



- 4 Normering voor zichtbeton
- 7 Zonnepanelen op platte daken
- 10 Thermische glasbreuk
- 14 Lichtweerkaatsende dakafdichtingen
- 17 Isolatie langs de binnenzijde

Inhoud

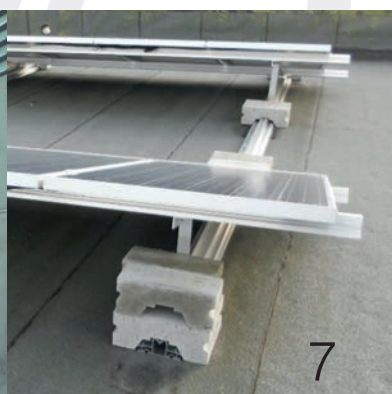
- 1 Recht van antwoord op het artikel 'Gedaan met de twijfel'
- 2 Interacties tussen de bouwberoepen bij energetische renovatie
- 3 Delaminatie van bedrijfsvloeren: eerste vaststellingen
- 4 Normering van zichtbeton in zicht
- 5 Uitvoeringsfiches voor paalfunderingen
- 6 Bevestiging van metalen dakbedekkingen met staande naad op houten ondergronden
- 7 Zonnepanelen op platte daken: windbelastingen
- 8 EPB-aanvaardbare plaatsing van vensters
- 10 Thermische glasbreuk
- 11 Toleranties voor ETICS
- 12 Controle van de dimensionale toleranties op de bouwplaats
- 13 Het verenigen van de dimensionale toleranties met de eisen van bouwheren
- 14 Lichtweerkaatsende dakafdichtingen en zonnepanelen
- 15 Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties: herziening van het WTCB-Rapport nr. 1
- 16 Vervanging van aardgastoestellen aangesloten op collectieve rookgasafvoerkanalen
- 17 Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: diagnose
- 18 Het WTCB heeft een nieuw laboratorium akoestiek
- 19 Verticaal transport in woningen
- 20 C-DOC® maakt documentbeheer een stuk eenvoudiger



3



4



7



10



14



18

Recht van antwoord op het artikel 'Gedaan met de twijfel'

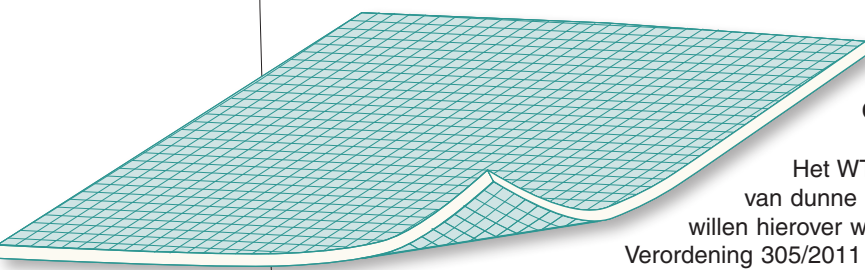
De European Multifoil Manufacturers (EMM, hierna EVF genoemd) schrijven het volgende naar aanleiding van het WTCB-artikel 'Gedaan met de twijfel':

De Europese Vereniging van Fabrikanten van dun meerlagen reflecterend isolatiemateriaal (EVF) wenst te reageren op het artikel met de naam 'Gedaan met de twijfel' dat is verschenen in nummer 2012/3 van het blad WTCB-Contact. EVF wenst bepaalde preciseringen aan te voeren met betrekking tot het thermische prestatievermogen van dun reflecterend isolatiemateriaal (of 'IMR').

In de eerste plaats, is de norm NBN EN 16012 waarnaar het artikel verwijst, een 'test norm' gebaseerd op proeven verricht in laboratoria. En anders dan voor 'product normen' kan aan een 'test norm' geen EG markering toegewezen worden. In tegenstelling tot wat men in het artikel beweert, is deze norm totaal niet verplicht en is op zich ook niet voldoende.

En in de tweede plaats, verzuimt het artikel te vermelden dat een andere norm – en deze keer niet gebaseerd op laboratorium proeven maar op in situ proeven – op het moment in aanmaak is en de norm NBN EN 16012 zal aanvullen. Deze norm maakt het mogelijk om in werkelijke gebruiksomstandigheden het warmtegedrag te evalueren van alle isolatiematerialen die op de markt beschikbaar zijn. Uiteindelijk en in overeenstemming met de beslissing van het Technische Bureau van de CEN van 5 juni 2009, zullen deze twee normen twee verschillende waarden verschaffen die elkaar aanvullen. Het zij verder nog vermeld dat deze benadering ook wordt aanbevolen door de Europese Commissie die immers meerdere malen gewezen heeft op de noodzakelijkheid om twee normen 'parallel' te ontwikkelen.

Op basis hiervan is het duidelijk dat de norm NBN EN 16012 op zich het niet mogelijk maakt om enige conclusie te trekken wat betreft het thermische prestatievermogen van IMR.



Onze commentaar:

Het WTCB-artikel had niet de intentie om de CE-markering van dunne reflecterende producten (DRP) aan te kaarten. We willen hierover wel het volgende kwijt: de Richtlijn 89/106/EEG en de Verordening 305/2011 stellen dat de CE-markering mogelijk is aan de hand van geharmoniseerde normen, Europese technische goedkeuringen of Europese technische beoordelingen.

De norm NBN EN 16012 beschrijft een aantal methoden voor de bepaling van de gedeclareerde thermische prestaties en geeft aan welke benadering voor elk producttype gehanteerd moet worden. Iedere norm geeft een beschrijving van de regels van de kunst en goed vakmanschap. De toepassing ervan is echter slechts verplicht indien ernaar verwezen wordt vanuit de regelgeving of vanuit het bestek.

Er is inderdaad een norm in voorbereiding die de uitvoering beschrijft van in-situ proeven voor de beoordeling van de thermische prestaties van bouwproducten, elementen en structuren. Het WTCB-artikel had echter niet tot doel om informatie te verspreiden over een ontwerpnorm die nog niet goedgekeurd werd in zijn definitieve versie en die bijgevolg nog niet van toepassing is.

De bovenstaande reactie beïnvloedt geenszins ons technisch wetenschappelijke standpunt met betrekking tot de thermische prestaties van DRP. Wij raden de geïnteresseerde lezer dan ook aan om de verschillende hieromtrent verschenen publicaties te raadplegen en dan vooral deze, uitgegeven door het WTCB ([WTCB-Dossiers 2005/2.9](#) en [WTCB-Rapport nr. 9](#)). ■

Om de Europese en de regionale energie- en klimaatdoelstellingen voor 2020 en 2050 te kunnen waarmaken, zal het niet volstaan om enkel aandacht te besteden aan nieuwbouw. De grootste uitdaging ligt immers in de energetische renovatie van het bestaande gebouwenpark. Er zal dus nog meer, en diepgaander, gerenoveerd moeten worden.

Interacties tussen de bouwberoepen bij energetische renovatie

J. Vrijders, ir., projectleider, laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB
L. Wastiels, dr. ir.-arch., projectleider, laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB
S. Herinckx, ir., onderzoeker, laboratorium Renovatie, WTCB

Voor een doorgedreven energetische renovatie gelden dezelfde principes als voor een bijna-energie neutraal nieuwbouwproject. Naast concrete technologische aanpassingen moet er immers ook bij renovatie voldoende aandacht uitgaan naar een integrale aanpak en een vlot bouwproces. De afstemming en de coördinatie op de bouwplaats zijn immers zeer belangrijk om bijvoorbeeld de globale luchtdichtheid van het gebouw te garanderen en koudebruggen te vermijden. Een zorgvuldige uitvoering blijft hierbij vanzelfsprekend onontbeerlijk.

Renovaties houden echter een bijkomende moeilijkheid in. Doordat ze vaak in fases uitgevoerd worden en door verschillende aannemers die elk een deel van het werk uitvoeren, is het een zeer gefragmenteerd proces. Hierdoor kan er bij de uitvoering van een bepaalde taak schade berokkend worden aan reeds uitgevoerde werken of kan er onvolgende rekening gehouden worden met de nog uit te voeren taken. Zo wordt de luchtdichte laag soms verstoord door doorvoeren of wordt een dak gerenoveerd zonder de nog te plaatsen (zonne-)installaties in aanmerking te nemen.

Deze problemen kunnen vermeden worden door bij de uitvoering van elke taak het gewenste eindresultaat (totaalconcept) voor ogen te houden. Om dit in de praktijk te realiseren, kan de algemene aannemer of architect de rol van coördinator op zich nemen. Elke aannemer dient zich ook bewust te zijn van de invloed die

hij kan uitoefenen op de (reeds uitgevoerde of toekomstige) werken van een ander.

Binnen het One Stop Shop-project (zie kader), werden de diverse interacties in het renovatieproces in kaart gebracht. Hierbij werd een methodologie gehanteerd die ook op individuele projecten kan toegepast worden. Er werd een matrix opgesteld waarin de rijen en kolommen alle mogelijke renovatietaken voorstellen. Op de kruising van deze rijen en kolommen werden vervolgens de potentiële interacties tussen de betrokken taken aangegeven. Deze kunnen ingedeeld worden in vier grote groepen:

- het **vermijden van koudebruggen** bij de aansluitingen tussen de verschillende gebouwcomponenten (vloer, muur, dak, schrijnwerk): aansluiting op de bestaande isolatie, het voorzien van aansluitingen voor toekomstige isolatie
- het verzekeren en behouden van de **continuïteit van de luchtdichte laag**: de geplaatste schermen moeten aangesloten kunnen worden op toekomstige componenten en elke doorboring van het scherm moet steeds degelijk hersteld worden
- het afstemmen van de installaties **op de uiteindelijke gebouwschil**: waar de schil luchtdicht gemaakt wordt, moet er mogelijk ventilatie voorzien worden en de installaties moeten gedimensioneerd worden op maat van de uiteindelijke gebouwschil (kleiner vermogen indien goed geïsoleerd wordt)
- het afstemmen van de renovatie-ingrepen op een **goede diagnose van de bestaande**

situatie: controle van de stabiliteit wanneer er bijkomende belastingen aangebracht worden, het oplossen van vochtproblemen voor de start van de renovatie, het compenseren van de ventilatie wanneer bestaande voorzieningen weggenomen worden (bv. oude ketel, luchtoppen schrijnwerk).

Deze interacties kunnen stuk voor stuk een negatieve invloed uitoefenen op het resultaat van de globale renovatie. De oplossing van deze mogelijke problemen bestaat uit een combinatie van een aantal aspecten:

- elke aannemer voert zijn taak uit met voldoende kennis
- elke aannemer is zich bewust van de invloed die zijn werk heeft op het werk van anderen en het eindresultaat en voorziet hiervoor oplossingen op de bouwplaats
- bij het ontwerp en de voorbereiding van de bouwplaats wordt over de interacties nagedacht en worden de technische details uitgewerkt die als richtlijn dienen bij de uitvoering
- bij complexere of veeleisende details kan een coördinator zorgen voor een goede organisatie (planning) en communicatie (afspraken) tussen de verschillende partijen. Dit kan een rol zijn voor de architect en/of de algemene aannemer. Ook de controle van de uitvoering kan hierbij horen
- innovaties kunnen in sommige gevallen interacties vermijden (bv. door functies reeds in de fabriek te integreren of door wacht-slabben te voorzien).

Binnen het One Stop Shop-project werden mogelijke oplossingen uitgewerkt voor zes groepen van uitgevoerde werken: daken, buitenmuren, vloeren, schrijnwerk, afwerking en installaties. Voorlopig is er nog niet voor elke mogelijke situatie een geschikte oplossing voorhanden en soms bestaat er geen alternatief voor de huidige werkwijze. We hopen hier op termijn verandering in te brengen door het onderwerp verder uit te diepen. ■

ONE STOP SHOP

From demonstration projects towards volume market: innovations for one stop shop in sustainable renovation

Binnen dit project, dat door het IWT gesteund wordt als Europees EracoBuild-project, zorgden we, in samenwerking met Passiehuysplatform vzw, de Vlaamse Confederatie Bouw en een aantal Europese partners (zie www.one-stop-shop.org) voor:

- de opstelling van een catalogus met innovatieve technieken voor lage-energie renovatie
- de opvolging en documentatie van twee Vlaamse demonstratieprojecten. Een analyse van de kosten- en milieu-efficiëntie (LCC en LCA) van meer en minder doorgedreven renovaties en van toekomstige bijna-energie neutrale renovaties
- de ontwikkeling van nieuwe modellen voor de samenwerking tussen de bouwpartners en de opstelling van bedrijfsmodellen voor doorgedreven energetische renovaties
- de ontwikkeling van een website die klanten overtuigt en bijstaat bij hun beslissingen.

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/4.2

In de lange versie van dit artikel wordt dieper ingegaan op de uitdagingen, de problematiek en de mogelijke oplossingen voor integrale renovatie en interacties in het renovatieproces

De afdeling Technisch advies kreeg de laatste jaren frequent vragen over schade aan bedrijfsvloeren. In 2010 kreeg de afdeling meer dan 30 vragen hierover die bovendien veel grotere vloerooppervlakken betroffen dan vóór 2009. Het WTCB besloot daarom om, in samenwerking met het CRIC, een onderzoek op te starten naar de delaminatie van bedrijfsvloeren. Het kreeg de naam 'Floorcrete' en wordt gesubsidieerd door de FOD Economie. Dit artikel geeft een overzicht van de eerste vaststellingen.

Delaminatie van bedrijfsvloeren: eerste vaststellingen

✎ V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB
V. Dieryck, ir., adjunct-labohoofd en B. Dooms, ir., projectleider, laboratorium Betontechnologie, WTCB

KARAKTERISTIEKEN

We bespreken in dit artikel de delaminatie van bedrijfsvloeren die een mechanische afwerking kregen (zie afbeelding). Bij dit fenomeen scheidt een dunne laag van 3 tot 10 mm dik (uitzonderlijk 30 mm) zich af van het betonoppervlak. Het betreft een nieuw fenomeen en gaat niet over het loskomen van de slijtlaag zoals we vroeger vaak constateerden. Bij dit laatste fenomeen situeerde het scheidingsvlak zich overigens in het beton en niet tussen de slijtlaag en het beton. De delaminatie kan zowel onmiddellijk na de afwerking optreden als enkele dagen of maanden na de ingebruikname van de vloer. Het gedelamineerde oppervlak kan enkele vierkante centimeters tot enkele vierkante meters groot zijn. De delaminatie wordt zichtbaar wanneer het oppervlak van het verharde beton schade begint te vertonen bij circulatie.

OORZAKEN

De delaminatie lijkt veroorzaakt te worden door **afscheidingswater of luchtbellens** die ingesloten raakten onder het – compactere – gepolijste betonoppervlak. Dit water en deze luchtbellens migreren bij het vlinderen en polijsten naar het oppervlak door de werking van de schroefbladen en raken ingesloten onder de compactere oppervlaktelaag. Hierdoor ontstaan er zwakke zones waar de oppervlaktelaag kan delamineren onder invloed van het polijsten, het gebruik (bv. zware lasten) of de krimp.

Indien het water en de luchtbellens kunnen 'ontsnappen' vóór het betonoppervlak volledig afgesloten wordt, zal er waarschijnlijk geen delaminatie optreden. Viskus beton maakt deze ontsnapping echter niet zo eenvoudig. Het luchtgehalte van het beton speelt immers een belangrijke rol: beton met meer dan 3 % luchtgehalte is gevoeliger voor delaminatie.

