

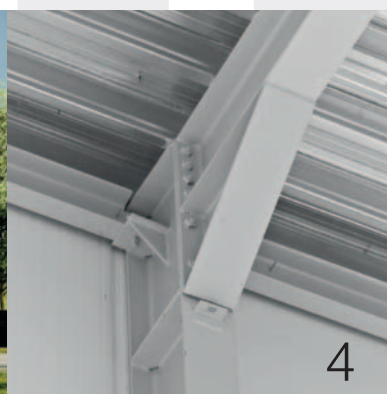
Driemaandelijkse uitgave – Nr. 32 – 8^e jaargang – 4^e trimester 2011

Inhoud

- 1 Luchtdichtheid van gebouwen : 2012, een scharnierjaar
- 2 Instorten van daken door sneeuwval
- 3 Levenscycluskosten en de aannemer
- 4 Brandveiligheid van industriële gebouwen : bijlage 6 van het koninklijk besluit 'Basisnormen'
- 6 Invloed van de EPB op het metselwerk
- 7 Dimensionering van houten daktimmerwerk
- 8 Brandpreventie bij groendaken
- 9 Gelijmde houten verbindingen
- 10 Borstweringen van gebouwen
- 11 Schokbestendigheid van beglazingen
- 12 Harde op de isolatie verlijmde bekledingen
- 13 Scheurvorming in terrassen uit natuursteen : een gevolg van vorst ?
- 14 Voorbereiding van anhydrietgebonden dekvloeren voor harde vloerbedekkingen
- 15 De juiste verlijming voor elk type soepele muurbekleding
- 16 Grootheden, symbolen en eenheden voor de HVAC-sector
- 17 Spoelen van drinkwaterinstallaties vóór hun ingebruikname
- 18 Beoordeling van koudebruggen : voldoende aandacht voor de details
- 19 Geluidsisolatie bij lichte binnenwanden
- 20 Mobiele ICT : wat nieuws ?



3



4



5



12



13



14

Luchtdichtheid van gebouwen : 2012, een scharnierjaar



De gewestelijke EPB-regelgevingen (energieprestaties van gebouwen) verstrengen aan een razendsnel tempo. Vermits een goede luchtdichtheid de energieprestatie van een gebouw sterk kan verbeteren, zal dit criterium op termijn onvermijdelijk en zelfs verplicht worden, zoals nu reeds het geval is voor passieve gebouwen. Een dergelijke verandering is niet zonder gevolg voor de aannemers en de andere bouwprofessionelen, aangezien zij hun manier van ontwerpen, coördineren en uitvoeren grondig zullen moeten aanpassen. Het WTCB is zich ervan bewust dat deze situatie een grote verschuiving zal teweegbrengen in de bouw en heeft de afgelopen jaren verschillende initiatieven op poten gezet om de sector in het algemeen en de bouwondernemingen in het bijzonder hieromtrent te informeren en te sensibiliseren.

De verstrenging van de gewestelijke EPB-regelgevingen wordt nog versneld door de nieuwe ambities voor 2014 en 2015. Dit zal er hoogstwaarschijnlijk toe leiden dat er impliciet luchtdichtheidscriteria zullen opgelegd worden voor nieuwe gebouwen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat het WTCB zich toegelegd heeft op de ontwikkeling van verschillende hulpmiddelen die de impact van deze nieuwe eisen op de werkzaamheden van de bouwprofessioneel aantonen. Het meest didactische in het rijtje is zonder twijfel de luchtdichtheidsvideo die sinds september 2011 te bekijken en te downloaden is [op onze website](#).

Ook volgend jaar zullen we ons beste beentje voorzetten : zo zal de eerste editie van het magazine WTCB-Contact ter gelegenheid van het salon Batibouw volledig gewijd worden aan het thema luchtdichtheid. Deze speciale editie zal dé referentie worden tot aan de publicatie van de Technische Voorlichting over dit onderwerp, die gepland is voor 2013. Daarnaast zal het WTCB niet alleen verder werken aan zijn onderzoek naar de luchtdichtheidseisen die expliciet opgenomen zouden kunnen worden in de reglementeringen, maar ook naar de duurzaamheid van de systemen die deze luchtdichtheid moeten waarborgen. Ten slotte zijn er volgend jaar eveneens verschillende evenementen en opleidingssessies gepland. Zo zullen we tijdens de winterperiode heel België doorkruisen om u een gedetailleerd beeld te geven van alle praktische gevolgen van de luchtdichtheidseisen. U kan nu al een keuze maken uit 16 avonden (zie kaderstuk). Aangezien het van groot belang is dat alle ondernemingen uit de bouwsector goed vertrouwd raken met het begrip luchtdichtheid, hopen we u talrijk op deze evenementen te mogen ontvangen. ■

WTCB-WINTERCURSUSSEN 2011-2012

Naar goede gewoonte organiseert het WTCB ook dit jaar weer twee wintercursussen. Ditmaal wordt de aandacht toegespitst op beton en luchtdicht bouwen.

SPECIFICATIE VAN BETON EN UITVOERING VAN BETONCONSTRUCTIES

Naast een overzicht van de betonspecificatie volgens de normen NBN EN 206-1 en NBN B 15-001 probeert deze wintercursus een antwoord te formuleren op een aantal prangende vragen : wat mag men aan het beton toevoegen op de bouwplaats ? Hoe kan men de verwerkbaarheid behouden tijdens het storten van het beton ? Welke controles dient men uit te voeren bij de oplevering op de bouwplaats ?

VLOEISTOEDICHT BETON

Hoewel het hier voornamelijk gaat om ter plaatse gestort beton, wordt ook de nodige aandacht besteed aan geprefabriceerde elementen. Na een kort overzicht van de verschillende belastingen waaraan deze bouwwerken blootgesteld kunnen worden, zal beschreven worden op welke manier een vloestofdicht beton zich onderscheidt van een volledig vloestofdichte constructie. Vervolgens komen de verschillende technieken aan bod waarmee het mogelijk is om de vloestofdichtheid te beheersen.

LUCHTDICHT BOUWEN

De thermische regelgevingen van de Gewesten evolueren duidelijk naar een drastische verbetering van de energieprestaties van gebouwen. Een luchtdichte gebouwschil zal op termijn dan ook een intrinsiek prestatiecriteria worden. Tijdens de eerste cursusavond zal de algemene aanpak om luchtdicht te bouwen besproken worden. Ook de mogelijke ontwerpkeuzes en hun effecten zullen hierbij voorgesteld worden, evenals de selectie van de technische installaties en het beheer van de doorboringen. Tijdens de tweede cursusavond zal de nadruk gelegd worden op de uitvoering en op de oplossingen voor traditionele en houten constructies.

Voor meer informatie over deze cursussen verwijzen we naar de [agenda](#) op onze website.

In december 2010 werden er over heel België meer dan veertig incidenten met ingestorte daken opgetekend. Deze incidenten hebben niet alleen veel menselijk leed en hoge herstellingskosten veroorzaakt, maar gingen tevens gepaard met heel wat indirecte kosten (bv. inkomstenderving door onbruikbaar geworden infrastructuren in winkelruimten, industrie, ...).

Instorten van daken door sneeuwval

We zouden uit dit grote aantal incidenten kunnen opmaken dat de weerstand van de constructies ontoereikend was om de belasting, tweeweggebracht door de op de daken opgehoopte sneeuw, op te nemen. Maar is dit wel zo? De sneeuwbelasting op een dak (s_k) is afhankelijk van verschillende parameters:

- de sneeuwbelasting op de grond (s), die in België op jaarbasis bepaald wordt aan de hand van de gegevens van het KMI. Voor de dimensionering van een gebouw baseert men zich op een karakteristieke sneeuwhoogte ($h_{\text{sneeuw,k}}$ met een terugkeerperiode van 50 jaar)
- de dakhelling en het daktype. Deze factoren zijn bepalend voor de vormcoëfficiënten en de specifieke belastinggevallen (bv. het in rekening brengen van de sneeuwophoping door driftsneeuw)
- de plaatselijke topografie van het gebouw die de eventuele door de wind tweeweggebrachte accumulatie-effecten kan versterken
- de warmteoverdracht doorheen het dak, d.w.z. het al dan niet goed geïsoleerde karakter ervan in het geval van verwarmde gebouwen.

In België wordt de sneeuwbelasting berekend volgens de norm NBN EN 1991-1-3 en zijn Nationale Bijlage (ANB). Voor een hoogte van minder dan 100 m bedraagt de in de stabiliteitsberekeningen te gebruiken sneeuwbelasting op een plat dak $0,6 \text{ kN/m}^2$, hetzij zo'n 60 kg/m^2 (inclusief de veiligheidsfactor van 1,5) (*). Deze sneeuwbelasting neemt lineair toe met de hoogte (tot $1,4 \text{ kN/m}^2$ bij een hoogte van 700 m).

Volgens de metingen van het KMI, voorgesteld in de afbeelding hiernaast, heeft het sneeuwdek in december 2010 de karakteristieke hoogte slechts in een beperkt aantal gevallen overschreden. Hoewel dit nog voor elk geval afzonderlijk moet bevestigd worden, lijkt het ons dus vrij onwaarschijnlijk dat de rekenwaarde van de belasting algemeen overschreden werd. Het lijkt ons daarentegen inte-

ressanter om de ontwerper attent te maken op verschillende andere parameters waarvan het samenspel een verklaring zou kunnen vormen voor een bepaald aantal instortingen en die in de toekomst in beschouwing zouden moeten genomen worden bij het ontwerp van daken.

Zo willen we er eerst en vooral op wijzen dat er in december 2010, hoewel we te maken hadden met een uitzonderlijk langdurig sneeuwdek (23 sneeuwdagen tegenover gemiddeld 4,6 in Ukkel), qua sneeuwhoogte eigenlijk geen records gebroken werden. Men dient echter wel in het achterhoofd te houden dat het volumieke gewicht van de sneeuw met de tijd met 1 tot 4 kN/m^3 kan toenemen (bv. door latere neerslag, compactering, ...).

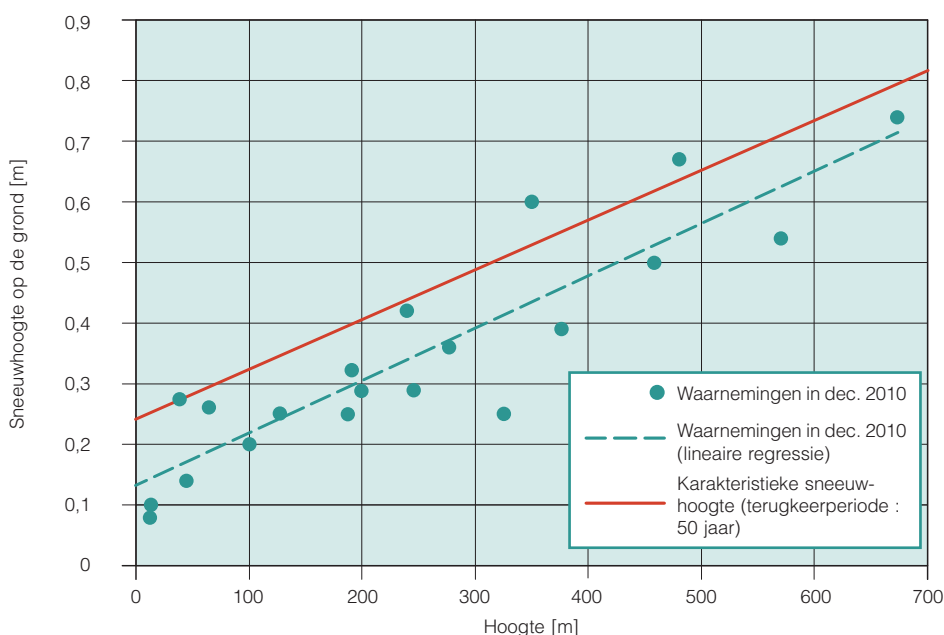
Ook de verschijnselen van dooi en herbeevriëzing, die bij een langdurig sneeuwdek kunnen optreden, zijn niet zonder gevolgen. Net zoals afvoerbuizen in de herfst verstopt kunnen raken door dode bladeren, kunnen bevroren sneeuw en ijs er tijdens de winter voor zorgen dat de waterafvoer verhinderd wordt. Indien de normale waterafvoer hierdoor niet langer verzekerd is, zullen het smeltwater en de even-

tuele latere neerslag zich beginnen op te stapelen op het laagste punt van het dak. Dit kan aanleiding geven tot een 'ponding effect' (vijvervorming), waarbij de doorbuiging en de gelokaliseerde belastingen zullen toenemen door een mechanisme van voortschrijdende vervorming. Dit verschijnsel doet zich vaak voor op platte daken met een lichte draagconstructie (bv. geprofileerde staalplaten), die tegenwoordig erg in trek zijn. Deze constructies worden in de regel gedimensioneerd in functie van hun bezwijklast, maar kunnen – gelet op hun grote flexibiliteit – ook in de gebruiksgrenstoestand een aanzienlijke doorbuiging vertonen.

We vermoeden dat de ontwerpers dit 'ponding effect' tegenwoordig nog al te zelden in rekening brengen, terwijl dit niettemin een cruciaal gegeven is voor de correcte plaatsing van de normale hemelwaterafvoeropeningen en de noodafvoervoorzieningen. We moeten echter ook realistisch blijven en toegeven dat een groot deel van de vastgestelde schadegevallen, zelfs mits een ideaal evenwicht tussen het afvoersysteem en de dakstructuur, niet had kunnen vermeden worden, aangezien het af te voeren water bevroren was. ■

B. Parmentier, ir., hoofd van de afdeling 'Structuren', WTCB

W. Van de Sande, ing., hoofd van het departement 'Technisch advies en consultancy', WTCB



De sneeuwhoogten die in december 2010 in België opgetekend werden, overschreden slechts in een beperkt aantal gevallen de sneeuwhoogte die gebruikt dient te worden voor de berekening van het daktimmerwerk (karakteristieke hoogte).

(*) De sneeuwbelasting voor ontwerp op 100 m hoogte bedraagt: $h_{\text{sneeuw,k}} (z = 100 \text{ m}) \times \text{volumiek gewicht van sneeuw} \times \text{vormcoëfficiënt} \times \text{veiligheidsfactor} = 0,32 \times 1,5 \times 0,8 \times 1,5 = 0,6 \text{ kN/m}^2$.

Bij een investering in een gebouw heeft men het steeds vaker over de 'langetermijncosten'. De aannemer kan hierop inspelen door een initiële meerkost te rechtvaardigen aan de hand van de latere besparingen. Zo kan hij de aandacht vestigen op de terugverdientijd van een dikker isolatiepakket of op het besparingspotentieel van een condensatieketel. Daarnaast zou hij een dienstverlening op langere termijn kunnen aanbieden, met name voor het onderhoud van het gebouw.



Levenscycluskosten en de aannemer



Het €coffice-kantoor zal gebouwd worden volgens de passiehuisstandaard en zal een uitgebreide analyse van zijn levenscycluskosten ondergaan.

Bij nieuwbouwprojecten, maar zeker ook bij renovatieprojecten, moet vaak afgewogen worden wat de 'winst' of kostenefficiëntie van bepaalde energiebesparende maatregelen is. Zo kan het interessant zijn om aan het begin van een project meer te investeren om er later de vruchten van te plukken. Denken we hierbij bijvoorbeeld maar even aan performante isolatie, superisolerend buitenschrijnwerk, hoogrendementsketels, warmterecuperatiesystemen, warmtepompen, het gebruik van geo- en zonne-energie en intelligente verdeelsystemen voor warmte en koude. Daarnaast zijn er de onderhoudsvriendelijke bouwoplossingen, die weliswaar een meerkost vragen bij de investering, maar ook leiden tot een minder zware schoonmaakroutine, minder frequente inspecties of onderhoudsinterventies en bijgevolg tot een langetermijncostenvoordeel over de levensduur.

