelen bij de optimalisatie van een geothermische installatie.

Indien het gebouw om stabiliteitsredenen voorzien wordt van paalfunderingen, kan het interessant zijn om deze uit te rusten met warmtewisselaars. Men spreekt dan van energiepalen. Tijdens het Smart Geothermproject zal de impact van de temperatuurschommelingen op het gedrag van dit funderingstype bestudeerd worden.



L. François, ir., projectleider,
laboratorium Geotechniek en monitoring, WTCB

1 | Open systeem



2 | Gesloten horizontaal systeem



3 | Gesloten verticaal systeem





Ultrahogesterktebeton:

na het onderzoek ook toepassingen in België?

Het WTCB en de VUB onderzochten de eigenschappen en mogelijkheden van ultrahogesterktebeton (UHSB) en kwamen tot de conclusie dat het een ideaal materiaal is voor de vervaardiging van voorgespannen beton, voor de realisatie van dunne of slanke elementen en voor toepassingen waar duurzaamheid en levensduur belangrijke vereisten zijn. We lichten hierna kort enkele interessante onderzoeksresultaten toe.

Ultrahogesterktebeton vertoont een druksterkte tot meer dan 150 N/mm², wat wel drie tot vijf keer meer is dan een gewoon beton. Dit betontype beschikt bovendien over een heel dichte microstructuur en een lage porositeit, waardoor het extreme mechanische prestaties kan combineren met een uitzonderlijke duurzaamheid.

Voordelen

De ultrahoge druksterkte creëert in eerste instantie nieuwe mogelijkheden voor voorgespannen beton: de overspanningscapaciteit kan verder opgedreven worden, waardoor men de nuttige hoogte van de balken kan beperken (en zodoende bij hoge gebouwen plaats kan winnen voor een extra verdieping). Door de combinatie met hoge vezeldoseringen worden ook slankere en verfijnde uitvoeringen van platen en speciale vormen mogelijk. UHSB kan eveneens gebruikt worden voor de realisatie van heel slanke bruggen. Dankzij zijn hoge duurzaamheid (zie tabel) leent deze betonsoort zich ten slotte optimaal voor civiele werken, waarbij de levensduur en het onderhoud belangrijke parameters zijn.

Karakteristieken en huidig onderzoek

In de tabel hiernaast worden enkele resultaten van de door het WTCB ontwikkelde en onderzochte UHSB-types vergeleken met de gemiddelde eigenschappen van een beton van druksterkteklasse C 30/37. Hieruit blijkt onder meer dat constructies uit UHSB een veel langere levensduur zouden hebben dan constructies uit normaal beton. Indien we de proefresultaten voor carbonatatie interpreteren, merkt men bijvoorbeeld dat de verwachte levensduur (met een betondekking van 40 mm), die bij een C 30/37 50 jaar bedraagt, bij gebruik van een UHSB oploopt tot meer dan 200 jaar.

Om de haalbaarheid van UHSB op industriële schaal te kunnen evalueren, werden er tevens een aantal casestudy's uitgewerkt. Hiertoe werd er een reeks voorgespannen balken met een lengte tot 8 meter en een persbuis met een diameter van 1,6 m ontworpen. Deze werden gefabriceerd in verschillende bedrijven met een standaarduitrusting en vervolgens op ware grootte beproefd in het WTCB. Aan de hand van deze proeven konden we het gecombineerde effect van verschillende mechanische eigenschappen bestuderen en vergelijken met berekeningen volgens de Eurocode 2 (momenteel tot C 90/105). Een pure extrapolatie van deze rekenresultaten leverde een onderschatting (m.a.w. een veilige benadering) van de buigcapaciteit van de balken op. Door de materiaalwetten van de Eurocode licht aan te passen (voor de E-modulus, krimp, kruip, enz.) aan de hand van onze eigen onderzoeksresultaten op UHSB-proefstukken, konden de prestaties van de balken beter ingeschat worden.

Toepassingen: ook in België?

Op dit moment zijn er ons vooral realisaties in het buitenland bekend. Frankrijk is hierbij een van de koplopers, vooral door de toepassing van gepatenteerde UHSB-types (bv. Ductal®). Een uitzonderlijk project in uitvoering is de nieuwe overkapping van het Jean Bouin-stadium te Parijs. Ook in Duitsland staan er opnieuw enkele projecten in de stijgers.

Door de specifieke grondstoffen en hoge cementdoseringen ligt de materiaalkost voor

Vergelijking van de proefresultaten van de door het WTCB onderzochte UHSB-types met de gemiddelde eigenschappen van een beton van druksterkteklasse C 30/37

Karakteristieken		C 30/37	UHSB
Algemene karakteristieken (gemiddelde waarden na 28 dagen)	Druksterkte [N/mm ²]	45	150
	Druksterkte na een thermische nabehandeling bij 90 °C [N/mm ²]	–	200
	Treksterkte [N/mm ²]	3	6
	Maximale buigtreksterkte met 1/2 % vezels [N/mm ²]	7,5/–	15/25
	E-modulus [N/mm ²]	33.000	47.000
	Totale krimp na 1 jaar [mm/m]	± 0,65	± 0,65
Duurzaamheidskarakteristieken	Waterporositeit [vol. %]	14	6
	Zuurstofdoorlatendheid [m ²]	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
	Carbonatatiecoëfficiënt bij 1 % CO ₂ [mm/Vdagen]	1,5	0,1
	Chloridendiffusiecoëfficiënt [m ² /s]	15 x 10 ⁻¹²	0,1 x 10 ⁻¹²
	Massaverliezen na 56 vorst-dooicycli [kg/m ²] met een NaCl-oplossing	Tot 2	0,1
	Lengteveranderingen na 365 dagen in een sulfaatoplossing [%]	Tot 1	0

een UHSB tot driemaal hoger dan bij een C 30/37. Deze meerkost kan evenwel verantwoord worden door de extra prestaties die erdoor geleverd worden.

Hoewel de toepassing van UHSB momenteel nog afgeremd wordt door het gebrek aan aanbevelingen voor het ontwerp, kan het door het WTCB en de VUB gerealiseerde onderzoek de ontwerpers en aannemers alvast helpen om hun ontwerpen te onderbouwen. **I**

N. Cauberg, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium

Structuren, WTCB

J. Piérard, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium

Betontechnologie, WTCB

B. Parmentier, ir., afdelingshoofd, afdeling

Structuren, WTCB

Dit artikel kwam tot stand met de financiële steun van het IWT.

Evaluatieprocedure voor injectieproducten tegen opstijgend vocht

Opstijgend grondvocht is een courante oorzaak van vochtproblemen in oude gebouwen. Deze oorzaak moet correct behandeld worden en mag niet verward worden met problemen zoals condensatie, infiltraties of een eenvoudige overbrugging langs de bepleistering van het membraan tegen opstijgend vocht. Een voorafgaande diagnose is met andere woorden onontbeerlijk.

In de loop der jaren werden er talrijke meer of minder succesvolle behandelingsmethoden voor opstijgend vocht ontwikkeld. Enkele voorbeelden zijn het inbrengen van een soepel of stijf membraan, het voorzien van ventilatiebuizen en elektro-osmose. Momenteel opteert men in België het vaakst voor de injectie van vochtwerende producten in het metselwerk. De efficiëntie en polyvalentie van deze techniek werden aangetoond door WTCB-proeven, buitenlandse proeven en de opvolging van talrijke bouwplaatsen. Ze hangt echter ook af van de correcte diagnose, uitvoering en productkeuze.

Het toenemende milieubewustzijn en de geurhinder, teweeggebracht door de traditionele producten, hebben de fabrikanten ertoe aangezet om de courante oplosmiddelen zoals white spirit te vervangen door gesaromatiseerde equivalenten of minder vluchtige solventen. Daarnaast deden ook watergedragen producten en gels of crèmes met een hoge concentratie aan actieve stoffen hun intrede op de markt. Deze evoluties beïnvloeden de prestaties van de uitgevoerde ingrepen. Het is dan ook essentieel dat men het gedrag van de verschillende producten kan onderzoeken in een poreus en vochtig milieu. Het WTCB ontwikkelde daarom een procedure waarmee men de verwachte efficiëntie van injectieproducten tegen opstijgend vocht kan nagaan. Deze procedure moet de actoren op het terrein toelaten om de verschillende aangeboden producten onderling te vergelijken en een weloverwogen keuze te maken. Ze ligt eveneens aan de grondslag van de procedure ter verkrijging van een Technische Goedkeuring (ATG).

Evaluatie van de verwachte efficiëntie

De waterwerendheid en het migratievermogen van de injectieproducten werden beproefd op proefstukken uit kalkzandsteen. Dit materiaal vertoont redelijk stabiele eigenschappen en is representatief voor de poriënstructuur van een metselmortel. Ver-

Classificatie van injectieproducten tegen opstijgend vocht (sinds januari 2013)

Klasse	Efficiëntie na de WTCB-procedure	Migratie	Beoordeling
A+	≥ 60 %	≥ 25 %	Hoogst efficiënt
A	≥ 40 % en < 60 %		Zeer efficiënt
B	≥ 20 % en < 40 %		Efficiënt
C	< 20 %	< 25 %	Voldoet niet aan de voorwaarden

NB: Vermits de proeven uitgevoerd worden met een kleinere producthoeveelheid dan op de bouwplaats, wordt een efficiëntie van 60 % bij de proef als hoogst efficiënt beschouwd.

mits de capillaire vochtbewegingen in metselwerk doorgaans plaatsvinden in de mortel, moet men dus voornamelijk de mortel behandelen om het capillaire vochttransport te blokkeren.

De drie proefstukken worden vooraf bevochtigd met een zoutoplossing om een massavohtgehalte van gemiddeld respectievelijk 5,2, 7,8 en 10,4 % te bekomen. Het vocht- en zoutgehalte beïnvloedt niet alleen de reactie, maar ook de migratie van de producten doorheen de poriën van het materiaal.

Na deze conditionering wordt het injectieproduct in een boorgat in het midden van het proefstuk aangebracht en dit, in een hoeveelheid die lager is dan, maar wel evenredig met de door de fabrikant aangeraden hoeveelheid voor een applicatie in situ. Dankzij deze strenge startvoorwaarden kan men de beproefde producten onderscheiden.

Men beoordeelt de efficiëntie van de producten door de initiële absorptie van de onbehandelde, droge proefstukken te vergelijken met deze van de behandelde. Ter controle gaat men ook de productmigratie na door een beeldanalyse van het snijvlak van het in twee gezaagde proefstuk.

Classificatie van de producten

De producten worden in klassen ingedeeld volgens hun efficiëntie en migratie (zie tabel). Deze werkwijze wordt herhaald voor

de drie initiële vochtgehalten, waardoor elk product een drieletterscore krijgt.

Deze procedure heeft een gestandaardiseerde productkarakterisatie voor ogen. Soms kunnen de bouwplaatsvoorwaarden er echter voor zorgen dat een product met een minder goede classificatie in de praktijk betere resultaten oplevert en vice versa.

De proefresultaten geven een objectief beeld van de potentiële efficiëntie van een injectieproduct. De uiteindelijke productkeuze hangt echter ook nog van andere factoren af. Zo valt het af te raden om solventgedragen producten te injecteren indien het gebouw nog bezet is (met name door jonge kinderen of andere gevoelige personen). In aanwezigheid van zeer heterogeen metselwerk, kiest men bij voorkeur voor een product in gel- of crèmevorm om grote productverliezen te vermijden.

Besluit

Bouwprofessionelen kunnen de verschillende injectieproducten onderling vergelijken aan de hand van de proefrapporten die beschikbaar zijn bij de fabrikanten of de BUTgb. Men kan evenwel slechts een goede keuze maken indien men voldoende kennis heeft van de voorwaarden op de bouwplaats. I

S. Herinckx, ir., onderzoeker, Y. Vanhellemont, ir., adjunct-laboratoriumhoofd en M. de Bouw, dr. ir., projectleider, laboratorium Renovatie, WTCB



Vochtproblemen in hellende daken voorkomen

Het risico op inwendige condensatie in hellende daken is in grote mate afhankelijk van de keuze van het onderdak en de lucht- en dampdichtheidsprestaties van de dakopbouw. Dit onderwerp kwam reeds uitgebreid aan bod in de Infocife nr. 12 uit 2004. Naar aanleiding van een recent onderzoek werd er intussen een nieuwe classificatiemethode voor onderdaken en de luchtdichtheid van geïsoleerde hellende daken ingevoerd. Deze classificatie heeft tot gevolg dat men bij de isolatie van een hellend dak voortaan ook zal moeten zorgen voor de luchtdichte afwerking ervan.

Historiek

De tot op heden in de WTCB-documenten gehanteerde grondslag voor het hygrothermische ontwerp van hellende daken werd gelegd in de jaren 70 en 80.

Op basis van een recent onderzoek in samenwerking met de UGent heeft het WTCB – na overleg met de sector via het TC Dakbedekkingen – beslist om deze methodiek enigszins te actualiseren.

Luchtdichtheidsklassen voor hellende daken

In het verleden ging men er vaak verkeerd van uit dat het volstond om een lucht- en dampscherm te voorzien om de luchtdichtheid van het dak te waarborgen. Hierbij werd uit het oog verloren dat de nagestreefde luchtdichtheid mede valt of staat met de correcte afwerking van de voegen en de aansluitingen. Dit is een van de redenen waarom er in de vernieuwde methodiek eveneens de nodige aandacht besteed wordt aan de continuïteit van het lucht- en dampscherm.

Om te garanderen dat er bij de keuze van het onderdak en het lucht- en dampscherm voldoende rekening gehouden zou worden met de reële graad van luchtdichtheid, werd er een pragmatische classificatie ontwikkeld met drie luchtdichtheidsniveaus.

De klasse Lo, waarbij er geen aandacht geschonken wordt aan de luchtdichtheid, is – gelet op het ermee verbonden schaderisico – in principe niet meer aanvaardbaar voor verwarmde gebouwen.

De klasse L1 laat toe om een theoretisch luchtdichtheidsniveau te bereiken en dit, door het respecteren van een aantal eenvoudige basisregels (zie lang artikel).