We stelden ook vast dat het tijdstip waarop men



Delaminatie van het betonoppervlak

de afwerking uitvoert, cruciaal is. Een trage hechting of **korstvorming** (*crusting*) kan de bepaling van het ideale tijdstip echter bemoeilijken. Zo is er meer kans op delaminatie indien de factoren die de waterafscheidingstermijn van het beton beïnvloeden (bv. een koude ondergrond) gecombineerd worden met factoren die de verharding van het beton versnellen (bv. een hoge luchttemperatuur).

Korstvorming uit zich in de afwezigheid van afscheidingswater op een verhard betonoppervlak terwijl het onderliggende beton nog plastisch is. Sommige aannemers hebben hierdoor de indruk dat ze op een 'waterbed' aan het werken zijn. Indien de vloer op dit moment afgewerkt wordt, gaat het onderliggende beton vervormen en ontstaat er een gescheurd en gegolfd oppervlak. Indien men daarentegen de verharding van het onderliggende beton afwacht, wordt het oppervlak te hard om nog afgewerkt te kunnen worden tot de gewenste vlakheid (door het watertekort zullen tevens het instrooien en de hydratatie van de slijtlaag bemoeilijk worden).

Bij korstvorming wordt het betonoppervlak voortijdig afgesloten waardoor de water- en luchtbellens uit het onderliggende beton ingesloten raken en er meer kans is op delaminatie.

Naast het luchtgehalte van het beton en de hoeveelheid en de snelheid van de waterafscheiding lijkt ook de viscositeit van het beton een rol te spelen bij de delaminatie. Een viskeus beton bevat immers ingesloten lucht, een hoog gehalte aan fijne deeltjes (toeslagstoffen en cement) en een teveel aan fijn zand.

ANDERE VASTSTELLINGEN

In juli 2010 liep binnen het WTCB een proef-

campagne op grote proefoppervlakken in het kader van het overkoepelende onderzoek 'Floorcrete' dat uitgevoerd werd in samenwerking met het CRIC en gesubsidieerd werd door de FOD Economie.

Tijdens deze campagne werden twee betonsamenstellingen gebruikt: de oude betonsamenstelling M1 zonder superplastificeerder en de betonsamenstelling M2 die minder water bevatte, maar wel een superplastificeerder die lucht kon aantrekken (deze samenstelling werd beschouwd als gevoelig voor delaminatie).

Er werden twee tijdstippen gehanteerd voor de start van de afwerking: een afwerking op het ideale moment (rekening houdend met de binding van het beton) en een laattijdige afwerking. Naast de vaststelling van de aanvang van de delaminatie met de microscoop bij de samenstelling M2, merkten we ook op dat deze samenstelling aanleiding gaf tot een:

- moeilijkere uitvoering (het beton is viskeus of plakkerig)
- minder zichtbare slijtlaag bij microscopie
- zwakke slijtsterkte.

De laatste jaren stellen de ingenieurs van de afdeling Technisch advies van het WTCB ook vaker ontoereikende slijtsterktes vast. Deze twee problemen zouden met andere woorden aan elkaar gerelateerd kunnen zijn. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/4.3

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



Normering van zichtbeton in zicht

Dit artikel werd verwijderd op 27 oktober 2020.
Voor meer informatie met betrekking tot zichtbeton, verwijzen we naar de TV 268.



De afdeling Geotechniek van het WTCB werkt samen met de sector aan een reeks uitvoeringsfiches voor speciale funderingstechnieken. Dit initiatief werd voor het eerst aangekondigd in de [WTCB-Contact nr. 2010/4](#) en in juli werd er reeds een eerste reeks van zes fiches over beschoeiingstechnieken gepubliceerd ([Infofiches nr. 56.1](#) t.e.m. [56.6](#)). Het WTCB legt momenteel de laatste hand aan een nieuwe reeks van vijf fiches over grondverdringende schroefpalen.



Uitvoeringsfiches voor paalfunderingen

✎ *N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd en M. De Vos, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB*
F. De Cock, ir., zaakvoerder, GEO.BE
M. Roovers en E. Dupont, ABEF

De nieuwe reeks fiches wordt opgesteld in de schoot van het door het IWT gesubsidieerd TIS-SFT-project Speciale funderingstechnieken en in nauwe samenwerking met de Belgische Vereniging van Aannemers Funderingswerken (ABEF). Ze hebben betrekking op de volgende vijf types grondverdringende schroefpalen: de Atlas- en Omega-paal (uitvoering Franki Foundations Belgium), de Fundex®-paal (uitvoering Fundex) en de grondverdringende schroefpalen GVS (uitvoering De Waal Palen en Olivier Funderingstechnieken). Niet toevallig betreft het dezelfde schroefpaalsystemen als deze die in het verleden deelnamen aan de wetenschappelijke proefcampagnes van het WTCB (zie [WTCB-Tijdschrift nr. 2002/3](#)).

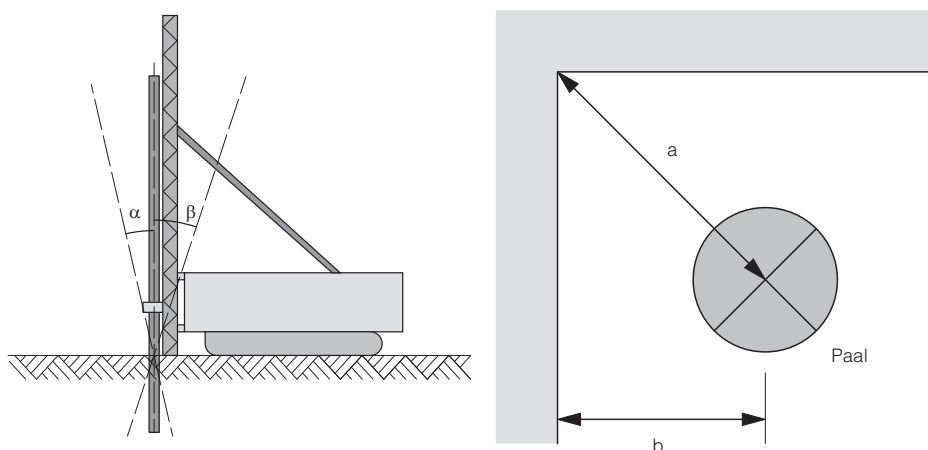
De uitvoeringsfiches geven voor elk systeem een duidelijke voorstelling van de uitvoeringswijze (zie afbeelding 2) en geven informatie over de commercieel beschikbare diameters en afmetingen en de minimaal vereiste vermogens van de machines. Daarnaast worden tevens de toepassingsmogelijkheden van elk systeem belicht inzake de maximale schoorstanden van de paalmachine en de minimumafstand ten opzichte van belendingen (zie afbeelding 1).

Bij de opstelling van de fiches werd ernaar gestreefd om meer informatie te geven bij de geldende Europese uitvoerings- en ontwerp-normen. Uitvoeringsaspecten die voor meerdere paalsystemen gelden, worden in een aparte rubriek behandeld. Dit is onder meer het geval voor de eisen in verband met de gebruikte materialen (bv. beton en wapening), de hart-op-hart-afstand tussen de palen en de uitvoeringstoleranties. In deze gemeenschappelijke rubriek wordt telkens een beknopte beschrijving gegeven die gebaseerd is op de meest recente versie van de Europese uitvoeringsnorm (bv. de norm NBN EN 12699 voor de vijf voormelde systemen).

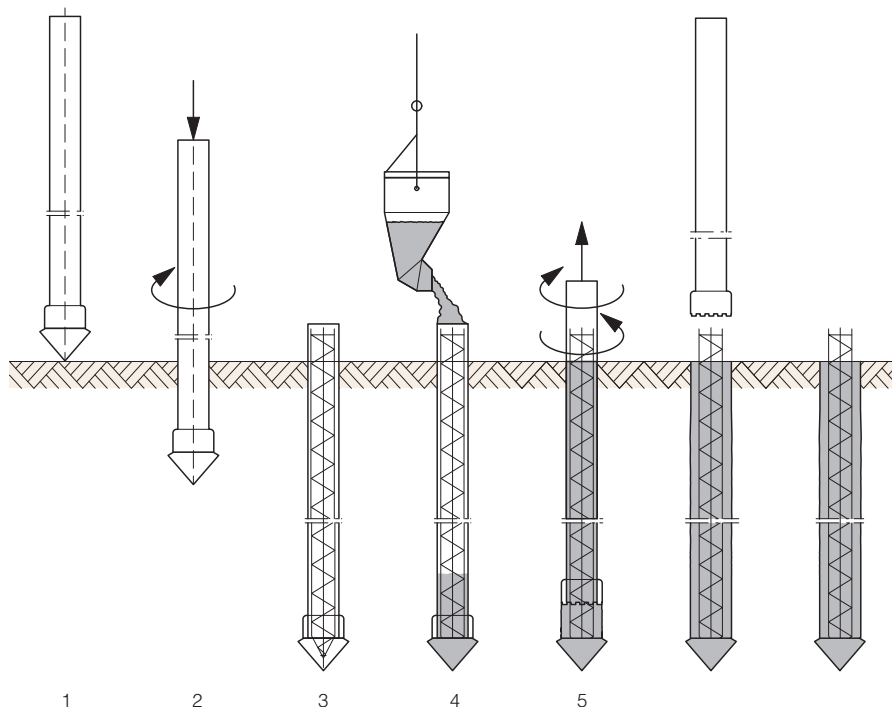
Ten slotte werd ervoor geopteerd om de uitvoeringsfiches complementair te maken aan het [WTCB-Rapport nr. 12](#) dat het ontwerp van palen in België volgens Eurocode 7 beschrijft. Bij het ontwerp van paalfundering zijn immers heel wat factoren en coëfficiënten rechtstreeks afhankelijk van de gehanteerde uitvoeringswijze.

Het is de bedoeling dat deze eerste vijf fiches stelselmatig aangevuld zullen worden met andere paaltypes en met fiches over andere speciale funderingstechnieken (bv. ankers,

beschoeiingen, onderschoeiingen, ...). Op termijn zal al deze informatie gebundeld worden in een interactieve Technische Voorlichting die de [TV nr. 129](#) zal vervangen. ■



Afb. 1 Maximale schoorstanden van de paalmachine (links) en van de te respecteren afstand ten opzichte van belendingen (rechts)



1. Een stalen boorbuis, voorzien van een verloren boorpunt, wordt gepositioneerd op het maaiveld.
2. De buis wordt schroevend ingeboord door een combinatie van een boorkoppel en een axiale drukkracht.
3. Bij het bereiken van het gewenste paalpuntniveau wordt de wapening in de buis geplaatst.
4. De buis wordt gevuld met beton.
5. De buis wordt oscillerend teruggetrokken, waarbij de boorpunt achterblijft.

Afb. 2 Omschrijving van de uitvoeringswijze van het grondverdringende schroefpaalsysteem Fundex®

Er bestaan tegenwoordig heel wat meer bouwmethoden en soorten ondergronden voor metalen daken (bv. uit koper, zink of roestvrij staal) dan vroeger (zie [WTGB-Digest nr. 11](#)). Bovendien werd de oude windberekeningsnorm in december 2010 vervangen door Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-4) en zijn nationale bijlage. De dimensionering van het bevestigingssysteem blijft dan ook een zeer actueel onderwerp.

Bevestiging van metalen dakbedekkingen met staande naad op houten ondergronden

D. Langendries, ir., adjunct-labohef, laboratorium Energiekarakteristieken, WTGB

SYSTEEM VAN DAKEN MET STAANDE NAAD

Bij dit systeem worden **geprofileerde metalen bladen of banen** met elkaar verbonden door middel van een felsnaad. De bladen of banen worden aan de ondergrond bevestigd met vaste klangen en schuifklangen die opgenomen zijn in de felsnaad.

De platen moeten zodanig bevestigd worden dat ze nog vrij kunnen bewegen. Onder invloed van temperatuurveranderingen kan het metaal immers achtereenvolgens uitzettings- en krimpfasen ondergaan:

- de zijdelingse uitzetting wordt mogelijk gemaakt door een 3 tot 5 mm brede gleuf te voorzien aan de voet van de voeg
- de bewegingen in de lengte worden mogelijk gemaakt door de correcte positionering van de vaste klangen en schuifklangen.

Per blad moeten er minstens **vijf vaste klangen** voorzien worden (afhankelijk van de helling te plaatsen in de zone tussen de nok en het midden van de baan en hoogstens op 10 m van de druiplijn voor zink of 15 m voor inox), de rest wordt vastgemaakt met schuifklangen. De vaste klangen verhinderen het afglijden van de platen en de schuifklangen laten de uitzetting van het metaal toe.

AANTAL BEVESTIGINGSKLINGEN

In vergelijking met daken die bedekt zijn met

zware, kleine elementen zoals dakpannen of leien, hebben de metalen bladen slechts een beperkt eigengewicht en dragen ze dus niet bij tot de stabilisatie van het dak tegen windbelasting. Metalen daken zijn bovendien slechts beperkt luchtdoorlatend (de bladen worden bijna luchtdicht aan elkaar gehaakt) waardoor de windbelasting hoger zal zijn.

De **windbelasting** varieert volgens de dakzone, de hellingsgraad en het aantal dakschilden. De wind veroorzaakt turbulenties die over- en onderdrukken creëren op het dak. Deze drukken zijn hoger ter hoogte van de hoeken, dakranden en obstakels (schouwen, dakkapellen, ...) dan in het centrale deel van het dakschild. De onderdrukken zijn bovendien intenser op daken met een geringe helling en daken met een enkel dakschild.

Rekening houdend met deze invloedsparameters, geeft de onderstaande afbeelding de aan te houden hart-op-hartafstand weer voor de vaste klangen op daken met een enkel of dubbel dakschild. Afhankelijk van de dakzones bedraagt deze afstand 16,5 cm, 20 cm of 33 cm.

De zonering en klangafstanden werden bepaald aan de hand van proeven en berekend volgens de Eurocode. Ze gelden voor metalen platen van 53 cm breed en gebouwen met een nokhoogte kleiner dan of gelijk aan 30 m die zich in een terrein van ruwheidscategorie I tot IV bevinden. Dit voorstel is geldig voor alle dakopstellingen, ongeacht de helling, de opbouw (warm dak of langs de onderzijde geventileerd dak) en de globale gebouwfmetingen.

Enkele opmerkingen in verband met de huidige praktijk:

- de breedte van de dakranden aan de nok en aan de druiplijn bedraagt tegenwoordig vaak slechts 60 cm, hetgeen te beperkt is
- bij daken met een enkel dakschild dient de afstand tussen de klangen aan de dakranden beperkt te worden tot 16,5 cm.