Indien we dit idee doortrekken, zou de aannemer niet alleen kunnen instaan voor de uitvoering van het platte dak of de plaatsing van de technische installaties, maar ook voor het onderhoud ervan. In deze context zouden we bijvoorbeeld kunnen denken aan een Publiek-Private Samenwerking (PPS) waarbij een partij – meestal de aannemer – in ruil voor een jaarlijkse vergoeding instaat voor de bouw en

het onderhoud van het gebouw gedurende 25 of 30 jaar.

De verschillende kosten die ontstaan tijdens de levensduur van een gebouw of een bouwcomponent (bouwkost, energieverbruik, onderhoudskost, vervangingen, afbraak) worden begroot en afgewogen met een *Life Cycle Costing* (LCC) of levenscycluskostenanalyse. De kosten die op verschillende momenten optreden, worden hierbij op eenzelfde schaal gebracht, zodat ze optelbaar en vergelijkbaar zijn.

Hoewel er intussen een internationale norm voor deze LCC voorhanden is (met name de ISO 15686-5), blijkt de praktische toepassing ervan met nog een aantal moeilijkheden gepaard te gaan. Daarom is er binnen het WTCB een pre-normatief onderzoeksproject aan de gang met het oog op de uitwerking van een referentiemethodiek en een speciale tool die ervoor moeten zorgen dat alle berekeningen op dezelfde manier uitgevoerd worden of minstens vergelijkbare resultaten opleveren. Hierbij gaat de aandacht voornamelijk uit naar het overzichtelijk structureren van de kosten, de aspecten die men in aanmerking dient te nemen of beter achterwege laat, de rapporteringswijze van de kosten, de te hanteren randvoorwaarden en aannames, ...

Om een pertinente levenscycluskostenanalyse te kunnen uitvoeren, heeft men heel wat informatie nodig. Voor aanbevelingen in verband met het onderhoud kan men tegenwoordig een beroep doen op de recent herziene 'Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen' van het WTCB, waarin men onder meer informatie terugvindt over de frequentie van de inspectie, de reiniging en de regelmatige interventies. Voor wat betreft de verschillende onderhoudsactiviteiten, de levensduur van de gebouwcomponenten en de onderhoudskosten blijft er onzes inziens echter nog enige onduidelijkheid bestaan. Bouwbedrijven hebben er dan ook alle belang bij om de ervaringen die ze opdoen tijdens het onderhoud van hun huidige projecten, te herbenutten bij hun toekomstige projecten.

Aangezien de toekomst per definitie onzeker is, blijft een analyse over 30 jaar uiteraard niets meer dan een loutere schatting. Daarom is het belangrijk om voldoende inzicht te verwerven in de betrouwbaarheid van de resultaten. Dit kan gebeuren via vrij eenvoudige technieken zoals sensitiviteitsanalyses waarbij men bijvoorbeeld de invloed van de variatie van de energieprijzen op het eindresultaat bekijkt, maar ook via meer doorgedreven benaderingen (bv. met 'stochastische' of probabiliteitsberekeningen). De lange versie van dit artikel zal dieper ingaan op elk van deze aspecten en zal een overzicht geven van een aantal *casestudy's*. ■

ENQUÊTE

Uw ervaringen en noden in verband met de levenscycluskosten binnen uw bedrijf kunnen een grote meerwaarde betekenen voor ons pre-normatieve onderzoek. Om deze informatie met ons te delen, kan u surfen naar www.wtcb.be/go/enqueteLCC.

✍ J. Vrijders, ir., projectleider, laboratorium 'Duurzame ontwikkeling', WTCB
J. Van Dessel, ir., hoofd van de afdeling 'Duurzame ontwikkeling en renovatie', WTCB

Dit artikel werd opgesteld in de schoot van het TIS-project 'Bouwsoftwareplatform', met de financiële steun van het IWT. Het kadert in het pre-normatieve onderzoek 'Levenscycluskostenanalyse (LCC) voor de beoordeling van de economische prestatie van duurzame gebouwen' van de FOD 'Economie'.

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.3

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Bijlage 6 van het koninklijk besluit tot vaststelling van de basisnormen inzake de preventie van brand en ontploffing waaraan de nieuwe gebouwen moeten voldoen, bevat de desbetreffende voorschriften voor industriële gebouwen. Dit artikel gaat dieper in op een aantal van deze preventiemaatregelen en richt zich voornamelijk op de brandweerstandseisen voor constructie-elementen en compartimentswanden.

Brandveiligheid van industriële gebouwen : bijlage 6 van het koninklijk besluit 'Basisnormen'

Y. Martin, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Gebouwschil en schrijnwerk', WTCB
S. Eeckhout, ing., hoofadviseur, afdeling 'Technisch advies', WTCB

1 CLASSIFICATIE VAN INDUSTRIËLE GEBOUWEN VOLGENS BIJLAGE 6

Om te bepalen welke brandveiligheidseisen er van toepassing zijn voor een industrieel gebouw, dient men eerst en vooral na te gaan tot welke klasse dit gebouw behoort. In bijlage 6 worden er drie klassen gedefinieerd, naargelang van de maatgevende brandbelasting ($q_{f,el}$):

- **klasse A** : $q_{f,el} \leq 350 \text{ MJ/m}^2$ (20 kg hout/m²)
- **klasse B** : $350 < q_{f,el} \leq 900 \text{ MJ/m}^2$
- **klasse C** : $q_{f,el} > 900 \text{ MJ/m}^2$ (50 kg hout/m²).

Bijlage 6 maakt bovendien een onderscheid tussen gebouwen voor productie- en opslagactiviteiten. Aangezien deze laatste vooral gebruikt worden voor de opslag, overslag en/of distributie van goederen, zijn er minder ontstekingsbronnen aanwezig, waardoor de waarschijnlijkheid op het ontstaan van een brand lager wordt. Dit onderscheid heeft voornamelijk een weerslag op de brandstabiliteitseisen voor structurele elementen en de maximaal toegelaten compartimentsgrootte (zie § 2 en tabel 2, p. 5).

Een gebouw kan opgebouwd zijn uit meerdere compartimenten uit verschillende klassen. De bouwheer moet de klasse en eventueel ook de maatgevende brandbelasting van de op te trekken compartimenten vermelden. Bij gebrek aan specificaties wordt het compartiment beschouwd als een gebouw voor productieactiviteiten uit klasse C. De eisen voor dit compartiment zullen bijgevolg de strengste zijn. De klasse van een industrieel gebouw kan op twee manieren bepaald worden :

- ofwel door een gedetailleerde berekening op basis van de **netto verbrandingswarmte van de aanwezige materialen**. Deze rekenmethode staat beschreven in een brochure van de FOD Binnenlandse Zaken ⁽¹⁾
- ofwel door gebruik te maken van de **officiële lijst van de FOD Binnenlandse Zaken** ⁽²⁾ die een overzicht geeft van de maatgevende

brandbelastingen voor verschillende industriële activiteiten. Deze lijst stelt de bouwheer of de ontwerper in staat om de klasse van het compartiment of het gebouw te bepalen zonder de exacte inhoud ervan te kennen.

2 CONSTRUCTIE-ELEMENTEN EN BRANDSTABILITEITSEISEN VOLGENS BIJLAGE 6

De voorgeschreven brandstabiliteitseisen verschillen naargelang van het type constructie-element. Onder de term 'constructie-element' (of dragend element) verstaat men alle constructieonderdelen die een dragende functie hebben.

In bijlage 6 wordt er een eerste onderscheid gemaakt tussen niet-structurele en structurele elementen. Structurele elementen zijn constructie-elementen die de stabiliteit van het geheel of van een gedeelte van het gebouw verzekeren (kolommen, dragende wanden, hoofdbalken, ...) en die bij het bezwijken ervan aanleiding geven tot een voortschrijdende instorting. Dit fenomeen treedt op indien de bezwijking van een constructieonderdeel leidt tot het bezwijken van andere gebouwonderdelen die zich niet in de onmiddellijke omgeving van het beschouwde onderdeel bevinden en indien de draagkracht van het overblijvende bouwwerk onvoldoende is om de optredende belasting te dragen.

Als men het constructie-element als structureel kan beschouwen, moet men vervolgens nog bepalen of het een element van type I of type II is :

- **type I** : elementen die bij bezwijking een voortschrijdende instorting veroorzaken die zich kan uitstrekken tot over de compartimentsgrenzen of die de compartimentswand kan beschadigen
- **type II** : elementen die bij bezwijking een voortschrijdende instorting veroorzaken die beperkt blijft tot het compartiment in kwestie.



Afb. 1 Voorbeeld van een structureel en een niet-structureel constructie-element.

Tabel 1 (p. 5) geeft een overzicht van de eisen voor structurele (type I en type II) en niet-structurele elementen.

De vereiste brandweerstandsduur voor structurele elementen van type I is logischerwijze dezelfde als voor de compartimentswanden (zie § 3). In geval van brand kan de instorting van deze elementen immers leiden tot de beschadiging van de compartimentswand. Voor structurele elementen van type II wordt de vereiste brandweerstandsduur niet willekeurig bepaald en dringt er zich een berekening op. Bijlage 6 bevat echter wel een aantal vooraf berekende oplossingen. Bij deze typeoplossingen kan men de volgende twee eisen onderscheiden : 'geen R bepaald' of 'R 30' (zie § 4 en tabel 2). Tussenvloeren en hun draagstructuur moeten steeds een brandweerstand van minstens R 30 vertonen. Indien het hier gaat om structurele elementen van type I, zijn de eisen bovendien nog strenger : R 60 of R 120 (zie tabel 1).

⁽¹⁾ 'De klassering van industriegebouwen. Toelichtingen bijlage 6 : brandpreventievoorschriften voor industriegebouwen'. Brussel, Algemene Directie 'Veiligheid en Preventie' van de Federale Overheidsdienst 'Binnenlandse Zaken', 2011.

⁽²⁾ Zie Bijlage 1 'Tabel maatgevende brandbelastingen' uit de hierboven vermelde brochure.

3 COMPARTIMENTSGROOTTE EN COMPARTIMENTSWANDEN

De snelheid van de brandontwikkeling en de verspreiding van de brand en de rook in het gebouw moeten zodanig beperkt worden dat de gebruikers het getroffen compartiment (en indien nodig de aangrenzende compartimenten) tijdig kunnen verlaten en de brandweerdiensten de brand kunnen beheersen alvorens deze te groot wordt.

Volgens bijlage 6 moet de brandlast in het compartiment beperkt worden tot 5700 GJ voor een gebouw dat niet uitgerust is met een sprinklersysteem en tot 34 200 GJ (dus zesmaal meer) voor een gebouw dat wel over een dergelijk systeem beschikt.

De brandweerstand van de compartimentswanden (d.w.z. alle horizontale en verticale wanden tussen twee compartimenten) moet minstens gelijk zijn aan EI 60 voor klasse A en aan EI 120 voor de klassen B en C ⁽³⁾.

De aansluiting van de compartimentswand met het dak of de gevel moet zodanig ontworpen worden dat het verspreidingsrisico van de brand en de rook naar het aangrenzende compartiment beperkt wordt. Hiertoe wordt er in bijlage 6 respectievelijk voorgesteld om de compartimentswand 1 m boven het dak of 50 cm uit het gevelvlak te laten uitsteken.

Voor het ontwerp van de compartimentswanden zijn er drie typologieën :

- **ontdubbeling van de compartimentswand en de draagstructuur** (zie afbeelding 2). Beide wanden zijn onafhankelijk van elkaar, worden bevestigd aan hun eigen draagstructuur en beschikken over de vereiste brandweerstand (EI 60 of EI 120). De aan de brand blootgestelde wand mag bezwijken, aangezien de tweede wand ondersteund wordt door de koel gebleven draagstructuur aan de niet-blootgestelde zijde
- **enkelvoudige compartimentswand met ontdubbelde draagstructuur**. Het gaat hier om een enkelvoudige wand die met smeltankers aan een stalen draagstructuur bevestigd wordt die zich aan weerszijden van de wand bevindt. De smeltankers zorgen ervoor dat de draagstructuur aan de getroffen zijde losgekoppeld wordt van de wand. Zodoende blijft deze laatste ondersteund door de draagstructuur aan de 'koude' zijde en bestaat er geen risico op instorting
- **enkelvoudige compartimentswand met enkelvoudige draagstructuur**. Het gaat hier doorgaans om een draagstructuur uit beton of beschermd staal, zodat de brandweerstand toereikend is (R 60 of R 120, naargelang van de vereisten voor de compartimentswand).

Tabel 1 Vereiste brandweerstand volgens bijlage 6.

Type elementen	Klasse A	Klasse B	Klasse C
Niet-structurele elementen	Geen brandstabiliteitseisen		
Structurele elementen van type II	$R t_{eq}^{(*)}$		
Structurele elementen van type I	R 60	R 120	R 120

(*) Aan de hand van de equivalente tijdsduur (t_{eq}) kan men de invloed van een 'reële' brandsituatie vertalen naar een invloed bij een brandblootstelling volgens de norm ISO 834. Deze methode wordt gedetailleerd in de norm NBN EN 1991-1-2.

4 TYPEOPLOSSINGEN VOOR DE COMPARTIMENTSGROOTTE EN DE BRANDSTABILITEIT VAN STRUCTURELE ELEMENTEN VAN TYPE II

Tabel 2 van bijlage 6 stelt een aantal vooraf berekende typeoplossingen voor die toelaten om de berekening van de equivalente tijdsduur, nodig voor de bepaling van de brandweerstandseisen voor de structurele elementen van type II (zie § 2) en de maximaal toegelaten compartimentsgrootte (zie § 3), achterwege te laten ⁽⁴⁾.

5 BESLUIT

Binnen het Technisch Comité 'Ruwbouw' van het WTCB is er momenteel een werkgroep bezig met de opstelling van een Technische Voorlichting over het brandveilige ontwerp en de brandveilige uitvoering van industriële gebouwen. Naast WTCB-medewerkers bestaat deze werkgroep uit aannemers, studie bureaus, con-

trolebureaus, hogescholen, universiteiten, vertegenwoordigers van architecten, brandweerdiensten, fabrikanten, materiaalfederaties, ... Deze TV heeft als oogmerk om de ontwerpers en de uitvoerders de nodige details te verschaffen voor de correcte toepassing van bijlage 6 (met name voor de uitvoering van compartimentswanden, de aansluiting ervan met het dak en de gevel, het bezwijken van de gevels naar binnen (zie afbeelding 3), ...).

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS 2011/4.4

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website. Een link naar de brochure 'De klassering van industriegebouwen. Toelichtingen bijlage 6' is op zijn beurt beschikbaar op de website van de Normen-Antenne 'Brandpreventie' (www.normen.be/brand).



Afb. 2 Dubbele compartimentswand met ontdubbelde draagstructuur.



Afb. 3 De gevels zijn zodanig ontworpen dat ze in geval van brand naar binnen bezwijken.

Tabel 2 Vooraf berekende oplossingen (maximaal toegelaten compartimentsgrootte en brandweerstandsduur van structurele elementen van type II).

Klasse		Zonder sprinklers		Met sprinklers	
		Geen R bepaald	≥ R 30	Geen R bepaald	≥ R 30
Productie (of gemengd)	A	25 000	25 000	150 000	150 000
	B	5000	10 000	40 000	60 000
	C	2000	5000	7000	30 000
Opslag	C	5000	5000	12 500	30 000

⁽³⁾ Of REI 60 (klasse A) en REI 120 (klassen B en C) voor een dragend compartimentselement.

⁽⁴⁾ In geval van een verbeterde toegankelijkheid kunnen bepaalde compartimentsgroottes uit tabel 2 met 60 % verhoogd worden (zie hiervoor ook bijlage 6 van het koninklijk besluit).