Keuze van het type lucht- en dampscherm voor geïsoleerde hellende daken aan de hand van het type onderdak en het binnenklimaat

Type onderdak	Binnenklimaat	Type luchtscherm	Type dampscherm
S1 $0,05 \text{ m} < s_d \leq 0,5 \text{ m}$	KK1	L1 (basisregels)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	KK2	L1 (basisregels)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	KK3	L2 (pressurisatieproef)	E2 ($5 \text{ m} < s_d \leq 25 \text{ m}$)
	KK4 (*)	L2 (pressurisatieproef)	Studie vereist
S2 $s_d \leq 0,05 \text{ m}$	KK1	L1 (basisregels)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	KK2	L1 (basisregels)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	KK3	L1 (basisregels)	E1 ($2 \text{ m} < s_d \leq 5 \text{ m}$)
	KK4 (*)	L2 (pressurisatieproef)	Studie vereist

(*) Voor de binnenklimaatklasse KK4 wordt aangeraden om het lucht- en dampscherm te plaatsen op een continue ondergrond (bv. plaatmateriaal).

De klasse L2 kan ten slotte verkregen worden na de uitvoering van een pressurisatieproef. Een dergelijke proef heeft tot doel om onvermijdelijke lekken op te sporen en deze in de mate van het mogelijke te corrigeren. Door de beheersing van het uitvoeringsproces zou men een systematische beproeving op termijn kunnen vermijden.

Vernieuwde methodiek om vochtproblemen te vermijden

De luchtdichtheid van de dakopbouw is zonder twijfel een zeer belangrijke parameter. Dit geldt echter evenzeer voor de keuze van het onderdak. Om de drogingscapaciteit van het dak niet in het gedrang te brengen, wordt aanbevolen enkel te werken met dampopen onderdaken, d.w.z. van het type S1 ($s_{d, \text{onderdak}} \leq 0,5 \text{ m}$) of het type S2 ($s_{d, \text{onderdak}} \leq 0,05 \text{ m}$). Onderdaken met een s_d -waarde van meer dan 0,5 m worden momenteel ten stelligste afgeraden.

Om vochtproblemen als gevolg van waterdampdiffusie doorheen het dak te vermijden, dient men erop toe te zien dat de dampdiffusieweerstand van de samenstellende

lagen van binnen naar buiten toe afneemt. De lagen die zich aan de warme zijde van de isolatie bevinden, moeten met andere woorden over voldoende dampremmende eigenschappen beschikken (d.w.z. fungeren als dampscherm).

Bovenstaande tabel geeft weer hoe men het type lucht- en dampscherm voor geïsoleerde hellende daken kan bepalen aan de hand van het type onderdak en het binnenklimaat.

Besluit

Dit korte artikel licht reeds een tipje van de sluier op over de vernieuwde methodiek om vochtproblemen in hellende daken te vermijden. In de lange versie zal dieper ingegaan worden op de keuze van het onderdak en de lucht- en dampdichtheidsprestaties van de dakopbouw.

F. Dobbels, ir.-arch., projectleider, afdeling Energie en gebouw, WTCB

P. Steskens, dr. ir., projectleider, laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB

A. Janssens, dr. ir.-arch., UGent



Milieu-impact van platte daken

De opbouwen, samenstellingen en constructiemethoden voor platte daken zijn velerlei. Om een beter inzicht te krijgen in de technische oplossingen die vanuit milieuoogpunt de voorkeur genieten, tracht dit artikel aan de hand van levenscyclusanalyses (LCA) een idee te geven van de milieu-impact van een aantal courant in België gebruikte platte-dakopbouwen.

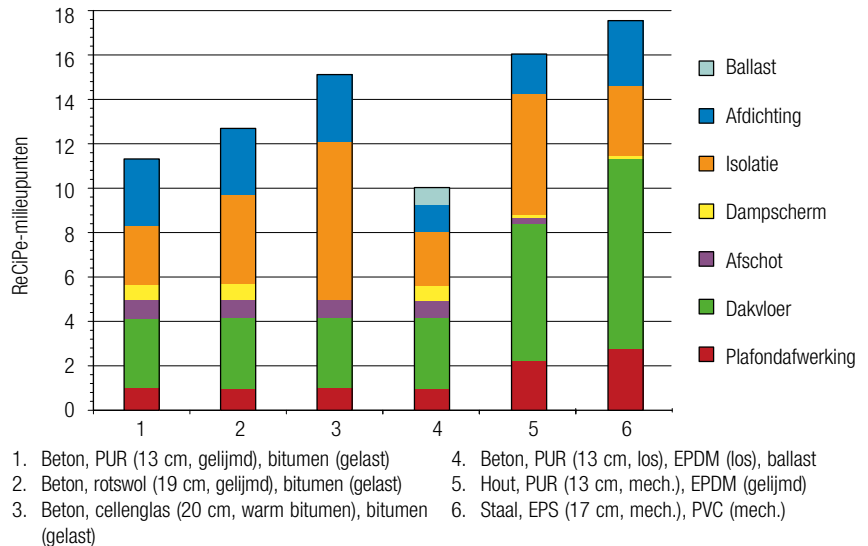
Opzet van de studie

LCA is een techniek om de milieu-impact van producten, gebouwelementen of gebouwen te kunnen kwantificeren tijdens hun verschillende levenscyclustfasen (productie, constructie, gebruik en levenseinde, zie Infofiche nr. 64). Deze LCA-studie werd uitgevoerd voor 1 m² van een niet-toegankelijk plat dak met een overspanning van 6 m en een U-waarde van 0,2 W/m²K. Als evaluatieperiode werd een levensduur van 60 jaar voor het gehele dak verondersteld met een eenmalige vervanging van de dakafdichting en de binnenafwerking.

Als referentiedak beschouwden we een warm plat dak met een betonnen dakvloer, een dampscherm, een PUR-isolatielaag en een afdichting uit een dubbele laag polymeerbitumen (opstelling 1 in de grafiek). Daarnaast werden een aantal courant toegepaste alternatieven met een verschillende afdichting (EPDM of PVC), isolatielaag (rotswol, cellenglas of EPS), dakvloer (hout of staal) en/of plafondafwerking (gipspleister of gipskartonplaat op houten of metalen onderstructuur) geanalyseerd. Het type afschotlaag (hellingsbeton of houten latten) en dampscherm (bitumeus of PE-folie) en de bevestigingswijze van de isolatie en de dakafdichting (gevlamlast, gelijmd, mechanisch bevestigd of losliggend met ballast) werden aangepast aan de gekozen dakopbouw. In dit artikel wordt een selectie van 6 van de 13 varianten uit de studie besproken.

Invloed van de verschillende dakonderdelen

De LCA-resultaten geven de milieu-impact van de beschouwde alternatieven weer in ReCiPe-milieupunten (*) (zie grafiek) en tonen aan dat de onderlinge verschillen meestal beperkt zijn. We kunnen niettemin stellen dat daken met een betonnen dakvloer (zonder druklaag op de welfsels; opstellingen 1 t.e.m. 4) een lagere milieu-impact



pact hebben dan de alternatieven met een houten (5) of stalen (6) dakvloer. Dit verschil is vooral te wijten aan de hogere impact van de stalen of houten onderdelen, alsook aan de aangepaste plafondafwerking (gipskartonplaten op een houten of metalen onderstructuur in plaats van gespoten gipspleister). Het weglaten van de binnenafwerking doet de milieu-impact logischerwijs dalen (bv. -15 % bij stalen daken). Indien aan de alternatieven met welfsels een druklaag toegevoegd wordt, stijgt de milieu-impact van de betonnen dakvloer met ongeveer 50 %, wat het verschil tussen de betonnen, houten en stalen daken verkleint.

De verschillen in milieu-impact van daken die geïsoleerd werden met PUR (1), rotswol (2) of cellenglas (3), is vooral te wijten aan de verschillende lambdawaarden en dichtheden van de betrokken isolatiematerialen (meer of minder materiaal nodig per m²) en eventueel aan de bevestigingswijze van de isolatie (bv. cellenglas in warm bitumen).

De globale milieu-impact van het platte dak is hoger bij toepassing van gelijmd kunststofafdichtingen (5) dan bij gevlamlaste po-

lymeerbiteumenaafdichtingen (1, 2 en 3). Dit is echter vooral te wijten aan de noodzakelijke vervanging van de onderliggende isolatielaag die beschadigd werd bij de vervanging van de gelijmda dakafdichtingen (EPDM en PVC). Bij een polymeerbitumenaafdichting wordt er daarentegen enkel een nieuwe toplaag bovenop de bestaande dakafdichting gevlamlast en blijft de isolatielaag behouden. Losliggende daksystemen met ballast (4), mechanisch bevestigde dakafdichtingen (6) of toekomstige nieuwe uitvoeringswijzen kunnen hiervoor een oplossing bieden.

Conclusie

Levenscyclusanalyses van een aantal courante varianten voor platte daken in België tonen aan dat de keuze voor een specifieke dakopbouw en de uitvoering ervan belangrijk kunnen zijn vanuit milieuoogpunt. Zo kan de toepassing van losliggende of mechanisch bevestigde daksystemen voorkomen dat men bij de renovatie van een kunststofafdichting ook de isolatie moet vervangen. Materiaalbewust bouwen, zonder in te boeten aan technische en functionele prestaties, is hierbij de boodschap.

(*) De ReCiPe-methode laat toe om de impact op 17 individuele milieu-impactindicatoren te berekenen en deze te groeperen tot een eengetalscore (uitgedrukt in punten). Hoe hoger de score, hoe groter de milieu-impact.

A. Janssen, dr. wet., projectleider, laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB

Hoe kan men doeltreffende beglazingsvoegen verkrijgen?

De afgelopen jaren kregen de ingenieurs van de afdeling Technisch advies veelvuldig vragen voorgelegd omtrent het loskomen en/of de beschadiging van beglazingsvoegen uit kit. Uit het onderzoek van verschillende gevallen is gebleken dat de oorzaken van velerlei aard kunnen zijn. In dit artikel geven we een overzicht van de factoren die een rol kunnen spelen bij dit fenomeen en geven we een aantal aanbevelingen om te komen tot doeltreffende beglazingsvoegen.

De volgende parameters kunnen het gedrag van een beglazingsvoeg uit kit beïnvloeden:

- de kitkeuze en de voegafmetingen
- de relatieve vervormingen tussen het schrijnwerk en de beglazing
- de zorg die besteed werd aan de uitvoering en de uitvoeringsomstandigheden
- het onderhoud van de voeg en het schrijnwerk.

De kitkeuze

De keuze van het kittype is van essentieel belang. Om duurzaam te zijn en ook te blijven, moeten de fysische, chemische en duurzaamheidskarakteristieken van de kit immers aangepast zijn aan het gebruik dat ervan gemaakt wordt. Deze karakteristieken zijn vastgelegd in de norm NBN EN ISO 11600 en in de Technische Specificaties 56.1. Voor beglazingsvoegen wordt er onder meer aanbevolen om te opteren voor een kit die bestendig is tegen uv-straling (beproefd volgens de norm ISO 11431 of de STS 56.1). De uv-stralen kunnen immers invallen op het raakvlak tussen de beglazing en de kit en zodoende aanleiding geven tot het loskomen van de kit. Het verschil tussen de beglazingskitten die aanbevolen worden door de norm NBN EN ISO 11600 en de STS 56.1 ligt in het feit dat de STS een verouderingsproef met rechtstreekse blootstelling aan uv-straling in beschouwing nemen. De gebruiksgeschiktheid van een kit als beglazingsvoeg kan afgeleid worden uit diens aanduiding. Wanneer de kit over een Technische Goedkeuring ATG beschikt, is deze aanduiding hier expliciet in opgenomen. Ze kan ook vermeld staan in de technische fiche van het product, maar dat is vooralsnog niet verplicht. Er wordt momenteel gewerkt aan een productnorm waarin de CE-markering beschreven wordt. Men dient volgens ons dus de voorkeur te geven aan kitten van de klasse ISO 11600 of, beter nog, STS 56.1 – G – 25 LM/HM.

Wanneer men op de bouwplaats schade – zoals een kit met een kleverig voorkomen – vaststelt, is dit doorgaans bij kitten van het

MS-polymeertype. Deze zijn namelijk vaak minder goed bestendig tegen een rechtstreekse blootstelling aan uv-straling. De schade komt in dit geval vooral voor op de meest bezonde delen van de beglazing en dit, zo'n twee tot vier jaar na de uitvoering ervan.

Men dient dus in de technische fiche of – beter nog – in de Technische Goedkeuring na te gaan of de aanduiding van het product overeenstemt met het voorziene gebruik ervan.

De voegafmetingen

De afmetingen van de beglazingsvoeg zijn deels bepalend voor het vermogen van de voeg om bewegingen op te nemen. Ondanks het feit dat deze bewegingen doorgaans eerder beperkt zijn, kunnen ze, gelet op de thermische belastingen, nooit uitgesloten worden. De plaatsing van de beglazing dient te gebeuren overeenkomstig de aanbevelingen uit de [Technische Voorlichting nr. 221](#). De afmetingen van de kitvoeg worden hierin bepaald door de breedte en diepte ervan.

De nominale breedte van de beglazingsvoeg moet 4 mm bedragen, met een minimum van 3 mm op elk punt. Ook de diepte van de voeg moet minstens 4 mm bedragen. Verder dient de kitvoeg op een geschikte voegbodem aangebracht te worden (bv. zelfklevende geslotencellige schuimstof).

De relatieve bewegingen tussen het schrijnwerk en de beglazing

Deze bewegingen moeten beperkt worden om de hechtingsprestaties van de kit en de vervormingsmogelijkheden van de voeg niet te overschrijden. Dit probleem stelt zich vooral bij houten schrijnwerk. Zoals beschreven wordt in [Infofiche 61](#), dient men een voldoende stabiele houtsoort te gebruiken en dient men een voldoende dekkende afwerkingslaag te voorzien die correct onderhouden wordt.

