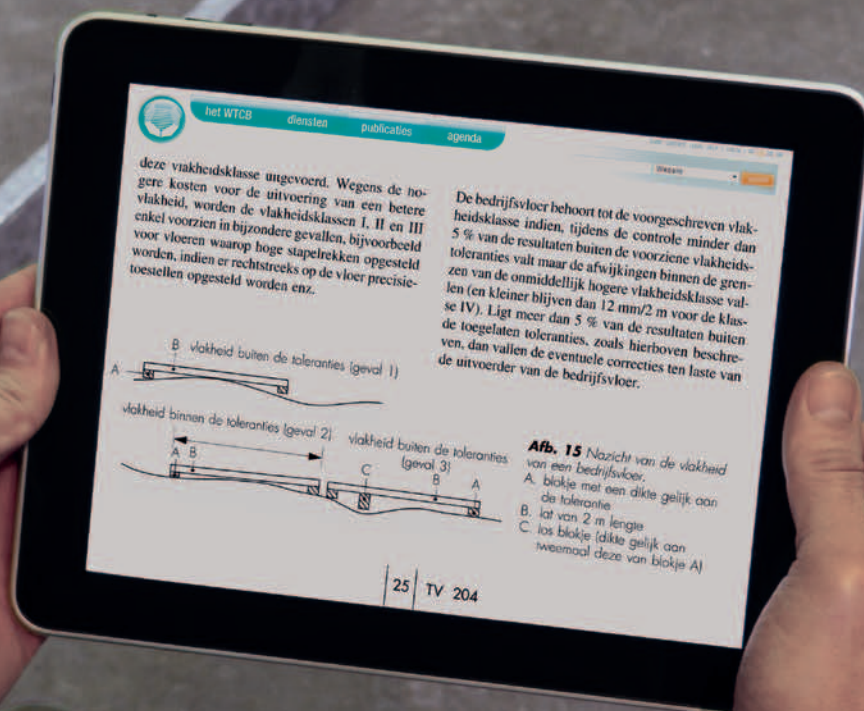
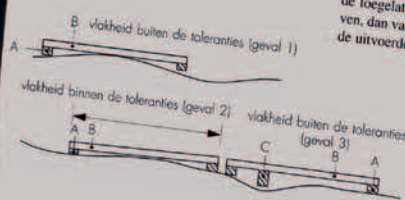




deze vlakheidsklasse uitgevoerd. Wegens de hogere kosten voor de uitvoering van een betere vlakheid, worden de vlakheidsklassen I, II en III enkel voorzien in bijzondere gevallen, bijvoorbeeld voor vloeren waarop hoge stapelrekken opgesteld worden, indien er rechtstreeks op de vloer precisietoestellen opgesteld worden enz.

De bedrijfsvloer behoort tot de voorgeschreven vlakheidsklasse indien, tijdens de controle minder dan 5 % van de resultaten buiten de voorziene vlakheidstoleranties valt maar de afwijkingen binnen de grenzen van de onmiddellijk hogere vlakheidsklasse vallen (en kleiner blijven dan 12 mm/2 m voor de klasse IV). Ligt meer dan 5 % van de resultaten buiten de toegelaten toleranties, zoals hierboven beschreven, dan vallen de eventuele correcties ten laste van de uitvoerder van de bedrijfsvloer.

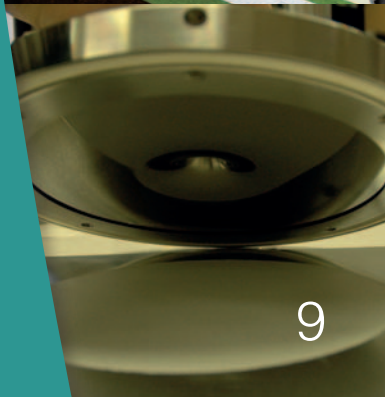


Afb. 15 Nazicht van de vlakheid van een bedrijfsvloer.
A. blokje met een dikte gelijk aan de tolerantie
B. lat van 2 m lengte
C. los blokje (dikte gelijk aan tweemaal deze van blokje A)