De Energieprestatieregelgeving voor gebouwen (EPB) heeft een belangrijke weerslag op verschillende bouwkundige principes. Ze roept ook tal van vragen op binnen de sector, en dan vooral bij de algemene bouwondernemingen die gespecialiseerd zijn in de uitvoering van metselwerk. Dit artikel tracht in deze context een aantal verduidelijkingen en algemene aanbevelingen aan te reiken.

Invloed van de EPB op het metselwerk

Y. Grégoire, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Materialen', WTCB
L. Lassoie, ing., afdelingshoofd, afdeling 'Interface en consultancy', WTCB

MUURVOETEN BIJ GEVELS

Om warmteverliezen aan de muurvoet van een gevel te vermijden, gaat men dikwijls over tot de plaatsing van een isolerend bouwblok tussen de isolatielaag van de gevel en de isolatielaag van de vloer van het gelijkvloers (zie prinschema). Om deze thermische onderbreking tot stand te brengen, kan men verschillende materialen gebruiken (cellenbeton, cellenglas, elementen uit XPS, ...). Er rijzen echter dikwijls vragen omtrent de invloed van dit isolerende bouwblok op het mechanische gedrag van het metselwerk (druksterkte, buigsterkte, afschuifsterkte) en zijn brandgedrag.

Aangezien de mechanische sterkte van isolerende metselstenen vaak een stuk lager ligt dan deze van de courante metselwerkmaterialen (druksterkte van minder dan 5 N/mm², of zelfs minder dan 1 N/mm²), zouden eerstgenoemde enkel gebruikt mogen worden indien de belastingen beperkt zijn (lage gebouwen met minder dan vier verdiepingen, naargelang van de gebruikte isolerende metselsteen en de opbouw).

Onze aanbeveling is gebaseerd op de toepassing van het principe van de Eurocode 6 en zijn nationale bijlage. Bij gebrek aan proefresultaten dient men de sterkte van het metselwerk aan de muurvoet op dezelfde manier te berekenen als de sterkte van het eigenlijke metselwerk, d.w.z. onder meer rekening houdend met de sterkte van de isolerende metselsteen en de mortel (zie [WTCB-Dossiers nr. 2010/3.2](#)). De aldus berekende sterkte van het metselwerk is lager dan de sterkte van de metselsteen.

De toepassing van de regels uit de Eurocode 6 en de extrapolatie ervan naar dit specifieke geval zijn geldig voor alle metselstenen die in dit document beschouwd worden (bv. cellenbeton). Deze regels hebben onder meer betrekking op de invloed van de excentriciteit van de belastingen en het buig-, afschuif- en brandgedrag. Bij gebrek aan bijkomende informatie dient men er volgens ons vanuit te gaan dat een muurvoet met een isolerende metselsteen minstens even goede prestaties biedt als een

metselwerkconstructie die uitsluitend uit dit materiaal zou opgebouwd zijn.

Aangezien er vooralsnog geen studies over dit onderwerp uitgevoerd werden, lijkt het ons logisch dat er voor de isolerende metselstenen die niet aan bod komen in de Eurocode 6 een gebruiksgeschiktheidsgarantie afgeleverd wordt.

SPOUWMUREN : FASERING

Het gebruik van zeer grote isolatiedikten heeft onder meer een toename van de spouwbreedte tot gevolg (tot ± 20-25 cm). Hierdoor wordt ook de totale muurdikte groter, wat een aangepast funderingsmassief vereist. Dit heeft een belangrijke weerslag op de uitvoering.

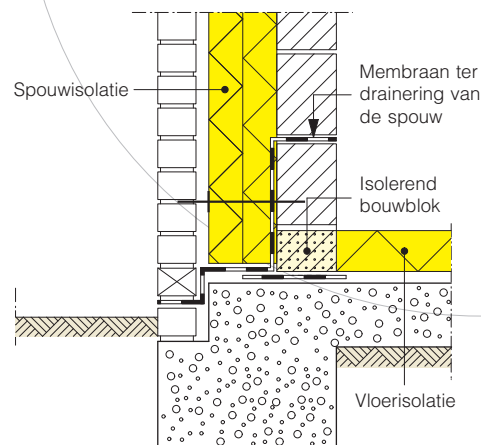
De isolatie wordt in verschillende lagen aangebracht. Hiertoe start men met het optrekken van de draagmuur, waarna men de isolatie aanbrengt en ten slotte overgaat tot de uitvoering van het gevelmetselwerk. Deze werkwijze wijkt sterk af van de huidige bouwpraktijk, waarbij de draagmuur en het gevelmetselwerk in de regel gelijktijdig opgetrokken worden.

SPOUWMUREN : ANKERS

Men dient eveneens aandacht te besteden aan de invloed van de spouwbreedte op het mechanische gedrag van de spouwmuur. Wanneer een muur – met name een spouwmuur – blootgesteld wordt aan zijdelingse windbelastingen, moeten de ankers die de twee spouwbladen met elkaar verbinden in staat zijn om de belastingen die aangrijpen op het gevelmetselwerk over te dragen naar het dragende metselwerk. Gelet op de ervaring, worden er in België gewoonlijk minstens vijf ankers per m² aangebracht. Indien voorzien van een rozet, laten deze ankers in de regel toe om de spouwisolatie stevig tegen de draagmuur te bevestigen.

Door de toename van de spouwbreedte bestaat het risico dat de ankers beginnen door te buigen onder invloed van de winddruk. Een juiste keuze van hun aantal, diameter en/of maximaal toelaatbare helling laat evenwel toe om dit fenomeen binnen de perken te houden (zie tabel).

Indien het ontwerp afwijkt van de gewone regels (bv. indien er minder dan vijf ankers



Detail van de muurvoet van een gevel (de binnenafwerking is niet weergegeven).

per m² gebruikt worden), moet deze dimensionering gepaard gaan met de controle van het buiggedrag van het gevelmetselwerk onder de totale windbelasting.

Aangezien de ankers de vrije uitzetting van de twee onderling verbonden spouwbladen moeten waarborgen, is het bovendien beter om te opteren voor een groter aantal ankers dan voor een verhoging van hun diameter. ■

Minimum aantal ankers (nt) dat voorzien moet worden per m² (zie NBN EN 845-1, de Eurocode 6 en zijn ANB).

Sterkte van het anker	Rekenwaarde van de windbelasting W_{Ed} (**) [Pa]		
Rekenwaarde F_d (*) [kN]	≤ 1500	≤ 2000	≤ 2500
≥ 0,278	6	8	9
≥ 0,370	5	6	7
≥ 0,463	5	5	6
≥ 0,556	5	5	5

(*) $F_d = F_k / \gamma_m$, hetzij $\gamma_m = 2,7$ (normale controle van de werken).

(**) Zie norm NBN EN 1991-1-4 ANB (opmerking : 1000 Pa = 1 kN/m²).

Opmerking : de geharmoniseerde norm NBN EN 845-1 beschrijft de specificaties waaraan de ankers moeten voldoen. Zo moet de producent zowel de druksterkte als de treksterkte (windzuiging) van zijn ankers (F_k) declareren en dit, afhankelijk van hun maximaal toelaatbare helling, de spouwbreedte en de breedte van de beschouwde metselwerkelementen (metselstenen en mortel).

De dimensionering van houtconstructies maakte in 2001 en 2002 het onderwerp uit van drie artikels waarin verwezen werd naar een aantal tijdelijke normen. Aangezien het merendeel van deze normen nog aanzienlijke wijzigingen ondergingen vóór de publicatie van hun definitieve versie en hun nationale bijlagen, leek het ons wenselijk om de doorgevoerde aanpassingen even te verduidelijken en de predimensioneringstabellen die destijds opgesteld werden voor hellende daken te updaten.



Dimensionering van houten daktimmerwerk

 L. Lassoie, ing., hoofd van de afdeling 'Interface en consultancy', WTCB
B. Parmentier, jr., hoofd van de afdeling 'Structuren', WTCB

De bestudeerde opstellingen leerden ons dat de overspanning van de gordingen bij berekening met de definitieve normen doorgaans 5 tot 10 % groter is voor eenzelfde gordingsdoorsnede.

De houten elementen die de stabiliteit van de dakopbouw verzekeren, dienen voldoende sterk en stijf te zijn. In de meeste gevallen is het vervormingscriterium bepalend voor de doorsnede van de gordingen. Indien de binnafwerkingen gevoelig zijn voor scheurvorming en verbonden zijn met het daktimmerwerk (bv. gipskartonplaten), raden we aan om de relatieve uiteindelijke vervorming van de draagstructuur (d.i. de uiteindelijke vervorming die pas optreedt na de realisatie van de afwerkingen) te beperken tot 1/350 van de overspanning. Indien er geen afwerking voorzien is, mag de doorbuiging oplopen tot 1/250 van de overspanning. Men dient bij de berekening van de vervormingen steeds rekening te houden met de kruip (i.e. de progressieve toename van de vervorming zonder wijziging van het belastingsniveau). Deze factor hangt hoofdzakelijk af van de belastingsduur, het

belastingsniveau en het vochtgehalte van de houtmassa. Wanneer het hout droogt onder belasting, zal de kruip immers aanzienlijk hoger zijn dan ingeschat bij de berekening.

Houten dakconstructies moeten een voldoende sterkte en stijfheid hebben om de volgende belastingen op te vangen :

- de permanente belastingen, waaronder het eigengewicht van de dakbedekking, de structuur en de afwerkingen
- de variabele belastingen, zoals de wind- en sneeuwbelasting
- de gebruiksbelastingen, zoals de belastingen die uitgeoefend worden tijdens het onderhoud van het dak. Deze belastingen moeten niet in aanmerking genomen worden bij de berekening van de vervorming van hellende daken.

Voornoemde belastingen worden onderling gecombineerd, rekening houdend met de beschouwde uiterste grenstoestand (stabiliteit of vervorming) en het feit of ze zich vanuit een statistisch oogpunt al dan niet gelijktijdig kunnen voordoen.

Hoewel het gebruik van tabelwaarden voor de dimensionering van houtconstructies zeer handig kan zijn, willen we toch benadrukken

dat de tabellen niet alle, maar slechts de meest frequente gevallen dekken. Aangezien het gebruik van tabelwaarden bovendien een aantal risico's met zich kan meebrengen, zullen we in het vervolg van dit artikel parameters met een zekere veiligheidsmarge hanteren. Wanneer ze gebruikt worden bij de controle van de dimensionering van een bestaande constructie kunnen de tabelwaarden enigszins afwijkende resultaten opleveren. Zo mag men er bijvoorbeeld niet vanuitgaan dat gordingen met een grotere overspanning dan vermeld in de onderstaande tabel, per se een stabiliteitsrisico inhouden. Het is immers doorgaans het vervormingscriterium dat hiervoor bepalend is.

Bij de opstelling van onderstaande tabel, die de maximale afstand L tussen de opleggingen van de gordingen in een pannendak met een helling van 40° weergeeft, werden de volgende parameters gehanteerd :

- het gaat hier om een dakbedekking met dakpannen uit gebakken aarde of beton met een eigengewicht van 500 N/m²
- houtsoort : naaldhout (*Spruce Pine Fir*)
- de afwerkingen en de thermische isolatie hebben een eigengewicht van 250 N/m²
- houtkwaliteit : C24 of S8 volgens STS 04 (sterkte = 24 N/mm², elasticiteitsmodulus = 11 000 N/mm²)
- de elementen werden bewaard in een normale binnenomgeving
- aantal opleggingen : twee
- het gebouw bevindt zich op een hoogte van minder dan 100 m boven de zeespiegel
- de windbelasting werd bepaald rekening houdend met een terreinruweidscategorie III (i.e. een landelijke zone met alleenstaande huizen of bomen, een gebouwhoogte van 8 m en een referentiewindsnelheid van 26 m/s)
- de gordingen werden loodrecht op de dakschilden geplaatst. ■

Maximale overspanning tussen de opleggingen in een pannendak met een helling van 40°.

Hoh-afstand tussen de gordingen [m]	Balk 63 x 150 mm²		Balk 63 x 175 mm²		Balk 75 x 225 mm²	
	Vervormingscriteria					
	1/250	1/350	1/250	1/350	1/250	1/350
	Maximale afstand L tussen de opleggingen van de gordingen [m]					
0,9	3,6	3,2	4,2	3,7	5,7	5,1
1	3,5	3,1	4,0	3,6	5,5	4,9
1,1	3,4	3,0	3,9	3,5	5,3	4,8
1,2	3,3	2,9	3,8	3,4	5,2	4,6
1,3	3,2	2,8	3,7	3,3	5,0	4,5
1,4	3,1	2,8	3,5	3,2	4,9	4,4
1,5	3,0	2,7	3,4	3,2	4,8	4,3
1,6	3,0	2,6	3,3	3,1	4,7	4,2
1,7	2,9	2,6	3,2	3,0	4,6	4,1
1,8	2,8	2,5	3,1	3,0	4,5	4,0
1,9	2,8	2,5	3,0	2,9	4,4	4,0
2	2,7	2,5	3,0	2,9	4,4	3,9

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.6

In de lange versie van dit artikel, die binnenkort kan gedownload worden via onze website, komen een aantal andere opstellingen aan bod, evenals de dimensionering van al dan niet toegankelijke platte daken.

Dit artikel geeft een aantal aanbevelingen ter preventie van brand op groendaken. Het steunt hiervoor op de voorschriften die opgenomen werden in de herziening van het koninklijk besluit tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing dat binnenkort zal verschijnen. Ondanks het feit dat voornoemde voorschriften pas vanaf dat ogenblik wettelijk verplicht zullen worden, kan men ze nu reeds hanteren als regels voor de goede uitvoering, ter vervanging van de aanbevelingen uit de TV 229 'Groendaken'.

Brandpreventie bij groendaken

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

EISEN VOOR DE BESCHERMING VAN PLATTE DAKEN TEGEN VliegVuur

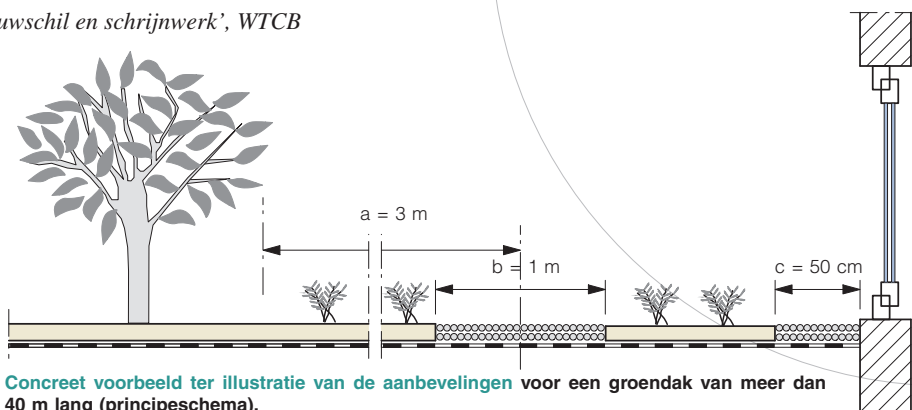
In België stelt het koninklijk besluit tot vaststelling van de basisnormen voor de preventie van brand en ontploffing dat dakbedekkingsmaterialen voor platte daken moeten voldoen aan de $B_{\text{ROOF}}(t1)$ -klasse ⁽¹⁾. Deze klasse wordt bepaald aan de hand van een genormaliseerde proef op de dakopbouw ⁽²⁾ en moet ervoor zorgen dat er in geval van vliegvlur (bv. teweggebracht door een brand in een naburig gebouw) geen nieuwe brandhaard op het dak kan ontstaan en dat de voorplanting ervan aan het oppervlak of doorheen het dak beperkt blijft.