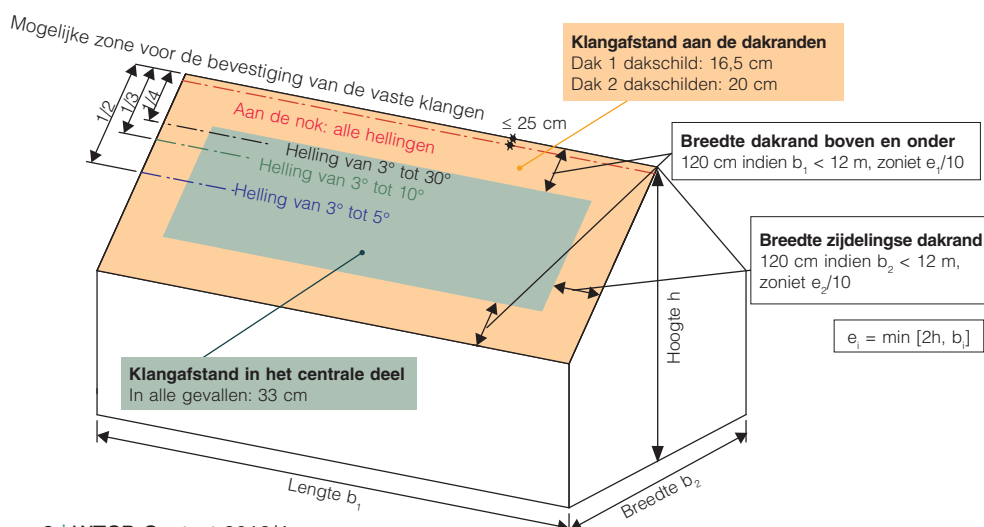
Deze opmerkingen zijn van toepassing op bevestigingen met behulp van de gebruikelijke roestvrijstalen klangen, op een houten vorm (planken of platen) en onder de in de tabel beschreven omstandigheden. Voor andere soorten klangen of ondergronden verwijzen we naar de voorschriften van de fabrikanten.

Ringnagels 3,0 / 25 mm	Planken 24 mm
	OSB 18 mm
	Multiplex 15 mm
Schroeven 4,0 / 25 mm	Planken 18 of 24 mm
	OSB 15 mm
	Multiplex 15 mm

VERZORGDE UITVOERING

Het succes van een esthetisch verantwoorde en duurzame metalen dakbedekking hangt, naast de keuze van het aantal en de juiste positionering van de bevestigingsklangen, vooral af van de zorg die besteed werd aan de uitvoering:

- de klangvoeten en de koppen van de bevestigingen mogen niet uitsteken boven het oppervlak van de ondergrond: de klangen hebben bij voorkeur voorzieningen om het over elkaar wrijven te beperken (afgeronde hoeken, verstijfde ribben of uitstulpingen die de vervorming van de klang verhinderen)
- de schoefklangen moeten voorzien zijn van een verzonken schroefgat dat de hoogte van de schroefkop opvangt: de diameter van de kop moet exact overeenstemmen met deze van het schroefgat. Het gebruik van koppen met een andere diameter is uit den boze
- men mag geen schroeven gebruiken in combinatie met nagelklangen en omgekeerd
- de nagels en schroeven moeten loodrecht in de voorziene gaten geplaatst worden. Zoniet kan er schade berokkend worden aan de klang en kan de weerstand ervan verminderen. ■



Sinds enkele jaren worden er steeds vaker zonnepanelen geplaatst op onze daken en deze trend lijkt nog niet meteen over te waaien. Het aantal schadegevallen dat zich tijdens de zeer winderige dagen van de voorbije winter voordeed in België, lijkt echter te wijzen op een duidelijke onderdimensionering van de draagstructuren van de panelen.

Zonnepanelen op platte daken: windbelastingen

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

M. Wagneur, ing., voormalig directeur van de directie Informatie en bedrijfssteun, WTCB

In het [WTCB-Dossier nr. 2010/4.7](#) komen drie plaatsingstechnieken voor platte daken aan bod:

- fotovoltaïsche cellen die fabrieksmatig in de dakafdichting geïntegreerd worden of erop verkleefd worden
- panelen voorzien van een draagstructuur die op de dakafdichting geplaatst wordt en voorzien wordt van een ballast om weerstand te kunnen bieden tegen de windbelastingen
- panelen voorzien van een draagstructuur die bevestigd wordt aan de dakvloer of aan de gebouwstructuur via mechanische verankeringen die de afdichting doorboren.

Aangezien het merendeel van de schadegevallen zich voordeed op geballaste panelen, behandelen we in dit artikel enkel deze techniek.

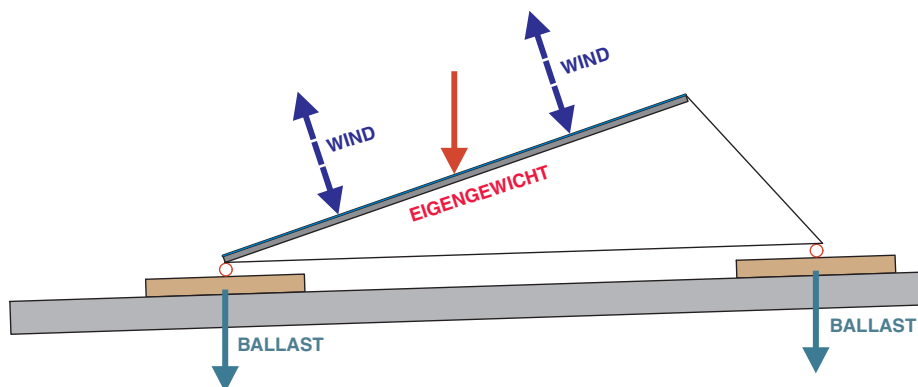
We moeten bij deze techniek de volgende elementen in acht nemen:

- de omgeving waarin het gebouw zich bevindt
- de dakhoogte
- de helling van het dak en van de panelen
- de dakzone waarin de panelen zich bevinden (aan de hoeken, aan de dakrand of in het midden van het dak)
- het eigengewicht van de installatie en het gewicht en de positie van de ballast
- de afstand tussen de rijen panelen
- de aan- of afwezigheid van een sluitpaneel aan de achterzijde van de panelen.

De uitgeoefende windbelasting kan niet rechtstreeks beoordeeld worden volgens de norm NBN EN 1991-1-4 en het [WTCB-Rapport nr. 11](#) aangezien deze documenten niet handelen over dit soort installaties. Daarom stelden we analogieën op met deze documenten aan de hand van proefresultaten in de windtunnel.



Afb. 1 Verschuiven fotovoltaïsche installatie



Afb. 2 Voorstelling van de verschillende belastingen die inwerken op de structuur en op het platte dak

Zonnepanelen zijn gevoelig voor windbelastingen die hun draagstructuur kunnen vervormen, omverblazen, optillen of verschuiven. Aangezien deze onstabiliteit van de draagstructuur schade kan berokkenen aan de installatie of aan de dakafdichting, moeten deze verschillende evenwichtsstadia grondig bestudeerd worden (zie afbeelding 2). Het is in deze context overigens raadzaam om steeds een beschermingslaag aan te brengen tussen de draagstructuur en de dakafdichting.

Afbeelding 2 geeft de belastingen weer die men in aanmerking dient te nemen en maakt tevens duidelijk dat men bij de berekeningen niet alleen rekening moet houden met de vorm van de draagstructuur maar ook met de positie en de verdeling van de ballast ten opzichte van de steunpunten van de draagstructuur. Indien het een geheel van meerdere panelen betreft, moet men erop toezien dat hun gemeenschappelijke draagstructuur voorzien werd van de nodige windverbanden en uitzettingsvoegen.

We beschouwen bij wijze van voorbeeld een paneel van 1,5 m² dat in een hoek van 15° ten opzichte van de horizontale bevestigd werd op een geballaste draagstructuur. Deze laatste werd op een 6 m hoog plat dak geplaatst dat zich in een open vlakte bevindt (ruwheids categorie II). De windbelasting op een zonnepaneel zonder sluitpaneel zal in dit geval tussen -1498 en -749 Pa schommelen (onderdruk), afhankelijk van zijn positie in het panelenveld en op voorwaarde dat het paneel zich niet aan de rand van het dak bevindt.

De ballast van de panelen zonder sluitpaneel moet, afhankelijk van de situatie, begrepen zijn tussen:

- 210 en 95 kg/m² om niet omvergeblazen te worden
- 133 en 57 kg/m² om niet opgetild te worden
- 201 en 92 kg/m² om niet verschoven te worden (bij een glijcoëfficiënt van 0,5).

Het noodzakelijke ballastgewicht is met andere woorden aanzienlijk. Het is dan ook onrealistisch om deze ballast te willen verwezenlijken met stoeptegels zoals men soms ziet.

Doordat het belastingsniveau sterk kan variëren volgens de positie van de panelen op het dak, is het raadzaam om voor elke situatie een nieuwe berekening uit te voeren in afwachting van een gevalideerde rekenmethode of tabelwaarden. Bij parallelle series van zonnepanelen op een draagstructuur zal deze belasting variëren volgens de positie van de panelen binnen de structuur. Het is echter risicovol om, zonder berekening van de windbelasting, te vertrouwen op het feit dat de panelen als een geheel werken en de stabiliteit van de sterk belaste delen (in de buurt van de dakrand of -hoeken) te laten afhangen van de minder belaste delen (midden van het dak).

Bij de installatie van zonnepanelen op een plat dak is het aangewezen om steeds vooraf de eventuele windbelastingen te berekenen. Aan de hand van deze (cruciale) waarde kan men vervolgens het installatietype en de plaatsingstechniek kiezen. ■

Tegenwoordig dient men bij de bepaling van het K-peil en het E-peil van een gebouw ook de invloed van de bouwknopen in rekening te brengen. In dit artikel lichten we aan de hand van enkele praktische voorbeelden toe hoe de methode van de EPB-aanvaardbare bouwknop een invloed uitoefent op de aansluiting van vensters op de ruwbouw.

EPB-aanvaardbare plaatsing van vensters

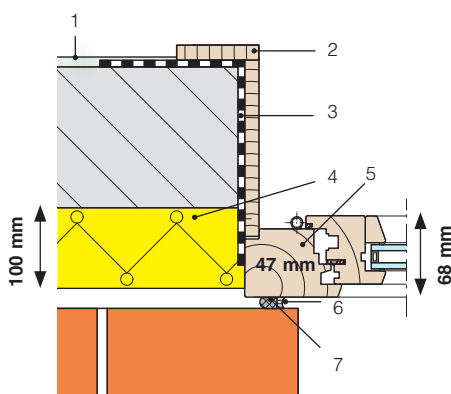
E. Kinnaert, ir., projectleider, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB

De methoden om de invloed van 'bouwknopen' in rekening te brengen en de basisregels voor de EPB-aanvaardbare bouwknopen kan men terugvinden in het [WTCB-Dossier nr. 2010/3.16](#). Bij de methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen toont men aan dat de details zodanig ontworpen werden dat de continuïteit van de thermische-isolatielaag toereikend is. De invloed van deze bouwknopen op het globale thermische-isolatie-niveau van het gebouw wordt forfaitair in rekening gebracht door middel van een kleine toeslag van 3 K-punten.

DE ISOLATIELAAG VAN DE GEVEL SLUIT RECHTSTREEKS AAN OP HET VASTE RAAMKADER

Indien de isolatielaag van de gevel rechtstreeks aansluit op het vaste raamkader, is **basisregel 1** voor vensters van toepassing. Basisregel 1 legt een minimumcontactlengte op tussen de gevelisolatielaag en het vaste raamkader. Deze contactlengte bedraagt minstens:

$$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} * \min(d_1, d_2)$$



- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1. Pleister | 5. Houten venster |
| 2. Houten dagkant | 6. Gevelkit |
| 3. Luchtdichtheidsmembran | 7. Rugvulling |
| 4. Isolatie (MW) | |

Afb. 1 Vensteraansluiting waarbij de isolatielaag van de gevel rechtstreeks aansluit op het vaste raamkader

waarbij:

- d_{contact} : de minimumcontactlengte tussen de gevelisolatielaag en het vaste raamkader
- d_1 : de dikte van het vaste kader van het raamprofiel, gemeten loodrecht op het glasoppervlak
- d_2 : de dikte van de isolatielaag van de samenkomende scheidingsconstructie.

Bij raamprofielen met een thermische onderbreking wordt de algemene formulering van basisregel 1 niet toegepast, maar geldt enkel dat de isolatielaag rechtstreeks in contact moet staan met de thermische onderbreking en dit over de volledige breedte van de onderbreking.

We illustreren dit principe met een voorbeeld waarbij we de aansluiting van een houten venster op de ruwbouw beschouwen (zie afbeelding 1). De dikte van de gevelisolatielaag uit minerale wol (MW) bedraagt 100 mm. Deze gevelisolatie sluit rechtstreeks aan op het houten raamkader van 68 mm dik.

Om te voldoen aan basisregel 1 dient de minimumcontactlengte d_{contact} tussen de gevelisolatielaag en het raamkader minstens gelijk te zijn aan de 'kleinste' helft van de waarden voor de diktes d_1 (dikte van het raamkader) en d_2 (dikte van de gevelisolatielaag). De waarden $d_1/2$ en $d_2/2$ bedragen respectievelijk 34 mm en 50 mm. De minimumcontactlengte d_{contact} tussen de gevelisolatielaag en het raamkader moet dus minstens 34 mm bedragen. In dit voorbeeld bedraagt d_{contact} 47 mm wat groter is dan 34 mm. De vensteraansluiting is met andere woorden EPB-aanvaard.

DE ISOLATIELAAG VAN DE GEVEL SLUIT NIET RECHTSTREEKS AAN OP HET VASTE RAAMKADER

Op vensteraansluitingen waarbij het vaste raamkader niet rechtstreeks aansluit op de isolatielaag van de samenkomende gevel (of scheidingsconstructie), maar waar er wel bijkomende isolerende delen kunnen tussengevoegd worden, is **basisregel 2** van toepassing.

Deze isolerende delen nemen plaatselijk de thermisch isolerende functie van de onderbro-

ken isolatielaag op zich waardoor de thermische snede behouden kan blijven (bv. bij een venster dat geplaatst werd met een omkasting uit multiplex).

Basisregel 2 voor vensters stelt dat alle tussengevoegde isolerende delen tegelijkertijd moeten beantwoorden aan drie eisen:

- de **warmtegeleidbaarheid** λ van elk van de tussengevoegde isolerende delen moet kleiner zijn dan of gelijk aan 0,2 W/mK
- de **warmteweerstand** R van elk tussengevoegd isolerend deel mag niet kleiner zijn dan de helft van de warmteweerstand R_i van de onderbroken isolatielaag van de samenkomende gevel of scheidingsconstructie, waarbij de bovengrens van R 1,5 m²K/W bedraagt. Er wordt met andere woorden geen rekening gehouden met de U_f -waarde van het raamprofiel, maar enkel met de warmteweerstand van de isolatielaag van de opake scheidingsconstructie. De warmteweerstand R [m²K/W] van een tussengevoegd isolerend deel wordt gedefinieerd als:

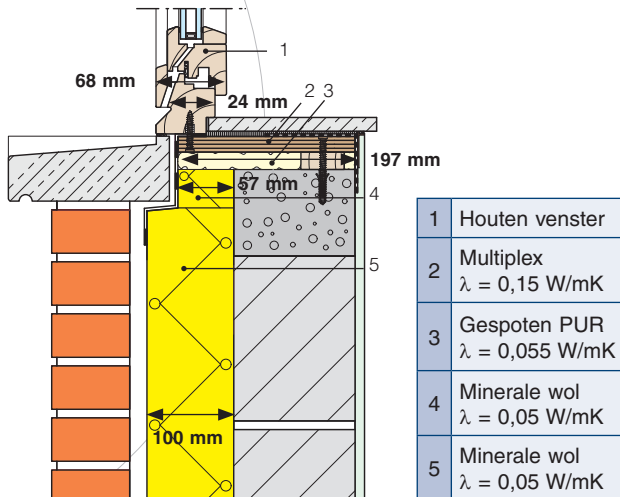
$$R = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}}$$

waarbij d_{isol} de dikte [m] en λ_{isol} [W/mK] de warmtegeleidbaarheid van het tussengevoegde isolerende deel voorstellen. De dikte d_{isol} moet loodrecht op de thermische snedelijng gemeten worden bij rechthoekige tussengevoegde isolerende delen (het meest voorkomende geval)

- $d_{\text{contact},i} \geq \frac{1}{2} * \min(d_{\text{isol}}, d_x)$. Deze **contactlengte-eis** moet als volgt gelezen worden: indien het tussengevoegde isolerende deel met dikte d_{isol} aansluit op een onderbroken isolatielaag van een scheidingsconstructie, dan is d_x te beschouwen als de dikte van de isolatielaag en geldt de helft van het kleinste van de twee als ondergrens voor de onderlinge contactlengte. Indien het tussengevoegde isolerende deel met dikte d_{isol} aansluit op een ander tussengevoegd isolerend deel, dan is d_x te beschouwen als de dikte van het andere tussengevoegde isolerende deel en geldt wederom de helft van het kleinste van de twee als ondergrens voor de onderlinge contactlengte.