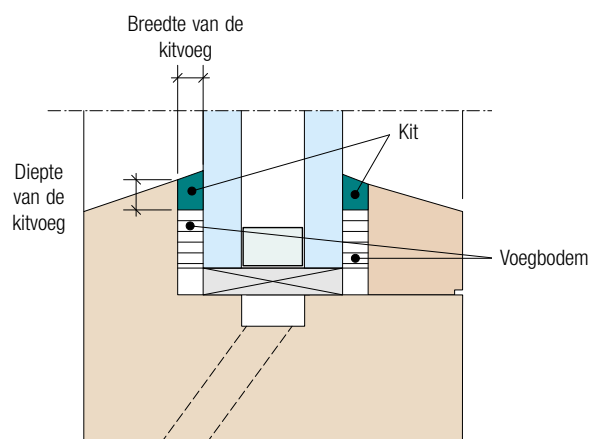
De zorg die besteed wordt aan de uitvoering

De aanbrengings- en verhardingsvoorwaarden van de kit oefenen eveneens een invloed uit op het gedrag ervan. Men moet in deze context de volgende aspecten in acht nemen:

- het oppervlak waarop de kit aangebracht moet worden, moet droog en proper zijn en vrij van substanties die de goede hechting in het gedrang zouden kunnen brengen (zo kunnen bepaalde houtbestanddelen leiden tot het loskomen van de voegen). Voor bepaalde producten is het aanbevolen om een primer aan te brengen op het oppervlak. Men dient er dus de uitvoeringsvoorwaarden van de betrokken fabrikanten op na te slaan
- de weersomstandigheden tijdens de aanbrenging en de verharding van de kit zijn evenzeer belangrijk. Deze voorwaarden zijn voor elk product verschillend, maar doorgaans dient men ervoor te zorgen dat de temperatuur hoger is dan 5 °C en lager dan 25 °C (35 °C voor bepaalde producten).

Ten slotte dient men de voeg en het schrijnwerk regelmatig te onderhouden. Voor meer informatie over dit onderwerp verwijzen we naar de [Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen](#) (beschikbaar op onze website). ■

L. Lassoie, ing., adjunct-departementshoofd, departement Communicatie en beheer, WTCB



Afmetingen van een kitvoeg volgens de TV 221

Beperking van de brandoverslag via een gordijngewel

De Belgische brandveiligheidsregelgeving legt onder meer maatregelen vast om de brandoverslag tussen compartimenten via de gewel te vermijden of te vertragen. Deze maatregelen zijn opgenomen in het koninklijk besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand. De laatste versie van deze regelgeving, die sinds 1 december 2012 van kracht is, leunt dichter aan bij de huidige bouwpraktijk (gordijngewels ⁽¹⁾, dubbele geventileerde gewels ⁽²⁾ ...) en geeft hiervoor bijgevolg een aantal nieuwe regels op. In dit artikel wordt de aandacht toegespitst op het risico op brandoverslag tussen twee bouwlagen via een gordijngewel.

Het risico op brandoverslag tussen compartimenten via de gewel moet op twee vlakken aangepakt worden: zo dient men niet alleen de inwendige brandoverslag tussen de gewel en de uiteinden van de compartimentsvloeren te beperken, maar ook de uitwendige brandoverslag langs de buitenzijde van de gewel.

Risico op inwendige brandoverslag

Om het risico op inwendige brandoverslag te beperken, moet de aansluiting tussen de compartimentsvloeren en de gewel minstens dezelfde brandweerstand ⁽³⁾ vertonen als de compartimentsvloeren zelf ⁽⁴⁾ (zie tabel).

Om het instorten van de gewel te vermijden, moeten de stijlen van het gordijngewelskelet op elke bouwlaag bevestigd worden aan de draagstructuur van het gebouw. De hiertoe gebruikte bevestigingsankers moeten een brandweerstand van R 60 hebben voor lage en middelhoge gebouwen en van R 120 voor hoge gebouwen ⁽⁵⁾ of beschermd zijn tegen een brand die uitbreekt in een onderlig-

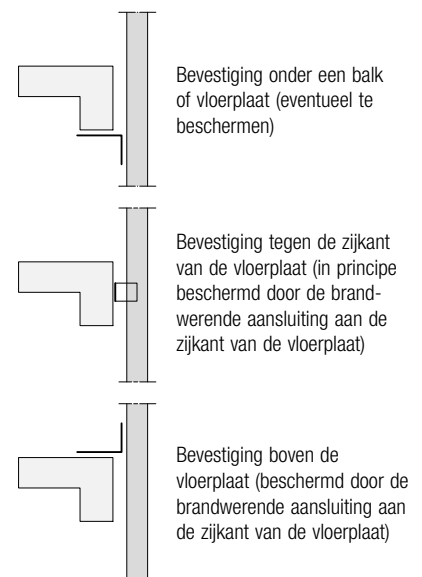
gend compartiment. Ze kunnen zich op drie verschillende plaatsen bevinden: onder de vloer, tegen de zijkant van de vloer of boven de vloer (zie afbeelding 1).

In dit laatste geval is de bevestiging beschermd tegen een brand die uitbreekt in een onderliggend compartiment door de compartimentsvloer en de brandwerende opvulling tussen de compartimentsvloer en de gewel. Ze beantwoordt dan ook zonder bijkomende bescherming aan de gestelde eisen.

Risico op uitwendige brandoverslag

Voor lage gebouwen bestaan er geen eisen ter beperking van de uitwendige brandoverslag. Gelet op de beperkte gebouwhoogte (≤ 10 m) stellen de brandweerinterventie en de evacuatie van de bewoners in de regel immers minder problemen, zodanig dat de bevoegde instanties het niet nodig achten om specifieke maatregelen te treffen.

Voor middelhoge of hoge gebouwen moet men aan een van de volgende drie eisen vol-



1 | Principeschema voor de positionering van de bevestigingsankers van het skelet

doen om het risico op een uitwendige brandoverslag te beperken:

- ofwel voorziet men een vlamdicht gevelement E 60 met een minimale ontwikkelde lengte ter hoogte van de compartimentsvloer. Het KB geeft hiervoor verschillende mogelijkheden. Het principeschema op de volgende pagina geeft een van de mogelijke posities van dit vlamdichte gevelement weer. De ontwikkelde lengte ($a + b + c + d$) moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 1 m
- ofwel voorziet men een vlamdichte gewel E 30 over de volledige gebouwhoogte
- ofwel rust men alle langs de gewel gelegen compartimenten uit met automatische

Eisen voor de aansluiting tussen de compartimentsvloer en de gewel

Type gebouw	Eis
Laag gebouw	El 60, behalve indien de breedte van de lineaire voeg kleiner is dan of gelijk is aan 20 mm. In voorkomend geval moet de lineaire voeg gevuld worden met een vervormbaar en luchtdicht product (bv. soepele kit), zodanig dat er zich geen koude rook tussen de gewel en de compartimentsvloer kan verspreiden.
Middelhoog gebouw	El 60
Hoog gebouw	El 120

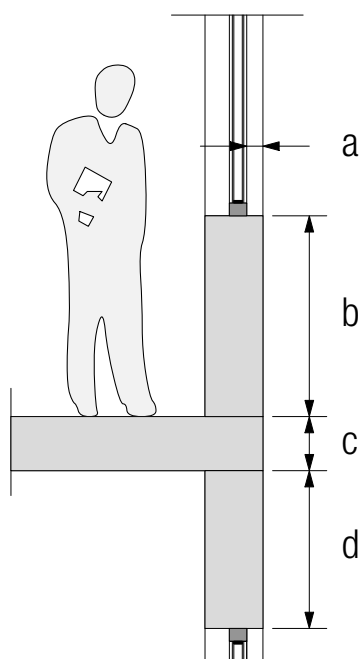
⁽¹⁾ Gordijngewels bestaan uit een skelet (stijlen en regels) waarop beglaasde of ondoorschijnende vulelementen aangebracht worden.

⁽²⁾ Dubbele geventileerde gewels zijn gewels die opgebouwd zijn uit twee (doorgaans beglaasde) wanden die van elkaar gescheiden zijn door een spouw (ook luchtspouw of tussenruimte genoemd) die op mechanische en/of natuurlijke wijze geventileerd kan worden.

⁽³⁾ Brandweerstand El waarbij E staat voor de vlamdichtheid en l voor de thermische isolatie, conform de normen NBN EN 13501-2 of -3.

⁽⁴⁾ Deze aansluitingen worden beschouwd als een verlenging van de compartimentsvloer en moeten bijgevolg ook aan de hieraan gestelde eisen voldoen.

⁽⁵⁾ In het KB wordt de vereiste brandweerstandsduur voor middelhoge en hoge gebouwen niet op eenduidige wijze gespecificeerd.



2 | Principeschema voor een vlamdicht gevelelement E 60 met een lengte groter dan of gelijk aan 1 m

sprinklerinstallaties. Het is in dit geval niet nodig om bijkomende maatregelen te treffen ter beperking van het risico op uitwendige brandoverslag.

Voorbeeldontwerpen en -uitvoeringen

Het WTCB legt zich in samenwerking met de sector toe op de opstelling van een Technische Voorlichting over dit onderwerp. Naast informatie over de brandeisen en de proefnormen voor enkelwandige gevels (gordijngevels) en dubbele geventileerde gevels, zal dit document ook voorbeelden van goede uitvoeringen bevatten waarmee men aan bovenvermelde eisen kan voldoen. Bij gebrek aan een proef zou de brandwerende aansluiting tussen de zijkant van de compartimentsvloer en het vlamdichte element bijvoorbeeld als volgt gerealiseerd kunnen worden (zie afbeelding 3):

- door een opvulling met rotswol, los of in platen (3):
 - over een hoogte van minstens 80 mm (voor lage en middelhoge gebouwen) of 120 mm (voor hoge gebouwen)

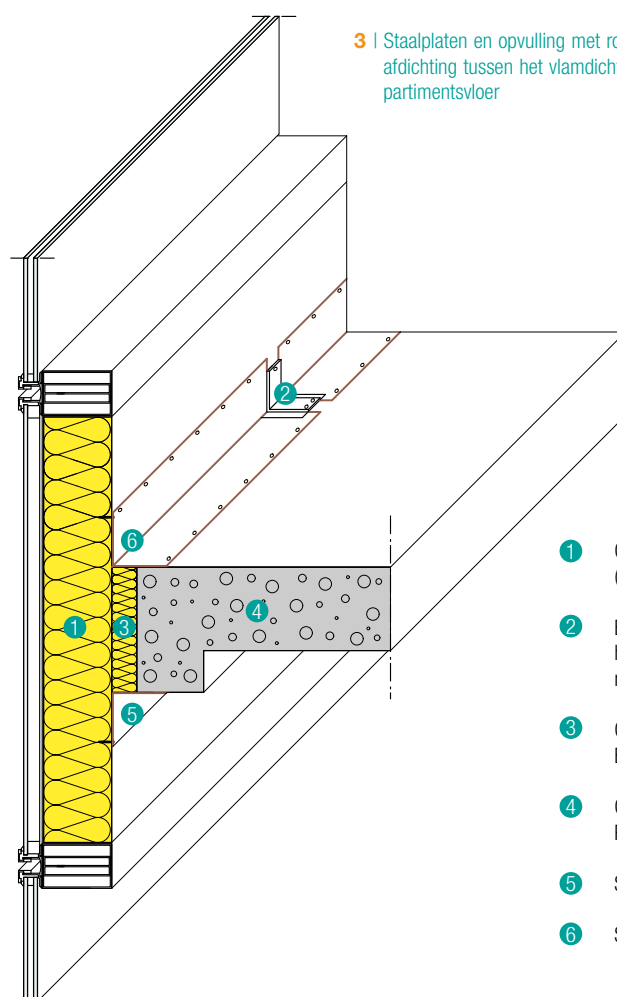
(⁶) De afstand tussen de zijkant van de vloerplaat en het vlamdichte gevelelement bedraagt maximum 100 mm. Indien dit niet het geval is, kunnen plaatselijke versterkingen noodzakelijk zijn om de stabiliteit van het gevelsysteem bij brand te garanderen.

- over de volledige dikte tussen de zijkant van de vloerplaat en het vlamdichte element (⁶), zonder onderbreking en goed samengedrukt om de afdichting van alle voegen te verzekeren (er mag geen enkele opening blijven bestaan)
- door onderaan een metalen steunplaat aan te brengen (5) die de rotswolisolatie op zijn plaats houdt (3) wanneer het vlamdichte gevelelement (1) tijdens de brand zou vervormen. Deze plaat moet:
 - een maximale dikte van 1 mm vertonen
 - langs beide zijden van de aansluiting bevestigd worden (op het vlamdichte gevelelement (1) en op de compartimentsvloer (4)) met stalen verankeringen met een minimale sectie van 20 mm² (diameter > 5 mm). Deze laatste moeten minstens 40 mm diep in het beton bevestigd worden, met een tussenafstand van maximum 200 mm. De minimale overlapping tussen de platen moet 100 mm bedragen

- door bovenaan een staalplaat aan te brengen (6) met een maximumdikte van 1 mm die de opening tussen het vlamdichte gevelelement (1) en de compartimentsvloer (4) afdicht. Zodoende kan het vlamdichte gevelelement onafhankelijk aan de ruwbouw bevestigd worden en is de vlamdichtheid van de aansluiting gewaarborgd.

De bevestiging van het gordijngevelskelet wordt verzekerd door puntverankeringen (2) op de compartimentsvloer. Deze verankeringen zijn beschermd tegen een brand die uitbreekt in een onderliggend compartiment door de compartimentsvloer en de opvulling met rotswol (3) tussen de compartimentsvloer en het brandwerende gevelelement en beantwoorden zodoende zonder bijkomende bescherming aan de gestelde eis (R 60 of R 120).

Y. Martin, ir., afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB



3 | Staalplaten en opvulling met rotswol als brandwerende afdichting tussen het vlamdichte gevelelement en de compartimentsvloer

- 1 Gevelelement E 60 (lengte ≥ 1 m)
- 2 Bevestiging (R 60 of R 120) van het gordijngevelskelet aan de ruwbouw op elke bouwlaag
- 3 Opvulling met rotswol (EI 60 of EI 120)
- 4 Compartimentsvloer (REI 60 of REI 120)
- 5 Staalplaat onderaan
- 6 Staalplaat bovenaan

Luchtdichtheid

en de gevolgen voor de tegelzetter

De laatste jaren worden constructies steeds vaker verondersteld luchtdicht te zijn. Dit artikel geeft een korte beschrijving van enkele bouwdetails waarop de aannemer-tegelzetter bij de uitvoering van zijn werken dient te letten om aan de gestelde luchtdichtheidseisen te kunnen voldoen.