GROENDAKEN

In de TV 229 'Groendaken' komt het thema brandveiligheid aan bod in § 2.2 'Enkele nadelen'. Het specifieke brandrisico op groendaken werd hierbij echter enigszins genegeerd, gelet op het huidige gebrek aan oplossingen om aan de geldende eisen te voldoen. De norm waarmee men moet nagaan of een plat dak beantwoordt aan de vereiste klasse ($B_{\text{ROOF}}(t1)$) werd immers niet specifiek opgesteld voor de beoordeling van groendaken, waardoor er – voor zover wij weten – nog geen enkel groendakstelsel volgens deze norm gecontroleerd werd. In de praktijk geeft deze situatie aanleiding tot grote verschillen in de door de brandweerdiensten geformuleerde aanbevelingen voor het ontwerp en de uitvoering van groendaken. In bepaalde extreme gevallen wordt de uitvoering van een groendak zelfs verboden.

AANBEVELINGEN

Om te kunnen beantwoorden aan de eisen uit de regelgeving ter preventie van het risico op vliegvlur bij daken, stelde de Hoge Raad voor beveiliging tegen brand en ontploffing een aantal aanbevelingen op met als oogmerk om de voortplanting van brand doorheen groendaken te verhinderen en de verspreiding ervan via het oppervlak af te remmen.



Concreet voorbeeld ter illustratie van de aanbevelingen voor een groendak van meer dan 40 m lang (principeschema).

Een eerste aanbeveling om de **voortplanting van de brand doorheen het groendak** te vermijden, bestaat erin om eisen op te leggen voor de substraatlaag. Deze moet minstens 3 cm dik zijn en mag maximum 20 massa-percent organisch materiaal bevatten indien de dikte kleiner is dan of gelijk is aan 10 cm ⁽³⁾. Substraten die niet voldoen aan de twee voornoemde eisen, mogen niettemin toegepast worden voor zover ze beantwoorden aan de $B_{\text{ROOF}}(t1)$ -klasse na een proef volgens de geschikte norm ⁽²⁾ (dakopbouw beproefd onder een helling van 15° met een droog substraat zonder vegetatie).

Een tweede aanbeveling om de **voortplanting van de brand over het oppervlak van het groendak** te vermijden, bestaat erin om het dak te 'compartimenteren' en de vegetatiehoogte te beperken aan de compartimentsgrenzen (tussen twee vegetatiezones). Deze zones of 'compartimenten' mogen maximaal 40 m lang zijn. Aan de rand van deze zones dient men een pad aan te leggen uit onbrandbare materialen (brandreactieklasse $A2_{\text{FL}}$, s2), zoals cementtegels of een grindlaag van minstens 3 cm dik. Dit pad dient minimum 80 cm breed te zijn, afhankelijk van de hoogte van de omringende vegetatie. De hoogte van deze vegetatie moet beperkt blijven tot $d - 0,4$ [m], waarbij 'd' overeenstemt met de horizontale afstand tussen het beschouwde punt in de omringende vegetatie en de as van het onbrandbare pad. Op meer dan 3 m van de as van het onbrandbare pad (afstand 'a' op de afbeelding), dient de vegetatiehoogte niet langer beperkt te worden.

Dit onbrandbare pad mag vervangen worden door een minstens 40 cm hoge verticale scheidingwand die brandwerend (E 30) of onbrandbaar is of voldoet aan de $B_{\text{ROOF}}(t1)$ -klasse. Dit alternatief kan gebruikt worden voor compartimentswanden die over het dak uitsteken (verplicht bij industriële gebouwen, zie p. 3).

Ook ter hoogte van de vensters die uitgeven op het groendak, dient men een onbrandbaar pad te voorzien. De hoogte van de omgevende vegetatie ten opzichte van de gevelopening wordt zowel berekend loodrecht op als parallel met de gevel en mag ten hoogste $d - 0,4 + h$ bedragen (waarbij 'd' de horizontale afstand tussen het beschouwde punt in de omgevende vegetatie en de gevelopening is en 'h' de hoogte van het eventuele vulpaneel onder de opening voorstelt). Dit principe is ook van toepassing rond lichtstraten, rookafvoeren, ... in het dak.

Zo zal men op een groendak van meer dan 40 m lang met een extensieve vegetatie (planten met een hoogte tot 10 cm) minstens twee compartimenten moeten voorzien die van elkaar gescheiden zijn door een onbrandbaar pad van 1 m breed (afstand 'b' op de afbeelding). Langs de gevelopeningen die uitgeven op het groendak dient men dan weer een onbrandbaar pad van 50 cm breed aan te leggen (afstand 'c' op de afbeelding). Indien er een vulpaneel van 50 cm voorzien werd onder de gevelopening, mag de vegetatie (met een hoogte tot 10 cm) zich tot tegen de gevel uitstrekken en dit, zelfs indien er geen onbrandbaar pad aanwezig is. ■

⁽¹⁾ Voor lage, middelhoge en hoge gebouwen is de Belgische brandreactieklasse A1 nog steeds een goedgekeurd alternatief voor de $B_{\text{ROOF}}(t1)$ -klasse. Op termijn zal de Belgische regelgeving echter enkel nog verwijzen naar de $B_{\text{ROOF}}(t1)$ -klasse, zoals nu reeds het geval is voor industriële gebouwen.

⁽²⁾ We verwijzen hiervoor naar de classificatienorm NBN EN 13501-5 en de proefnorm NBN ENV 1187.

⁽³⁾ Volgens de chemische methode die beschreven wordt in de norm NF P 94-055 of volgens een elementaire analyse, bijvoorbeeld overeenkomstig de norm ISO 10694.

Om op de bouwplaats niet met grote stukken te moeten werken, kiezen schrijnwerkers en timmerlui er reeds millennia lang voor om kleinere houten elementen mechanisch te verbinden of te verlijmen. Deze hoekverbindingen moeten in staat zijn om de teweeggebrachte vervormingen op te nemen en te weerstaan aan de trek- en afschuifspanningen in het volledige lijmoppervlak. De gelijmde houten verbindingen dienen bijgevolg een zo groot mogelijk oppervlak te vertonen.



Gelijmde houten verbindingen

Tabel 1 Gebruiksgeschiktheid van courante lijmen.

Toepassingsgebied	Toepassingen	
	Structurele toepassingen (timmerwerk, ...)	Niet-structurele toepassingen (binnen- en buitenschrijnwerk, ...)
Buiten (houten speeltoestellen, blootgestelde constructies)	Resorcine (RF, PRF) Fenolformaldehyde (PF)	Epoxyharsen
Buiten en beschermd (buitenschrijnwerk, ...)	Melamine (MUF, MPF) (polyurethaanharsen (1 component))	Vinylharsen (2 componenten) Polyurethaanharsen (PU) Polychloropreenharsen
Binnen	Ureumformaldehyde	Vinylharsen (1 component) Smeltlijmen

➤ B. Michaux, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium 'Dak- en gevelelementen', WTCB

De prestaties van de lijmen en de gelijmde verbindingen worden hoofdzakelijk door de volgende twee parameters gekenmerkt :

- **hun mechanische karakteristieken** : weerstand tegen trek- en afschuifkrachten, stijfheid en kruip. Deze eigenschappen zijn fundamenteel voor de lijmen die gebruikt worden in structurele toepassingen
- **hun duurzaamheid** (weerstand tegen vocht, UV, ...) : deze karakteristiek is essentieel voor verbindingen die blootgesteld worden aan de weersinvloeden of bewaard worden in een vochtige omgeving.

Door deze twee parameters te combineren, is het mogelijk om een eenvoudig en praktisch klassement op te stellen voor courant gebruikte lijmen (zie tabel 1).

Bij de lijmk keuze dient men eveneens een aantal bijkomende karakteristieken van de gelijmde

verbinding in aanmerking te nemen, met name :

- de **vorming van brede voegen** (enkele tienden van een millimeter) : resorcinelijmen (PRF)
- het **opzwellende karakter** : polyurethaanharsen (PU)
- de **afwezigheid van kleur** : ureumformaldehydelijmen (UF), melamineformaldehydelijmen (MF, MUF) en dispersielijmen (PVAc).

NIET-STRUCTURELE TOEPASSINGEN

Voor niet-structurele toepassingen onderscheidt de norm NBN EN 204 vier vochtweerstandsklassen voor houtlijmen (D1 tot D4) (zie tabel 2).

SPECIFIEKE PRESTATIES VOOR BUITENSCHRIJNWERK

De prestaties van de hoekverbindingen voor

buitenschrijnwerk zijn beschreven in de Technische Specificaties STS 52.1.

De hoekverbindingen dienen gesloten te zijn. Het gebruik van mechanische verbindingen, gelijmde pen- en gatverbindingen, bouten en vingerlasverbindingen is toegelaten voor zover de stabiliteit, dichtheid en duurzaamheid ervan proefondervindelijk aangetoond werden. Het is bovendien aangeraden een lijm te gebruiken die tot de klasse D3 of D4 behoort (volgens de norm NBN EN 204).

De verbindingen kunnen gecontroleerd worden aan de hand van dichtheids- en weerstandspoeven (voor en na veroudering). ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS 2011/4.8

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Tabel 2 Classificatie van houtlijmen voor niet-structurele toepassingen.

Prestatie-klasse	Beschrijving van de gebruiksomgeving	Voorbeelden
D1	Binnentoepassingen (beperkte vochtigheid)	
D2	Binnentoepassingen (beperkt risico op een hoge relatieve luchtvochtigheid)	Binnendeuren, trappen, meubels
D3	Binnentoepassingen waarbij er een korte en frequente condensatie en/of een belangrijke relatieve luchtvochtigheid kan optreden in de loop van langere perioden	Keukens, badkamers, parket Onderparket, daken, wanden
	Buitentoepassingen : lijmvoegen die beschermd zijn tegen de weersomstandigheden	Verbindingen van venster- en deurhoeken
D4	Binnentoepassingen die herhaaldelijk en lang in contact komen met condensatie en stromend water	Keukens, badkamers, onderparket, daken, wanden
	Buitentoepassingen : lijmvoegen die rechtstreeks blootgesteld zijn aan de weersomstandigheden, met een aangepaste oppervlaktebekleding	Verbindingen van venster- en deurhoeken

In november 2010 leidde de herziening van de STS 54 over borstweringen tot de publicatie van de norm NBN B 03-004 'Borstwering van gebouwen'. Dit artikel geeft een overzicht van de belangrijkste voorschriften en aanpassingen in vergelijking met de STS 54, die inmiddels niet langer gebruikt mogen worden. Deze nieuwe voorschriften vervangen tevens de paragrafen over borstweringen uit de TV 196 'Balkons'.

Borstweringen van gebouwen

1 TOEPASSINGSDOMEIN

De norm NBN B 03-004 is van toepassing op alle nieuwe of te renoveren gebouwen met een definitief, openbaar of privaat karakter. Het kan hier zowel gaan om residentiële gebouwen, kantoorgebouwen en handelspanden als om gebouwen die bestemd zijn om een groot aantal personen te herbergen, zoals schoolgebouwen en sportzalen. De norm is echter niet van toepassing op tijdelijke beschermingselementen, noch op bijzondere bouwwerken zoals noodtrappen buiten het gebouw, borstweringen van kunstwerken, van industriële installaties, ...

Zodra de valhoogte groter is dan of gelijk is aan 1 m (of minder indien zo voorgeschreven in het bestek), moet er een borstwering voorzien worden, zodanig dat de personen die rondstappen of stilstaan in de nabijheid van een opening niet onverwachts in het ijl zouden vallen.

2 GEOMETRIE VAN DE BORSTWERINGEN

2.1 BESCHERMINGSHOOGTEN

De beschermingshoogte H en de beperkte beschermingshoogte H_r van een borstwering worden gedefinieerd als de verticale afstand tussen het bovenste gedeelte van de borstwering en de normale stilstandzone (NSZ, stabiel evenwicht zonder bijkomende steun of hulp) en als de verticale afstand tussen het bovenste gedeelte van de borstwering en de precare stilstandzone (PSZ, instabiel of ondersteund evenwicht indien ' b ' ≥ 50 mm) (zie afbeelding 1).

De borstwering moet zodanig ontworpen worden dat haar minimumhoogte overeenkomt met de waarden uit de tabel hierboven. Indien er meerdere aangrenzende normale of precare stilstandzones zijn, is het de meest ongunstige zone die de vereiste beschermingshoogte bepaalt. De beschermingshoogten voor trapleuningen zullen aan bod komen in de lange versie van dit artikel (bv. 900 mm verticaal gemeten tussen de neus van de trede en de bovenzijde van de leuning die zich op minder dan 12 m ten opzichte van de vloer onderaan bevindt).

www.wtcb.be

WTCB-Dossiers NR. 2011/4.9

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Minimale beschermingshoogten H en H_r van de borstweringen [mm].

Hoogte	Dunne borstweringen (dikte ≤ 200 mm)	Dikke borstweringen	
		200 < dikte ≤ 400 mm	dikte > 400 mm
H	1100	$1100 - (0,5 \times \text{dikte})$	900
H_r	900	800	700
Hoogte	Borstweringen geplaatst op een hoogte van 12 m, gemeten vanaf het bovenste gedeelte van de borstwering tot op het niveau van de vloer onderaan		
H en H_r	1200	1200	

2.2 OPENINGEN TUSSEN DE VERTICALE EN HORIZONTALE BORSTWERINGSELEMENTEN

De openingen tussen de verticale elementen mogen maximaal 110 mm breed zijn. De hoogte van de openingen tussen de horizontale elementen (zie afbeelding 2) moet dan weer aan de volgende eisen voldoen :

- onderaan moet de hoogte van de opening tussen de borstwering en de hoogste PSZ of NSZ beperkt blijven tot 110 mm
- tot op een hoogte van 450 mm mag geen enkel horizontaal element toelaten de borstwering te beklimmen of er stil te staan in ondersteund evenwicht
- boven deze zone van 450 mm moet de hoogte van de horizontale openingen beperkt blijven tot 180 mm.

3 GLAZEN BORSTWERINGEN

Glas kan niet alleen gebruikt worden als structureel element, maar ook als vulelement in een dragend skelet. In het eerste geval moet het glas alle belastingen opvangen die aangrijpen op de borstwering en deze doorgeven aan de

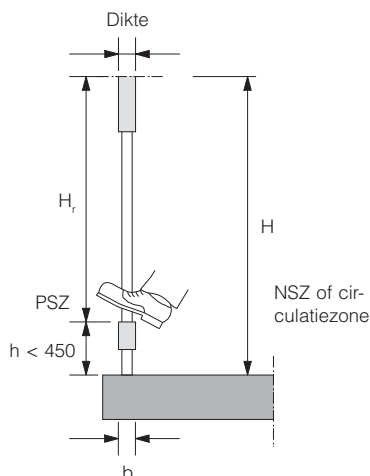
ruwbouw. Dit kan ofwel gebeuren door directe inbouw ofwel via dragende elementen die verbonden zijn met de ruwbouw.

Het glas moet bovendien aan de volgende bijzondere eisen voldoen :

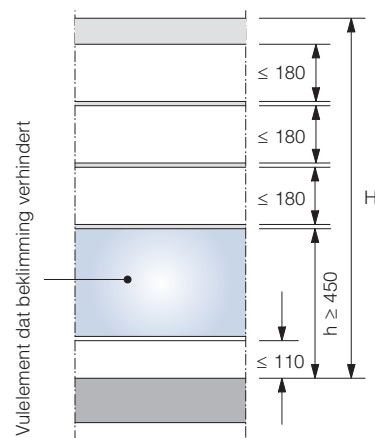
- het moet gaan om gelaagd veiligheidsglas
- de zichtbare randen moeten geslepen worden
- in het geval van gelaagd glas waarbij alle componenten thermisch gehard zijn, moet er een regel voorzien worden die de glasranden beschermt tegen schokken en die de beglazing op haar plaats houdt bij de breuk van een van haar samenstellende glasplaten.