We illustreren basisregel 2 opnieuw met een

Afb. 2 Vensteraansluiting waarbij de isolatielaag van de gevel niet rechtstreeks aansluit op het vaste raamkader



voorbeeld waarbij we een vensteraansluiting beschouwen ter hoogte van de vensterdorpel met een omkasting uit multiplex (zie afbeelding 2). Er werden drie verschillende isolerende delen tussengevoegd tussen de onderbroken isolatielaag uit minerale wol en het houten vensterkader, namelijk:

- een isolatie met een dikte van 57 mm uit minerale wol
- een isolatie met een breedte van 197 mm uit PUR
- een multiplexplaat met een breedte van 197 mm.

De **eerste eis van basisregel 2** stelt dat de warmtegeleidbaarheid λ van elk van deze tussengevoegde isolerende delen kleiner dan of gelijk aan $0,2 \text{ W/mK}$ moet zijn. Wanneer we de tabel in afbeelding 2 beschouwen, met daarin de warmtegeleidbaarheden van de tussengevoegde isolerende delen, kunnen we afleiden dat de warmtegeleidbaarheid van ieder tussengevoegd isolerend deel kleiner is dan $0,2 \text{ W/mK}$.

De **tweede eis van basisregel 2** stelt dat de warmteweerstand R van elk tussengevoegd isolerend deel niet kleiner mag worden dan de helft van de warmteweerstand R_1 van de onderbroken isolatielaag van de samenkomende gevel of scheidingconstructie, waarbij de bovengrens van R $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ bedraagt. De helft van de warmteweerstand R_1 van de onderbroken isolatielaag bedraagt:

$$\frac{R_1}{2} = \frac{\left(\frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}}\right)}{2} = \frac{\left(\frac{0,1\text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}}\right)}{2} = 1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

De warmteweerstand R van elk tussengevoegd isolerend deel bedraagt:

$$R_{\text{minerale wol}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,057\text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}} = 1,14 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{gespoten PUR}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,197\text{ m}}{0,055 \text{ W/mK}} = 3,58 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{multiplex}} = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} = \frac{0,197\text{ m}}{0,15 \text{ W/mK}} = 1,31 \text{ m}^2\text{K/W}$$

De warmteweerstanden van de tussengevoegde isolerende delen zijn stuk voor stuk groter dan de helft van de warmteweerstand R_1 van de onderbroken isolatielaag, waardoor voldaan wordt aan vereiste 2 van basisregel 2.

De **derde eis van basisregel 2** is een contactlengte-eis die stelt dat wanneer een tussengevoegd isolerend deel met dikte d_{isol} aansluit op een onderbroken isolatielaag met dikte d_x , de helft van het kleinste van de twee als ondergrens fungeert voor de onderlinge contactlengte. Ook wanneer een tussengevoegd isolerend deel met dikte d_{isol} aansluit op een ander tussengevoegd isolerend deel met dikte d_x , fungeert de helft van het kleinste van de twee als ondergrens voor de onderlinge contactlengte.

Toegepast op de vensteraansluiting uit afbeelding 2, geeft dit:

- de contactlengte tussen de onderbroken isolatielaag in minerale wol en het tussengevoegde isolerende deel in minerale wol:

$$d_{\text{isol}} = 100 \text{ mm dus } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$d_x = 57 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact,i}} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- de contactlengte tussen het tussengevoegde isolerende deel in minerale wol en het tussengevoegde isolerende deel in gespoten PUR:

$$d_{x,\text{minerale wol}} = 57 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{gespoten PUR}} = 197 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact,i}} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{minerale wol}}, d_{x,\text{gespoten PUR}}) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- de contactlengte tussen het tussengevoegde isolerende deel in gespoten PUR en het tussengevoegde isolerende deel uit multiplex:

$$d_{x,\text{gespoten PUR}} = 197 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{multiplex}} = 197 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact,i}} = 197 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{gespoten PUR}}, d_{x,\text{multiplex}}) = 98,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- de contactlengte tussen het tussengevoegde isolerende deel uit multiplex en het houten raamkader:

$$d_{\text{isol,raamkader}} = 68 \text{ mm dus } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 197 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact,i}} = 24 \text{ mm} \leq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{Niet OK}$$

De vensteraansluiting ter hoogte van de vensterdorpel uit afbeelding 2 voldoet met andere woorden niet aan de derde eis (contactlengte-eis) van basisregel 2 ter hoogte van de contactlengte tussen het raamkader en de omkasting uit multiplex. Deze vensteraansluiting is bijgevolg geen EPB-aanvaardbare bouwknoop.

Om ervoor te zorgen dat deze vensteraansluiting een EPB-aanvaardbare bouwknoop wordt, moet de contactlengte tussen de omkasting uit multiplex en het raamkader vergroot worden tot 34 mm zodat voldaan wordt aan basisregel 2:

$$d_{\text{isol,raamkader}} = 68 \text{ mm dus } \frac{d_{\text{isol}}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 207 \text{ mm dus } \frac{d_x}{2} = 103,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact,i}} = 34 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{\text{isol}}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Het merendeel van de glasbreuken die vastgesteld werden door de dienst Technisch advies was van thermische oorsprong. In de meeste gevallen had de breuk vermeden kunnen worden door bij het ontwerp van het ontwerp het risico op thermische breuk te evalueren en eventueel een aangepaste beglazing te gebruiken. Ook de toepassing van enkele elementaire gebruiksregels kan in deze context een groot verschil maken. Daarnaast moet men ook elke beschadiging van de randen van de beglazing vermijden aangezien deze zwakke plekken vormen.

✎ V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB

Thermische glasbreuk is een rechtstreekse gevolg van spanningen die veroorzaakt worden door een temperatuurverschil tussen twee aangrenzende zones in eenzelfde glasblad. Dit temperatuurverschil kan zich bijvoorbeeld voordoen tussen het zichtbare deel van een beglazing en het deel in de sponning of tussen een zone van de beglazing die blootgesteld wordt aan zonnestralen en een schaduwzone.

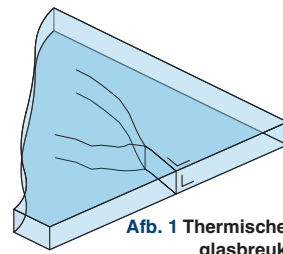
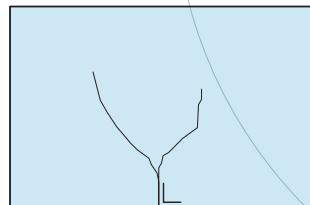
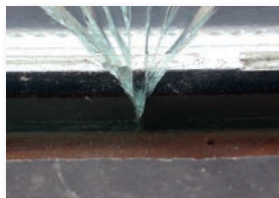
Een beglazing zal bij bezonning sneller opwarmen naarmate ze over een sterkere energieabsorptie beschikt. Indien een deel van de beglazing koud blijft, zal dit de vrije uitzetting van het warme deel verhinderen waardoor er druk- en trekspanningen ontstaan in respectievelijk het warme en het koude deel van de beglazing. Aangezien de trekweerstand van glas lager is dan de drukweerstand, kunnen de opgewekte trekspanningen de breukspanning overschrijden en glasbreuk veroorzaken. Dit fenomeen wordt thermische glasbreuk genoemd.

Thermische breuk ontstaat aan de rand van de beglazing, loodrecht op de rand en op de twee vlakken. De breuk kan al dan niet vertakt zijn (zie afbeelding 1).

RISICOFACTOREN

Het breukrisico is onder meer afhankelijk van de volgende factoren:

- de **weersomstandigheden**: het temperatuurverschil in het midden van het glas is rechtstreeks afhankelijk van de intensiteit van de zonnestralen die erop inwerken (afhankelijk van de oriëntatie van de gevel, het moment van de dag, het seizoen, de staat van de hemel, ...) en het maximale verschil in temperatuur tussen dag en nacht. Beglazingen georiënteerd tussen -60° en $+45^\circ$ rond het noorden vertonen een verminderd risico op thermische breuk aangezien ze niet blootgesteld worden aan de zon
- de **eigenschappen van de beglazing**: hoe hoger de energieabsorptiecoëfficiënt, hoe meer de beglazing opgewarmd wordt door bezonning. Absorberende beglazingen, ge-coate beglazingen of beglazingen waarop een reflecterende folie werd aangebracht warmen sneller op dan klassiek glas en zijn bijgevolg gevoeliger voor thermische breuk. Het risico op thermische breuk is ook hoger voor een (dubbele of driedubbele) isoleren-



Afb. 1 Thermische glasbreuk

de beglazing dan voor een enkele beglazing omwille van de lage warmteoverdracht binnen de luchtsponw. Beschadigde of afgeschilferde glasranden (veroorzaakt tijdens de productie, het transport op de plaatsing van de volumes) vormen zwakke punten van waaruit zich thermische glasbreuk kan voordoen bij lagere spanningen dan bij onbeschadigde randen. Zo zal ook gegraveerd, gezandstraald of zelfs gekrast glas gevoeliger zijn voor thermische breuk

- het type (sponning, verlijming, ...) en de kwaliteit van de **plaatsing van de beglazing** (het opspieën)
- de **thermische inertie** van het raamkader: hoe hoger deze waarde, hoe minder snel het raamkader zich zal aanpassen aan de buitenomstandigheden. Een hoge waarde betekent ook een groter temperatuurverschil tussen het zichtbare gedeelte van de beglazing en het deel dat in contact staat met het raamkader (en dus een hoger risico vormt voor thermische breuk). Ook de kleur van het raamkader kan een (eerder beperkte) rol spelen
- de **buitenomgeving** rond het gebouw (natuurlijke gebouwen, bomen, ...) of de eigenschappen van het gebouw zelf (overkragend terras, luifel, vooruitstekend gedeelte, buitenzonnewering, beglazing die dieper in het gevelvlak geplaatst werd) kunnen ervoor zorgen dat de beglazing zich gedeeltelijk en voor lange tijd in de schaduw bevindt
- de **binnenomgeving** kan het temperatuurverschil tussen het warme en het koude deel van de beglazing aanzienlijk doen toenemen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de aanwezigheid van zonneweringen of gordijnen, van een donkerkleurig object achter de beglazing (een meubel, de stijl van een schuifraam), van zelfklevers of posters die op het raam hangen, van een plafond achter de beglazing of van andere verduisterende objecten (zie afbeelding 2). Ook de aanwezigheid van een warmtebron (radiator, convactor, ...) of van een ventilatiesysteem dat koude of warme lucht verspreidt, kan dit temperatuurverschil in de hand werken.

PREVENTIE

In de meeste gevallen kan het **slijpen van de randen** van uitgegloeid glas het risico op thermische breuk verminderen. Indien het temperatuurverschil in de beglazing kan oplopen tot 30° , dient men **halfgehard of gehard glas** te gebruiken dat bestand is tegen temperatuurverschillen van respectievelijk ongeveer 200°C en 100°C . Deze richtwaarde is echter zeer veranderlijk en onder meer afhankelijk van de kwaliteit van de randafwerking van het glas.

Om breuken onder invloed van de **binnenomgeving** te beperken, (andere oorzaken buiten beschouwing gelaten) kunnen enkele eenvoudige maatregelen volstaan. Zo moet men een minimumafstand (van zo'n 40 mm) respecteren tussen de beglazing en het gordijn of zonnescherm, dient men systemen (radiatoren, convectoren, ...) te vermijden die rechtstreeks op de beglazing afstralen of blazen (maar eerder te kiezen voor systemen die parallel aan de beglazing of naar het midden van de ruimte blazen) en dient men deze op een afstand van minstens 20 cm van het glas te plaatsen, ...

Tijdens de **opslag** van het glas (in kisten of onverpakt) dient men erop toe te zien dat de beglazingen niet blootstaan aan de zon of aan een andere warmtebron. ■



Afb. 2 Thermische breuk onder invloed van de binnenomgeving

In samenspraak met de sector werden specifieke dimensionale uitvoeringstoleranties voor bepleisteringen op buitenisolatie (ETICS) opgesteld. Ze zijn gebaseerd op analyses van uitgevoerde werken die al dan niet aanleiding gaven tot bezwaren.

Y. Grégoire, ir.-arch., afdelingshoofd,
afdeling Materialen, WTCB

Toleranties voor ETICS

In geval van bezwaren controleert men het afgewerkte pleister in de gevelzone waar de hinder zich voordoet. Indien er een onvolkomenheid aangetroffen wordt, moeten de eventuele maatregelen proportioneel zijn met de hinder en afhankelijk zijn van het feit of de onvolkomenheid van functionele dan wel esthetische aard is.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de maximaal toegelaten afwijkingen voor bepleisteringen, afhankelijk van het pleistertype, de aangebrachte isolatie en de ondergrond.

Om de toepassing van een ononderbroken isolatielaag mogelijk te maken en rekening te houden met de maximaal toelaatbare afwijkingen voor pleisterwerken, dient men strenge toleranties te hanteren voor nieuwe ondergronden (opgegeven in de referentiedocumenten voor metselwerk en betonstructuren). De oplevering van de ondergrond dient steeds uitgevoerd te worden door de opdrachtgever.

Indien de afwijkingen van de ruwbouw voldoen aan de normatieve criteria, zullen de toelaatbare afwijkingen van de bepleistering

hoofdzakelijk afhangen van de dimensionale toleranties op de isolatieplaten, hun plaatsing en hun schuurbaarheid. Het hoeft dan ook geen beding dat de plaatsing van deze platen een belangrijke uitvoeringsfase vormt.