25 | TV 204

Inhoud

- 1 De Onderhoudsgids in een nieuw kleedje
- 2 Moeten de windverbanden verlijmd worden bij houtskeletbouw ?
- 3 Intelligente beeldvorming
- 4 Smart-Geotherm
- 5 Opbouw van daken met een niet-zelfdragende metalen dakbedekking
- 6 Bouwknopen bij platte daken
- 7 Aanbevelingen voor de plaatsing van brandwerende deuren
- 8 Ecologische houtafwerkingen
- 9 Verven : van een lage VOS-inhoud naar een lage VOS-emissie
- 10 Akoestische criteria voor beglazingen
- 12 Voegen : hardheid en duurzaamheid
- 13 Renovatie en behandeling van natuursteenmaterialen
- 14 Krasvorming en vroegtijdige slijtage van keramische vloertegels
- 15 EPB-Infofiches :installaties en systemen
- 16 Uiterst energiezuinig leren bouwen : 10 jaar om een revolutie waar te maken
- 17 Condensatierisico bij waterafvoerleidingen binnen gebouwen
- 19 Beheermiddelen en kostprijsberekening
- 20 Voorspelling van daglichttoetreding



De Onderhoudsgids in een nieuw kleedje

Als het over gezondheid gaat, hoor je vaak : voorkomen is beter dan genezen. Een wijsheid die ook geldt voor gebouwen, maar dan lichtjes anders : onderhouden is beter dan herstellen. Een regelmatig onderhoud is immers de beste manier om het risico op onomkeerbare gebouwschade te verminderen en de kosten voor de latere herstellingswerken aanzienlijk in te perken. Opdat de bouwprofessioneel aangepaste onderhoudsinformatie zou kunnen geven aan zijn klanten, publiceerde het WTCB, in samenwerking met zijn Technische Comités en een aantal belangrijke beroepsorganisaties en instellingen uit de sector, onlangs de derde uitgave van de 'Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen'. We verklaren hieronder hoe het komt dat deze volledig herziene versie bijna niet meer te vergelijken valt met de vorige versies.



EVOLUTIE

In de jaren '80 ging het WTCB, in samenwerking met de beroepsorganisaties, van start met de voorbereiding van een gids die voor de eigenaars en beheerders van gebouwen een praktisch stappenplan moest vormen voor het onderhoud ervan. Om deze gids op punt te stellen, werd de deskundigheid van meerdere organisaties ingeroepen. Zo werden de Nationale Raad van de Orde van Architecten, het Nationaal College van Deskundigen Architecten van België, de Koninklijke Federatie der Architectenverenigingen van België (FAB) en het Technisch Controlebureau voor het bouwwezen (SECO) bij het project betrokken.

Voor deze nieuwe versie anno 2011 werd de gids duchtig aangepast zonder hierbij af te stappen van het kolommensysteem. Zo werd de gids een pak gebruiksvriendelijker dankzij de verrijkte inhoud, de indeling van de artikels en het interactieve selectiesysteem. Hierbij kreeg elk onderdeel, elk materiaal en elk bouwsysteem een eigen nummer waardoor men snel de gewenste informatie kan terugvinden omtrent de prestaties, de periodiciteit of de referentiedocumenten.

NIEUWIGHEDEN

De kunst van het bouwen evolueert voortdurend doordat er alsmaar meer nieuwe reglementeringen verschijnen die de werkmethoden danig beïnvloeden. Deze nieuwe uitgave werd daarom aangevuld met thema's als daktuinen, parkeerdaken, thermische en fotovoltaïsche zonnecollectoren, bepleisteringen op isolatie, houten gevelbekledingen, structureel gelijmd glaswerk, brandpreventie en ventilatie- en afkoelingssystemen.