Om de luchtdichtheid van het gebouw te vrijwaren, dient men spleten en kieren – en de hiermee gepaard gaande luchtlekken en warmteverliezen – zoveel mogelijk te beperken. Dit kan gebeuren door een doorlopende luchtdichte laag aan te brengen rondom het beschermde volume. Een optimaal ontwerp, een goede coördinatie en een verzorgde uitvoering zijn hierbij de sleutelementen. Elke vakman draagt met andere woorden bij tot het uiteindelijk bereikte luchtdichtheidsniveau.

1 Waarom luchtdicht bouwen?

Het realiseren van een gebouw met een verhoogde luchtdichtheid heeft een aantal belangrijke voordelen te bieden: naast een aanzienlijke energiebesparing en een hoger gebruikscomfort (geen tocht) levert het namelijk ook een betere beheersing van de binnenluchtkwaliteit op (op voorwaarde dat er een geschikt ventilatiesysteem geïnstalleerd werd). Voor meer informatie hieromtrent kan men de [thematische WTCB-Contact nr. 33 \(2012-1\)](#) raadplegen.

2 Gevolgen voor het bouwen in het algemeen

Het realiseren van een luchtdicht gebouw begint bij een doordacht ontwerp met geschikte materialen die de luchtdichtheid moeten waarborgen en de continuïteit van alle componenten en onderlinge verbindingen moeten garanderen. Hiertoe wordt er in de regel gebruikgemaakt van lucht- en dampschermen (bij houtskeletbouw en timmerwerk), bepleisteringen en beton.

Een weloverwogen inplanting van de technische installaties en een goede beheersing van de onvermijdelijke doorboringen van het luchtscherm zijn onlosmakelijk verbonden met een intelligent ontwerp. Ook een verzorgde uitvoering en een goede coördinatie van de diverse werken kunnen het eindresultaat – dat kan opgemeten worden met een blowerdoorproef – in grote mate beïnvloeden. Voor meer informatie

over de uitvoering van deze proef verwijzen we naar het [WTCB-Dossier 2012/1.11](#).

Het is in ieder geval aanbevolen om deze proef te laten plaatsgrijpen vóór de plaatsing van het tegelwerk, aangezien alle delen van het luchtscherm op dat moment nog toegankelijk zijn voor eventuele plaatselijke herstellingen.

3 Gevolgen voor de tegelzetter in het bijzonder

De aannemer-tegelzetter komt pas op de bouwplaats aan wanneer het grootste deel van de werken reeds achter de rug is. Gelet op het feit dat hij enkel dient te zorgen voor de wand- en/of vloerafwerking, voert hij zijn werkzaamheden in principe uit op ondergronden die ontworpen en uitgevoerd werden door derden en waarvan hij mag veronderstellen dat ze aangepast zijn aan de voorziene toepassing (stabiliteit, isolatie ...).

We geven hieronder een aantal algemene aanbevelingen voor de uitvoering van tegelwerken in een gebouw dat moet beantwoorden aan strenge luchtdichtheidseisen:

- de aannemer-tegelzetter dient op de hoogte gebracht te worden van de aanwezigheid, de aard en de plaats van de luchtschermen in het gebouw waarvan hij de afwerking moet verzekeren
- hoewel de betegeling in wezen geen invloed uitoefent op het uiteindelijke luchtdichtheidsniveau, dient de tegelzetter er wel op te letten dat hij de luchtdichtheidsmaatregelen die getroffen werden door zijn voorgangers niet tenietdoet.

De volgende bouwdetails illustreren enkele aandachtspunten waarop de aannemer-tegelzetter dient te letten om aan de gestelde luchtdichtheidseisen te kunnen voldoen.

3.1 Plaatsing van plinten

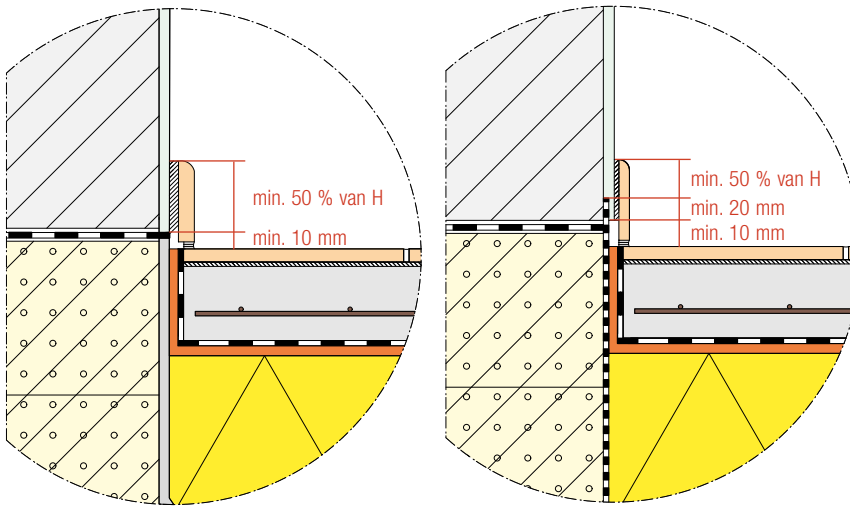
Bijzondere aandacht is geboden wanneer de opdrachtgever specifieke maatregelen voorgeschreven heeft om de continuïteit van de luchtdichtheid aan de muurvoet te verzekeren ⁽¹⁾ en wanneer de binnenbepleistering (die de luchtdichtheid van de muur waarborgt) zich boven het peil van de afgewerkte betegeling bevindt (minimum 1 cm boven de betegeling en maximum op halve plinthoogte). Deze situatie komt steeds vaker voor bij metselwerk dat voorzien werd van een anticapillaire barrière ⁽²⁾ en/of indien de fabrikant van de bepleistering geen garanties kan bieden voor wat betreft de duurzaamheid ervan in contact met water (bv. schoonmaakwater).

Indien er in deze context gebruikgemaakt wordt van een luchtdichtingsmateriaal dat gevoelig is voor scheuren/insnijden (bv. een membraan of een dunlagig aangebracht vloeibaar product), dient de aannemer-tegelzetter in de eerste plaats zeer zorgvuldig te werk te gaan bij het afsnijden van de randstrook teneinde het luchtscherm niet te beschadigen (zie afbeelding 2). Hiertoe zou hij bijvoorbeeld kunnen gebruikmaken van een soort tijdelijke snijplank waarop de randstrook afgesneden wordt en die het achterliggende kwetsbare luchtdichtingsmateriaal beschermt. Hij zou eveneens de randstrook op de vloertegels kunnen omlooien, zodanig dat deze laatste als snijoppervlak fungeren. Deze oplossing is evenwel enkel mogelijk indien de tegels niet krasgevoelig zijn.

Indien de luchtdichtheid van het oppervlak onder de anticapillaire barrière gerealiseerd wordt door een vochtbestendige muurvoetbepleistering (bv. luchtdichte cementering) met een aanzienlijke dikte (zie afbeelding 1), kan het ter bedekking van de rand van de vloerbeleging nodig zijn om dikkere plinten en/of lijmlagen te gebruiken. Er zijn ook een aantal

⁽¹⁾ De pertinentie van deze maatregelen en hun beschrijving zullen uitgebreid aan bod komen in een volgend artikel voor stukadoors.

⁽²⁾ Zie § 6.6.2 uit de [TV 237](#). Bovendien waakt de ontwerper er in de regel over dat de anticapillaire barrière ongeveer 2 cm ten opzichte van het binnenvlak van het metselwerk uitsteekt, zodanig dat het membraan niet overbrugd wordt door de metselmortel en een stop vormt voor de binnenbepleistering. Dit voorschrift laat toe om de ongewenste aanwezigheid van pleister onder de anticapillaire barrière te vermijden.

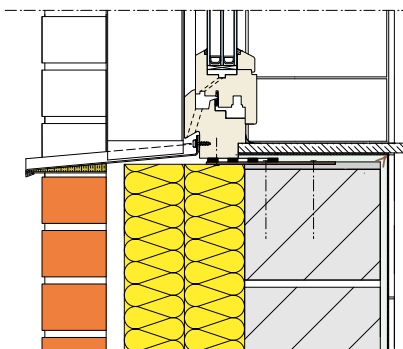


1 en 2 | Plaatsingscriteria voor plinten: luchtdichtheid aan de muurvoet door middel van een muurvoetbepleistering (links) en door middel van een membraan (rechts) (H = hoogte van de plint)

alternatieve uitvoeringen mogelijk (bv. hielplinten of hoeklijsten met een geschikt profiel die – om akoestische redenen – gekarakteriseerd zijn door een zekere buigzaamheid).

Ten slotte wordt in alle gevallen (afbeeldingen 1 en 2) aanbevolen om de plinten over minstens 50 % van de plinthoogte op een stabiele ondergrond ⁽³⁾ te verlijmen, teneinde eventuele onthechtingen en andere schade (bv. ten gevolge van schokken op het onderste deel van de plint) te vermijden.

In dit opzicht, en zowel voor situaties waarbij het luchtdichtingsmembraan ingewerkt wordt in de bepleistering als voor situaties waarbij de bepleistering aangebracht wordt op een op de muur verlijmd membraan of op een vloeibaar aangebracht product, dient de ontwerper een onder- en een bovengrens te bepalen voor de overlappings- of inwerkingslengte van het membraan ⁽⁴⁾. Bij gebrek aan dergelijke grenswaarden zou de plinthoogte onrealistisch groot en/of onesthetisch kunnen worden.



3 | Doorsnede en aanzicht van de vensteropening

Ten slotte willen we erop wijzen dat het in bepaalde gevallen – met name uit akoestische overwegingen – aanbevolen kan zijn om tussen de plint en de vloertegels een geschikte soepele voeg te voorzien.

3.2 Plaatsing van het venstertablet en betegeling van de dagkanten

Bijzondere aandacht is geboden wanneer de opdrachtgever specifieke maatregelen voorgeschreven heeft om de continuïteit van de luchtdichtheid ter hoogte van de aansluiting met het metselwerk te verzekeren met behulp van een (in de bepleistering of in de ondergrond van de bepleistering ingewerkt) membraan ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (zie afbeeldingen 3 en 4).

In dit geval worden de venstertabletten pas na de uitvoering van de binnenbepleistering geplaatst. Het is afgeraden om deze in de dagkanten in te werken. Zodoende zou men immers de continuïteit van het luchtdichtingsscherm in het gedrang kunnen brengen (afkappen van de bepleistering, risico op de doorboring van het membraan). De eisen voor te betegelen ondergronden (zoals de toelaatbare afwijkingen) staan beschreven in de TV's 227 en 237. De plaatsing van de tabletten kan overigens gebeuren volgens de hierin beschreven technieken.

Bij een plaatsing met lijmnoppen is het aangewezen om het venstertablet ofwel onder het raamkader ofwel in de hiertoe in het raamkader voorziene uitsparing aan te brengen. Zodoende kan men vermijden dat het venstertablet zou loskomen en kantelen

bij belasting. De aansluiting tussen het venstertablet en het raamkader kan afgewerkt worden met een soepele voeg.

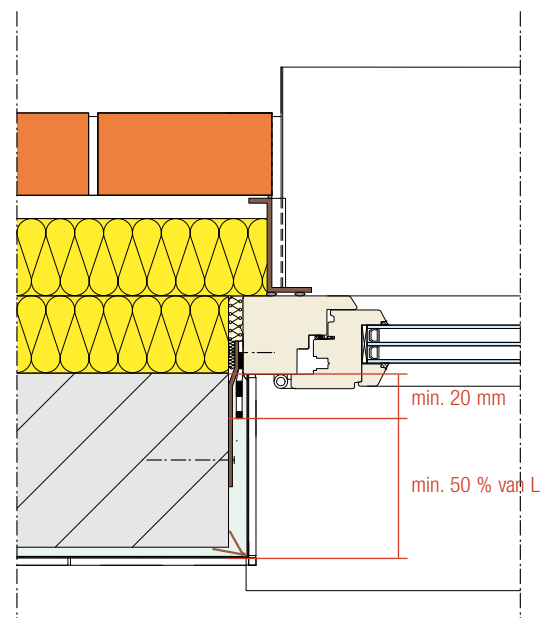
Indien de dagkanten van de raamopening betegeld moeten worden, dient de afstand tussen het scharnier van het opengaande raam en de bepleistering voldoende groot te zijn om de plaatsing van de betegeling toe te laten. Indien dit niet het geval is, dient de aannemer-tegelzetter de opdrachtgever hiervan op de hoogte te brengen, zodanig dat deze laatste de nodige maatregelen kan treffen. Het – zelfs oppervlakkig – afkappen van de bepleistering is uit den boze, omdat dit gepaard zou kunnen gaan met de beschadiging van het luchtdichtingsmembraan.

Net zoals het geval was voor de plaatsing van plinten (zie § 3.1) wordt ten slotte aanbevolen om minstens 50 % van de lengte van de betegeling met behulp van een geschikte lijm op een stabiele ondergrond te verlijmen (zie afbeeldingen 3 en 4) ⁽³⁾ ⁽⁴⁾. ■

Y. Grégoire, ir.-arch., hoofd van de afdeling Materialen, WTCB

C. Mees, ir., projectleider, afdeling Energie en gebouw, WTCB

T. Vangheel, ir., projectleider, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB



4 | Doorsnede en planzicht van de vensteropening (L = tegellengte, deels geplaatst op een niet-stabiele ondergrond ⁽³⁾)

⁽³⁾ Volgens de huidige stand van de kennis worden zones met een op een membraan aangebrachte bepleistering of met een in de bepleistering ingewerkt membraan niet als stabiel beschouwd.

⁽⁴⁾ Tegenwoordig wordt er een lengte van 3 tot maximum 5 cm aanbevolen. De lengte mag in geen geval kleiner zijn dan 2 cm. Enkele extreme voorbeelden: (1) Een lengte van 5 cm vereist een plint van minstens 14 cm hoog (wat onrealistisch is) indien de anticapillaire barrière zich op een hoogte van 2 cm boven het niveau van de afgewerkte betegeling bevindt. (2) De voorgeschreven minimumlengte van 2 cm vereist een plint met een hoogte van minstens 6 of 8 cm indien de anticapillaire barrière zich respectievelijk op een hoogte van 1 of 2 cm boven het niveau van de afgewerkte betegeling bevindt. Deze voorbeelden tonen het belang van de positie van de anticapillaire barrière aan, wanneer deze voorgeschreven werd door de ontwerper.