Indien de ruwbouw grotere afwijkingen vertoont (bv. bij renovaties), maken eventuele aanpassingswerken om de ondergrond dimensionaal aanvaardbaar te maken, geen deel uit van het normale takenpakket, maar zullen ze aanleiding geven tot een bijkomende afzonderlijke offerte. ■

Uitvoeringstoleranties voor ETICS: maximaal toelaatbare afwijkingen (zie WTCB-Contact 2010/1 voor het geschikte controlematerieel en beoordelingsmethoden die zowel gebruikt kunnen worden voor het pleisterwerk als voor de isolatieplaten en de ondergrond)

Voorwerp		'Nieuwe' ondergrond		ETICS			
		Metselwerk ⁽¹⁾	Beton-structuur ⁽²⁾	Gewenste uitvoeringstolerantie ⁽³⁾	Geplaatste isolatie	Afwerkpleister	
Types 1 en 2 ⁽⁴⁾	Type 3 ⁽⁴⁾						
de globale vlakheid onder de lat van 2 m		± 8 mm ⁽⁸⁾	± 8 mm ⁽⁸⁾	Normaal	± 5 mm	± 5 mm	± 8 mm
				Speciaal	± 3 mm	± 3 mm	± 5 mm
de plaatselijke vlakheid/onregelmatigheid onder de lat van 0,2 m		–	± 5 mm ⁽⁹⁾	Normaal	± 3 mm	± 3 mm	
				Speciaal	± 2 mm	± 2 mm	
verticaliteit/ loodrecht- heid	~ 1 verdiep (2,5 tot 3 m)	± 8 mm	± 8 mm ⁽⁵⁾	Normaal en speciaal	± 8 mm ⁽⁷⁾		
	gebouwhoogte	± 50 mm	± 16 tot 50 mm ⁽⁶⁾		± 50 mm		
de horizontaliteit (de afstand 'd' tussen twee punten op een lijn)		–	–	Normaal/speciaal	d < 3 m : ± 8 mm/± 6 mm 3 m < d < 6 m : ± 12 mm/± 8 mm 6 m < d < 15 m : ± 16 mm/± 12 mm		
de rechtheid van de lijnen/rand- (voor een lengte van 2 m)		– ⁽¹¹⁾	± 8 mm	Normaal	± 5 mm	± 5 mm	± 8 mm
				Speciaal	± 3 mm	± 3 mm	± 5 mm
de haaksheid (venteraansluiting, ...)		–	–	Normaal	± 5 mm/0,25 m		
				Speciaal	± 3 mm/0,25 m		
het niveauverschil in het buitenoppervlak		– ⁽¹¹⁾	± 5 mm ⁽⁹⁾	Normaal en speciaal	± 1/5 e ⁽¹⁰⁾	–	–
een lineaire afmeting 'd' in cm		± ¼ (d) ^{1/3} (≤ 4 cm)	–	Normaal en speciaal	± ¼ (d) ^{1/3} (≤ 4 cm)		

⁽¹⁾ Zie NBN EN 1996-2 ANB en het ontwerp van de STS 22 Metselwerk voor laagbouw (te verschijnen).

⁽²⁾ Zie NBN EN 13670 en het ontwerp van zijn nationale bijlage prNBN B 15-400. De opgegeven afwijkingen gelden voor tolerantieklasse 2 (streng) (te vermijden in het bijzondere bestek).

⁽³⁾ De te respecteren tolerantieklasse maakt het voorwerp uit van een overeenkomst tussen de partijen. Bij gebrek aan gegevens hierover in de contractuele documenten gaat men ervan uit dat de normale afwerking van toepassing is. De speciale afwerking wordt in principe enkel gehanteerd indien ze uitdrukkelijk voorgeschreven wordt in de contractuele documenten. In voorkomend geval is ze bij een eventuele controle aan het einde van de werken enkel geldig indien de aannemer die verantwoordelijk was voor de uitvoering van de ETICS vooraf een rapport ontving dat aangaf dat de ondergrond uitgevoerd werd binnen de toegelaten afwijkingen en dat de constructieve maatregelen geschikt zijn voor de technieken van ETICS.

⁽⁴⁾ Type 1 en 2: respectievelijk fijn gestructureerd dun pleister en fijn gestructureerd glad pleister eventueel bestemd om geveerd te worden. Type 3: dik mineraal pleister (mineraal krabpleister of grof sierpleister).

⁽⁵⁾ Berekend met de geschikte formule uit ⁽²⁾ voor een vrije verdiepingshoogte 'h' van 3000 mm.

⁽⁶⁾ Berekend met de geschikte formule uit ⁽²⁾, afhankelijk van de hoogtes en het aantal verdiepingen.

⁽⁷⁾ De toegelaten afwijking bedraagt ± 1/8 x h^{1/3} (of 8 mm), waarbij 'h' de hoogte is van de wand uitgedrukt in cm (gelijk aan 300 cm).

⁽⁸⁾ Een ondergrond met een afwijking tot 10 mm onder de lat van 2 m laat een plaatsing van de isolatieplaten toe met mortellijm of met PU-lijmschuim. Een afwijking tot 15 à 20 mm onder de lat van 2 m (zie technische fiches) laat een plaatsing met mortellijmstroken of -noppen toe (+ randstrook).

⁽⁹⁾ Een ondergrond met een afwijking tot 5 mm (vlakheid onder de lat van 0,2 m of niveauverschil) laat een plaatsing met mortellijm of met PU-lijmschuim toe. Een afwijking tot 10 mm (zie technische fiches) laat een plaatsing met mortellijmstroken of -noppen toe (+ randstrook).

⁽¹⁰⁾ Niveauverschillen tussen de platen moeten absoluut vermeden worden om het risico op scheurvorming te beperken. Indien nodig en toegelaten (zie technische fiche), is het raadzaam om de isolatieplaten te schuren. Het niveauverschil mag in geen enkel geval groter zijn dan de opgegeven afwijking ('e' stelt de dikte van de grondlaag voor).

⁽¹¹⁾ Bij gebrek aan normatieve criteria raadt men aan om de toegelaten afwijking voor betonstructuren te hanteren.

Naast de esthetische aspecten vormt ook de aanvaardbaarheid van maatafwijkingen bij betegelingen een steeds vaker voorkomend discussiepunt. Dit artikel geeft een overzicht van de dimensionale toleranties voor harde vloerbedekkingen en geeft aan hoe de controle op de bouwplaats moet uitgevoerd worden.

Controle van de dimensionale toleranties op de bouwplaats

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

Bij betwistingen over de plaatsing van (keramische of natuurstenen) vloerbetegelingen duidt de bouwheer doorgaans in situ de 'probleemzones' aan en controleert men of de toleranties al dan niet overschreden werden op deze plaatsen. Bij deze controle moet men enerzijds rekening houden met de plaatsingstoleranties en anderzijds met de reële dimensionale afwijkingen van de tegel (die kleiner moeten zijn dan de tegeltoleranties uit de normen).

Men gaat bij de controle eerst na of de opgemeten afwijkingen in situ groter zijn dan de plaatsingstolerantie. Indien dit niet het geval is, voldoet de betegeling. Wanneer de plaatsingstolerantie op bepaalde plaatsen wel overschreden wordt, gaat men op deze plaatsen de gerelateerde reële dimensionale afwijkingen van de tegel na en controleert men of de opgemeten afwijkingen groter zijn dan de som van de plaatsingstolerantie en de reële dimensionale afwijkingen van de tegel.

NIVEAUVERSCHIL

We verduidelijken dit principe aan de hand van een voorbeeld waarbij we de niveauverschillen controleren tussen aangrenzende natuursteentegels (50 cm x 50 cm) die in de mortel geplaatst werden op een dekvloer.

Bij deze plaatsingsmethode gaan we ervan uit dat eventuele dikteverschillen tussen de tegels onderling opgevangen kunnen worden door de mortellaag en dat deze geen invloed zullen hebben op het niveau van de tegels. Volgens



Afb. 1 Opmeting van het reële niveauverschil tussen twee aangrenzende tegels

de [Technische Voorlichting nr. 213](#) mag het niveauverschil tussen twee aangrenzende natuursteentegels met afmetingen tot 50 cm x 50 cm niet meer dan 1 mm bedragen (plaatsingstolerantie). Men moet echter ook rekening houden met de reële afwijking op de vlakheid van de tegel die opgeteld moet worden bij de plaatsingstolerantie van 1 mm. Bij een verlijmd plaatsing dient men hiernaast ook het reële dikteverschil tussen de tegels in aanmerking te nemen aangezien dit niet kan opgevangen worden door een dunne lijmlaag.

Het niveauverschil tussen de twee aangrenzende tegels wordt gemeten met behulp van een metalen lat en een schuifmaat. Men plaatst de lat op de hoger gelegen tegel en meet vervolgens met behulp van de schuifmaat de afstand tussen de bovenzijde van de lat en de bovenzijde van de lager gelegen tegel (net naast de voeg, zie afbeelding 1). Deze waarde verminderd met de hoogte van de lat, geeft het reële niveauverschil tussen de aangrenzende tegels weer.

Indien de waarde voor het reële niveauverschil kleiner is dan de plaatsingstolerantie van 1 mm, is het verschil aanvaardbaar. Is de opgemeten waarde echter groter dan 1 mm, dan bepaalt men op dezelfde plaats de reële afwijking op de vlakheid van de twee beschouwde tegels.

REËLE VLAKHEIDSAFWIJKING

Om de reële afwijking op de vlakheid van de beschouwde tegels na te gaan, plaatst men een lat, voorzien van blokjes met gelijke dikte aan de uiteinden, net naast de rand van de tegel, langs de zijde waar er betwisting is over het niveauverschil (zie afbeelding 2). Vervolgens meet men op gelijkaardige wijze met de schuifmaat de afstand tussen de lat en de tegel aan de uiteinden van de tegel (L1 en L2) en in het midden (L3). Het verschil tussen de meetwaarde bij meting in het midden van de tegel (L3) en het gemiddelde van de meetwaarden bij meting langs de uiteinden van de tegel ($(L1 + L2)/2$), geeft een indicatie van de reële afwijking op de vlakheid van de tegel (zie afbeelding 2).

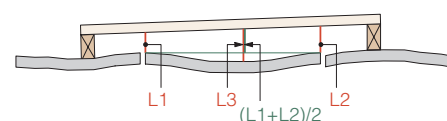
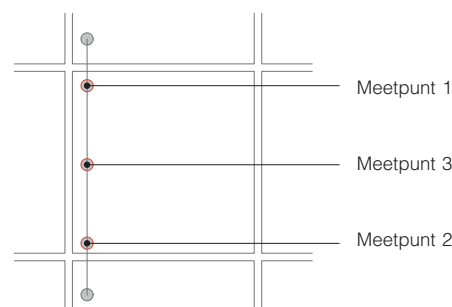
Deze waarde kan men ook toetsen aan de vlakheidstoleranties die opgegeven worden in de normen NBN EN 12057 of NBN EN 12058

Meer info

Indien men de globale uitvoering van de tegelwerken wenst te beoordelen (en niet enkel de probleemzones die aangeduid werden door de bouwheer), dient men een statistische benadering te hanteren (zie [WTCB-Dossiers nr. 2012/1.4](#))

(deze normen voor natuursteen tegels worden momenteel herzien. Indien er grote wijzigingen aangebracht worden, zullen we de sector hiervan zo snel mogelijk op de hoogte brengen).

Indien de som van de plaatsingstolerantie (1 mm) en de opgemeten vlakheidsafwijking op de tegel (verschil tussen de opgemeten vlakheidsafwijkingen van de twee aangrenzende tegels indien beide tegels hol of bol zijn, som van de vlakheidsafwijkingen indien de ene tegel hol is en de andere bol) kleiner is dan het opgemeten niveauverschil op die plaats, dan is het niveauverschil buiten de tolerantie. ■

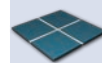


Afb. 2 Opmeting van de reële vlakheidsafwijking van de tegel

www.wtcb.be

INFORMATIE NR. 65

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



Het verenigen van de dimensionale toleranties met de eisen van bouwheren

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

Hoewel België slechts een klein deel van de afzetmarkt voor keramische tegels beslaat, blijkt uit navraag bij de producenten van dergelijke materialen dat een groot deel van de klachten uit ons land komt. Naast klachten over esthetische aspecten, vormt ook de aanvaardbaarheid van maatafwijkingen (bv. onvlakheden, niveauverschillen tussen aangrenzende tegels, onregelmatige voegbreedte, ...) een steeds vaker voorkomend discussiepunt. Bij deze maatafwijkingen vormen de ondergrond, de plaatsing en de geometrische eigenschappen van de tegels belangrijke factoren. De invloed van de toleranties op de ondergrond werd reeds besproken in [Infocite nr. 19](#). Ook de afmetingen van de tegels, die in de huidige tijdsgeest steeds groter worden, en de dimensionale toleranties van de afgewerkte betegeling bepalen in sterke mate de maatafwijkingen. Op de vorige pagina van deze WTCB-Contact kan men terugvinden hoe de controle op de bouwplaats moet uitgevoerd worden.

WAT ZEGT DE NORM?

Bij de productie van keramische tegels zijn kleine verschillen in afmetingen van de tegels na het bakproces onvermijdelijk. Om hieraan tegemoet te komen, worden deze laatste opgenomen als toleranties of toelaatbare afwijkingen in de productnorm NBN EN 14411 die ook informatie bevat over andere tegeleigenschappen zoals porositeit, breuk-, slijt- en vlekweerstand.

Deze norm uit 2006 begroot de dimensionale

toleranties op lengte, breedte, dikte, vlakheid, enz. met een percentage van de afmeting. De vlakheidstoleranties zijn van toepassing op de zijkanten, de diagonaal en de scheluwte van de tegel. De [Technische Voorlichting nr. 237](#) geeft echter aan dat deze toleranties onverenigbaar zijn met de eisen voor de afgewerkte betegeling en raadt daarom aan om strengere toleranties te hanteren.

NIEUWE PRODUCTNORM, NIEUWE DIMENSIONALE TOLERANTIES

Naar aanleiding van reacties van aannemers werd de norm uit 2006 dit jaar herzien om met name de dimensionale toleranties aan te passen. De voorgestelde wijzigingen werden in juni goedgekeurd en de nieuwe norm zou nog eind dit jaar moeten verschijnen.

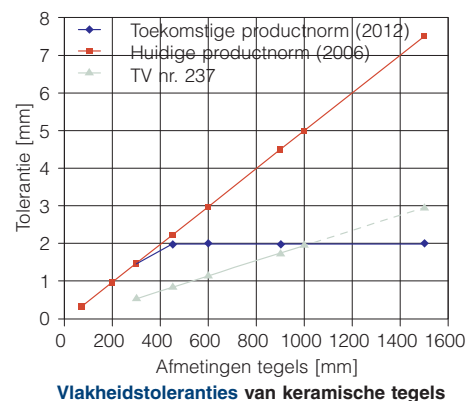
Voor tegels van klein tot gemiddeld formaat zullen de bepalingen uit de toekomstige norm niet veel veranderen. Voor grote tot zeer grote tegels (zie kader) vormt de beperking van de tolerantie tot 2 mm een belangrijke positieve evolutie.

Voor een keramische tegel B1a met afmetingen 600 mm x 600 mm zal de tolerantie op de vlakheid 0,5 % bedragen met een maximum van 2,0 mm. De 3,0 mm die uit de berekening volgt, wordt bijgevolg beperkt tot 2,0 mm. Ook de toleranties op de lengte en dikte worden begrensd in de nieuwe versie van de productnorm: voor de lengte geldt 0,6 % met een maximum van 2,0 mm en voor de dikte geldt 5 % met een maximum van 0,5 mm.