Het glas kan op zijn plaats gehouden worden door punt- of ononderbroken opleggingen. In dit laatste geval kan het glas ofwel in een sponning geplaatst worden (volgens de voorschriften uit de TV 221), dan wel ingebouwd worden (inklemming in een profiel of verbouting in de vloerplaat). ■

✍ V. Detremmerie, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium 'Dak- en gevel-elementen', WTCB



Afb. 1 Beschermingshoogten van borstweringen [mm].



Afb. 2 Openingen tussen de horizontale borstweringselementen [mm].

De norm NBN S 23-002 'Glaswerk' legt een aantal situaties vast waarin men veiligheidsglas dient te gebruiken om het risico op verwondingen door contact of het door het venster vallen van personen tegen te gaan. Tabel 5 uit de norm NBN S 23-002/A1 specificeert op zijn beurt de vereiste breuktypes voor het glas dat zich in de menselijke activiteitenzones bevindt teneinde dit type verwondingen te vermijden (cf. [Infofiche 49.2](#)).

Schokbestendigheid van beglazingen

V. Detremmerie, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium 'Dak- en gevelelementen', WTCB
E. Dupont, ing., adjunct-diensthoofd, dienst 'Specificaties', WTCB

Voetnoot 5 uit deze tabel specificeert dat men het vereiste veiligheidsglas in geval 1 – d.w.z. indien de valhoogte $h_c \leq 1,5$ m en de borstweringshoogte $h < H(0,9$ m) – voor eengezinswoningen en appartementen mag vervangen door een glas van het breuktype A (uitgegleeid, halfgehard of chemisch gehard), voor zover het bestek dit voorschrijft en de schokproef, vereist in de specificaties voor de beschouwde glazen constructie, aantoonst dat het glas niet breekt. Men mag de schokproef tevens vervangen door een equivalente controle (bv. berekening), voor zover dit aanvaard wordt door de opdrachtgever of diens vertegenwoordiger en toegelaten is door de specificaties die van toepassing zijn op de betrokken glasconstructie.

In het geval van vensters en gevels voor eengezinswoningen en appartementen vereist de norm NBN B 25-002-1 voor geval 1 een klasse 2 indien er schokken kunnen aangrijpen van binnenuit. Dit betekent dat de valhoogte bij de schokproef van binnen naar buiten toe met een dubbele band van 50 kg op dergelijke glasconstructies 300 mm moet bedragen.

Op dit moment zijn er verschillende studies over het schokgedrag van glas aan de gang. Om de sector bij te staan bij de keuze van een isolerende glasopbouw die voldoet aan de voorwaarden uit voetnoot 5, heeft het WTCB geopteerd voor een proefondervindelijke benadering.

METHODOLOGIE

In de WTCB-laboratoria werden er tal van schokproeven uitgevoerd op isolerende beglazingen op vier opleggingen met verschillende opbouwen en afmetingen (de afstandhouder van de beproefde dubbele beglazingen was 15 mm breed), die in een vast houten kader en vervolgens in een stijve proefopstelling geïntegreerd werden. Door deze proeven te vergelijken met proeven op diverse andere venstertypes (zowel in het laboratorium als *in situ*), was het mogelijk om de onderstaande dimensioneringstabel te valideren en aan te vullen. We willen er echter wel op wijzen dat de gehanteerde benadering vrij conservatief is.

Er werden geen schokproeven uitgevoerd op beglazingen met een dagoppervlakte van minder dan 0,5 m², aangezien het gebruik van veiligheidsglas hiervoor niet verplicht is. Wij hebben ons beperkt tot een glasoppervlakte van maximum 4,75 m². Voor grotere oppervlakten is een schokproef sowieso verplicht. Tijdens de proeven werd er eveneens rekening gehouden met de dimensionale beperkingen van de verschillende glasopbouwen (risico op breuk bij de behandeling, het transport, ...).

TABELVOORSTEL

Op basis van de resultaten van de schokproe-

ven en de extrapolaties die voor de glasopbouwen konden uitgevoerd worden naargelang van de afmetingen van de isolerende beglazingen, waren wij in staat om onderstaande tabel op te stellen. Deze geeft voor de verschillende glasafmetingen (a, op de abscis, komt overeen met de kleinste glasafmeting en b/a, op de ordinaat, met de verhouding van de zijden) de aanbevolen opbouw weer om te kunnen beantwoorden aan de voorwaarden uit voetnoot 5. Elke glasopbouw wordt weergegeven met een bepaalde kleur. We willen echter aanstippen dat de aangegeven glasopbouwen enkel gelden voor beglazingen op vier opleggingen. Verder willen we onderstrepen dat een glas van het breuktype A – zelfs geklasseerd volgens de norm NBN EN 12600 – nooit beschouwd mag worden als een veiligheidsglas.

De tabel is zo opgesteld dat het eerst vermelde glas steeds het belaste glas is. De dikte van het tweede glas – d.w.z. het glas aan de tegenovergestelde zijde van de schok – moet van die aard zijn dat de isolerende beglazing of haar onderdelen niet breken bij de schokproef.

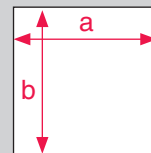
De dikte van de isolerende beglazing dient berekend te worden naargelang van de projectvoorwaarden (windbelasting, ...).

Met het oog op de eventuele integratie ervan in de norm zou deze tabel binnenkort voorgelegd moeten worden aan de spiegelcommissie NBN E 129 'Glas in de bouw', die verantwoordelijk was voor de opstelling van de NBN S 23-002. ■

Voorstel voor de opbouw van isolerende beglazingen uit floatglas om te voldoen aan de voorwaarden uit voetnoot 5 van tabel 5 van de norm NBN S 23-002/A1.

Opbouw van een isolerende beglazing op vier opleggingen [mm] – Valhoogte : 300 mm																
b/a	a [m]															
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1,00	≤ 0,5 m²			6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+6
1,10			6+6	6+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6
1,20			6+6	6+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6	
1,30			6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6	
1,40		8+4	6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6		
1,50			6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6			
1,60			6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6			
1,70			6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6				
1,80			6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6				
1,90			6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6					
2,00		8+4	6+6	6+6	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+5	6+6	6+6				
2,50		8+4	6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+5	6+6						
3,00		8+4	6+6	5+5	5+5	5+5	5+5	6+5	6+6							
10,00		8+4	6+6													

≥ 4,75 m²



Isolatie via de buitenzijde heeft zowel bij renovatie als bij nieuwbouw tal van voordelen te bieden. De afwerking met harde op de isolatie verlijmd bekledingen wordt steeds vaker toegepast omdat deze techniek enerzijds toelaat om een gelijkaardig uitzicht te bekomen als met traditionele wanden en anderzijds om de totale dikte van het gevelcomplex te verminderen. In afwachting van een specifiek technisch referentiekader geeft dit artikel een overzicht van deze techniek in volle evolutie.

Harde op de isolatie verlijmd bekledingen

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

Dit samengestelde systeem dat bevestigd wordt op de ondergrond bestaat voornamelijk uit een thermisch isolatiemateriaal, een eventueel afichtingssysteem en een gelijmd en opgevoegde bekleding. Het onderscheidt zich van een spouwmuur door het feit dat er geen al dan niet geventileerde luchtspouw aan de achterzijde van de bekleding aanwezig is. Deze luchtspouw vormt een capillaire onderbreking en verzekert de drainering van het water dat bij slagregen doorheen het buitenspouwblad dringt.

Deze oplossing opent interessante perspectieven aangezien de buitengevel hierbij gedragen wordt door de draagmuur en niet rechtstreeks door de fundering, waardoor de dikte van de funderingsmuren kan verminderen. In vergelijking met een bepleistering op isolatie, is er bij deze techniek bovendien minder onderhoud nodig wanneer de blootstellings- en omgevingsomstandigheden ongunstig zijn.

Geprefabriceerde systemen die isolatie en bekleding (steenstrips, natuursteen) combineren, worden al meerdere jaren met succes gebruikt. Ook het verlijmen van de bekleding *in situ* is een techniek die alsmat vaker toegepast wordt. Dit geldt met name aan de muurvoet, alwaar men overgaat tot de plaatsing van aangepaste isolatiepanelen die vervolgens bekleed worden met een verlijmd dunne natuursteenplaat. Deze oplossing wordt gecombineerd met het afichten van de onderbouw en houdt een beperkt risico op loskomen en vallen in.

De oplossingen die zich tegenwoordig aan het verspreiden zijn, zijn ofwel gebaseerd op deze

directe verlijmingstechniek op aangepaste isolatie, ofwel op buitenbepleisteringssystemen op isolatie (ETICS met een bepleistering). In dit laatste geval wordt het afwerkpleister vervangen door een harde bekleding die verlijmd wordt op een gewapende grondlaag die de regendichtheid van het systeem moet waarborgen.

Aangezien deze systemen vele vragen oproepen en er vooralsnog geen technisch referentiekader voorhanden is ⁽¹⁾, heeft het WTCB enkele onderzoeken opgestart die voortgezet worden met de steun van de FOD 'Economie'.

AANDACHTSPUNTEN

Het systeem moet onder meer bijdragen tot de bescherming van de wand tegen de weersinvloeden (regen en wind). Een opgevoegde harde bekleding wordt echter niet als ondoordringbaar beschouwd. Wanneer de functie van regenscherm bijgevolg toegekend wordt aan een geschikt isolatiemateriaal, zullen ook de voegen tussen de panelen deze taak moeten vervullen. Opdat hun goede werking op lange termijn zou gewaarborgd blijven, is het raadzaam om de voegen te voorzien van een aangepast opvullingsmateriaal. Wanneer de taak van regenscherm niet toegewezen wordt aan de isolatie (bv. bij gebruik van een isolatiemateriaal dat vochtgevoelig of slechts gedeeltelijk ondoordringbaar is), is een aanvullende beschermingslaag onontbeerlijk ⁽²⁾. Deze laag moet bovendien in staat zijn om de voegen tussen de panelen te overbruggen en te weerstaan aan scheurvorming.

De duurzaamheid van de verlijming moet beproefd worden bij verschillende belastingen om het risico op loskomen en vallen te voorkomen. De lijmkeuze speelt hierbij een grote rol. De desbetreffende specificaties kunnen gebaseerd zijn op deze voor tegellijmen (zie [WTCB-Dossiers nr. 2007/2.3](#)), voor zover de compatibiliteit met de ondergrond en de harde bekleding aangetoond werd door hechtingsproeven na veroudering (zie NBN EN 1348). De lijmproducent moet dit gebruik dus kunnen garanderen. Volgens ons kunnen de duurzaamheid van de verlijming, het hygrothermische gedrag, het gedrag bij vorst-dooicycli van het systeem, het risico op scheurvorming en de waterdichtheid bij slagregen op een meer adequate manier bepaald worden volgens de voorschriften uit de ETAG 017

('Veture kits'). Deze proefprocedures – die overigens ook reeds aanbevolen werden voor bepleisteringen op buitenisolatie (zie [WTCB-Dossiers nr. 2009/4.11](#)) – hebben hun deugdelijkheid immers bewezen en worden uitgevoerd op meer representatieve schaalmodellen. Gelet op de blootstelling aan vorst, vocht en temperatuurvariaties is het raadzaam te opteren voor een dubbele verlijming van de harde bekleding.

Voor grote oppervlakken dient men voldoende bewegingsvoegen te voorzien. Bij gebrek aan regelgeving hieromtrent, kan een eerste aanpak erin bestaan om de aanbevelingen van de ETAG 017 toe te passen en zich te beperken tot zones van $\pm 6 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ of om het geheel 'isolatie-bekleding' mechanisch te bevestigen op de ondergrond, in combinatie met een verlijming van ten minste 40 % van het isolatieoppervlak.

Hoewel de keuze van een harde bekleding in eerste instantie bepaald wordt door het gewenste uitzicht, mogen ook de prestaties ervan (bv. vorstbestendigheid) niet uit het oog verloren worden (zie tabel).

De oplossing 'steenstrip + voegmortel' kan het risico op uitbloeiingen niet uitsluiten.

Bij slecht weer zal de dunne en/of weinig capillaire bekleding haar buffercapaciteit snel 'verliezen' en stroomt het water langs de gevel. Het ontwerp en de uitvoering van de technische details zijn in dit geval dus even belangrijk als voor bepleisteringen op isolatie. De uitvoeringsdetails van deze laatste kunnen hierbij overigens een eerste uitgangspunt vormen. ■

Vorstweerstand van de bekleding.

Bekleding	Bestaande referenties
Steenstrip uit baksteen (*)	WTCB-Dossiers nr. 2009/3.2 NBN EN 10545-12 (**)
Keramische tegels (NBN EN 14411)	NBN EN 10545-12 (**) TV 227
Natuursteen (NBN EN 12058)	TV 228

(*) Niet vermeld in de normen NBN EN 771-1 en 14411. Een geringere dikte van eenzelfde materiaal veroorzaakt kleinere verliezen van de dynamische elasticiteitsmodulus na vorst-dooicycli volgens de norm NBN B 27-009/A2. Deze methode voor toepassing op steenstrips (zowel bij een impregnatie onder geheel vacuüm als onder $\frac{3}{4}$ vacuüm), is strenger dan de norm NBN EN 10545-12.

(**) Onvoldoende streng voor horizontale toepassingen (zie [WTCB-Dossiers nr. 2009/2.10](#)).



In situ verlijmd steenstrips op de isolatie.

⁽¹⁾ De [TV 227](#) 'Muurbetegelingen' beschouwt geen betegelingen die verlijmd zijn op isolatie.

⁽²⁾ Zie de producten die beschreven staan in de norm NBN EN 14891 en in [Katern nr. 11 van de WTCB-Dossiers nr. 2010/2](#), alsook de gewapende grondpleisters waarvan sprake in de ETAG 004.

De afdeling Technisch advies krijgt regelmatig vragen rond scheurvorming in buitenterrassen uit natuursteen. Deze scheuren manifesteren zich meestal ter hoogte van de voegen, maar kunnen de tegels ook volledig doorkruisen. Ze worden doorgaans toegeschreven aan een ontoereikende weerstand van de betegeling tegen hygrothermische belastingen. De kwaliteit van het materiaal zelf wordt daarentegen – in tegenstelling tot het ontwerp en de plaatsing – slechts zelden met de vinger gewezen.



Scheurvorming in terrassen uit natuursteen : een gevolg van vorst ?

F. de Barquin, ir., hoofd van het departement 'Materialen, technologie en omhulsel', WTCB

De initiële mechanische sterkte van de natuursteen en/of het behoud ervan in de tijd kunnen een niet te onderschatten invloed uitoefenen op de vorming van scheuren die de tegels doorkruisen. Deze parameters mogen bijgevolg niet systematisch over het hoofd gezien worden bij de analyse van dergelijke schadegevallen.

VERHINDERDE VERVORMING

De variaties in de temperatuur en de vochtigheid (die aanzienlijk kunnen zijn bij buitenterrassen) leiden op het niveau van de vloerbetegeling tot een combinatie van vervormingen en interne spanningen waarvan de intensiteit en de verdeling – naast de grootte van de variaties – hoofdzakelijk afhangen van de wisselwerking tussen de natuursteentegel en zijn ondergrond : hoe meer de hygrothermische vervorming verhinderd wordt (door de aanhechting met de ondergrond die andere vervormingseigenschappen heeft), hoe meer spanningen er zullen optreden in de tegels.

Het risico op scheurvorming is het hoogst wanneer de vloerbedekking een krimpbeving ten opzichte van haar ondergrond ondergaat. Na een uitzetting door een temperatuurstijging tracht de vloerbedekking in te krimpen om terug te keren tot haar oorspronkelijke toestand wanneer de temperatuur daalt. De ondergrond zal zich doorgaans tegen deze inkrimping verzetten aangezien, deze gekenmerkt wordt door een ander temperatuurprofiel en een andere thermische-uitzettingcoëfficiënt dan de vloerbedekking. Daarnaast treedt er een wrijvingsfenomeen op tussen de verschillende samenstellende lagen van het terras. Hierdoor ontstaan er trekspanningen in de tegel die aanleiding kunnen geven tot scheurvorming (zie afbeelding 1) indien ze de treksterkte van het materiaal overschrijden. Het gebruik van speciale ontkoppelmatten kan deze wisselwerking met de ondergrond evenwel sterk afzwakken.