⁽⁵⁾ De keuze van de materialen en de details ter hoogte van de vensteropening is ook afhankelijk van de geluidsomgeving. Dit hoort niet tot de taken van de tegelzetter.

Men merkt op de bouwmarkt een groeiende interesse voor het gebruik van natuursteen. Dit is onder meer te danken aan het alsmaar grotere aanbod en de talrijke toepassingsmogelijkheden. Na controle van natuursteenvloeren bij scheerlicht wordt men evenwel vaak geconfronteerd met klachten omtrent afschilferingen van het oppervlak en dit, vooral in geval van kalksteen met een gezoete of gepolijste afwerking. In dit artikel gaan we dieper in op de verwerking van het oppervlak en zullen we trachten om het in 1993 verschenen artikel over vloerbedekkingen uit organoclastische kalksteen (*) te actualiseren.

Afschilfering en verwerking van het oppervlak van kalksteen

De term 'organoclastische kalksteen' duidt op sedimentaire kalksteensoorten met verschillende kleuren die samengesteld zijn uit de meest gediversifieerde fossielfragmenten (crinoïden, foraminiferen, brachiopoden). Deze oefenen een rechtstreekse invloed uit op het uitzicht van de steen. Bekende voorbeelden zijn Juramarmar en Belgische blauwe hardsteen. Ook een aantal steensoorten die pas sinds kort verhandeld worden (bv. Azul Cascais, Azul Valverde, Dolomit blauw of groen, Cenia blauw en Nero Marquina) behoren tot deze categorie.

De verweringsmechanismen en de ermee gepaard gaande problemen worden voornamelijk veroorzaakt door water. Bij gevoelige steensoorten kan zelfs een minieme waterhoeveelheid reeds verwerking teweegbrengen. De bevochtiging van de vloerbedekking (bv. tijdens de plaatsing of het onderhoud) kan leiden tot een chemische omvorming van bepaalde accessorische mineralen. Deze benaming duidt erop dat ze slechts in geringe hoeveelheden in de kalksteen aanwezig zijn. Bepaalde accessorische mineralen of 'onzuiverheden' zitten vooral geconcentreerd in de schelpdelen van het organoclastische gesteente. Ze kunnen zich echter ook in de stylolietvoegen bevinden. Deze voegen zijn herkenbaar als zigzaggende lijnen op de vlakken die haaks op de gelaagtheid werden gezaagd. Ze zijn het resultaat van een oplossing onder druk, waarbij het gesteente op grote diepte opgelost werd en de onoplosbare rest achterbleef.

Het aanwezige water zorgt ervoor dat deze onzuiverheden (doorgaans ijzerzouten) beginnen te oxideren. Dit kan leiden tot een vlekvorming van type I (roestvlekken) in een zuur milieu (zie de [lente-uitgave van het WTCB-Tijdschrift 1997](#)) en tot gipsvorming in een basisch milieu (kalk). Dit gebeurt via het volgende mechanisme: $2\text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$.

Vervolgens treedt er een reactie op tussen het gevormde zuur (H^+) en het calciet (CaCO_3) van de kalksteen, waardoor de calciumionen vrijkomen: $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$.

In aanwezigheid van water beginnen deze calciumionen zich te binden om ten slotte te reageren tot gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Deze laatste reactie gaat gepaard met een volumetrische uitzetting die een zekere spanning in het materiaal teweegbrengt. Dit zal leiden tot de vorming van microscheurtjes en op termijn ook tot een afschilfering.

Men kan gewoonlijk vier verweringsfasen onderscheiden:

- de verschijning van doffe zones, waarschijnlijk ten gevolge van het vrijkomen van de calciumionen en de ontluikende gipsvorming zonder specifiek concentratiepunt
- de vorming van een witachtig poeder dat eenvoudig verwijderd kan worden door reiniging. Dit fenomeen zou te verklaren zijn door de vorming van gips aan het oppervlak. Dit gebeurt ofwel door een migratie via de poriën van het gesteente, ofwel ter hoogte van de stylolietvoegen indien de steen loodrecht op de gelaagtheid gezaagd werd (bv. Bronzetto)
- het ontstaan van lichte opwelvingen aan het tegeloppervlak als gevolg van de volumetrische uitzetting, met name wanneer de onzuiverheden geconcentreerd zijn in schelpdelen of stylolietvoegen. Dit fenomeen zal nog meer in het oog springen onder scherpe lichtinval en bij een gezoete of gepolijste afwerking
- de toename van de afschilfering en het afspringen van stukken tijdens het onderhoud, wat uiteindelijk aanleiding geeft tot een aangetast tegeloppervlak (zie afbeelding).

Water kan dus als de belangrijkste schadeoorzaak beschouwd worden. Het watertransport kan versneld worden door de aanwezige microscheurtjes, de (micro)porositeit van de steen of het voorkomen van andere zwakke plekken zoals stylolietvoegen. Verder willen we erop wijzen dat de gevoeligheid voor afschilfering kan variëren naargelang van het gehalte aan fossielfragmenten.

Om het risico op afschilfering en verwerking van het steenoppervlak te verminderen, dient men de vochttoevoer tot een minimum te beperken:

- door het gebruik van steensoorten die gekend zijn voor hun vochtgevoeligheid te vermijden in buitentoepassingen, in vochtige ruimten of als werkblad in keukens
- door het respecteren van een aantal welgekende uitvoeringsregels voor binnenvloeren zoals de plaatsing van een vochtscherm onder de dekvloer, het respecteren van de drogingstermijn van de dekvloer en het gebruik van mortellijmen die voor dit gebruik geschikt zijn
- door op de vloerbedekking geen beschermingslagen aan te brengen die de droging ervan vertragen of door de uitvoering van een waterwerende oppervlaktebehandeling (bv. douches)
- door de steen met zo weinig mogelijk water te reinigen.

Door het feit dat schelpdelen microscopisch klein kunnen zijn en stylolieten zich niet steeds duidelijk aftekenen, is het evenwel niet altijd eenvoudig om de aanwezigheid ervan met het blote oog vast te stellen. In de technische fiches uit de [Technische Voorlichting nr. 228](#) zijn er voor natuursteensoorten die gevoelig zijn voor afschilfering een aantal gebruiksinstructies opgenomen.

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

(*) In dit artikel gaat het enkel om voornoemd steentype, waarbij de schade het frequentst optreedt en vaak ook het spectaculairst is. Er wordt dus niet ingegaan op de afschilfering van gneis en het dof worden van graniet. Dit onderwerp kwam aan bod in de [zomereditie van het WTCB-Tijdschrift van 1997](#).



43 % van alle vragen die de afdeling Technisch advies voor-geleegd krijgt over de oplevering van gevelmetselwerkvoegen, heeft te maken met de beoordeling van het uitzicht ervan. Deze problematiek treedt zowel op bij ter plaatse aangemaakte als bij vooraf gemengde voegmortels en werd reeds toegelicht in Infobiche 25, het WTCB-Dossier 2010/1.10 en de TV 208. Dit artikel formuleert enkele nuances bij deze documenten en vult deze enigszins aan.

Kleurverschillen in gevelmetsel- werkvoegen

Het ontstaan van kleurverschillen in de voegen kan door diverse factoren beïnvloed worden. In dit artikel komen de voornaamste oorzaken aan bod. Het gaat hier met name om:

- de geringe kleurverschillen die reeds aanwezig zijn in de bestanddelen van de voegmortel (bv. kleuronregelmatigheden van het aangewende zand en bindmiddel)
- beperkte afwijkingen in de mortelsamenstelling. Dit fenomeen is moeilijk te vermijden bij een op de bouwplaats aangemaakte mortelspecie
- afwijkende klimatologische omstandigheden op het ogenblik van de uitvoering of tijdens de droging
- afwijkingen in de structuur en de profilering van de voegen.

Bij gebruik van een vooraf gemengde voegmortel uit eenzelfde fabricagelot kan men de eerste twee invloedsfactoren beheersen. Het spreekt echter voor zich dat men steeds de aanbevolen hoeveelheid aanmaakwater dient na te leven. Niettemin kan men ook bij vooraf gemengde voegmortels geconfronteerd worden met kleurverschillen door afwijkende klimatologische omstandigheden tijdens de werken en een verschillende structuur of profilering van de voegen.

Eventuele kleurverschillen zullen meer in het oog springen bij donker getint voegwerk en bij voegwerk dat de kleur van het metselwerk moet benaderen. Zo zullen de kleurverschillen minder opvallen bij traditioneel rood (ge-nuanceerd) metselwerk met grijze voegmor-



tel dan bij toon-op-toon voegwerk. Voor de volledigheid willen we erop wijzen dat ook de opvoegingstechniek een rol kan spelen. Bij het achter de hand opvoegen is het gevaar voor kleurverschillen bijvoorbeeld groter.

Gelet op de veelheid aan vaak moeilijk te beheersen invloedsfactoren kan het ontstaan van kleurverschillen nooit geheel uitgesloten worden. Zo merken we op dat ook het optreden van uitbloeiingen het uitzicht van de voegen nadelig kan beïnvloeden, a fortiori bij donker getint voeg- en metselwerk.

Potentiële oorzaken

De brede waaier aan potentiële oorzaken zorgt ervoor dat de invloed van een welbepaalde parameter slechts moeilijk te achterhalen kan zijn. Laboratoriumonderzoeken zullen dan ook niet altijd uitsluitsel kunnen geven. Zo kan een verschil in relatieve vochtigheid van de buitenlucht op het moment van de uitvoering of tijdens de droging een belangrijke weerslag hebben op het uitzicht van de voegen.

Een vergelijkende petrografische analyse van de voegmortel kan een benadering geven van de aard, de grootte en de verdeling van de granulaten, de porositeit, de carbonatie van het bindmiddel ... De afbeeldingen hiernaast geven de resultaten van een dergelijke analyse weer. Hieruit blijkt dat het opgetreden kleurverschil te wijten is aan:

- een verschil in porositeit aan het oppervlak (blauwe pijl): bij proefstuk 2 zijn de zandkorrels (A) volledig bedekt met een laagje cement (C), terwijl dit bij proefstuk 1 slechts zeer plaatselijk het geval is
- een verschillende oppervlaktestructuur.

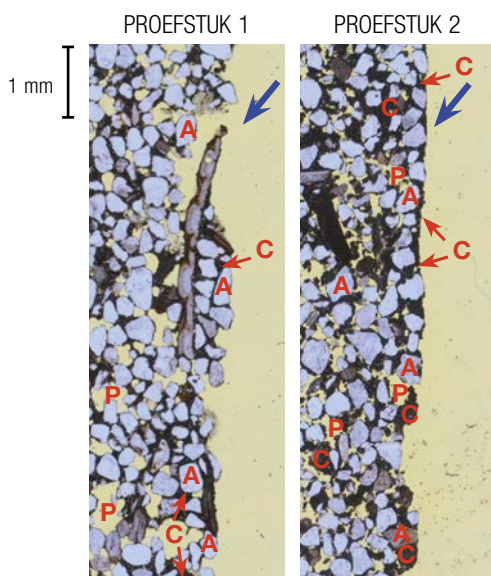
Beoordeling

Het uitzicht wordt twee maanden na de uitvoering gecontroleerd en dit, met het blote oog, bij een normale lichtinval en vanop een afstand van 3 m. Indien er nadien onenigheid over de visuele hinder blijft bestaan, kan men een objectieve meting met een colorimeter uitvoeren. Bij gebrek aan een eenduidige regelgeving voor de beoordeling van kleurverschillen in voegwerk, verwijst de TV 208 naar de voorschriften voor gevelpanelen van architectonisch beton (zie artikel 'Gevels van sierbeton' uit de herfsteditie van het WTCB-Tijdschrift van 1994). Indien de kleurverschillen aanleiding geven tot bandvorming in het zichtvlak, wordt een ΔE -waarde van 5 eenheden getolereerd, gebaseerd op zes over het te controleren oppervlak verdeelde metingen. Indien de kleurverschillen willekeurig en verspreid over het gevelvlak voorkomen, wordt een ΔE -waarde van 10 eenheden toegelaten.

Aanbevelingen

Om een zo uniform mogelijk uitzicht te verkrijgen, verdient het aanbeveling om bij op de bouwplaats aangemaakte voegmortels voldoende aandacht te besteden aan de mortelsamenstelling. Bij vooraf gemengde voegmortels maakt men gebruik van mengsels uit hetzelfde lot die ook aangemaakt werden met bestanddelen uit hetzelfde lot. Daarenboven moet men steeds de aanbevelingen van de fabrikant naleven, onder meer in verband met de hoeveelheid toe te voegen water. Ten slotte dient de opvoeging van de gevels zo veel mogelijk in een arbeidsgang te gebeuren. ■

*S. Eeckhout, ing., hoofdadviseur,
afdeling Technisch advies, WTCB*



Lijmen voor textiele vloer- bekledingen

In afwachting van de publicatie van de toekomstige Technische Voorlichting over de plaatsing van textiele vloerbekledingen, geven we in dit artikel alvast wat meer informatie over de verschillende verlijmingstypes die hiervoor in aanmerking komen. De gebruikte lijm is steeds een emissiearme dispersielijm (bv. met het Eimcode-label).

Verlijmingstype en applicatiewijze

De dispersielijm kan eenzijdig of tweezijdig aangebracht worden. Het verlijmingstype van de vloerbekleding is bepalend voor de toepassingswijze van de lijm en de na te leven wachttijd (zie tabel). We onderscheiden de volgende verlijmingstypes:

- de natte verlijming waarbij de lijm enkel op de ondergrond aangebracht wordt en nog een aanzienlijk gehalte aan vluchtige bestanddelen moet bevatten op het moment van zijn verbinding. Hierdoor dient men geen of slechts een zeer korte wachttijd in aanmerking te nemen. Dit verlijmingstype wordt frequent gebruikt voor textiele vloerbekledingen in banen
- de halfnatte verlijming waarbij men een zekere wachttijd in acht dient te nemen die korter is dan de open tijd
- de bijna droge verlijming waarbij de wachttijd bijna gelijk is aan de open tijd en de lijm eenzijdig aangebracht wordt. Dit verlijmingstype is specifiek voor tapijttegels
- de contactverlijming. Dit verlijmingstype is vergelijkbaar met de bijna droge verlijming, maar in dit geval wordt de lijm wel tweezijdig aangebracht. Een dergelijke verlijming is in het bijzonder geschikt voor toepassingen waarbij de vloerbekleding tijdens het gebruik zeer veel spanningen zal moeten ondergaan (bv. op trappen).