De bovenstaande grafiek geeft de toleranties weer uit de huidige en de toekomstige productnorm en uit de TV nr. 237. Deze curves geven aan dat het inderdaad noodzakelijk was om de dimensionale toleranties af te toppen in de toekomstige norm (vooral voor tegels met een groot of zeer groot formaat).

BESLUIT

De dimensionale tegeltoleranties die opgegeven worden in de Europese normen zijn vrij ruim waardoor de geproduceerde tegels doorgaans snel aan deze eisen beantwoorden. Bin-



nen de toegelaten eisen kunnen de dimensionale karakteristieken van de tegels echter nog sterk variëren. De toekomstige productnorm voor keramische tegels zal deze toleranties beperken en zo een einde maken aan deze al te grote variaties. Voor de Belgische bouwheer zullen deze verscherpte toleranties echter nog vaak ontoereikend blijken om een betegeling uit te voeren die voldoet aan zijn eisen.

Om te voldoen aan de verwachtingen van de gemiddelde Belgische bouwheer is het dan ook raadzaam om gebruik te maken van tegels die voldoen aan strengere dimensionale eisen dan deze die vermeld worden in de productnormen (bv. met een vlakheidstolerantie van 0,2 %, zie TV nr. 237), zeker voor tegels met een groot tot zeer groot formaat. Sommige fabrikanten geven in de technische steekkaart van de tegels ook zelf strengere toleranties op. ■

Opmerking

De kans dat twee aangrenzende tegels extreme toleranties hebben en dus een hoogteverschil van 4,0 mm vertonen, is echter bijzonder klein (de meeste tegels worden bovendien geproduceerd met kleinere maatafwijkingen dan deze uit de norm). Wanneer we deze waarde voor het hoogteverschil vergelijken met de tolerantie op de plaatsing (1 mm), stellen we vast dat deze waarde vier keer zo groot is. Indien de tegels geplaatst worden met niet-kruisende voegen, kan het hoogteverschil nog meer uitgesproken zijn.

Tegelformaten

De tegelformaten worden als volgt ingedeeld in de TV nr. 237 (ℓ: lengte; b: breedte):

- klein (*) en gemiddeld formaat: $\ell < 30 \text{ cm}$ en $b < 30 \text{ cm}$
- groot formaat: $30 \text{ cm} \leq \ell < 60 \text{ cm}$ of $30 \text{ cm} \leq b < 60 \text{ cm}$
- zeer groot formaat: $60 \text{ cm} \leq \ell < 100 \text{ cm}$ of $60 \text{ cm} \leq b < 100 \text{ cm}$.

De vraag naar het witschilderen van platte daken neemt gestaag toe. Lichtweerkaatsende daken zouden immers het rendement van fotovoltaïsche installaties kunnen verhogen. In dit artikel bespreken we om welke verfsoorten het gaat en of ze winst opleveren voor fotovoltaïsche installaties.

Lichtweerkaatsende dakafdichtingen en zonnepanelen

✍ E. Cailleux, dr., projectleider, laboratorium Hout en coatings (*), WTCB
B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB
X. Lencour, ir., afdelingshoofd, afdeling Energie en gebouw, WTCB

(*) Technologische Dienstverlening REVORGAN – Revêtements organiques, gesubsidieerd door het Waals Gewest.

De vraag naar lichtweerkaatsende daken is de laatste jaren sterk toegenomen. Tegelijk steeg ook het aanbod aan producten aanzienlijk zodat tegenwoordig zowat alle belangrijke types van dakafdichtingsmaterialen een zogenaamde lichtweerkaatsende variant hebben. Naast membranen met een lichte kleur werden er ook lichtweerkaatsende verven ontwikkeld.

Met lichtweerkaatsende daken wil men hoofdzakelijk de weerkaatsing van de zonnestralen versterken. Hierdoor daalt de temperatuur aan het dakoppervlak en wordt er minder warmte overgedragen naar de binnenomgeving van het gebouw. Op die manier hoopt men het risico op oververhitting in de zomer te beperken of – indien het gebouw over een actief koelsysteem beschikt – energie te besparen tijdens dit seizoen. Deze daken worden ten slotte verondersteld het rendement van fotovoltaïsche systemen te kunnen verhogen.

Er zijn tegenwoordig voor zowat alle daktypes lichtweerkaatsende verven voorhanden: voor minerale of metalen oppervlakken, bitumineuze of synthetische membranen, ... Naast hun veronderstelde invloed op de opwarming van gebouwen worden ze ook vaak aangewend om bepaalde dakafdichtingen (bv. SBS) te beschermen tegen UV-stralen. Daarnaast worden ze ook gebruikt om de thermische belasting op de membranen te beperken en de levensduur ervan te verlengen. Binnen het bestaande productgamma onderscheidt men doorgaans:

- **elastomeerverven:** doorgaans op basis van acryl, siliconen of polyurethaan. Deze verven beschikken meestal over hoge vervormingscapaciteiten waardoor ze zich goed kunnen aanpassen aan de dimensionale variaties van de ondergrond. Ze mogen niet verward worden met buitenverven voor gevels die niet ontwikkeld werden voor daken
- **verven met bitumeneus bindmiddel.**

De voornaamste schade aan lichtweerkaatsende verven uit zich in scheuren, afbladdering, kleurvariaties of faïencering. Deze degradaties manifesteren zich het vaakst op verven die in

situ aangebracht werden op synthetische of bituminieuze membranen. Het afbladderen doet zich op deze ondergronden doorgaans voor ter hoogte van waterstagnatiezones die gedeeltelijk onvermijdelijk zijn (overlapping van de banen, vlakheidstoleranties van de ondergrond, de aanwezigheid van hindernissen, ...). Daarnaast kunnen ze ook te wijten zijn aan hechtingsgebreken of aan een onaangepaste grondlaag.

IMPACT OP HET THERMISCHE GEDRAG VAN HET DAK

Hoewel deze dakverven wel degelijk een positieve invloed uitoefenen op de oververhittingsproblemen, neemt hun invloed af naarmate de thermische dakisolatie beter is.

De energie-impact van de verven is rechtstreeks afhankelijk van het klimaat, het thermische isolatieniveau van het dak en de aanwezigheid van een luchtbehandelingssysteem. In gebouwen die uitgerust zijn met een actieve koeling kunnen ze in de zomer, afhankelijk van de voornoemde invloedsfactoren, een positief effect uitoefenen op de beperking van de koelingsbehoeften. Tijdens het stookseizoen zal de vermindering van de opwarming van de afdichting een (doorgaans zeer beperkte) negatieve invloed uitoefenen op de verwarmingsbehoeften. De reële invloed van deze membranen zal hierdoor verschillen van gebouw tot gebouw. Dakisolatie blijft echter nog steeds de eerste energiebesparende maatregel die men dient te overwegen.

IMPACT OP HET RENDEMENT VAN FOTOVOLTAÏSCHE MODULES

Lichtweerkaatsende daken kunnen in bepaalde gevallen het rendement van fotovoltaïsche modules verhogen. Dit fenomeen zou hoofdzakelijk ontstaan naar aanleiding van twee mechanismen waarvan de invloed afhankelijk is van de configuratie van de installatie:

- een verminderde opwarming van de modules die hun werking doeltreffender maakt. De efficiëntie van de zonnepanelen daalt immers met zo'n 0,35 à 0,5 % per graad boven de 25 °C

- een verhoging van de opgevangen hoeveelheid zonnestralen.

De WTCB-metingen op panelen die bovenop de dakafdichting gemonteerd werden (zie afbeelding) toonden aan dat een wit membraan niet leidde tot een temperatuurdaling in de panelen. De lichtweerkaatsende daken konden echter wel zorgen voor een verhoging van de inval van zonnestralen op de cellen (afhankelijk van de helling van de zonnepanelen), hetgeen hun productie verhoogt. In de zomer kan de stralingsverhoging ongeveer 1,5 % bedragen bij een helling van 20° en ongeveer 10 % bij een helling van 45°. Fotovoltaïsche cilindervormige modules kunnen het licht uit alle richtingen opvangen. Bij deze systemen zorgt de lichtweerkaatsende dakafdichting voor een productieverhoging onafhankelijk van de helling.

Bij op het dakmembraan verlijmden panelen uit amorf siliciumdioxide zal de toepassing van een lichtweerkaatsende dakafdichting geen invloed uitoefenen op de stralingshoeveelheid die invalt op het zonnesysteem.

VEROUDERING

Lichtweerkaatsende dakafdichtingen kunnen mettertijd vuil worden. In de eerste jaren zal de afzetting van stof en vuil samen met biologische groei leiden tot een weerkaatsingsafname van 20 %. In bepaalde gevallen kan dit fenomeen meer uitgesproken zijn waardoor het positieve effect van de dakafdichting zelfs al na enkele maanden sterk kan afnemen. Om de prestaties op peil te houden, is een regelmatige reiniging aanbevolen die minstens plaatsvindt voor de start van elke zomerperiode. ■



Beoordeling van de invloed van de weerkaatsing van de dakbedekking op de temperatuur van de zonnepanelen

Het WTCB-Rapport nr. 1 over de dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties met warm water dat in 1992 gepubliceerd werd en verdeeld werd in zo'n 10.000 exemplaren, vormt tot op vandaag de referentie voor talloze bouwprofessionelen en technische-opleidingscentra. Op initiatief van het Technische Comité Verwarming en klimaatregeling zal in de lente een nieuwe versie van dit Rapport gepubliceerd worden met alle technologische en wettelijke evoluties van de laatste 20 jaar.

Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties: herziening van het WTCB-Rapport nr. 1

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

Het toepassingsgebied van het Rapport omvat centrale-verwarmingsinstallaties die werken op warm water en verbonden zijn met een warmteopwekkingstoestel dat gevoed wordt door vaste, vloeibare of gasvormige brandstof. De omschreven installaties kunnen zowel gebruikt worden voor de verwarming van woningen als voor de verwarming van grote gebouwen (appartementen, kantoren, scholen, ...). Aangezien het Rapport zowel waterregimes op hoge, lage als op zeer lage temperatuur behandelt, is het zowel bruikbaar voor oude als voor nieuwe installaties evenals voor verschillende types verwarmingsketels (standaardketels, lagetemperatuurketels en condensatieketels).

Hoewel het Rapport de dimensionering van warmtepompen buiten beschouwing laat, is het er toch deels op toepasbaar. De warmteafgiftesystemen (met water) die met de warmtepomp verbonden zijn, kunnen immers gedimensioneerd worden aan de hand van de beschreven methoden.

Aan het begin van het Rapport werd een nieuw hoofdstuk toegevoegd dat handelt over **het ontwerp van de installaties en de EPB-regelgeving**. Deze regelgeving bevat een aantal belangrijke aspecten voor installateurs:

- de specifieke eisen (vooral in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, maar in voorbereiding in de andere Gewesten) voor centrale-verwarmingsinstallaties (thermische isolatie van de leidingen, afstelling, modulering van het vermogen van de branders, ...)
- verplichtingen voor het vermijden van luchtvervuiling door centrale-verwarmingsinstallaties (erkenning van de techniekers, periodieke controle, onderhoud, ...)
- aanpassing van de warmteverliezen door middel van eisen voor de thermische isolatie en ventilatie in gebouwen
- het in rekening brengen van de eigenschappen van de installaties bij de berekening van het energieprestatieniveau.

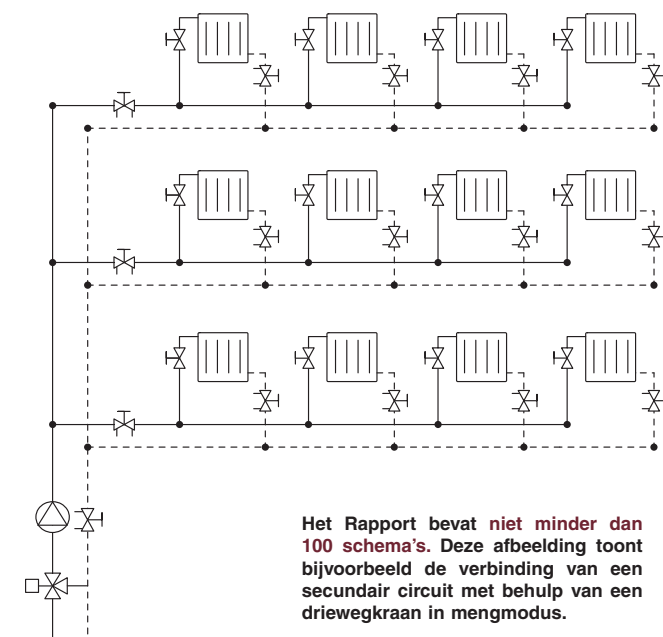
Het hoofdstuk over het vermogen van de verwarmingsketel bevat, naast de berekening van de warmteverliezen door transmissie en ventilatie, ook beschouwingen over het bijkomende vermogen bij een heropstart (opnieuw opwarmen van het gebouw na een periode van verwarmingsonderbreking) en de productie van sanitair warm water.

Terwijl in de eerste versie van het Rapport hoofdzakelijk radiatorverwarming aan bod kwam, legt de nieuwe versie zich ook toe op convectoren, vloer-, muur- en plafondverwarmingssystemen en thermoactieve bouw-elementen.

Het ontwerp en de dimensionering van warmteverdeelsystemen in een tweepijpsnet, een eenpijpsnet, door een collector of Tichelmann-kring worden steeds uitvoerig gedetailleerd. Dit is ook het geval voor de bepaling van de lineaire en plaatselijke drukverliezen. Hiervoor zal men in het nieuwe Rapport diverse formules terugvinden evenals reeds opgemaakte tabellen voor verschillende leidingsystemen.

Het hoofdstuk over de dimensionering van pompen werd uitgebreid met informatie over hun rendement, energieverbruik en werking in serie- en parallelschakelingen. Ook elektronisch geregelde circulatiepompen zullen in de nieuwe versie van het Rapport aan bod komen in een afzonderlijk hoofdstuk over de afstelling van het waterdebiet.

De dimensioneringsmethode voor expansievaten met een variabele druk werd op haar beurt aangepast aan de eisen uit de norm NBN EN 12828. In het nieuwe rapport worden ook een aantal aanbevelingen gegeven met betrekking tot de opstelling van het ex-



pansievat in de installatie en tot de dimensioneringsmethode voor expansievaten met een constante druk.

Ook de regelsystemen kregen een plaats in het nieuwe rapport waarin aspecten zoals de watertemperatuur, de omgevingstemperatuur en de waterdebieten uitvoerig aan bod komen. Talrijke hydraulische schema's illustreren de regelsystemen en de aanbevolen hydraulische verbindingen voor bijvoorbeeld condensatieketels. De principeschema's werden zowel voor individuele woningen als voor collectieve gebouwen (appartementen) en kantoorgebouwen opgesteld.

Ten slotte bevat het Rapport nog een nieuw hoofdstuk over de dimensionering van evenwichtsflessen. ■

www.wtcb.be

WTCB RAPPORT NR. 14

Het WTCB-Rapport nr. 14 zal Rapport nr. 1 vervangen. De publicatie is voorzien voor de lente van 2013.