De artikels zijn niet langer ingedeeld zoals in de vorige uitgaven. De nieuwe versie van de gids kreeg namelijk een meer overzichtelijke opbouw die onder meer rekening houdt met het bouwproces en die de bouwprofessioneel de mogelijkheid geeft om snel de boekdelen terug te vinden die hem interesseren. De kersverse gids werd onderverdeeld in negen rubrieken die telkens voorafgegaan worden door een grafische voorstelling (zie afbeelding) die duidelijk maakt over welk onderdeel van het gebouw er in het betreffende hoofdstuk sprake is.

DIGITALE VERSIE

In de ^{xxi}ste eeuw kan een onmisbaar hulpmiddel zoals deze gids niet langer uitsluitend op papier bestaan. Voor de WTCB-leden en abonnees is er daarom ook een digitale versie ter beschikking.

Dankzij een aantrekkelijke interface, waarbij men op de grafische voorstelling van het gebouw het gewenste gebouwonderdeel dient aan te klikken, zal de gebruiker enkel die thema's (of delen van thema's) die hij nodig heeft kunnen opvragen in PDF-formaat. Een enorme tijds-winst voor de bouwprofessioneel die soms door de bomen het bos niet meer ziet.

Om de Onderhoudsgids meteen te bekijken, kan u de volgende link volgen : www.wtcb.be/go/onderhoud ■

Bij houtskeletbouw moeten de weerstand en de stijfheid van de dragende muren voldoende hoog zijn om de windbelastingen te kunnen opvangen en vervormingen in het oppervlak te beperken. Deze problematiek komt hoofdzakelijk voor bij hoge gebouwen en/of bij de aanwezigheid van grote gevelopeningen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat men steeds vaker gebruiksvriendelijke OSB-platen met tand en groef gebruikt als windverband voor de muren.

Moeten de windverbanden verlijmd worden bij houtskeletbouw ?

A. Skowron, ir., projectleider, laboratorium 'Structuren', WTCB
B. Parmentier, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Structuren', WTCB

Bij houtskeletbouw bestaat het windverband van de dragende muren doorgaans uit structurele houtplaten (OSB, multiplex, MDF, ...) die mechanisch bevestigd worden aan de stijlen en regels van het skelet.

De norm NBN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) die eisen vastlegt voor de dimensionering van windverbanden van dragende muren, stelt dat de platen bevestigd moeten worden met assemblagesystemen die aan de randen een maximale tussenafstand hanteren van 150 mm voor nagels en 200 mm voor vijzen. Op de binnenstijlen mag deze maximale tussenafstand niet groter zijn dan tweemaal de afstand aan de randen, hetzij 300 mm indien men de kleinste waarde in aanmerking neemt. Indien de hoogte van de platen kleiner is dan deze van het skelet, dient men ter hoogte van elke paneelonderbreking normaliter een klos te voorzien om de tussenvoegen te ondersteunen die niet op het skelet rusten (zie afbeelding 1).

Bij het gebruik van tand-en-groefplaten met een standaardhoogte van 60 cm zal deze klos echter een hinder vormen bij de plaatsing van de muurisolatie.



Afb. 1 Klos (vooraanzicht in de grote foto en achteraanzicht in het kadertje)

Bepaalde aannemers geven daarom de voorkeur aan andere blokkeringstechnieken waarbij de horizontale tussenvoegen van de platen verlijmd worden met een structurele lijm. Anderen gaan ervan uit dat het tand-en-groefstelsel op zichzelf volstaat om de afschuifkrachten op te vangen en laten de blokkering achterwege waardoor er 'vrije' tussenvoegen ontstaan.