Keuze van de verlijming

Men moet steeds controleren of het beoogde verlijmingstype geschikt is voor de te plaatsen vloerbekleding. Deze keuze is afhankelijk van:

- de aard en het absorptievermogen van de ondergrond
- de aard, de dampopenheid en het absorptievermogen van de vloerbekleding
- de beoogde toepassing voor deze bekleding (permanente verlijming of niet).

Bij een permanente verlijming (doorgaans van textiele vloerbekledingen in banen) plaatst men de bekleding met een natte verlijming met behulp van een dispersielijm. Deze verlijming kan zowel uitgevoerd worden op absorberende als niet-absorberende ondergronden, voor zover de verdamping van de vluchtige reststoffen van de lijm niet verhinderd wordt door de textiele vloerbekleding.

Indien men echter een vloerbekleding met een dampdichte rugzijde wil aanbrengen op een niet-absorberende ondergrond (bv. een gepolijste betonvloer of metaalvloer), dient men te opteren voor een halfnatte of bijna droge verlijming met een cementgebonden dispersielijm. Indien de rugzijde uit PVC of rubber bestaat, kan men eveneens zijn toevlucht nemen tot speciaal voor dit materiaaltype ontwikkelde dispersielijmen. De



bekleding dient in dit geval met een contactverlijming aangebracht te worden.

Tapijttegels worden door middel van een bijna droge verlijming met een 'pick-uplijm' op de ondergrond aangebracht. Dit lijmtipe bevat een bindmiddel in dispersie en wordt gekenmerkt door een gemakkelijke verwijdering waardoor men de vloerbekleding eventueel kan hergebruiken.

Wanneer een tijdelijke verlijming gewenst is (bv. bij renovaties of huurwoningen), kan men een specifieke dispersielijm hanteren (vaak 'verhuislijm' genoemd). Het verlijmingstype is in dit geval afhankelijk van de ondergrond. Terwijl een natte verlijming mogelijk is bij een absorberende ondergrond, vereist een niet-absorberende ondergrond (bv. betonvloer) steeds een contactverlijming. In tegenstelling tot pick-uplijmen verliezen verhuislijmen hun hechtcracht na het drogen.

E. Nguyen, ir., projectleider, laboratorium
Hout en coatings, WTCB
M. Lor, dr., projectleider, laboratorium
Bouwchemie, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door InnovIRIS.

Overzicht van de verlijmingstypes voor textiele vloerbekledingen

Verlijmingstype	Toepassingswijze	Indicatieve wachttijd
Natte verlijming	Eenzijdige verlijming met de spatel	Geen wachttijd of maximum 10 min.
Halfnatte verlijming	Eenzijdige verlijming met de spatel	Langere wachttijd (10 tot 20 min.)
Bijna droge verlijming	Eenzijdige verlijming met de spatel	Wachten tot de verlijming bijna droog is (± 30 min.)
Contactverlijming	Tweezijdige verlijming met de spatel, rol of borstel op de onderkant van de bekleding en met de spatel of rol op de ondergrond	Wachttijd > 30 min.



Balansventilatie: betrouwbaarheid van het rendement en andere EPB-gegevens

De energetische impact van ventilatiesystemen kan doeltreffend beperkt worden door middel van warmterecuperatie. Het is belangrijk dat men zowel bij de keuze van een ventilatiegroep tijdens het ontwerp als bij de berekening van het E- (Brussel en Vlaanderen) of E_w-peil (in Wallonië) in het kader van de EPB-regelgeving kan steunen op een betrouwbare rendementswaarde.

De doeltreffendheid van een ventilatiesysteem met warmteterugwinning (enkel balansventilatie, d.w.z. ventilatiesysteem D) hangt af van het warmteterugwinrendement van de ventilatiegroep zelf en van de balans tussen het totale toe- en afvoerdebiet. Het warmteterugwinrendement van een groep geeft de warmtehoeveelheid aan die men uit de afgevoerde lucht kan terugwinnen om de toevoerlucht voor te verwarmen. Deze informatie wordt opgegeven door de fabrikant. Om dit rendement te kunnen valoriseren in de EPB-regelgeving, moet het bepaald worden met behulp van een laboratoriumproef op de volledige ventilatiegroep en dit, volgens de voorschriften uit de EPB-regelgeving (gebaseerd op de norm NBN EN 308).

Het is jammer genoeg niet altijd evident om met voldoende zekerheid een rendement te behalen dat voldoet aan de EPB-regelgeving. Bepaalde producten worden immers beproefd volgens nationale normen uit het buitenland die verschillen van de Europese norm EN 308. Ten slotte is ook de oorsprong van de gegevens of de beschikbaarheid van een conform proefrapport niet altijd gewaarborgd ...

EPB-databank

Om de betrouwbaarheid van de voor de EPB-berekening gebruikte productgegevens te verhogen, stelden de drie Gewesten een gemeenschappelijke databank op die vrijwillig aangevuld en gebruikt kan worden. Fabrikanten die dit wensen, kunnen hun productgegevens laten erkennen en deze, na een grondige controle door een onafhankelijk controleorganisme, laten publiceren op www.epbd.be. Deze onafhankelijke controle waarborgt de betrouwbaarheid van de gepubliceerde gegevens. De verantwoordelijken voor de EPB-berekening, architecten, bouwheren maar ook installateurs kunnen deze gegevens met andere woorden zonder meer gebruiken voor hun berekeningen. Dit

systeem bestaat ook voor andere eigenschappen dan het rendement (zie tabel) en voor een reeks andere productgroepen: ventilatoren, natuurlijke ventilatieopeningen, isolatiematerialen, zonneweringen ...

Het merendeel van de in de databank opgenomen rendementen bevindt zich tussen 70 en 90 %. Samen met het rendement wordt ook steeds het proefdebiet vermeld en, eventueel, verschillende rendementswaarden voor verschillende proefdebieten. Het warmteterugwinrendement van een bepaalde ventilatiegroep zal doorgaans lichtjes dalen naarmate het debiet stijgt. Maar opgelet: voor de EPB-berekening moet men een rendement gebruiken met een proefdebiet dat gelijk is aan of groter is dan het totale vereiste debiet voor het gegeven project. Indien er bijvoorbeeld een totaal minimumdebiet van 330 m³/h geëist wordt voor de toevoer en een totaal minimumdebiet van 225 m³/h voor de afvoer, moet men bij de EPB-berekening een rendement met een proefdebiet van minstens 330 m³/h hanteren (zie tabel en afbeelding).

Andere criteria voor de keuze van een ventilatiegroep

De databank vermeldt eveneens een aantal andere karakteristieken van ventilatiegroepen die het E- of E_w-peil kunnen verlagen (zie [Infofiche 42.3](#)).

Zo is bijvoorbeeld ook het elektriciteitsverbruik van de ventilatoren belangrijk. In plaats van AC-motoren (wisselstroom) zou de voorkeur moeten uitgaan naar DC-motoren (gelijkstroom) en/of ventilatoren met een laag maximaal vermogen.

Een automatische debietregeling zorgt voor een balans tussen de totale toe- en afvoerdebieten en biedt zo – ook bij variabele drukverschillen (vervuiling van de filters ...) – een maximale warmteterugwinning.

Ten slotte kan men met een (bij voorkeur volledige) bypass de warmteterugwinning volledig uitschakelen om bijvoorbeeld in de zomernachten ten volle te kunnen genieten van de koelere buitenlucht.

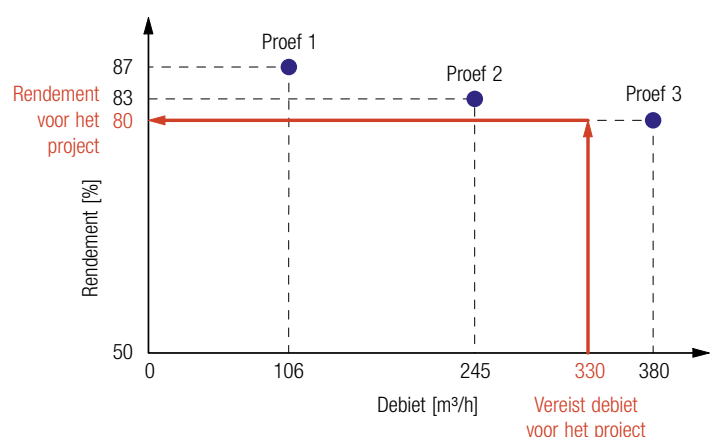
Natuurlijk hangt de keuze voor een bepaalde ventilatiegroep niet alleen af van deze energetische karakteristieken. Denken we bijvoorbeeld ook maar even aan de filtratie, de akoestische prestaties, de duurzaamheid, de prijs ...

De databank is dus een goede manier om de betrouwbaarheid van de energetische karakteristieken na te gaan, maar ook niet meer. ■

S. Caillou, dr. ir, adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Luchtkwaliteit en ventilatie, WTCB

Voorbeeld van beschikbare EPB-gegevens op www.epbd.be

Type motor	DC		
Maximaal vermogen	2 x 110 W (twee ventilatoren)		
Rendement	87 %	83 %	80 %
... bij een debiet (m ³ /h) ≤ ...	106	245	380
Automatische regeling	Nee		
Type bypass	Volledige bypass		



Sedert de publicatie van het vorige artikel over het totale koudwaterverbruik (zie WTCB-Dossiers 2012/3.13), spitsten we de aandacht toe op het opmeten van de piekdebieten in sanitaire-warmwaterinstallaties (SWW). Deze debieten zijn immers niet alleen belangrijk voor de dimensionering van de leidingen, maar ook voor de dimensionering van de toestellen voor ogenblikkelijke SWW-productie.

Methodologie

De SWW-debieten werden opgemeten met ultrasone sensoren. Thermokoppels op de leidingen brachten de koud- en warmwatertemperaturen in kaart. De debieten en temperaturen werden elke seconde opgemeten over een periode van twee maand. Het gecorrigeerde piekdebiet (Q ECS 60,10) van elk gebouw werd vervolgens vergeleken met de debieten, verkregen volgens de norm NBN EN 806-3 (2006) en verschillende buitenlandse normen en dimensioneringsmethoden. Het oogmerk was om na te gaan of onze metingen in overeenstemming zijn met de huidige Belgische norm en om deze laatste te kunnen vergelijken met de methoden die gangbaar zijn in het buitenland.

Resultaten

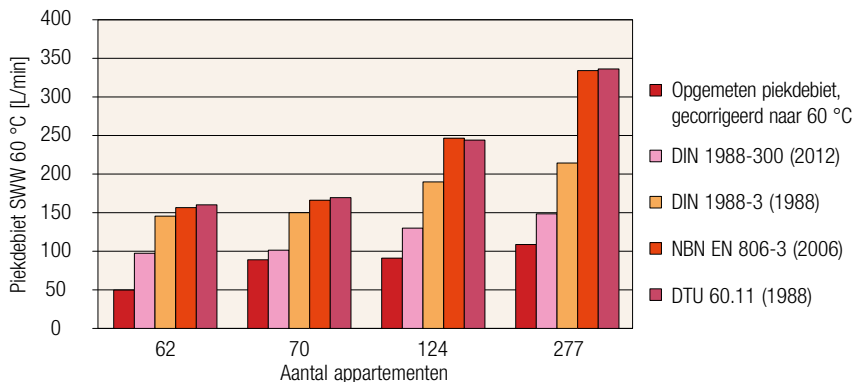
Net zoals we reeds voor het totale koudwaterverbruik konden vaststellen, zijn ook de piekdebieten bij warm water kleiner dan de debieten, voorzien in de bestudeerde dimensioneringsnormen. De piekdebieten, berekend volgens de nieuwe Duitse norm DIN 1988-300 (2012), leunen echter het dichtst aan bij onze metingen (*).

Deze eerste resultaten moeten met de nodige voorzichtigheid beschouwd worden. Tot op heden werd er immers slechts een beperkt aantal gebouwen opgevolgd tijdens een in de tijd beperkte meetperiode en de bestudeerde installaties bevonden zich niet noodzakelijk in omstandigheden die vergelijkbaar zijn met de ontwerpvoorwaarden (druk, drukverliezen, type uitrusting ...). Een eerste vergelijking lijkt evenwel aan te geven dat de huidige dimensioneringsnorm NBN EN 806-3 (2006) erg veilige waarden oplevert.

(*) Sinds het vorige artikel werd de Duitse norm DIN 1988-3 (1988) herzien en vervangen door de norm DIN 1988-300 (2006). De grootste aanpassing bestaat uit een verlaging van de piekdebieten voor sanitair warm en koud water.

Centrale warmwaterproductie in appartementsgebouwen: piekdebieten en dimensionering

Vergelijking tussen de opgemeten (gecorrigeerd naar 60 °C) en berekende piekdebieten voor SWW in vier appartementsgebouwen [L/min]



Bij gebruik van deze norm loopt men dus het risico om de verdeelleidingen te overdimensioneren, wat kan leiden tot grotere wachttijden en een hoger water- en energieverbruik.

De overschatting van het piekdebiet leidt ook tot een overdimensionering van de toestellen voor ogenblikkelijke SWW-productie. We berekenden bij wijze van voorbeeld het vereiste verwarmingsvermogen voor een ogenblikkelijke SWW-productie aan 60 °C in het grootste onderzochte gebouw. In dit geval bedraagt het gecorrigeerde en gedurende een seconde opgemeten piekdebiet (Q ECS 60,10) 107 L/min. Het hiermee overeenstemmende ogenblikkelijke verwarmingsvermogen is gelijk aan 445 kW, rekening houdend met de verdeelverliezen. De momenteel geïnstalleerde platenwarmtewisselaar heeft een nominaal vermogen van 644 kW voor een watertemperatuur in de primaire kring van 80 °C. De warmtewisselaar wordt gevoed door centrale-verwarmingsketels, waarbij het verwarmingsvermogen

van de kleinste ketel 1.161 kW bedraagt. Dit stemt overeen met 2,6 maal het vermogen dat nodig is voor de warmwaterbereiding alleen. Buiten het stookseizoen zal de ketel hierdoor zeer frequent aan- en afslaan. Dit verlaagt niet alleen het ketelrendement, maar zorgt ook voor meer luchtvervuiling.