Bij de vervanging van een defect of verouderd (atmosferisch) verwarmingstoestel door een verwarmingsketel van de huidige generatie kan men doorgaans een aanzienlijk hoger rendement behalen. Deze vervanging kan in bepaalde gevallen echter bijkomende implicaties met zich meebrengen voor de toevoer van verbrandingslucht en de afvoer van de rookgassen. We overlopen in dit artikel de mogelijke problemen met gastoeestellen en reiken een aantal oplossingen aan.

Vervanging van aardgastoestellen aangesloten op collectieve rookgasafvoerkanalen

I. De Pot, ing., hoofdadviseur, afdeling Technisch advies, WTCB
K. De Cuyper, ir., coördinator van de Technische comités, WTCB

Bij het vervangen van verwarmingstoestellen in eengezinswoningen stellen zich meestal weinig problemen, op voorwaarde dat men de vorming van condensatie in de schouw opvangt door bijvoorbeeld een voering aan te brengen. Bij renovaties in appartementsgebouwen kan een dergelijke vervanging veel problematischer zijn aangezien men in deze gebouwen vaak te maken krijgt met een collectie, binnen het gebouw gelegen, rookgasafvoerkanal waarop verschillende gasketels met een open verbrandingskamer aangesloten zijn.

De meeste problemen kunnen teruggebracht worden tot de werkingsverschillen tussen de nieuwe en de oude verwarmingstoestellen. Het grootste verschil tussen beide is de veel lagere rookgastemperatuur van de nieuwe ketels.

De vervanging van een oude verwarmingsketel die aangesloten is op een collectief rookgasafvoerkanal door een moderne ketel met een open verbrandingskamer kan twee belangrijke gevolgen hebben:

- **condensatievorming** in het rookgasafvoerkanal. Dit kan schade veroorzaken aan het kanaal en aan de aangrenzende binnenwanden
- door de aanzienlijke lagere rookgastemperatuur ondergaat **de trek** van het collectieve afvoerkanal een belangrijke wijziging. Hierdoor ontstaat er een risico op rookterugslag niet alleen naar het eigen appartement, maar ook naar de andere appartementen die verbonden zijn met hetzelfde collectieve rookgasafvoerkanal. Deze terugslag kan leiden tot een slechte verbranding en de vorming van CO-gas dat intoxicatie kan veroorzaken bij inademing en zelfs de dood tot gevolg kan hebben (*).

Het is met andere woorden niet zonder meer toelaatbaar om een oud gastoezel van type B te vervangen door zijn moderne versie. Het is evenmin toegelaten om een bijkomend kanaal voor de afvoer van een nieuw toestel (bv. van type C₃) te installeren in een bestaande collectieve schouw. Deze wijziging zou immers de goede afvoer van de andere toestellen kunnen verstoren.

Een mogelijke oplossing voor dit probleem bestaat uit de plaatsing van een **toestel met een muurafvoer** van bij voorkeur het **gesloten type** (bv. van type C₁). Indien dit niet toegelaten is of om een of andere reden niet mogelijk is, kan men ervoor opteren om de **collectieve schouw te voorzien van een extractor**, op voorwaarde dat alle aangesloten toestellen van het type B_{11BS} zijn (d.w.z. uitgerust met een thermische trekbeveiliging). Deze oplossing vereist echter dat de werking van alle toestellen die aangesloten zijn op de schouw, ondergeschikt gemaakt wordt aan de werking van de extractor. Dit doet men door in hun uitlaat een diafragma aan te brengen dat voorzien is van een verschilddruckschakelaar die het toestel uitschakelt bij onvoldoende trek. De extractor en de verschillende diafragma's dienen zodanig berekend te worden dat er over de diafragma's een verschilddruk heerst van 20 tot 30 Pa. Deze berekening gebeurt aan de hand van de af te voeren rookgasdebieten en de karakteristieken van de schouw (afmetingen, tracé, wandruwheid).

Indien de bovenstaande oplossingen ontoereikend zijn, rest er bijvoorbeeld nog de **CLV-oplossing** (Combinatie Luchttoevoer Verbrandingsgasafvoer). Hierbij worden de concentrische buizen buiten het gebouw geplaatst (zie afbeelding) en worden systematisch alle vervangen toestellen hierop aangesloten. Deze keuze vereist echter wel dat alle

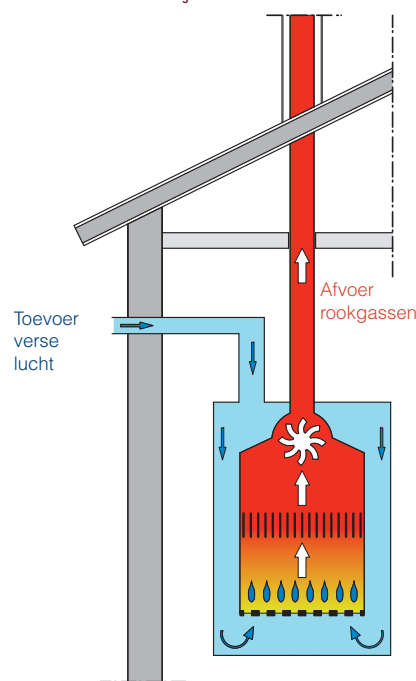
betrokkenen bereid zijn om mee te investeren in het CLV-systeem.

Indien alle toestellen gelijktijdig vervangen worden, heeft men veel meer mogelijkheden en kan men dankbaar gebruikmaken van de nieuwe toestellen die op de markt beschikbaar zijn:

- gesloten toestellen (type C₃, C₄, C₅, C₈ of C₉)
- toestellen met open verbrandingskamer (type B₂ of B₃)

De schacht van de collectieve schouw kan in dit geval gebruikt worden voor de plaatsing van de afvoer- en of toevoerbuizen die ook hier vanzelfsprekend correct zullen moeten gedimensioneerd worden voor elke situatie. ■

Schematische voorstelling van een gesloten toestel van het type C₅



(*) In 2010 werden er in België 694 intoxicaties opgetekend, waarvan 58 % te wijten was aan een gastoezel.

Hoewel de isolatietechniek langs de binnenzijde meer voorzichtigheid vraagt dan andere gevelisolatietechnieken, vormt deze in bepaalde gevallen de enige optie om het isolatieniveau van de bestaande muren te verhogen. Daarom werd er op vraag van het Vlaamse Gewest een brochure opgesteld die alle actuele informatie over deze techniek bevat. Dit artikel vat de stappen samen die aan de grondslag lagen van de opstelling van een diagnosemethode.

Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: diagnose

A. Tilmans, ir., projectleider, laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB
P. Steskens, dr. ir., projectleider, laboratorium Energiekarakteristieken, WTCB
S. Roels, prof. dr. ir., afdelingshoofd van de afdeling Bouwfysica, KULeuven
E. Vereecken, BAP-bijz. navorsers bij de afdeling Bouwfysica, KULeuven

Dit artikel werd opgesteld met de steun van de Technologische Dienstverlening Ecobouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door het Brussels Instituut voor Onderzoek en Innovatie (InnovIRIS).

Bij de diagnose beschouwt men de te isoleren muur en zijn omgeving om uit te maken of isolatie langs de binnenzijde zonder meer mogelijk is, bijkomend onderzoek vergt of af te raden valt. In de onderstaande tabel overlopen we de stappen om na te gaan of er bij de thermische isolatie van een bestaande muur problemen kunnen optreden door vocht of vorst.

Naast een verlaagd energieverbruik zal het aanbrengen van een isolatie langs de binnenzijde

ook een invloed hebben op het hygrothermische gedrag van de geïsoleerde muur. Doordat deze muur immers niet langer verwarmd wordt langs de binnenzijde, zal hij minder snel drogen en vochtiger worden, vooral indien hij blootstaat aan slagregen (oriëntatie tussen het zuiden en het westen). Doordat de muur bovendien vaker temperatuurvariaties zal ondergaan, kan hij tijdens koudere periodes zwaarder belast worden door de vorst en zou er na de isolatiewerken schade kunnen optreden. De techniek valt in

elk geval af te raden bij gebouwen met binnenklimaatklasse IV (bv. zwembad).

Hoewel nog niet alle praktische vragen beantwoord werden, kan de toepassing van deze diagnose niettemin bepaalde knelpunten naar voren brengen die bijzondere aandacht vragen bij de keuze van de isolatietechniek en de materialen alsook bij de uitvoering van de werken. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/4.16

In de lange versie van dit artikel, die binnenkort beschikbaar is op onze website, is een uitgebreidere tabel opgenomen die ook de diagnosepunten bevat voor de materiaaleigenschappen en de technische installaties die het binnenklimaat beïnvloeden.

Staat	De techniek is zonder meer toepasbaar	De toepasbaarheid is onbekend (bijkomende controles of onderzoeken moeten de toepasbaarheid bevestigen)	De techniek valt af te raden in de huidige staat (interventies die de vastgestelde gebreken aanpakken, kunnen de techniek alsnog toepasbaar maken)
Zichtbare schade	Geen zichtbare schade (sporen van vocht in de binnenafwerking, oppervlakkige afschilfering van de bakstenen aan de buitenzijde, ...) en geen vochtbronnen (vaststelling na metingen van de vochtigheidsgraad met bv. een elektrische vochtmeter)	Geen zichtbare schade maar aanwezigheid van vochtbronnen (opstijgend vocht, spatwater, enz.) die aanleiding kunnen geven tot schade na de plaatsing van de isolatie (vaststelling na metingen van de vochtigheidsgraad met bv. een elektrische vochtmeter)	Aanwezigheid van vochtplekken, een vochtfront, zoutuitbloeiingen, algen, scheuren, oppervlakkige afschilfering van de bakstenen buiten (vorstgevoelig)
Blootstelling aan vocht en vorst ⁽¹⁾	Typologie van de gevel en blootstelling aan de regen		
	- Vol metselwerk van minstens 2 stenen dik of met een dikte $\leq$ anderhalve steen met een beperkte blootstelling aan de regen ⁽²⁾ - Massieve muur uit gewapend beton (al dan niet geïsoleerde) spouwmuur - Binnenmuur	Vol metselwerk van anderhalve steen dik met een gemiddelde tot hoge blootstelling aan de regen ⁽²⁾	Vol metselwerk met een dikte $\leq$ aan 1 steen met een gemiddelde tot hoge blootstelling aan de regen ⁽²⁾
	Technische installaties		
	- Afwezigheid van water- of andere leidingen in de gevel die vocht- of vorstgevoelig zijn - De afwezigheid van technische installaties die de isolatielaag doorboren vereenvoudigt de plaatsing		Aanwezigheid van water- of andere leidingen die vocht- of vorstgevoelig zijn in de gevel
	Tussenliggende vloeren		
	Betonvloer of houtstructuur die niet ingewerkt werd in de te isoleren gevel	Onbeschadigde houten draagstructuur die ingewerkt werd in de te isoleren gevel	Houten draagstructuur met beschadigingen die ingewerkt werd in de te isoleren gevel

⁽¹⁾ De isolatie langs de binnenzijde zal de thermische belastingen versterken waardoor de gevolgen van vorst duidelijker zullen worden. Er kan met andere woorden schade optreden na de isolatie van de gevels. Deze zal zich hoofdzakelijk uiten in sterk bevochtigde zones en gevels die blootstaan aan slagregen. Dit risico kan enkel vermeden worden door de aanbrenging van een waterdichte bescherming aan de buitenzijde.

⁽²⁾ Men neemt aan dat de blootstelling aan de regen beperkt is voor gevels met een noordwestelijke tot noord- à zuidoostelijke oriëntatie.

Bouwakoestiek kende de laatste jaren een opmerkelijke groei dankzij de opmars van duurzaam bouwen. Doordat zowel de normen inzake akoestisch comfort als de gebruikerseisen een pak strenger geworden zijn, groeide ook de vraag naar proeven op akoestische materialen of concepten waarmee men aan deze eisen kan voldoen. Om te kunnen beantwoorden aan deze recente evolutie in de sector, richtte het WTCB een gloednieuw laboratorium op.

Het WTCB heeft een nieuw laboratorium akoestiek

M. Van Damme, ing., labohef, D. Wuyts, ir., adjunct-labohef en B. Ingelaere, ir.-arch., adjunct-departementshoofd, departement Energie, Akoestiek en klimaat, WTCB



Afb. 1 Overzichtsbild van de nieuwe proefhal

STIJGENDE VRAAG

Om de akoestische isolatie (i.e. het reële akoestische comfort) van het afgewerkte gebouw te kunnen voorspellen, moet men de akoestische prestaties van elk samenstellend element kennen. Deze prestaties kunnen enkel opgemeten worden in genormaliseerde proefcellen in het laboratorium die onafhankelijk van elkaar opgesteld zijn. Op deze manier wordt elke geluidsoverdracht via flankerende wegen vermeden en kan men enkel het geluid opmeten dat overgedragen wordt door het beproefde element.

Tijdens de jaren 70 werden de allereerste proefcellen voor akoestiek gebouwd op het WTCB-proefterrein te Limelette. In deze cellen konden de geluidsisolerende en geluidsabsorberende prestaties van bouwelementen gekarakteriseerd worden. Het WTCB-laboratorium beschikte in die tijd over een nagalmkamer en zes proefopeningen waarin de te beproeven constructies gemonteerd werden (in de openingen tussen de zend- en ontvangstruimten). Deze proefopeningen voldeden aan de Europese normen, werden stuk voor stuk BELAC-geaccrediteerd en als dusdanig 40 jaar lang gebruikt.

De laatste jaren merkten we een grote stijging op van het aantal aanvragen voor de akoestische karakterisering van materialen. Deze vraag steeg zelfs zo snel dat de planning voor proeven in de verschillende proefopeningen voor zeer lange termijn volzet was. Het laboratorium was bovendien slechts moeilijk toe-

gankelijk voor vorkheftrucks, waardoor er geen proeven konden uitgevoerd worden op bepaalde zware elementen (geluidsschermen, gevels, vloeren, ...). Naast deze logistieke problemen was het echter vooral de aankondiging van nieuwe Europese meetnormen waarbij gebruik gemaakt moet worden van grotere proefcellen, die de doorslag gaf voor de bouw van een nieuwe proefpost akoestiek.

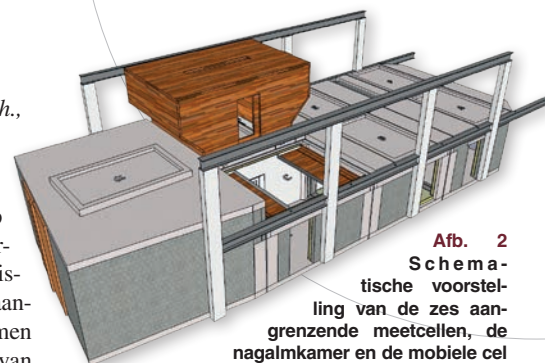
GROTER, VEELZIJDIGER EN EFFICIËNTER

De weinig praktische bestaande proefcellen die niet meer aan de nieuwe normen zouden voldoen, werden afgebroken. De proefpost waarin de oude cellen zich bevonden, werd opgenomen in het ontwerp van het nieuwe laboratorium als opslagplaats en voorbereidingsruimte voor de proefstukken.

Doordat de nieuwe proefpost in het verlengde van de bestaande proefpost gebouwd werd en er bovendien een rolbrug voorzien werd tussen beide, kunnen zware elementen nu eenvoudig getransporteerd worden van de voorbereidings- naar de proefpost.

Het volledige laboratorium werd ontworpen rond een reeks aangrenzende, maar structureel ontkoppelde, cellen die speciaal ontworpen werden om te voldoen aan de criteria uit de normen ISO 10140.