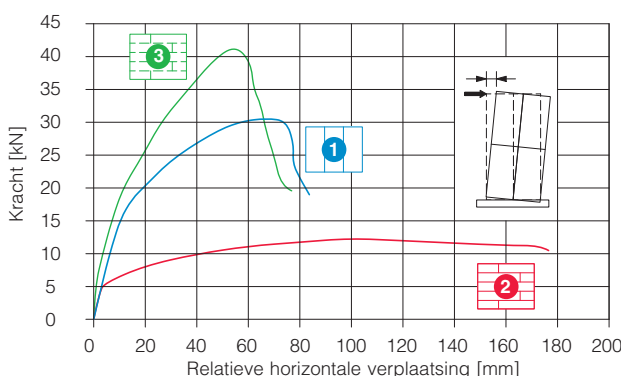
Aangezien deze alternatieve blokkeringstechnieken niet opgenomen zijn in Eurocode 5, startte het WTCB een onderzoek op dat tot doel had om de mechanische prestaties van deze technieken in kaart te brengen en het gebruik ervan te valideren of te ontraden.

BESCHRIJVING VAN DE PROEVEN

Er werden windverbandproeven uitgevoerd op houtskeletmuren van 3,6 m breed en 2,6 m hoog die opgebouwd waren uit stijlen met een tussenafstand van 60 cm. Nadat er een horizontale kracht aangebracht werd op de bovenzijde van het wandoppervlak, mat men telkens de horizontale verplaatsing op (zie afbeelding 2).

Drie windverbandtechnieken werden beproefd :

- opstelling 1 : OSB-platen met rechte randen (h : 2,6 m, b : 1,2 m) waarvan alle zijden aan het skelet bevestigd werden
- opstelling 2 : OSB-platen met tand en groef (h : 0,6 m, b : 2,4 m) die aan het skelet vernageld werden met vrije horizontale tussenvoegen



Afb. 2 De verlijming van de voegen van tand-en-groefplaten (opstelling 3) zorgt voor een verhoging van de weerstand en de stijfheid van de muur in houtskeletbouw

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.2

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

voegen

- opstelling 3 : OSB-platen met tand en groef die aan het skelet vernageld werden met geblokteerde, structureel verlijmd horizontale tussenvoegen.

BELANGRIJKSTE ONDERZOEKSRÉSULTATEN

Afbeelding 2 toont aan dat de verlijming van de horizontale tussenvoegen van de tand-en-groefplaten (opstelling 3) de stijfheid en de weerstand van het windverband van de muur met respectievelijk 50 en 35 % doet toenemen in vergelijking met een klassieke opstelling met platen met rechte randen (opstelling 1). De blokkering door middel van verlijming blijkt met andere woorden een zeer efficiënte techniek te zijn.

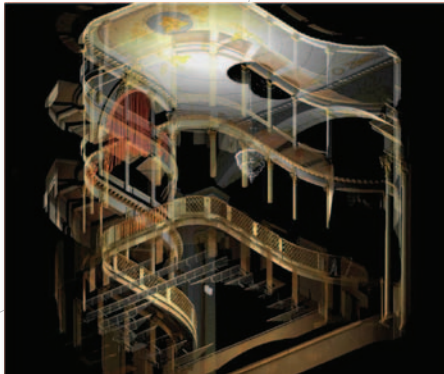
Het gebruik van tand-en-groefplaten zonder verlijmd voegen (opstelling 2) brengt daarentegen een belangrijke vervorming van het diafragma van de muur teweeg (rode curve), evenals een afname van de weerstand van het windverband. Deze opstelling blijkt bijgevolg een stuk minder performant te zijn dan de klassieke opstelling.

In de lange versie van dit artikel zal, naast dit experimentele onderzoek, ook dieper ingegaan worden op een aanpassing van de rekenmethode uit de Eurocode 5. Deze aanpassing moet ervoor zorgen dat men de windweerstand van een diafragma muur bestaande uit tand-en-groefplaten met verlijmd voegen analytisch kan bepalen. Dit artikel zal tevens een overzicht geven van de maximale vervormingen van de muurplaten. ■