INVLOED VAN VORST-DOOICYCLI

De initiële mechanische sterkte van het materiaal en het behoud ervan in de tijd zijn bepalende factoren voor de capaciteit van de tegel

om zonder schade weerstand te bieden aan de spanningen en vervormingen die zich voordoen in het materiaal.

Afhankelijk van het natuursteentype kan deze initiële mechanische sterkte (en meer bepaald de treksterkte) zowel zeer hoog als zeer laag zijn. De sterkte kan na een jarenlange blootstelling bovendien beginnen af te nemen, bijvoorbeeld door de opeenvolging van vorst-dooicycli.

De vorstbestendigheid van natuursteen wordt beoordeeld volgens de methode uit de norm NBN EN 12371. Hierbij worden een aantal vooraf met water geïmpregneerde proefstukken blootgesteld aan een reeks vorst-dooicycli, waarna men op regelmatige tijdstippen de eventuele verwerking beoordeelt. Volgens de norm moet deze verwerking op twee verschillende manieren geanalyseerd worden : waarneming van de omvang van de schade enerzijds en bepaling van de afname van de dynamische elasticiteitsmodulus (E %) anderzijds. De norm legt maximale waarden op voor deze twee criteria (code 2 voor de schade en 30 % voor de modulusafname). Indien een van beide waarden overschreden wordt, worden de cycli beëindigd. Het resultaat van de proef wordt dan ook aangeduid met het aantal cycli (N_c) dat kan uitgevoerd worden zonder overschrijding van de criteria (met een maximum van 168).

Uit de resultaten van enkele tientallen proeven die uitgevoerd werden in de WTCB-laboratoria blijkt dat de mechanische prestaties sterk kunnen dalen zonder dat er zichtbare schade optreedt in de vorm van afschilferingen : we stelden in een zeker geval zelfs een daling van meer dan 50 % van de dynamische elasticiteitsmodulus vast zonder dat er zichtbare schade optrad (zie afbeelding 2). De verwerking uit zich in dit geval in de vorm van microscheurtjes die onzichtbaar zijn voor het blote oog.

BESLUIT

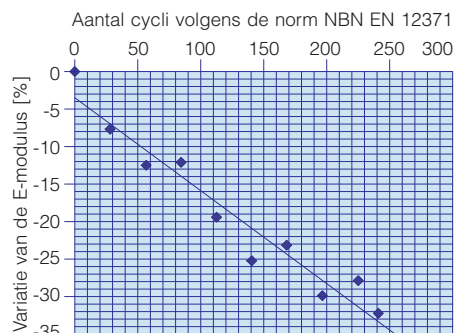
Bij de zoektocht naar de oorzaak van scheurvorming in terrastegels uit natuursteen dient men tevens na te gaan of het materiaal voldoende



Afb. 1 Scheurvorming in een tegel waarvan het materiaal aangetast werd door vorst-dooicycli.

de bestand is tegen vorst-dooicycli en dit, zelfs indien de tegels geen zichtbare vorstschade (afschilferingen) vertonen. Het materiaal kan immers al een zeker deel van zijn mechanische sterkte verloren hebben door de opeenvolging van vorst-dooicycli en kan hierdoor minder bestand geworden zijn tegen hygrothermische variaties en bijgevolg ook tegen scheurvorming.

Bij de keuze van een natuursteentegel voor een buitenterras dient men er bijgevolg op toe te zien dat deze voldoet aan de aanbevelingen uit de TV 228 (minstens 140 vorst-dooicycli volgens de norm NBN EN 12371) en dat het verlies aan mechanische sterkte aan het einde van deze cycli beperkt blijft. Om de gebruiksgeschiktheid van dit materiaal correct in te schatten, heeft men met andere woorden duidelijke technische informatie nodig (bv. een fiche uit de TV 228 of een technische goedkeuring). Om de wisselwerking met de ondergrond te beperken, kan men tijdens de uitvoering ook een ontkoppelmatten aanbrengen in de stelling (bij een gelijmde plaatsing op een dekvloer). ■



Afb. 2 Verlies aan mechanische sterkte door vorst-dooicycli zonder zichtbare schade.

Het gebruik van anhydrietgebonden dekvloeren biedt tal van voordelen. Zo beschikken ze over een hoge mechanische sterkte, een homogene kwaliteit en zijn ze nauwelijks (of zelfs niet) krimpgevoelig. Bij de plaatsing van een harde vloerbedekking (bv. betegeling) op een dergelijke dekvloer, dient men echter wel voldoende rekening te houden met de specifieke karakteristieken ervan : de eventuele vorming van een 'bindmiddel huid' aan het oppervlak, de vochtgevoeligheid en de eventuele ontwikkeling van expansieve zouten bij contact met cementgebonden materialen.

III

Vorbereitung van anhydrietgebonden dekvloeren voor harde vloerbedekkingen

BINDMIDDELHUID

Afhankelijk van de samenstelling van de anhydrietgebonden dekvloer kan er zich aan het oppervlak soms een dun laagje CaCO_3 vormen dat minder cohesief is en minder goed geïncorporeerd is in de dekvloermassa : dit wordt de bindmiddel huid genoemd.

Indien deze laag niet weggeschuurd wordt vóór het aanbrengen van de harde vloerbedekking (volgens de richtlijnen van de fabrikant), kan deze laatste loskomen doordat er zich een hechtingsbreuk voordoet tussen de bindmiddel huid en de massa van de anhydrietgebonden dekvloer. Dit heeft tot gevolg dat de bindmiddel huid blijft kleven aan de onderzijde van het hechtingsmiddel waarin de vloerbedekking geplaatst werd (zie afbeelding 1).

VOCHTGEVOELIGHEID

Anhydrietgebonden dekvloeren zijn van nature vochtgevoeliger dan traditionele, cementgebonden dekvloeren. Deze vochtgevoeligheid wordt bovendien sterk beïnvloed door de samenstelling van de dekvloer (bv. keuze van de hulpstoffen). Indien het vochtgehalte in de anhydrietgebonden dekvloer langdurig te hoog is, kan dit leiden tot cohesieverlies.

Om dit te vermijden, stelt de [Technische Voorlichting nr. 237](#) 'Keramische binnenvloerbetegelingen' dat het massavochtgehalte van een anhydrietgebonden dekvloer, gemeten met de

✉ J. Van den Bossche, ing., hoofdadviser, afdeling 'Technisch advies', WTCB.

www.wtcb.be

INFOICHE NR. 58

Dit artikel maakt het voorwerp uit van een Infotiche die binnenkort kan gedownload worden via onze website.



Afb. 1 De bindmiddel huid blijft kleven aan de tegellijm.

carbide fles, maximaal 0,5 % mag bedragen voor dampdichte vloerbedekkingen (bv. betegelingen). Aangezien de vloerbedekking pas geplaatst mag worden wanneer aan deze eis voldaan is, dient men steeds over te gaan tot een voorafgaandelijke controle van het vochtgehalte. Het zal dan ook noodzakelijk zijn om goede drogingsomstandigheden te creëren (voldoende ventileren en verwarmen) en erop toe te zien dat de dekvloer na zijn uitvoering niet kan bevochtigd worden (door de plaatsing van waterkerende folies, het verwezenlijken van een droge muurvoet, ...).

VORMING VAN EXPANSIEVE ZOUTEN

In een vochtig milieu kan het contact tussen de cementgebonden en de anhydrietgebonden elementen aanleiding geven tot het ontstaan van expansieve zouten. Dergelijke zouten nemen toe in volume bij contact met vocht en kunnen aan de grondslag liggen van een onthechting tussen de dekvloer en de verdere vloerafwerking.

Bij toepassing van een anhydrietgebonden dekvloer dient men bijgevolg steeds na te gaan of deze verenigbaar is met het voorziene hechtingsmiddel. Indien dit niet het geval is, dient men eerst een aangepaste primer op de dekvloer aan te brengen vooraleer men overgaat

tot de applicatie van het hechtingsmiddel (zie richtlijnen van de fabrikant).

Verder willen we onderstrepen dat men ook bij anhydrietgebonden dekvloeren de nodige rand- en uitzettingsvoegen moet voorzien, niettegenstaande het feit dat de vloervelden in dit geval iets groter mogen zijn dan bij cementgebonden dekvloeren. Tot slot lijkt het ons essentieel om de plaatsing van de betegeling vóór de aanvang van zijn werken in te lichten over de aard van de ondergrond en de ermee gepaard gaande noodzakelijke voorbereidende werken. ■



Afb. 2 Ettringietvorming in de mortellijm.

Vandaag de dag heeft men de keuze uit een uitgebreid gamma van soepele muurbekledingen die op verschillende manieren aangebracht en verlijmd kunnen worden naargelang van hun aard en de karakteristieken van de ondergrond.



De juiste verlijming voor elk type soepele muurbekleding

✍ P. Steenhoudt, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium 'Bouwchemie', WTCB
V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement 'Materialen, technologie en omhulsel', WTCB

De grote *comeback* van behangpapier in ons huidige interieur is hoofdzakelijk te danken aan de recente ontwikkeling van een aantal nieuwe soorten soepele muurbekledingen met fraaie textuureffecten. De opkomst van deze nieuwe generatie van producten ging echter eveneens gepaard met de noodzaak om nieuwe behanglijmen te ontwikkelen die beter verenigbaar zijn met het te verlijmen materiaal. Daarnaast is ook de groeiende renovatiemarkt niet vreemd aan het feit dat soepele muurbekledingen alsmear populairder worden als binnenafwerking.

HET BELANG VAN DE RUGZIJDE

Naast het traditionele behangpapier treft men tegenwoordig diverse andere soorten behang aan die nog maar weinig met papier te maken hebben. Deze soorten behang of soepele muurbekledingen onderscheiden zich door de aard van hun zichtvlak en de aard van hun rugzijde (papier, textiel, vliesbehang, glasvezel, kurk, ...). Voor de behanger is vooral de rugzijde van belang, aangezien deze de stevigheid van het zichtvlak en de maatvastheid van de bekleding waarborgt. De rugzijde vormt bovendien het raakvlak tussen de ondergrond en het zichtvlak van de bekleding en verzekert in die hoedanigheid de hechting van de bekleding

aan de ondergrond. Het is dan ook hoofdzakelijk de aard van de rugzijde die de keuze van de lijm en de verlijmingstechniek zal bepalen.

DE KEUZE VAN DE BEHANGLIJM

Men kan behanglijm in drie categorieën onderverdelen :

- zetmeelhoudende lijmen (op basis van zetmeelderivaten) of celluloselijmen (op basis van cellulose-ethers), meestal beschikbaar in de vorm van wateroplosbare poeders
- watergedragen vinyl- of acryllijmen (dispersielijmen)
- solventgedragen neopreenlijmen (contactlijmen).

Bij de keuze van de lijm dient men zich in de eerste plaats te baseren op de voorschriften van de fabrikant van het behangpapier, die de geschikte lijm en verlijmingstechniek aangeven (op de rugzijde, op de ondergrond of op beide). Het niet naleven van deze voorschriften kan immers leiden tot een onbevredigend resultaat. Indien men evenwel niet over deze informatie beschikt, kan men zich voor de bepaling van de geschikte lijmsort en verlijmingstechniek laten inspireren door de tabel hiernaast. Deze niet-limitatieve tabel is louter informatief en sluit het gebruik van andere, door de fabrikanten aanbevolen, lijmsorten geenszins uit. Door het toevoegen van specifieke additieven is het namelijk mogelijk om de prestaties van de lijmen te verbeteren en hun toepassingsgebied te verruimen.

Sommige soorten behangpapier kunnen reeds in de fabriek voorgelijmd worden door het aanbrengen van een laagje droge lijm op hun rugzijde. In dit geval volstaat het om het papier vóór de aanbrenging op de muur gedurende een bepaalde tijd in water te dompelen of te bevochtigen met een spons teneinde de lijm te activeren. ■

Te gebruiken lijmsort naargelang van de muurbekleding.

Soort behangpapier		Lijmsort	Aanbrengen van de lijm
Zichtvlak	Rugzijde		
Papier en houtvezels	Papier	• Voor lichte muurbekledingen : cellulose- of zetmeellijmen ⁽²⁾ • Voor zware muurbekledingen : (met kunsthars) versterkte cellulose- of zetmeellijmen ⁽²⁾	Op de rugzijde
Vinyl			
Gemetalliseerd			
Natuurlijke vezels			
Synthetische vezels			
Papier en houtvezels	Vliesbehang (samen-geperste polyester-vezels)	• (Met kunsthars) versterkte cellulose- of zetmeellijmen ⁽²⁾ - OF • Acryl- of vinyllijmen ⁽³⁾	Op de ondergrond
Vinyl ⁽¹⁾			
Gemetalliseerd			
Natuurlijke vezels			
Synthetische vezels			
Vinyl ⁽¹⁾	Textiel	Acryl- of vinyllijmen	Op de ondergrond
Natuurlijke vezels			
Synthetische vezels			
Glasvezels		Acryl- of vinyllijmen	Op de ondergrond
PVC-schuim		Acryl- of vinyllijmen	Op de ondergrond
Kurk		Contactverlijming ⁽⁴⁾ met : • acryl- of vinyllijmen voor zware muurbekledingen - OF • neopreenlijm	Op de rugzijde en op de ondergrond (dubbele verlijming)

⁽¹⁾ Eventueel neopreenlijm voor de hoeken of in geval van te 'stijve' bekledingen.

⁽²⁾ Lijmen die meestal niet geschikt zijn voor vochtige ruimten.

⁽³⁾ Dikkere lijmen die geschikt zijn voor rugzijden met reliëf.

⁽⁴⁾ Contactverlijming is een droge verlijming (volledige verdamping van het solvent vóór de plaatsing) waarbij de twee samen te voegen materialen met lijm worden ingestreken. Omwille van de onmiddellijke uitharding van de lijm kan men de bekleding niet meer verplaatsen eens deze op de ondergrond aangebracht is.

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.14

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Dit artikel geeft een overzicht van de aanbevolen symbolen en eenheden voor de HVAC-sector en werd opgesteld op initiatief van de Koninklijke Technische Vereniging van de verwarmings- en verluchtingsnijverheid en aanverwante taken (ATIC). Deze vereniging legt zich toe op de organisatie van lezingen, studiedagen en opleidingen voor bouwprofessionelen.

Grootheden, symbolen en eenheden voor de HVAC-sector

J. Schietecat, ing., laboratoriumhoofd,
laboratorium 'Verwarming', WTCB

BELANG VAN EENDUIDIGHEID

Binnenkort zal er in de reeks der WTCB-Dossiers een artikel verschijnen dat een overzicht geeft van de aanbevolen symbolen en eenheden voor de voornaamste grootheden uit de HVAC-sector. Deze zijn niet alleen conform met het 'Internationaal Systeem van Eenheden', maar ook met de grootheden uit de Belgische en Europese normen die betrekking hebben op HVAC-systemen enerzijds of verband houden met de thermische en energetische prestaties van gebouwen en installaties anderzijds.

Het gebruik van uniforme eenheden en symbolen is zeer belangrijk bij de uitwisseling van wetenschappelijke en technische informatie tussen de kennis- en opleidingscentra, de beroepsfederaties en de aannemers. De inhoud van artikels, Technische Voorlichtingen, praktijkregels en cursusteksten is immers veel vlotter te begrijpen en toe te passen indien er uniforme eenheden en symbolen gebruikt worden. Zo worden er vaak fouten gemaakt bij de berekening, het neerschrijven of het gebruik van formules die onbepaalde of niet-uniforme eenheden bevatten. Het is dan ook raadzaam om elke formule die men neerpent grondig te controleren en het resultaat ervan met de correcte eenheid te benoemen om meer duidelijkheid te scheppen en fouten of vergissingen te vermijden.