Het nieuwe laboratorium behelst zes vaste cellen, een mobiele cel en een nagalmkamer. Er zijn in het totaal met andere woorden dertien meetopeningen beschikbaar: drie verticale meetopeningen voor grote elementen (muren, wanden, gevels), een meetopening voor geprefabriceerde elementen die aangebracht kunnen worden via de bovenzijde van de cellen, drie vaste meetopeningen voor kleine elementen (vensters, beglazingen, deuren) en zes horizontale meetopeningen (vloerplaten, dekvloeren, vloerbekledingen). Dankzij dit systeem kunnen er verschillende proefstukken gelijktijdig gemonteerd worden in de proefopeningen waardoor de wachttijd voor de proeven aanzienlijk verkort wordt.



Afb. 2 Schematische voorstelling van de zes aangrenzende meetcellen, de nagalmkamer en de mobiele cel

Daarnaast werd er speciaal voor dit laboratorium een volledig digitaal meetsysteem op punt gezet (met luidsprekers, microfoons, analysers).

Dankzij zijn opbouw (een structuur uit balken en kolommen met daartussen zware betonnen metselwerk wanden, de systematische toepassing van voorzetwanden langs de binnenzijde, de funderingsbalken die losgekoppeld werden van de gebouwstructuur, ...) laat het nieuwe gebouw ook precieze metingen toe van extreem hoge isolatiewaarden (bv. voor bioscoopwanden).

Het laboratorium werd uitgerust met een nieuwe nagalmkamer voor het meten van de geluidsabsorptiecoëfficiënt van materialen. Deze kamer werd, net zoals de andere laboratoriumcellen, voorzien van grote toegangspoorten waardoor de proefstukken zelfs binnenin de cellen verplaatst kunnen worden met vorkheftrucks.

Het nieuwe laboratorium werd onderworpen aan uitgebreide validatieproeven en een audit door het certificatieorganisme BELAC en is operationeel sinds februari 2012. ■



Afb. 3 Nieuw meerkanaalsmeetsysteem en beeld van een proefwand

Naar aanleiding van de toenemende vergrijzing en de kosten voor de samenleving die ermee gepaard gaan, tracht men ouderen zo lang mogelijk zelfstandig thuis te laten wonen. Deze zelfstandigheid wordt tijdens de laatste levensjaren vaak bepaald door hun vermogen om bepaalde niveauverschillen (drempels) of trappen zelfstandig te overbruggen. In dergelijke omstandigheden kan de plaatsing van een stoeltjeslift, hefplateau of lift een oplossing bieden.

Verticaal transport in woningen

✎ S. Danschutter, ir.-arch., projectleider, laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB

De keuze voor een bepaalde oplossing is afhankelijk van verschillende factoren:

- de **omgeving** waarin het toestel geplaatst moet worden
- **persoonsgebonden factoren** die bepalen of een bepaald toestel (ook op langere termijn) de meest geschikte oplossing is
- de beschikbare **toesteltypes**
- de voorwaarden die de **subsidiërende instanties** opleggen (om aanspraak te kunnen maken op een financiële tegemoetkoming).

In het kader van aanpasbaar bouwen kan het zinvol zijn om de nodige bouwkundige voorzieningen te treffen om een dergelijk toestel in een latere fase te kunnen plaatsen. In het WTCB-Dossier op onze website wordt hier dieper op ingegaan (zie kader).

De toestellen voor het overbruggen van hoogteverschillen kunnen onderverdeeld worden in toestellen die aan de **liftenrichtlijn** (95/16/EG, inclusief aanpassingen) moeten beantwoorden en toestellen die enkel moeten voldoen aan de **machinerichtlijn** (2006/42/EG). Een van de criteria om niet onder de liftenrichtlijn te vallen, is de snelheid. Zo zijn hijs- of heftuigen met een maximumsnelheid van 0,15 m/s geen liften maar machines. Binnen de toestellen die vallen onder de machinerichtlijn kan men in grote lijnen een onderscheid maken tussen verticale hefplateaus, hefplateaus met hellende baan en trapliften of stoeltjesliften.

De Europese norm NBN EN 81-70 geeft de veiligheidsregels op voor een toegankelijke lift. Dit document bevat tal van eisen die de goede toegankelijkheid van de lift moeten verzekeren, waaronder de kooi-afmetingen en de vrije doorgangsbreedte van de liftdeur. We beschouwen als voorbeeld een lift van 110 cm breed en 140 cm diep en een vrije doorgangsbreedte voor de liftdeur van 90 cm. Dit kooi-type verzekert volgens de norm een goede toegankelijkheid voor zowel manuele rolstoelen (NBN EN 12183) als elektrische rolstoelen van type A of B (NBN EN 12184).

Om de minimumwaarden voor de kooi en de

Afmetingen uit de norm ISO 4190-1 voor een elektrische lift met kooi-afmetingen 110 x 140 cm, een vrije doorgangsbreedte van de liftdeur van 90 cm en een snelheid van 1 m/s ⁽¹⁾, zie afbeelding

b_1 ⁽²⁾	Breedte liftkooi	110 cm	b_3	Schachtbreedte	170 cm
b_2 ⁽²⁾	Breedte liftdeur	90 cm	b_4	Breedte machinekamer	190 cm
d_1 ⁽²⁾	Diepte liftkooi	140 cm	d_3	Diepte liftput	140 cm
d_2	Schachtdiepte	190 cm	d_4	Diepte machinekamer	370 cm
h_1	Uitloophoogte	370 cm	h_3 ⁽²⁾	Hoogte liftdeur	210 cm
h_2	Hoogte machinekamer	Nationaal bepaald	h_4 ⁽²⁾	Hoogte liftkooi	220 cm

⁽¹⁾ De vermelde waarden zijn de minimumafmetingen van de ruwbouwmaten. Het gaat hier dus telkens om een toelaatbare grensmaat naar onderen. Voor gebouwen met minder dan 20 verdiepingen wordt $K = 50$ mm voorgesteld als de toelaatbare afwijking naar boven.

⁽²⁾ Dit zijn de maten van de lift zelf (het product) en niet de ruwbouwmaten.

vrije doorgangsbreedte uit de norm te kunnen respecteren, is het belangrijk dat de liftschacht, de schachtkop, de schachtput en de machinekamer correct gedimensioneerd worden. De enige norm die hiervoor afmetingen opgeeft, is de norm ISO 4190-1 (zie tabel).

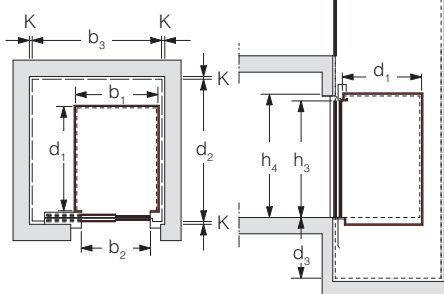
Deze norm is echter onvolledig aangezien er belangrijke gegevens ontbreken voor de maatvoering (bv. de ruwbouwmaten van de deuropening). Uit een vergelijking van deze tabel met de informatie van de fabrikanten blijkt dat er bovendien regelmatig afgeweken wordt van de opgesomde waarden. De voornaamste afwijkingen betreffen:

- uitvoeringsvarianten van fabrikant
- de frequente plaatsing van liften zonder machinekamer
- de vermindering van de afmetingen van d_3 (diepte liftput) en h_1 (uitloophoogte) bij de plaatsing van nieuwe liften in bestaande gebouwen (volgens het KB van 6/12/2005).

Daarenboven zal men in het kader van aanpasbaar bouwen of woningaanpassing zelden voldoende ruimte hebben voor het plaatsen van een lift. Zelfs met een gereduceerde liftput en uitloophoogte is er nog steeds meer ruimte nodig voor het plaatsen van een lift (liftenrichtlijn) dan voor het plaatsen van een verticaal hefplateau (machinerichtlijn). Men kiest ook vaak voor een zo klein mogelijke 'drager' (de kooi/het plateau). Voor rolstoelgebruikers kan men in de norm NBN EN 81-41 (2011) de volgende afmetingen terugvinden:

- 90 cm x 140 cm voor een rolstoel van type A of B met begeleider
- 80 cm x 125 cm voor een rolstoel van type A zonder begeleider.

De 'drager' van verticale hefplateaus is vaak niet volledig omsloten, hetgeen bij liften wel het geval is. Dit zorgt opnieuw voor plaatsbesparing, maar vereist ook een dodemansbediening (constant ingedrukt houden van de bedieningsknop) bij het gebruik van het toestel. ■



Schematische voorstelling van de lift uit de bovenstaande tabel

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/4.18

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

Het WTCB is ervan overtuigd dat documentbeheer essentieel is voor de goede organisatie van elke bouwplaats. Om kleine en middelgrote bedrijven hierbij te helpen, ontwikkelde de afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken een aantal typedocumenten.

C-DOC[®] maakt documentbeheer een stuk eenvoudiger



Afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken,
WTCB



De **typedocumenten** werden opgesteld door de ingenieurs van de afdeling. Deze kunnen terugvallen op een jarenlange ervaring in het opstellen van prijsaanvragen, projectfiches, lijsten van plannen, technische fiches, aanvragen voor voorlopige oplevering, bevestigingen van bestellingen, vergelijkingen van offertes, ...

De C-DOC[®]-tool werd speciaal ontwikkeld om deze typedocumenten beter te kunnen gebruiken en te ordenen. Deze tool laat niet alleen toe om de bedrijfsgegevens en de bouwplaatsgegevens **automatisch** in te voeren, maar ook om een vooraf opgesteld klassement te **systematiseren**.

De typedocumenten en de verschillende bouwplaatsdocumenten kunnen tevens geraadpleegd worden via de *cloud*. Dankzij **cloud computing** kan men gegevens en/of software die zich standaard op een computer, tablet of smartphone bevinden, op één plaats stockeren. Op die manier heeft elke aannemer via het internet toegang tot zijn gegevens via toepassingen zoals Dropbox[®], Skydrive[®] of Google Drive[®], hubiC[®]. ■

Bouwen aan de toekomst bvba
Algemene bouwonderneming
Bloemenstraat 3
1932 Zaventem

PRIJSAANVRAAG

UITRUSTINGSBEDRIJF NV
t.a.v. de heer Paul Dujardin
Stationsstraat 3
B-1000 Brussel

Zaventem, 24 oktober 2012

Geachte heer, mevrouw,

Betreft : Bouwplaats COPPENS-DUBOIS, Bakkerstraat 5, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe

Graag ontvangen wij uw beste prijs voor de levering en/of plaatsing van uitrustingen volgens het bijzondere bestek, de plannen en de meetstaat die hierbij ingesloten zijn.

Uw prijsofferte moet ons ten laatste op 01/01/2013 bereiken en geldig blijven voor de volledige duur van de werf.

Aarzel niet ons te contacteren voor bijkomende informatie of indien u niet wenst in te gaan op onze prijsaanvraag (tel. 084/11.22.38 of e.solvay@plunet.be).

In afwachting van uw offerte verblijven wij inmiddels met de meeste hoogachting,

Ernest Solvay
Calculator

Bijlagen: 1. Bestek: 2 pagina's
2. Plannen: nummers 152-256
3. Meetstaat : 3 pagina's

Tel.: 081/11.22.33
Fax: 081/11.22.23
E-mail: info@plunet.be

BIC: BBACXYZ
IBAN: BE99 1234 1234 1234
BTW-nr.: BE0477 478 479

C Doc

Bedrijfsgegevens
Vul uw bedrijfsgegevens in

BTW nummer: BE0477478479

Naam: Bouwen aan de toekomst bvba

Adres: Bloemenstraat 3
1932 Zaventem

Telefoon: 081/11 22 33

Fax: 081/11 22 33

Email: info@plunet.be

Website: (empty)

< Vorige Volgende > Annuleren

C Doc

Projectgegevens
Vul uw projectgegevens in

Nummer: 001

Naam: COPPENS-DUBOIS

Adres: Bakkerstraat 5
1932 Sint-Stevens-Woluwe

< Vorige Volgende > Annuleren

Screenshots van C-Doc[®]

Voorbeeld van een typedocument

TD Duurzaam bouwen en Technology Watch

U bent aannemer, producent, studiebureau, architect, ... en actief binnen het domein van duurzaam bouwen? Dan wordt u wellicht steeds vaker geconfronteerd met alsmaar strengere eisen, snel evoluerende technologieën en hoogtechnologische praktijken en producten. Om u hierin wegwijs te maken, stelt het WTCB u de Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling ter beschikking.

Elke bouwactor uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kan gratis gebruikmaken van deze dienstverlening die door het WTCB ontwikkeld werd met de steun van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de financiering van het Brussels Instituut voor Onderzoek en Innovatie (InnovIRIS). We staan u zowel bij met **individueel professioneel advies**, als met collectieve informatieacties en publicaties. Bovendien helpen we u bij de introductie van onderzoeksprogramma's en de aanvraag van onderzoekssubsidies. Aarzel niet onze adviseurs te contacteren voor ondersteuning bij de uitdagingen waarmee u geconfronteerd wordt.

Hoewel binnen deze dienstverlening alle aspecten van duurzaam bouwen aan bod komen, wordt tijdens de werkingsperiode 2012-2014 extra aandacht besteed aan de thema's energie en gebouwen, renovatie, akoestisch comfort, toegankelijkheid, duurzaam materiaalgebruik en innovatieve prospectie. Enkele nieuwe thema's zijn duurzaam bouwen met hout, duurzame groendaken, de renovatie en de uitbreiding van bestaande gebouwen, de prestatieverbetering van houten schrijnwerk en het gebruik van groendaken voor **duurzaam waterbeheer**.

We bieden tevens een **Technology Watch** aan die de bedrijven inlicht over elke evolutie in de ontwikkeling van nieuwe materialen, technieken en toepassingen. Het kan hierbij zowel producten betreffen die recent op de markt gekomen zijn, als concepten die nog volop in ontwikkeling zijn. We beperken ons overigens niet tot bouwmaterialen, maar zoeken ook in andere sectoren naar innovaties die de efficiëntie en duurzaamheid van de bouwsector kunnen bevorderen. De Technology Watch is echter geen catalogus van bouwproducten die hun deugdelijkheid hebben bewezen: heel wat innovaties zijn nog volop in ontwikkeling en werden dus nog niet uitvoerig beproefd. De Technology Watch is er om bouwbedrijven te ondersteunen bij het zoeken naar nieuwe innovatiemogelijkheden en om hun activiteiten verder te ontplooiën, niet om een waardeoordeel te geven over bestaande bouwproducten.

Surf naar www.technologywatch.be of www.wtcb.be/go/td-duurzaambouwen en laat u inspireren door innovatieve ideeën, zoals zelfreinigende zonnepanelen, luchtzuiverende gipsplaten en stroomgeneratoren met bufferbatterij. Schrijf u ook zeker in op de nieuwsbrief om op de hoogte gehouden te worden van de nieuwste ontwikkelingen. U kan ook rechtstreeks contact opnemen met de coördinator van het project, Michael de Bouw, via info@bbri.be.

INNOVIRIS



PUBLICATIES

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar :

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

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

OPLEIDINGEN

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



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

Verantwoordelijke uitgever : Jan Venstermans
WTCB - Lombardstraat 42, 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)