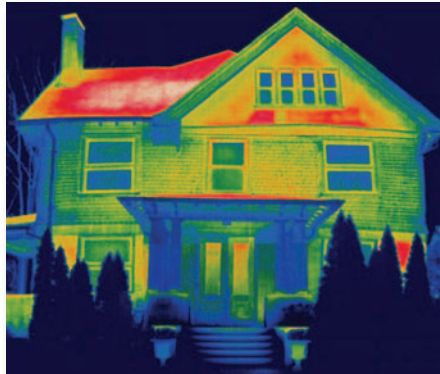


I Imec, Sirris en het WTCB gingen in het kader van het door het IWT gesteunde TIS-project 'Intelligent Bouwen', op zoek naar technologie en elektronica die nuttig kan ingezet worden bij de bouw en het onderhoud van gebouwen. In dit project wordt niet alleen het huidige technologieaanbod in kaart gebracht, maar wordt tevens gepeild naar de behoeften van de bouwsector. We spitsen ons in dit artikel toe op de mogelijke toepassingen van beeldopnametechnieken en beeldverwerking.

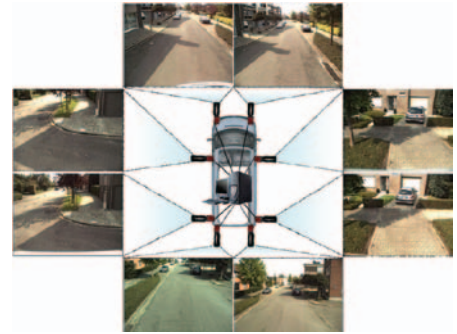
Intelligente beeldvorming



Afb. 1 Resultaat van een meting met de *long range laserscanner*



Afb. 2 De beelden, gemaakt met infrarood licht, maken de koudebruggen zichtbaar



Afb. 3 Acht camera's brengen de omgeving in kaart terwijl de wagen zich voortbeweegt

Foto's zijn al enkele jaren onmisbaar bij het in beeld brengen van de bouwplaats, bij het uitvoeren van de inspectieronde, bij het opstellen van het 'as built'-dossier en bij het opvolgen van een bouwwerk. De huidige technieken gaan echter nog heel wat verder. Ze leveren immers niet alleen visueel materiaal op, maar maken deze informatie ook meetbaar. Dit wil zeggen dat de verzamelde informatie de gebruiker in staat stelt om afstanden na te meten en dimensies te controleren. Dankzij deze technologie kan men, aan de hand van enkele foto's van een installatie, de afmetingen ervan thuis op de computer bepalen. De nauwkeurigheid die men met deze technieken kan behalen, is ruim voldoende voor toepassingen in de bouwsector.

LASERTECHNOLOGIE

Heel wat toestellen maken gebruik van lasertechnologie waarmee men tot op minder dan een millimeter nauwkeurig kan werken en dit voor afstanden tot tientallen meters. De zogenaamde *totalstations*, de familie van meest complete toestellen op basis van lasertechnologie, meten nauwkeurig de X-, Y- en Z-coördinaten op van punten in een ruimte. Deze toestellen kunnen bovendien automatisch een reeks punten opzoeken en opmeten, een baken volgen en de opgemeten waarden doorsturen naar een laptop of tablet-pc.

Een ander lasertoestel, de *large scale laser-scanner* of *long range scanner*, is op zijn beurt in staat om op enkele minuten tijd de coördinaten te bepalen van wel vijf miljoen punten. Deze puntenwolk kan vervolgens met geschikte programma's bewerkt worden tot oppervlakken en volumes waarin metingen kunnen uit-

gevoerd worden. Deze laatste techniek lijkt uitermate geschikt om bij renovatiewerken de bestaande toestand in kaart te brengen of om het gebouwde te vergelijken met het ontwerp. Vooral de meetsnelheid en de grote hoeveelheid informatie spreekt tot de verbeelding. Afbeelding 1 geeft het resultaat weer van een meetcampagne in een theatergebouw.