Het gebruik van de symbolen en eenheden uit de lange versie van dit artikel is – net zoals het gebruik van een norm – 'aanbevolen' en houdt dus geen verplichting in. Het is met andere woorden toegelaten om ze desgewenst aan te passen om rekening te houden met de toepassing, de doelgroep, het taalgebruik of andere praktijkregels op regionaal of nationaal

Uittreksel uit de twee eerste tabellen van Katern nr. 15 van de WTCB-Dossiers 2011/4.

Symbool	Eenheid	Grootheid	Grandeur (Français)	Quantity (English)	Bron
q_m	kg/s kg/h	massadebiet	débit massique	mass flow rate	ISO 80000-4 NBN EN 15243
U	W/(m².K)	warmtedoor-gangscoefficiënt	coefficient de transmission thermique	thermal transmittance	CEN/TR 15615 NBN B 62 002
ζ (zeta)	–	drukverlies-coëfficiënt	coefficient de perte de pression	pressure loss coefficient	NBN EN 12792
λ (lambda)	W/(m.K)	warmtegeleidingscoëfficiënt	conductivité thermique	thermal conductivity	ISO 80000-5 NBN EN 10456 NBN B 62-002
Φ (phi)	W	warmtestroom, warmtevermogen, warmteverlies	flux de chaleur, puissance thermique, déperdition calorifique	heat flow rate, thermal power, heat loss	ISO 80000-5 CEN/TR 15615 NBN EN 12831 NBN B 62-003

vlak. In voorkomend geval kan het niettemin raadzaam zijn om in het betrokken document melding te maken van elke mogelijke afwijking ten opzichte van de aanbevolen symbolen en eenheden.

Verder dient opgemerkt te worden dat er ook in de normen zelf tegenstrijdige symbolen en/of eenheden voorkomen. Dit is meestal te wijten aan een gebrek aan coördinatie of onderlinge informatie-uitwisseling tussen de normcommissies. Aangezien er naast deze normen en wettelijke teksten nog talloze andere wetenschappelijke en technische documenten via het Internet verspreid worden, trachten kenniscentra zoals het WTCB het goede voorbeeld te geven door maximaal gebruik te maken van een vaste set symbolen en eenheden die conform zijn met de geldende normen.

DRIE TABELLEN

De lange versie van dit artikel bevat een eerste tabel (zie uittreksel hierboven) met een **lijst van symbolen en eenheden** die specifiek toegespitst is op de grootheden die gangbaar zijn in de HVAC-sector:

- kolom 1 bevat een alfabetisch gerangschikte lijst van algemeen aanvaarde symbolen. Soms is zowel het gebruik van een hoofd- als een kleine letter toegelaten om eenzelfde

grootheid aan te duiden. Omgekeerd kan eenzelfde symbool ook gekoppeld worden aan verschillende grootheden. Dit is onvermijdelijk gelet op het overaanbod aan grootheden in vergelijking tot het aantal beschikbare letters

- kolom 2 toont de eenheid die gekoppeld is aan het geciteerde symbool
- de kolommen 3 tot 5 geven de betekenis van de grootheid weer (in drie talen)
- kolom 6 vermeldt de referentienormen of -documenten.

Een tweede tabel is voorbehouden voor de **Griekse symbolen**, terwijl een derde tabel de **lijst van aanbevolen indexen** bevat. Deze laatste zijn gekoppeld aan een symbool, wat toelaat om verwarring tussen twee grootheden met hetzelfde symbool te vermijden, de grootheden beter te specificeren of de grootheden van elkaar te onderscheiden volgens hun toepassing. Indien er meerdere indexen aan eenzelfde symbool gekoppeld zijn, moeten deze in een logische volgorde geplaatst worden of de gestructureerde hiërarchie respecteren uit het zogenoemde 'Umbrella document' (CEN/TR 15615). De lijst van indexen steunt op de Engelse termen die aan de grondslag liggen van de Europese normalisatie en laat toe om de eenduidigheid van de geïndexeerde symbolen te vrijwaren, ongeacht de gekozen taal. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS 2011/4.15

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

In de **WTCB-Dossiers nr. 2011/2.15** werd besproken hoe drinkwater verontreinigd kan worden als gevolg van de plaatsing van de verdeelleiding. Indien men kiest voor een aangepast materiaal en de sanitair installateur bij de installatie de nodige voorzichtigheid aan de dag legt, is het mogelijk om deze risico's grotendeels uit te sluiten. Het blijft niettemin noodzakelijk om de nieuwe installatie vóór haar ingebruikname grondig te spoelen en – in een beperkt aantal gevallen – ook te desinfecteren.

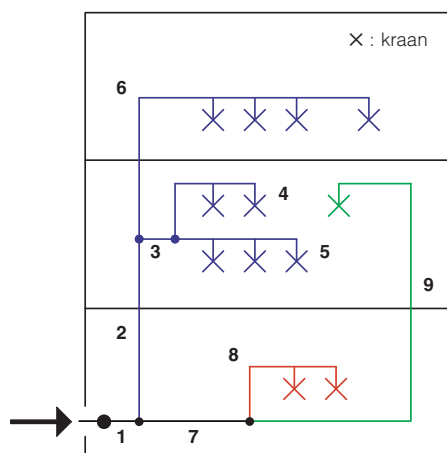
Spoelen van drinkwaterinstallaties vóór hun ingebruikname

L. Vos, ir.-arch., onderzoeker, laboratorium 'Duurzame energie- en watertechnieken', WTCB
K. De Cuyper, ir., coördinator van de Technische Comités, WTCB

Tijdens de spoeling moet men streven naar een zo groot mogelijke watersnelheid in de betrokken leidingsectie. De minimaal te behalen watersnelheid is 1 m/s. In een correct gedimensioneerde installatie liggen de gerealiseerde watersnelheden doorgaans een stuk hoger. Om de vereiste watersnelheid niet in het gedrang te brengen, mag men het koud- en warmwaterleidingnet niet gelijktijdig spoelen. Vermits het warmwaterleidingnet gevoed wordt door het koudwaterleidingnet, moet dit laatste het eerst gespoeld worden om het contaminatierisico te beperken.

De spoelvolgorde van de verschillende installatieonderdelen wordt toegelicht in afbeelding 1. Men gaat van start bij de meest stroomopwaarts gelegen leidingsectie (d.w.z. deze die het dichtst bij de teller gelegen is) om in stroomafwaarts richting verder te gaan tot het meest stroomafwaarts gelegen tappunt bereikt is.

De spoeling wordt uitgevoerd per leidingsectie, waarbij men begint met sectie 1. De spoeling van de betrokken vertakking moet steeds volledig afgelopen zijn alvorens men overgaat



Afb. 1 Spoelvolgorde van de verschillende installatieonderdelen in een gebouw met drie bouwlagen.

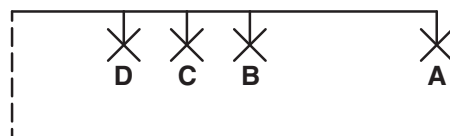
Aantal stroomafwaarts te openen tappunten volgens de nominale diameter van de verdeelleiding.

Materiaal	Aantal stroomafwaarts te openen tappunten (n) volgens de nominale diameter (DN) van de verdeelleiding							
		18	22	28	35	42	54	66.7
Koper	DN	18	22	28	35	42	54	66.7
	n	1	2	3	4	6	10	16
Roestvast staal	DN	18	22	28	35	42	54	64
	n	1	2	3	4	6	10	14
Verzinkt staal	DN	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
	n	2	3	5	7	11	19	26
Meerlagige buis	DN	20	26	32	40	50	63	75
	n	1	2	3	4	7	11	17
PVC-U	DN	20	25	32	40	50	63	75
	n	1	2	3	5	7	11	16
PE	DN	20	25	32	40	50	63	75
	n	1	2	3	4	7	10	15
PP	DN	20	25	32	40	50	63	75
	n	1	1	2	3	4	7	12

tot de behandeling van een volgende (meer stroomafwaarts gelegen) installatieonderdeel. Zo wordt leidingsectie 6 pas gespoeld na de secties 4 en 5.

Om een toereikende watersnelheid in de te spoelen leidingsectie te kunnen halen, moeten stroomafwaarts hiervan steeds voldoende tappunten geopend worden (zie tabel). Dit aspect wordt nader toegelicht in de lange versie van dit artikel.

Om de vereiste watersnelheid te bereiken in de leidingsecties die zich aan de uiteinden van de vertakkingen bevinden en die bijgevolg het laatst gespoeld worden (bv. de leidingsecties 4, 5 en 6 uit afbeelding 1), moeten alle tappunten stroomafwaarts van de betrokken leidingsectie geopend worden (te beginnen met het meest stroomafwaarts gelegen tappunt). Na het verloop van de vereiste spoeltijd (zie verder)



Afb. 2 Spoeling van leidingsectie 6, gelegen aan het uiteinde van de eerste vertakking.

moeten deze tappunten in omgekeerde volgorde gesloten worden (d.w.z. te starten met het meest stroomopwaarts gelegen tappunt). Afbeelding 2 illustreert de spoeling van leidingsectie 6 uit afbeelding 1. Men begint hierbij met kraan A om te eindigen met kraan D.

De spoeltijd gaat in nadat deze laatste kraan geopend is en is afhankelijk van de leidinglengte. Het is de bedoeling dat de inhoud van de te spoelen leiding twintig keer vervangen wordt. Indien men uitgaat van een watersnelheid van 1 m/s, dient men per meter te spoelen leiding dus een spoeltijd van 20 seconden te respecteren. Mocht leidingsectie 6 in totaal 9 meter lang zijn, dan zou men na het openen van kraan D met andere woorden 180 seconden moeten wachten alvorens deze opnieuw gesloten zou mogen worden om vervolgens over te gaan tot het sluiten van de kranen C, B en ten slotte A. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.16

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

In het Vlaamse Gewest is het in aanmerking nemen van bouwknopen bij de berekening van de warmteverliezen al een tijdje verplicht door de EPB-regelgeving. De andere Gewesten zullen hun regelgeving binnenkort in dezelfde zin aanpassen. Hoewel er in deze context een aantal eenvoudige rekenregels voorgesteld werden, kan het soms nodig zijn om een gedetailleerde berekening uit te voeren. Het risico op schimmelontwikkeling en/of oppervlaktecondensatie kan trouwens enkel nauwkeurig beoordeeld worden aan de hand van een dergelijke gedetailleerde berekening. Dit artikel geeft een rekenvoorbeeld voor een courant bouwdetail : de dakzijrand.

Beoordeling van koudebruggen : voldoende aandacht voor de details

A. Tilmans, ir., projectleider, afdeling 'Klimaat, installaties en energieprestatie', WTCB

Dit artikel werd opgesteld met de steun van de Technologische Dienstverlening 'Ecobouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door InnovIRIS en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

BELANG VAN EEN GEDETAILLEERDE BEREKENING EN BESCHIKBARE HULPMIDDELEN

Nu de eisen in verband met de isolatie van gebouwen alsnog strenger worden, merkt men dat er ook steeds meer aandacht besteed wordt aan koudebruggen. Zo kan de berekening van bouwknopen met een rekensoftware tegenwoordig gerechtvaardigd zijn in de volgende gevallen : voor de berekening van terugkerende details (aannemers van sleutel-op-de-deur woningen, geprefabriceerde constructies, ...), voor de valorisatie van performante details, voor de berekening van zeer lage-energieconstructies, voor de optimalisatie van de E- en K-peilen en voor de beoordeling van het risico op oppervlaktecondensatie.

Het warmteverlies van een lineaire bouwknop wordt gekarakteriseerd door de lineaire warmteovergangscoefficiënt ψ en de lengte van de knop. Het risico op schimmelontwikkeling en/of oppervlaktecondensatie wordt op zijn beurt beoordeeld aan de hand van de temperatuurfactor f_{Rsi} (*). Om de kwaliteit van het bouwdetail te garanderen, werden er voor deze twee parameters een aantal grenswaarden opgelegd (ofwel door de EPB-regelgeving, ofwel door bouwphysicistudies en de regels voor de goede praktijk).

De karakteristieken van een bouwdetail kunnen op diverse manieren beoordeeld worden : met de waarden uit de normen, met een papieren of elektronische koudebrugatlas of met een software ter berekening van de warmte-

doorgang. We geven hierna de resultaten weer van een berekening, uitgevoerd met een rekensoftware (d.i. de meest nauwkeurigste, maar ook meest omslachtige methode).

REKENVOORBEELD : ISOLATIE VAN DE ZIJRAND VAN EEN HELLEND DAK

Om de gedetailleerde berekening en de bijhorende resultaten te illustreren, beschouwen we twee details van de zijrand van een hellend dak : een niet-geïsoleerde zijrand (zie afbeelding 1) enerzijds en een geïsoleerde zijrand (zie afbeelding 2) anderzijds. We geven ook de resultaten weer van een licht afwijkende opstelling : in dit geval bestaat de draagmuur niet langer uit baksteen, maar uit holle blokken van zwaar beton.

Bij een draagmuur uit baksteenmetselwerk met een niet-geïsoleerde dakzijrand ontstaat er ter hoogte van de aansluiting tussen het dak en de buitenmuur ($f_{0,25} = 0,66$) een licht risico op schimmelontwikkeling en/of oppervlaktecondensatie. Dit geldt met name indien het binnenklimaat zeer vochtig is. Bij residentiële gebouwen is het daarom raadzaam om een temperatuurfactor f van meer dan 0,7 te hanteren. Het risico op schimmelontwikkeling en oppervlaktecondensatie daalt aanzienlijk wanneer de zijrand geïsoleerd wordt ($f_{0,25} = 0,79$).

Bij metselwerk uit holle blokken van zwaar beton met een niet-geïsoleerde zijrand ($f_{0,25} = 0,54$) is het risico op schimmelontwikkeling en/of oppervlaktecondensatie veel hoger dan bij baksteenmetselwerk. De isolatie van deze zone is dan ook ten stelligste aanbevolen ($f_{0,25} = 0,79$).

Opdat dit bouwdetail in overeenstemming zou zijn met de EPB-regelgeving, mag zijn ψ -waarde niet hoger zijn dan 0 W/mK. Zo zal een niet-geïsoleerde dakzijrand uit baksteen een niet-conform bouwdetail opleveren ($\psi_e = 0,05$ W/mK), ook al blijft het warmteverlies in dit geval relatief beperkt. Indien de dakzijrand geïsoleerd wordt, zal het detail daarentegen wel conform zijn ($\psi_e = -0,054$ W/mK).

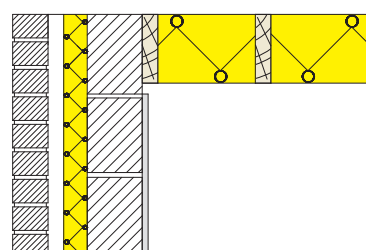
Voor de variatie met holle blokken van zwaar beton blijkt de isolatie van de dakzijrand eveneens onontbeerlijk. Het warmteverlies zonder isolatie is immers relatief hoog en kan een niet te onderschatten invloed uitoefenen op het K-peil van het gebouw ($\psi_e = 0,278$ W/mK). Indien er wel een isolatie voorzien wordt, treden er minder warmteverliezen op en voldoet het detail aan de EPB-regelgeving ($\psi_e = -0,033$ W/mK).