We willen er ten slotte op wijzen dat het te installeren verwarmingsvermogen zeer snel daalt wanneer men ervoor kiest om de installatie uit te rusten met een opslagvolume (semi-ogenblikkelijke warmwaterproductie). In het bovenstaande voorbeeld zou het nodige verwarmingsvermogen dalen tot 100 kW indien men een opslagvolume van 200 L voorziet. ■

O. Gerin, ir., onderzoeker, en B. Bleyts, ir., projectleider, laboratorium Duurzame energie- en watertechnieken, WTCB

Dit artikel kwam tot stand in het kader van het TETRA-project SWW, met de financiële steun van het IWT.

Het WTCB heeft u nodig!

We zijn nog op zoek naar andere appartementsgebouwen met een centrale SWW-productie om de piekdebieten en dagelijkse gebruiksvolumes in op te meten. In ruil ontvangt u alle nodige informatie voor de goede dimensionering van uw nieuwe installatie. Interesse? Stuur een e-mail naar info@bbri.be.



Uw facturen zijn goud waard ... ook voor uw klanten!

Verskillende certificaten met identieke problemen

De energiecertificering van gebouwen resulteert uit de omzetting van de Europese Energieprestatierichtlijn voor gebouwen. Vermits deze omzetting in België een gewestelijke bevoegdheid is, hebben de drie Gewesten elk een ander systeem (zie [WTCB-Dossiers 2011/4.20](#)). Bij de uitwerking van de certificatie in de praktijk moest elk Gewest een aantal vragen beantwoorden, waaronder:

- hoe gaat men de aanwezigheid van een isolatiemateriaal na indien dit niet meteen zichtbaar is?
- hoe identificeert men het isolatietype, de dikte en de thermische karakteristieken (λ of R)?
- hoe bepaalt men het rendement van een installatie waarvoor er (bijna) geen technische informatie bestaat?

De Gewesten hebben deze vragen al eens eerder beantwoord in het kader van de invoering van de Energieadviesprocedure (EAP). Deze energieaudit is echter een vrijwillige procedure die enkel de aanvrager zelf ten goede komt. Het antwoord op deze vragen is dan ook snel gevonden: als de energiedeskundige type B zelf geen gegevens vindt, kan hij de gebouweigenaar geloven. De eigenaar heeft er immers niet veel baat bij om te liegen ... tegen zichzelf.

Bij een Energieprestatiecertificatie (EPC) ligt het enigszins anders. Hierbij wordt er immers een certificaat uitgereikt dat verplicht is en vooral de toekomstige eigenaar of huurder ten goede komt. De aanvrager heeft er met andere woorden alle baat bij om een zo goed mogelijke score te verkrijgen tegen een zo laag mogelijke kostprijs.

Het spreekt voor zich dat een geloofwaardig certificaat niet enkel gebaseerd kan zijn op de beweringen van de eigenaar: het moet opgesteld worden op basis van gegevens die onafhankelijk gecontroleerd werden door een energiedeskundige type A. Deze laatste verzamelt de nodige gegevens idealiter zelf ter plaatse. In vele gevallen zijn bepaalde vaststellingen echter onmogelijk. Zo is het doorgaans niet evident om de aanwezigheid en de aard van een isolatiemateriaal te achterhalen en nog moeilijker om de dikte ervan te meten, laat staan om het merk en het juiste type te bepalen. We mogen evenmin vergeten dat de kostprijs van het certificaat – en dus de onderzoekstijd – beperkt moet blijven voor de aanvrager.

Bewijsstukken

De Gewesten legden daarom strikte regels op voor de wijze waarop de energiedeskundigen de gegevens moeten verzamelen. Deze regels werden vastgelegd in zogenoemde inspectieprotocollen. Het gaat hier om verschillende documenten die elk meer dan 200 pagina's tellen. Deze protocollen geven een overzicht van de informatiebronnen waarin men de nodige gegevens voor de berekeningen kan terugvinden bij gebrek aan een visuele vaststelling ter plaatse door een deskundige. Deze bronnen worden ook aangeduid als de bewijsstukken.

Vermits visuele vaststellingen vaak moeilijk uit te voeren zijn, is het zeer belangrijk dat de gebouweigenaar dergelijke bewijsstukken ontvangt en zorgvuldig bewaart om een goed certificaat te verkrijgen. Bepaalde bewijsstukken mogen afgeleverd worden door de aannemer zelf (bv. facturen).

Indien u in een bestaand woongebouw werken uitvoert die de energieprestaties ervan kunnen beïnvloeden, moet u erop toezien dat de gebouweigenaar op uw factuur de juiste gegevens kan terugvinden voor het invullen van het Energieprestatiecertificaat (EPC) van zijn woning en voor het aanvragen van gewestelijke premies. Twee goede redenen dus om uw facturen goed op te stellen.

We nemen een factuur van isolatiewerken als voorbeeld. Om zo goed mogelijk gevaloriseerd te kunnen worden door de energiedeskundige, moet deze de volgende gegevens bevatten (!):

- de adresgegevens van de bouwplaats (ook indien dit adres gelijk is aan het facturatieadres)
- een duidelijke beschrijving van de geïsoleerde wand (positie, samenstelling)
- de oppervlakte van de betrokken wand (!)
- de aard, het merk, het exacte type en de dikte van het aangebrachte isolatiemateriaal
- de λ - en R-waarden (niet nodig voor de Energieprestatiecertificatie (EPC), maar wel om in het Vlaams en Brussels Hoofdstedelijk Gewest een premie te kunnen verkrijgen (!))
- de CE-markering. Aan de hand hiervan kan de energiedeskundige de reële thermische prestaties van de wand valoriseren (enkel in het Vlaamse en het Waalse Gewest).

Omdat er steeds wijzigingen kunnen plaatsgrijpen tussen de offerte en de factuur, is de vermelding 'factuur volgens offerte' ontorekend en dit, zelfs wanneer de vereiste gegevens in een van deze documenten vermeld zijn. Dit geldt evenzeer voor de vermelding 'factuur volgens vordering van de werken', tenzij er bij de factuur een vorderingsstaat gevoegd wordt die deze gegevens bevat. **I**

*N. Heijmans, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB*



Nuttige informatie

FACT

Het WTCB heeft ten bate van de aannemer de facturatie tool C-FACT® ontwikkeld, op basis van Microsoft Excel®.

Dit artikel beschrijft de stand van zaken in september 2013. Het werd opgesteld met de steun van de Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door InnovIRIS.

(!) Voor meer informatie over belastingsverminderingen verwijzen we naar de lange versie van dit artikel.

(!) De oppervlakte hoeft niet vermeld te worden voor de certificatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Vlaams Gewest, maar wel voor het verkrijgen van de premies.

(!) Om in het Vlaams en Brussels Hoofdstedelijk Gewest aanspraak te kunnen maken op een belastingvermindering of premie moet de factuur alle kosten vermelden per post.



Akoestische aspecten van mechanische ventilatie in eengezinswoningen

Recente WTCB-meetcampagnes in eengezinswoningen met een ventilatiesysteem van de types B, C en vooral D bevestigen dat er vaak geluidshinder teweeggebracht wordt door de mechanische luchttoevoer en/of -afvoer. Daar waar de Belgische norm NBN S 01-400-1 in badkamers en keukens omwille van het mechanische ventilatielawaai een maximaal geluidsniveau van 35 dB(A) aanbeveelt, bedraagt deze bovengrens voor slaapkamers en woonkamers respectievelijk slechts 27 en 30 dB(A). Het is dus duidelijk dat er praktijkrichtlijnen voor de ontwerper en de installateur noodzakelijk zijn om deze comforteisen te kunnen respecteren.

Het schema uit nevenstaande afbeelding illustreert de mogelijke bronnen van geluidshinder bij een ventilatiesysteem met mechanische luchttoevoer, maar is evenzeer geldig voor mechanische luchtafvoer, waarbij het ventilatielawaai zich stroomopwaarts voorplant in de kanalen.

Als belangrijkste lawaaibron kunnen we het zogenoemde ventilatorlawaai (§ 1) onderscheiden. De ventilator straalt niet alleen geluid af naar de ruimte waarin de ventilatiegroep opgesteld staat, maar ook naar de hoofdkanalen waarop deze laatste aangesloten is. Dit geluid plant zich vervolgens voort in de kanalen en wordt voornamelijk via de ventielen naar de ruimten afgestraald.

Er wordt eveneens geluid geproduceerd door de luchtstroming in de kanalen. Dit wordt aangeduid als het stromingslawaai (§ 2). Hoewel het stromingslawaai gewoonlijk minder uitgesproken is als het ventilatorlawaai, kan het wel uitgroeien tot een belangrijke stoornisfactor wanneer het ventilatorlawaai op doeltreffende wijze gedempt wordt. Ook het stromingslawaai wordt voornamelijk via de ventielen naar de ruimten afgestraald.

Uit nevenstaande afbeelding blijkt dat het ventilatielawaai (d.i. de combinatie van het ventilator- en het stromingslawaai) eveneens afgestraald kan worden door de kanaalwanden en zodoende plaatselijk problemen van geluidsuitbraak (§ 3) kan veroorzaken.

Gelet op het feit dat een mechanisch ventilatiesysteem uit een groot aantal trillende onderdelen bestaat, kan dit structurele geluid (§ 4) bovendien via harde contacten overgedragen worden aan het gebouw en als hinderlijk lawaai afgestraald worden door de wanden en vloeren.

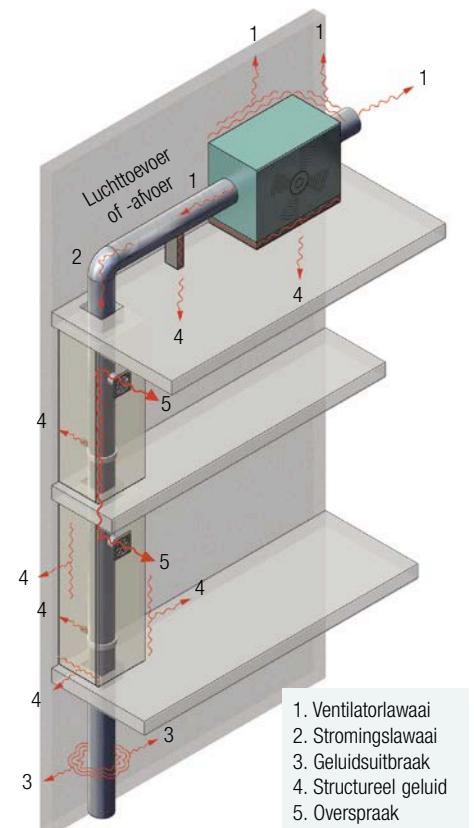
Ten slotte kan er via de lucht in de kanalen ook nog een geluidsoverdracht tussen de ruimten onderling ontstaan. Dit probleem van overspraak (§ 5) kan optreden tussen relatief 'stille' vertrekken die rechtstreeks door het leidingennet verbonden zijn.

1 Bestrijden van ventilatorlawaai

Het geluidsvermogeniveau (dB) van de ventilator wordt in de eerste plaats bepaald door het te leveren ventilatiedebiet Q (m^3/s) en het totale drukverschil Δp (Pa) over de ventilator. Daar waar het debiet een vast projectgegeven is, hangt het te leveren drukverschil af van het ontwerp van het kanalenet en de keuze van de ventilatiegroep. Ook het type ventilator, het toerental en het ventilatorrendement kunnen de geluidsproductie beïnvloeden. Zo kunnen verschillende ventilatoren voor hetzelfde werkpunt (Q , Δp) verschillende geluidsvermogeniveaus genereren.

Er dient een onderscheid gemaakt te worden tussen het geluidsvermogen dat afgestraald wordt naar de ruimte zelf (NBN EN ISO 3741) en het geluidsvermogen in het luchttoevoer- en luchtafvoerkanal (NBN EN ISO 5136). Het is met andere woorden aan de fabrikant om duidelijk aan te geven om welk geluidsvermogeniveau het in de technische fiche gaat.

Het naar de ruimte afgestraalde A-gewogen geluidsvermogeniveau schommelt veelal tussen 50 en 60 dB(A). Voor wat betreft het geluidsvermogeniveau in de kanalen, wordt ervoor ventilatiegroepen van systeem D in de regel een onderscheid gemaakt tussen het afvoerkanal (tussen 50 en 65 dB(A)) en het toevoerkanal (tussen 60 en 80 dB(A)) (*). Dit geluidsvermogen kan efficiënt gedempt worden door middel van een geluidsdemper



Mogelijke bronnen van geluidshinder bij een ventilatiesysteem met mechanische luchttoevoer en -afvoer

in het hoofdkanal, waarvan de doeltreffendheid afhangt van de positie in het leidingennet, de dikte van de geluidsabsorberende binnenbekleding en de lengte van de akoestisch geïsoleerde leidingomkasting. De nodige geluidsdemper wordt bepaald door het geluidsvermogen van de ventilator en het aanvaardbare geluidsniveau in de geluidsgevoelige vertrekken. Een exacte berekening kan enkel uitgevoerd worden op basis van gegevens per frequentieband. Verder dient men rekening te houden met de geldende debieteisen, het toelaatbare drukverlies in het netwerk en de beschikbare plaats.

(*) Voor ventilatoren stroomafwaarts van de warmtewisselaars.



2 Beperken van stromingslawaai

Richtings- en snelheidsveranderingen van de luchtstroming ter hoogte van bochten, kleppen, aftakkingen en ventielen kunnen aanleiding geven tot stromingsgeluid in de kanalen. Naarmate de stromingssnelheid hoger is, zal er meer geluid gegenereerd worden. De aard van de kanalen (vorm, materiaal) is in dit geval van ondergeschikt belang.

3 Voorkomen van geluidsuitbraak

De afstraling van het in de kanalen aanwezige ventilatielawaai doorheen de kanaalwanden kan eveneens geluidshinder veroorzaken in de omliggende geluidsgevoelige vertrekken.

4 Dempen van structureel geluid

Om de overdracht van trillingen naar het gebouw te vermijden, dient ieder star contact met de ventilatiegroep en de kanalen vermeden te worden.

5 Vermijden van overspraak

Deze vorm van geluidsoverdracht treedt niet enkel op tussen onmiddellijk naast elkaar gelegen ruimten. Voornamelijk tussen verder van elkaar verwijderde of boven elkaar gelegen geluidsgevoelige vertrekken kan overspraak via de ventielen als hinderlijk ervaren worden.