INFRAROODBEELDEN

Met behulp van infraroodthermografie (zie afbeelding 2) kunnen we de temperatuur van de verschillende voorwerpen in beeld inschatten. Aan de hand van deze informatie kunnen we onder meer op zoek gaan naar warmteverliezen en slechte of goede thermische contacten. Een voor de hand liggende toepassing bestaat uit de kwaliteitscontrole van isolatiewerken. Denken we maar aan de na-isolatie van een spouwmuur of de onrechtstreekse controle van de luchtdichtheid van een gebouw (belangrijk in het kader van de energieprestatieregelgeving). Daarnaast kan deze techniek ook structurele problemen opsporen zoals het loskomen van betonplaten bij gecorrodeerde brugdekken. Op de plaats van de corrosie is de thermische geleiding van het brugdek naar de onderliggende structuur immers veel kleiner, hetgeen geïllustreerd wordt door een andere temperatuurkleur. Aangezien infraroodlicht geabsorbeerd wordt door water, kan men tevens vochtige plekken, die voor het oog niet waarneembaar zijn, zichtbaar maken met behulp van infraroodlicht.

MOBILE MAPPING

Bij deze technologie brengt men de omgeving

al rijdend of al voortbewegend in kaart. Afbeelding 3 geeft de beelden weer die acht gekalibreerde fotocamera's registreren vanuit een wagen die zich in een straat voortbeweegt. Met behulp van complexe rekenalgoritmes slaagt de techniek erin om de visuele informatie die vanuit lichtjes verschillende camerastandpunten vergaard werd, om te zetten in meetbare beelden. Deze techniek lijkt ons zeer geschikt om de vordering van een bouwplaats op te volgen of om een bestaande toestand in kaart te brengen.

Gedetailleerde beschrijvingen en tijdrovende metingen kunnen dankzij deze techniek vervangen worden door een algoritme dat de beelden analyseert en omvormt zodat er afmetingen op kunnen afgelezen worden. Op iets grotere schaal zou de techniek bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden om de inplanting van een nieuw gebouw in de bestaande omgeving te documenteren. ■

F. Van Rickstal, dr. ir., projectleider, laboratorium 'Structuren', WTCB

Voor meer informatie over deze onderwerpen kan men terecht op de [WTCB-website van het TIS-project](http://www.wtcb.be) of op www.intelligentbouwen.be.

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.3

De lange versie van dit artikel, waarin ook andere technologiedomeinen aan bod komen, kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Op 1 september 2011 gaat het groots opgezette innovatietraject 'Smart-Geotherm' van start. Het gaat hier om een zes jaar durend project met de financiële steun van het Agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT), waarin het WTCB een sleutelrol zal spelen bij de uitvoering en de coördinatie. Dit project streeft ernaar om te komen tot bijna-energie neutrale gebouwen door de ontwikkeling van geïntegreerde concepten die gebruikmaken van geothermie, betonkernactivering en andere technieken. Gelet op het feit dat niet minder dan de helft van het huidige gebouwenpark in aanmerking komt voor de implementatie van dergelijke concepten, leidt het geen twijfel dat dit project een belangrijke maatschappelijke en economische impact kan hebben.

Smart-Geotherm

N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Geotechniek', WTCB

In mei 2010 legde Europa via de herziening van haar EPB-richtlijn (zie ook het artikel op p. 16) een aantal duidelijke ambities op het gebied van de energieprestaties van gebouwen vast. Zo werd aan de verschillende Lid-staten gevraagd om alle nieuwe gebouwen tegen 2021 bijna-energie neutraal te maken. Eén van de mogelijkheden om aan deze doelstelling te voldoen, ligt in het realiseren van gebouwen met een extreem lage nettowarmtebehoefte (bv. passieve gebouwen), waarbij de resterende energiebehoeften gedekt worden door plaatse-lijk te winnen hernieuwbare energie.

In het kader van het 'Smart-Geotherm'-project, dat tot stand kwam op vraag van en in samenwerking met verschillende boorfirma's, gespecialiseerde funderingsbedrijven, algemene aannemers, toeleveranciers, producenten en installateurs, zal er voornamelijk gewerkt worden aan manieren om de resterende energiebehoeften op een zo efficiënt mogelijk manier in te vullen. Dit zal gebeuren in het kader van een speciaal hiertoe opgericht projectconsortium, bestaande uit medewerkers van het WTCB, de K.U.Leuven, het VITO, de

VCB, de Bouwunie, de ABEF, Infobeton.be en de FEBE. Een sleutelement in deze aanpak is de combinatie van lange- en kortetermijnenergieopslag en intelligente sturings-systemen die toelaten om het geothermische potentieel van de ondergrond en de activering van de massieve structurelementen optimaal te exploiteren.