Aan de hand van deze gedetailleerde berekening kunnen we besluiten dat het steeds raadzaam is om de dakzijrand te isoleren. Deze isolatie beperkt immers niet alleen de warmteverliezen, maar zorgt er tevens voor dat de bouwdetails voldoen aan de EPB-regelgeving en dat er geen schimmelontwikkeling optreedt. ■

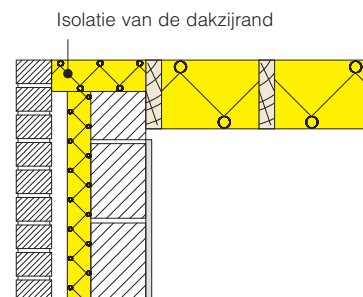
www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.17

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden op onze website en zal meer informatie geven over de geldende normen, de beschikbare hulpmiddelen en de koudebruggen.



Afb. 1 Niet-geïsoleerde dakzijrand.



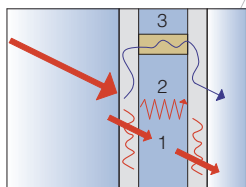
Afb. 2 Geïsoleerde dakzijrand.

(*) De R_{si} -index stelt de waarde van de warmteovergangswaarde aan de binnenzijde voor, die gebruikt moet worden bij de beoordeling van de temperatuurfactor.

Lichte binnenwanden hebben tal van voordelen te bieden : ze vereisen minder draagbalken, kunnen sneller afgewerkt worden, vergemakkelijken de inwerking van de elektriciteitsleidingen, ... Ze kunnen echter ook een negatieve invloed hebben op het akoestische comfort binnenin de woning, indien er tijdens het ontwerp en de uitvoering onvoldoende voorzorgsmaatregelen getroffen werden.

Geluidsisolatie bij lichte binnenwanden

 B. Ingelaere, ir.-arch., adjunct-departementshoofd, departement 'Akoestiek, energie en klimaat', WTCB



Geluid kan op drie manieren doorgegeven worden doorheen een lichte dubbele wand : volgens het principe van de driekamertransmissie (1), volgens het massa-veer-massaprincept (2) en door structurele transmissie (3).

KEUZE VAN HET STIJL- EN REGELWERK

Indien alle andere parameters gelijk blijven, zal men de beste akoestische prestaties behalen door het stijl- en regelwerk van beide deelwanden volledig gescheiden te houden en zo de structurele transmissie te elimineren. Indien de deelwanden toch aan eenzelfde stijl bevestigd worden, dient men de onderlinge tussenafstand zo groot mogelijk te maken en de koppeling zo verend mogelijk uit te voeren. Veerregels scoren in dit opzicht het best, op de voet gevolgd door klassieke lichte metalen C-profielen. Houten profielen worden omwille van hun zwakke akoestische prestaties beter vermeden indien er eisen gesteld worden aan de akoestische isolatie.

KEUZE VAN DE PLATEN

Aangezien de geluidsisolatie van de wand stijgt naarmate zijn oppervlaktomassa toeneemt en daalt indien men gipskartonplaten met een te grote buigstijfheid (platen dikker dan 12,5 mm) gebruikt, zou men ervoor kunnen opteren om meerdere platen op het regelwerk vast te schroeven. Zodoende zal de driekamertransmissie immers afnemen (de som van de geluidsisolaties stijgt) en zal ook de impact van de massa-veer-massatransmissie op de totale geluidsisolatie dalen. Dit laatste effect kan eveneens bewerkstelligd worden door de spouwbreedte op te drijven.

SPOUWVULLING

De lege ruimte tussen de twee parallelle deelwanden zal steeds functioneren als een klankkast die de driekamertransmissie versterkt en leidt tot een aanzienlijke verzwakking van

Gewogen geluidsverzwakkingsindex R_w [dB] voor lichte binnenwanden uit gipskartonplaten.

Wandopbouw (planzicht)	Dikte van de beplating per zijde	Profielbreedte	Totale dikte	Dikte van de mineralewulvulling	R_w (C;C _{tr})
	1 x 12,5 mm	50 mm	75 mm	–	34 (-2,-6)
	1 x 12,5 mm	50 mm	75 mm	40 mm	42 (-3,-10)
	1 x 12,5 mm	100 mm	125 mm	–	38 (-1,-6)
	1 x 12,5 mm	100 mm	125 mm	75 mm	46 (-3,-9)
	2 x 12,5 mm	50 mm	100 mm	40 mm	50 (-2,-8)
	2 x 12,5 mm	100 mm	150 mm	75 mm	52 (-3,-8)
	3 x 12,5 mm	50 mm	125 mm	40 mm	56 (-2,-7)
	3 x 12,5 mm	100 mm	175 mm	–	49 (-2,-7)
	3 x 12,5 mm	100 mm	175 mm	75 mm	58 (-3,-8)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	57 (-5,-13)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm + 40 mm	61 (-4,-10)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm	53 (-6,-13)
	2 x 12,5 mm	2 x 50 mm	155 mm	40 mm + 40 mm	55 (-4,-11)

de geluidsisolatie. Dit kan vermeden worden door de spouw volledig of gedeeltelijk te vullen met een poreus materiaal (bv. minerale wol, cellulosevezels, opencellige schuimen of kunststofschuimen met een poreuze structuur). Ondanks het feit dat de eerste centimeter van dit materiaal de grootste winst oplevert, willen we benadrukken dat de akoestische prestaties verbeteren met elke bijkomende centimeter.

ANDERE VOORZORGEN

Men dient erop toe te zien dat er aan weerszijden van de wand geen **stopcontacten** tegenover elkaar geplaatst worden. Het is dan ook aanbevolen om minstens één veld (d.i. de tussenafstand tussen twee verticale regels) tussen beide doorboringen te laten. Indien men een hoge geluidsisolatie wenst te bereiken en stopcontacten onvermijdelijk zijn, kan men overwegen om een driedubbele wand te plaatsen.

De **aansluitingen** tussen de lichte binnenwand en de vloer, het plafond of de naastliggende wanden worden bij voorkeur elastisch afge-

dicht. Harde dichtingen creëren immers een extra transmissieweg, waarbij de trillingen van de deelwand aan de zenzijde via de harde voeg doorgegeven worden aan de doorlopende wand of vloer en vervolgens aan de deelwand aan de ontvangstzijde.

Lichte binnenwanden zijn gevoeliger voor **impactgeluiden** (van personen of trillende technische uitrustingen) dan zware constructies. De eerste deelwand waarop de schok aangrijpt wordt in dit geval immers zelf een bron van lawaai, terwijl de tweede deelwand, die nu werkt als een lichte enkelvoudige constructie (massawet), op zich een te zwakke geluidsisolatie biedt om dit geluid te dempen. Ook in dergelijke situaties kan een driedubbele wand een oplossing vormen. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/4.18

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.



Sedert de opkomst van de GSM en de courante toepassing ervan in bouwbedrijven, hebben de mobiele technologieën een razendsnelle evolutie ondergaan. Zo zijn er de afgelopen jaren talloze nieuwe hulpmiddelen en toepassingen op de markt verschenen. Denken we hierbij maar even aan de *smartphone*, het mobiele Internet en sinds kort ook het *touchscreen* tablet.

Mobiele ICT : wat nieuws ?

F. Suain, ing., hoofdadviser, afdeling 'Beheer, kwaliteit en informatietechnieken', WTCB
D. Pirlot, m.c.f.w., afdelingshoofd, afdeling 'Beheer, kwaliteit en informatietechnieken', WTCB

In samenwerking met de werkgroep TIC MOBILE, het OCW (Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw) en het CETIC (Centre of Excellence in Information and Communication Technologies)

De nieuwe mobiele technologieën hebben tal van mogelijkheden te bieden. Naast de basisfuncties – telefoon, SMS, agenda, gesynchroniseerd adressenboek, e-mail, foto's, Internettoegang, weerbericht, ... – bestaan er nog diverse bijkomende toepassingen : de bepaling van GPS-coördinaten, het lezen en opstellen van documenten in verschillende formaten, het delen en synchroniseren van bestanden vanop afstand (*cloud computing*) of nog, het lezen van barcodes (1D- of QR-codes). In dit artikel gaat de aandacht voornamelijk uit naar de laatste twee technologieën.

Cloud computing, letterlijk wolkinformatica of gedematerialiseerde informatica, is een veelbelovende technologie voor de sector. Voor aannemers, die per definitie erg mobiel zijn, heeft het gebruik ervan als voordeel dat ze op elk uur van de dag, waar ze zich ook bevinden en vanaf om het even welke terminal (*smartphone*, tablet, PC, ...), toegang hebben tot de gewenste informatie. Voor zover hij over een Internetverbinding (3G, Wi-Fi, ...) en een specifieke toepassing of webbrowser beschikt, kan de gebruiker met andere woorden alle gewenste documenten downloaden of ter beschikking stellen op een beschermde server.

De QR-code (QR voor *quick response*) is een tweedimensionale barcode die bestemd is om gelezen te worden door het fototoestel van een *smartphone*. Deze code heeft het voordeel dat hij veel meer informatie kan bevatten dan een traditionele barcode (en ook rechtstreeks erkend wordt door de betrokken toepassingen) waardoor een aantal bewerkingen in een oogwenk uitgevoerd kunnen worden :

- het surfen naar een website
- het toevoegen van een virtueel visitekaartje
- het oproepen van een telefoonnummer of

- het versturen van een SMS
- het lokaliseren van een plaats via *Google Maps* of *Bing Maps*
- het intypen van een willekeurige tekst.

Een QR-code kan verschillende technische gegevens bevatten, zoals plaatsings- en montagevoorschriften, gebruiksvoorbeelden, de te hanteren toleranties, ... Hij zou ook als basis kunnen dienen voor sensibiliseringsacties en opleidingen of toegang kunnen geven tot de Technische Goedkeuringen en andere referentiedocumenten.

Alvorens deze technologie te gebruiken, zou de gebruiker zich echter ook een aantal fundamentele vragen moeten stellen, zoals :

- wat zou de levensduur van mijn QR-code moeten zijn (beschadigingsrisico op de bouwplaats) en van de informatie die erin opgenomen is ?
- op welke plaats zou de QR-code bij voorkeur aangebracht moeten worden : op de bestelwagen, op een werfpaneel, ... ?
- wie zal de verantwoordelijkheid dragen voor het maken en plaatsen ervan ?

Deze QR-code geeft bij wijze van voorbeeld toegang tot de mobiele WTCB-website.



Naast de hierboven aangehaalde functies hebben de mobiele ICT nog talloze andere concrete gebruiksmogelijkheden te bieden voor de



bouwsector, met name :

- het consulteren van een catalogus met de uitgevoerde projecten van het bedrijf
- het optekenen van de afmetingen op de bouwplaats
- het invoeren en lezen van een meetstaat
- het invoeren en lezen van de gegevens uit een offerte
- het lezen van technische fiches
- het beheer van de verplaatsingen (*track and trace*)
- het plannen en dispatchen van de taken van het productieve personeel
- het optekenen van de prestaties, de middelen en het verbruik (materialen, ...)
- het invoeren van een verslag van een vergadering
- het lezen van een bouwplaatsverslag
- het visualiseren van bepaalde detailtekeningen
- het realiseren van schetsen
- het consulteren van de planopvolging
- het optekenen op de bouwplaats van de vordering van de werken
- het geolokaliseren van foto's
- het beheren en versturen van de opgetekende topografische gegevens
- ... ■

www.wtcb.be

INFOFICHE NR. 57

Deze nieuwe online beschikbare Infofiche bevat meer informatie over de mogelijkheden die geboden worden door de nieuwe mobiele technologieën en bevat een checklist van de karakteristieken die men in aanmerking dient te nemen bij de aanschaf van een mobiel toestel.

Vers van de pers



TECHNISCHE VOORLICHTINGEN

TV 243 Gevelbekledingen uit hout en plaatmaterialen op basis van hout.

TV 242 Bijzondere bouwwerken uit glas. Deel 1 : structurele toepassingen.

WTTCB-DOSSIERS

2011/3.2 Houtskeletbouw. Deel 1 : windverband van dragende muren.

2011/3.12 Behandeling van natuursteenmaterialen.

2011/3.15 Uiterst energiezuinig leren bouwen : 10 jaar om een revolutie waar te maken.

2011/2.2 Remediëring van zoutbelast metselwerk : nieuwe technieken ?

2011/2.3 Keuze van metselmortels.

2011/2.4 Uitvoeringsklassen, ontkisting en nabehandeling van beton : nieuwe regels.

2011/2.10 ETICS : de isolatie en haar plaatsing.

2011/2.13 Gipspleisters overschilderen.

2011/2.14 Verse lucht in oude woningen.

2011/2.15 Reiniging van drinkwaterinstallaties vóór ingebruikname.

2011/2.19 Buitenschrijnwerk en de veiligheid van personen. Deel 1 : de keuze van het glas (vervangt nr. 2008/3.8).

2011/2.20 Centrale verwarming met warm water. Een stand van zaken met betrekking tot de normalisatie in België (vervangt nr. 2007/3.1).

INFOFICHES

Nr. 55 Luchtdichtheid van gebouwen : van belang voor alle aannemers !

Nr. 54 Loskomen van vloertegels.

Nr. 52.1 t/m 8 Kostprijberekening.

Nr. 49.1 t/m 8 De keuze van glasproducten en de veiligheid van personen.

Nr. 48.1 t/m 9 EPB – Installaties en systemen.

ANDERE WTTCB-PUBLICATIES

Digest 11 Opbouw van daken met een niet-zelfdragende metalen dakbedekking.

Praktische en technische gids voor de verlichting van woningen (publicatie buiten reeks).

UPDATES VAN WTTCB-DOSSIERS

2010/4.2 Bruikbaarheidsgrenstoestanden van gewapend beton. Deel 1 – Controle van de doorbuiging volgens Eurocode 2 (update augustus 2011).

2010/4.3 Nieuwe Eurocode voor windbelasting (update juni 2011).

2010/2.18 De Energieprestatieregelgeving voor gebouwen : nieuwe ontwikkelingen in Brussel en Wallonië (vervangt nr. 2008/4.1).

2008/3.8 Buitenschrijnwerk en de veiligheid van personen. Deel 1 : de keuze van het glas (vervangen door nr. 2011/2.19).

2008/1.1 Ventilatie van gebouwen in België. Een stand van zaken betreffende de normalisatie (update april 2011).

2007/3.1 Centrale verwarming met warm water. Een stand van zaken met betrekking tot de normalisatie in België (vervangen door nr. 2011/2.20).

2007/2.2 De brandstabiliteit van houten trappen (update juli 2011).

UPDATES VAN INFOFICHES

Nr. 39.1 Afdichting van doorvoeringen in brandwerende bouwelementen. Inleiding (update december 2010).

Nr. 16 Afwerking van houten buitenschrijnwerk (update januari 2011).

Nr. 15 Onderhoud van houten buitenschrijnwerk (update mei 2011).

PUBLICATIES

De WTTCB-publicaties zijn beschikbaar :

- op onze website :
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTTCB
 - via een abonnementsformule voor de andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op cd-rom.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00). U kan ook steeds bij ons terecht per fax (02/529.81.10) of per mail (publ@bbri.be).

OPLEIDINGEN

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/653.07.29) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met J.-P. Ginsberg.
- Nuttige link : www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').

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

Verantwoordelijke uitgever : Jan Venstermans
WTTCB - Lombardstraat 42, 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

WTCB

BRUSSEL

Maatschappelijke zetel

Lombardstraat 42
B-1000 Brussel

algemene directie
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail : info@bbri.be
website : www.wtcb.be

ZAVENTEM

Kantoren

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

technisch advies - interface en consultancy
communicatie
beheer - kwaliteit - informatietechnieken
ontwikkeling - valorisatie
technische goedkeuringen
normalisatie

publicaties

tel. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10

LIMELETTE

Proefstation

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

onderzoek en innovatie
laboratoria
vorming
documentatie
bibliotheek

HEUSDEN-ZOLDER

Demonstratie- en informatiecentrum

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

ICT-kenniscentrum voor bouwprofessionelen (ViBo)