Aanbevelingen ter bestrijding van ventilatorlawaai

- Ontwerp een kanalenet met zo laag mogelijke drukverliezen (Δp).
- Evalueer de opgegeven geluidsvermogen-niveaus (zowel het naar de ruimte afgestraalde geluidsvermogen als het geluidsvermogen in de kanalen) voor de verschillende ventilatiegroepen in het gewenste werkpunt (Q , Δp).
- Door de kleinere interne drukverliezen (kast, wisselaar, filters ...) zal de geluidsproductie voor eenzelfde werkpunt (Q , Δp) veelal beperkter zijn voor een licht overgedimensioneerde ventilatiegroep.
- Stel de ventilatiegroep op in een (technische) ruimte die zo ver mogelijk van de geluidsgevoelige vertrekken (bv. slaapkamers en woonkamers) verwijderd is (gebruik van bufferruimten).
- Verbeter desgevallend de geluidsisolatie van deze (technische) ruimte.
- Breng indien nodig een geluidsdempende omkasting aan rond de ventilatiegroep.
- Voorzie vlak na de ventilator een primaire geluidsdemper in het toevoer- en afvoerkanaal (bij voorkeur net vóór het verlaten van de ruimte).
- Voorzie primaire geluidsdempers van minstens 90 cm lang met een geluidsabsorberende binnenmantel van minstens 5 cm dik.
- Reserveer de nodige plaats voor deze dempers ter hoogte van de aansluiting tussen de ventilatiegroep en de hoofdkanalen (rekening houdend met de lengte en diameter ervan).
- Voorzie eventueel extra geluidsdempers of een akoestisch geïsoleerde leidingomkasting verderop in het leidingnet indien de prestaties van de primaire demper ontoereikend zijn (extreem veel ventilatorlawaai en/of strenge bewonerseisen).

Aanbevelingen ter beperking van stromingslawaai

- Respecteer een minimale afstand van 3 kanaaldiameters tussen de ventilator en de eerste bochten of aftakkingen.
- Vermijd scherpe bochten.
- De afstand tussen de bochten en aftakkingen moet minstens 4 tot 5 kanaaldiameters bedragen.
- Respecteer een maximale stromingssnelheid van 6 m/s in de hoofdkanalen, van 4 m/s in de tussenkanaalstukken en van 2 m/s in de eindkanaalstukken. Hiertoe kan het soms noodzakelijk zijn om grotere kanaalsecties en/of meerdere kanalen en ventielen te voorzien.
- Ventielen dienen aangesloten te worden op rechte, stijve kanaalstukken met een lengte van minstens 3 kanaaldiameters.
- Kies ventielen die zo min mogelijk stromingsgeluid produceren (zie fabrikantgegevens). Het toelaatbare geluidsdruk-niveau in de beschouwde ruimte kan in deze context een goede leidraad vormen.
- Kies ventielen met een zo hoog mogelijke tussenschakeldemping en eindreflectie (zie fabrikantgegevens), die uitgerust zijn met een soepele bevestigingsring ter verzekering van de afdichting.
- Reinig de ventielen regelmatig.
- Positioneer de ventielen bij voorkeur op 60 cm van de wanden en plafonds.
- Vermijd het gebruik van geluidsdempers om stromingslawaai te dempen. Deze kunnen immers zelf een bron van stromingsgeluid zijn (zie fabrikantgegevens).

Aanbevelingen om geluidsuitbraak te voorkomen

- Vermijd kanalen in geluidsgevoelige vertrekken zoals slaapkamers.
- Indien dergelijke kanalen onvermijdelijk zijn, dient men deze onder te brengen in een geluidsisolerende leidingkoker of in een verlaagd plafond, voorzien van een geluidssorberende binnenbekleding van minstens 5 cm dik (bv. uit minerale wol of een akoestisch gelijkwaardig materiaal).

Aanbevelingen voor de demping van structureel geluid

- Bevestig de ventilatiegroep niet op een lichte vloer of wand (houtkelet, snelbouw, gipsblokken, cellenbeton ...) die grenst aan een geluidsgevoelige ruimte.
- Voorzie bij voorkeur een trillingsgedempte opstelling of ophanging, al dan niet met bevestiging op een zware sokkel. Hiertoe kan men gebruik maken van voldoende dikke en soepele matten, stroken of blokjes (in stijgende graad van efficiëntie).
- Verbind de ventilatiegroep met het kanalenet via een recht, soepel tussenstuk. De lengte van dit tussenstuk kan zeer beperkt zijn (bv. 10 cm).
- Gebruik beugels met een soepele voering (bv. neopreen) en/of verend verbindingstuk voor de bevestiging van de kanalen.
- Zorg ervoor dat de doorvoeropening voor kanalen in wanden of vloeren een tweetal centimeter groter is dan de kanaaldiameter en vul de voeg rondom het kanaal op met minerale wol of een ander soepel, opencellig materiaal. Vervolgens dient men de voeg langs weerszijden af te dichten met een soepel blijvende kit.

Aanbevelingen om overspraak te vermijden

- Maximaliseer de afstand tussen de ventielen, vermijd rechtstreekse verbindingen en voorzie desnoods een bijkomende geluidsdemper in het kanaal tussen geluidsgevoelige vertrekken.
- Breng eventueel een (bijkomende) specifieke einddemper aan in het kanaal, net vóór het ventiel. Geef de voorkeur aan dempers met een zo laag mogelijk drukverlies.

*D. Wuyts, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Akoestiek, WTCB*

*S. Caillou, dr. ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Luchtkwaliteit en ventilatie, WTCB*

De correcte planning van de hulpmiddelen waarover het bouwbedrijf beschikt, draagt bij tot de financiële gezondheid ervan. Zoals we reeds gezien hebben in Infofiche nr. 36 'Mogelijke planninghulpmiddelen', kan planning zowel de vorm aannemen van een projectplanning als van een resourceplanning. Dit artikel en de ermee gepaard gaande Infofiche hebben als oogmerk om een aantal verduidelijkingen aan te reiken omtrent de opstelling en het gebruik van een resourceplanning.

De resourceplanning

De resourceplanning ligt aan de basis van de dagdagelijkse activiteiten van een bouwbedrijf. Het stelt het managementteam in staat om het personeel op de bouwplaats duidelijk werkorders te geven. In elk bedrijf (van het verwarmingsbedrijf tot de algemene bouwonderneming en ongeacht de grootte ervan) is het met andere woorden noodzakelijk om een dergelijke planning op te stellen teneinde de goede dagelijkse coördinatie van de hulpmiddelen op het terrein veilig te stellen.

Om zich een idee te vormen over hoe een resourceplanning eruit ziet in de praktijk, nemen we het voorbeeld van een planbord waarop de planningverantwoordelijke voor de eerstvolgende weken de uit te voeren interventies aan de juiste personen en de juiste data toekent, rekening houdend met de eventueel voorzienbare onbeschikbaarheden (verlof ...). De aldus opgestelde planning moet vervolgens dagelijks herzien worden naargelang van het reilen en zeilen op de bouwplaats (ziekte, rendementen, leveringsproblemen, weerterlet ...) door de voorziene hulpmiddelen en/of de data te verschuiven.

Dit is mogelijk op voorwaarde dat men eerst en vooral de volgende gegevens identificeert:

- de lijst met beschikbare hulpmiddelen (personeel, materieel ...)
- de onbeschikbaarheden (verlof, ziekte, onderhoud van materieel ...)
- de uit te voeren interventies.

Het gebruik van informatiertools heeft in

deze context tal van voordelen te bieden (gemakkelijke opzoeking van informatie, eenvoudige rapportering, duidelijke visualisering, snelle update van gegevens ...). Zo zal de gebruiker probleemloos de volgende gegevens kunnen identificeren:

- de diensten van het bedrijf (klantenservice, onderhoud, uitvoering ...)
- het type interventie (sanitair, elektriciteit, HVAC ...)
- de projectenlijst
- de klantenlijst ...

Deze gegevens (of codes) worden vervolgens aan de verschillende interventies toegekend, zodanig dat het programma de interventies per project of per klant kan groeperen, of op het scherm enkel de taken van de dienst 'Uitvoering' kan weergeven. Dit zorgt ervoor dat het opzoeken van informatie sterk vergemakkelijkt, dat de taken van het bedrijf beter gevisualiseerd kunnen worden en dat de communicatie naar de betrokkenen veel vlotter verloopt.

Onderstaande tabel toont een voorbeeld van een digitaal opgestelde resourceplanning. Hierop ziet men een aantal interventies die toegekend werden aan specifieke hulpmiddelen en specifieke data. De kleur identificeert de bouwplaats waarmee de taken verbonden zijn. Concreet wordt er een bouwplaatscode aan de interventies toegekend en deze laatste verschijnen automatisch in een welbepaalde kleur.

We willen erop wijzen dat de resourceplanning in bepaalde gevallen opgesteld wordt aan de hand van een projectplanning. De met dit artikel gepaard gaande Infofiche moet bijgevolg beschouwd worden als aanvulling op de Infofiches nr. 36 (Mogelijke planninghulpmiddelen) en 63 (De verschillende fasen bij de opstelling van een planning), teneinde een duidelijk beeld te krijgen van de problematiek van de planning in zijn geheel.

De afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken WTCB

Ressource	Maandag 9					Dinsdag 10					Woensdag 11				
	08h	10h	12h	14h	16h	08h	10h	12h	14h	16h	08h	10h	12h	14h	16h
Mike	Cultuurhuis Vanaken Atelierverk Hoog					Brouwerij Melkmans Atelierverk Normaal					Jagershof Dejaegere Atelierverk Laag FASE 2				
Tim	Cultuurhuis Vanaken Atelierverk Hoog					Boomgaard Persboom Atelierverk Hoog					Betaald verlof				
Florent	Villa Vroenhoven Vanderstraeten Inbedrijfstelling klant vervittigd					Cultuurhuis Vanaken Plaatsing klant vervittigd					Boomgaard Persboom Levering Hoog Brouwerij Melkmans Plaatsing klant niet vervittigd				
Didier	Jagershof Dejaegere Plaatsing klant vervittigd Enkel FASE 1										Boomgaard Persboom Levering Hoog				
Bestelwagen 1	Villa Vroenhoven Vanderstraeten Inbedrijfstelling klant vervittigd					Cultuurhuis Vanaken Plaatsing klant vervittigd					Boomgaard Persboom Levering Hoog Brouwerij Melkmans Plaatsing klant niet vervittigd				
Bestelwagen 2	Jagershof Dejaegere Plaatsing klant vervittigd Enkel FASE 1					ONDERHOUD					Boomgaard Persboom Levering Hoog				
Aanhangwagen	Jagershof Dejaegere Plaatsing klant vervittigd Enkel FASE 1					Cultuurhuis Vanaken Plaatsing klant vervittigd									

WTCB-publicaties

Technische Voorlichtingen

TV 247 Ontwerp en uitvoering van vloestofdichte betonconstructies.

TV 248 Gelijmde wapening voor de versterking van betonconstructies.

WTCB-Dossiers

2012/3.3 Zelfverdichtend beton voorschrijven.

2012/3.4 Zelfverdichtend beton: aandachtspunten voor de uitvoering.

2012/3.5 Parkeerdaken: enkele grote principes en aandachtspunten.

2012/3.9 Milieu-impact van ETICS.

2012/3.10 Textielvloerbekledingen: bestaan en toekomstige vereisten.

2012/3.16 Herziening van de norm over de verlichting van binnenwerkplekken.

2012/3.18 Ecologische en economische impact van diverse renovatiescenario's.

2012/4.18 Verticaal transport in woningen.

Infofiches

Nr. 52.9 Vorderingsstaten, herziening van de prijzen en facturatie dankzij C FACT®.

Nr. 56.1 Berlijnse wanden. Type 1: beschottingen aanbrengen tijdens de uitgraving.

Nr. 56.2 Berlijnse wanden. Type 2: beschottingen aanbrengen voor de uitgraving.

Nr. 56.3 Palenwanden. Type 1: in elkaar geplaatste palen (secanspalenwand).

Nr. 56.4 Palenwanden. Type 2: naast elkaar geplaatste palen die elkaar raken.

Nr. 56.5 'Soil mix'-wanden. Type 1: wanden opgebouwd uit kolommen.

Nr. 56.6 'Soil mix'-wanden. Type 2: wanden opgebouwd uit panelen.

Nr. 59 Plaatsing van tegels op een verwarmde vloer.

Nr. 60 Scheurvorming in niet-dragende metselwerk wanden.

Nr. 61 Gevolgen van het onafgewerkt laten van houten ramen en deuren.

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.

Voorbijkomende 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').

Nr. 62 Werfvoorbereiding met C PREP®.

Nr. 63 De verschillende fasen bij de opstelling van een planning.

Nr. 64 Levenscyclusanalyse of LCA.

Andere WTCB-publicaties

Rapport nr. 14 Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties met warm water.

WTCB-agenda

Met kennis van zaken over luchtdichtheid spreken

4 september 2013, van 8u30 tot 17u00, Consciencegebouw – Vlaamse Overheid, Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel.

Vormingscyclus voor plaatsers van brandwerende deuren BENOR-ATG

- 2, 9, 16 en 23 oktober 2013, van 19u00 tot 22u00, Confederatie Bouw Brussel Vlaams-Brabant, Dreefstraat 8, 3001 Heverlee.
- 1, 10 en 17 oktober 2013, van 13u00 tot 16u00, Confederatie Bouw West-Vlaanderen, Kortrijksestraat 389A, 8500 Kortrijk en 24 oktober 2013, vanaf 9u00, WTCB, Avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette.

Efficiënt gebruik van stortklaar beton

- Sessie 1: vezelversterkt beton. 10 september 2013, van 16u00 tot 18u30, Brabantlaan 1, 3001 Heverlee.
- Sessie 2: zelfverdichtend beton. 12 september 2013, van 16u00 tot 18u30, Laboratorium Magnel, Technologiepark 904, 9052 Zwijnaarde.
- Sessie 3: groen beton. 19 september 2013, van 16u00 tot 18u30, Confederatie Bouw Antwerpen, Theodoor van Rijswijkplaats 7, 2000 Antwerpen.
- www.betonica.be/stortbeton/infosessies.



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

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

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

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