Zoals hiervoor reeds kort aangehaald werd, bestaat het 'Smart-Geotherm'-concept erin om het gebouw zodanig te isoleren dat de nettowarmtebehoefte grotendeels ingevuld kan worden door het gebruik van hernieuwbare energie te combineren met een aantal intelligente en geïntegreerde technieken. Deze aanpak is in feite driedig:

- het aanwenden van systemen waarbij de thermische energie op korte of lange termijn opgeslagen wordt in de structurele massa (BKA) of de bodem (KWO, BEO, energiepalen), al dan niet in combinatie met meer flexibele opslagsystemen (PCM, ...) (zie afbeelding)
- het opbouwen en verspreiden van kennis, toepassingen en nieuwe ontwikkelingen op

het gebied van grondgekoppelde warmtepompen

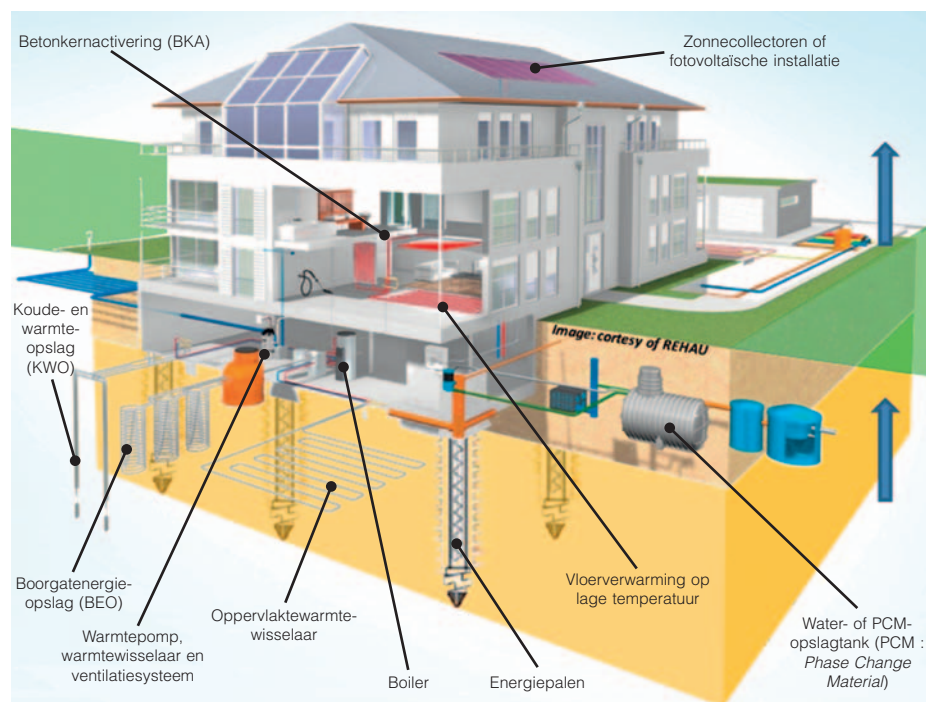
- het ontwikkelen van slimme sturingssystemen en de maximale inzet van goedkope en/of hernieuwbare energie.

Deze innovatieve aanpak kan tevens voor een aantal deelaspecten tot een belangrijke doorbraak leiden. Zo vormt de implementatie van enkele recente in het buitenland ontwikkelde technieken (bv. toepassing in geprefabriceerde heipalen in Nederland) in de bij ons gangbare ondergrondse constructiemethoden (bv. in de grond gevormde schroefpalen) een hele uitdaging.

Daarnaast zou het 'Smart-Geotherm'-project ook een aanzienlijke economische impact kunnen hebben. Als men weet dat er vandaag de dag in ons land slechts in 2 % van het jaarlijkse nieuwbouwvolume gebruikgemaakt wordt van de technieken die deel uitmaken van het trajectvoorstel (grondgekoppelde warmtepompen, betonkernactivering, opslag van thermische warmte, ...) en dat dit percentage – gelet op de gehanteerde geïntegreerde aanpak – zou kunnen oplopen tot om en bij de 50 %, is de rekening snel gemaakt ... Dit betekent met andere woorden dat er voor verschillende subsectoren een significante groei te verwachten valt in termen van omzet en tewerkstelling.

In de loop van het project zal er een intensieve interactie zijn met de gebruikerscommissie en een drietal technische werkgroepen. Zo zullen er verschillende casestudy's en pilootprojecten uitgevoerd worden waarbij de binnen het project ontwikkelde geïntegreerde aanpak in de praktijk gebracht zal worden. Bedrijven die hieromtrent meer informatie wensen te verkrijgen, kunnen terecht op info@bbri.be of www.smartgeotherm.be (vanaf september). ■

Le concept Smart-Geotherm



Een geventileerde of ongeventileerde metalen dakbedekking ? Deze vraag werd vroeger nooit gesteld : metalen dakbedekkingen werden immers altijd langs de onderzijde geventileerd. Dankzij de evolutie van de materialen kunnen we tegenwoordig zelfs met een zinken dakbedekking warme daken bouwen. Deze techniek brengt bovendien een aantal duidelijke voordelen met zich mee op het gebied van energieprestaties en de vermindering van het risico op interne condensatie.



Opbouw van daken met een niet-zelfdragende metalen dakbedekking

D. Langendries, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium 'Energiekarakteristieken', WTCB
K. De Cuyper, ir., coördinator van de Technische Comités, WTCB

MATERIAALEVOLUTIE

Indien men opteert voor een niet-zelfdragende metalen dakbedekking, heeft men de keuze uit een groot gamma aan metalen : koper, koperlegering, roestvrij staal, zink, aluminium, ... Deze materialen kunnen verwerkt worden tot bladen of lange banen die op een doorlopende ondergrond geplaatst worden : houten dakvloer, sandwichpaneel of (half) stijf isolatiemateriaal. In de eerste twee gevallen worden de bladen rechtstreeks op de ondergrond bevestigd met behulp van klangen; in het derde geval rusten de bladen op het isolatiemateriaal en worden de klangen bijvoorbeeld bevestigd op de onderliggende ondergrond. De metalen bladen worden met elkaar verbonden door middel van felsnaden, soldering of soms lassen.

Vroeger werden metalen dakbedekkingen meestal aangebracht op een geventileerde bebording. De oorsprong van deze traditie kan teruggevonden worden in de plaatsingswijze van het zink. Om corrosie te vermijden, moet dit materiaal aan de onderzijde immers in contact staan met koolstofdioxide uit de omgevende lucht zodat er zich een beschermende patina kan vormen.

Tegenwoordig zijn ook andere dakopbouwen mogelijk dankzij het gebruik van materialen zoals roestvrij staal, aluminium, koper en, recentelijk, zink met een bescherm laag aan de onderzijde. Al deze metalen mogen gebruikt worden voor de vervaardiging van dakopbouwen die niet geventileerd worden onder de dakbedekking.

Deze bouwlogica, die zeer waarschijnlijk zal uitgroeien tot een algemene tendens, biedt duidelijke voordelen : door het in het dak aanwezige luchtvolume te beperken en de doorstroming van vochtige (van buiten of binnen afkomstige) lucht aan de onderzijde van de dakbedekking te verminderen, wordt de condensvorming aan de onderzijde van het metaal immers ingeperkt. Gelet op het feit dat er ook een geringere luchtstroming rondom de thermische-isolatielaag optreedt, zal de energieprestatie van het dak bovendien sterk toenemen.

AFVOER VAN CONDENSATEN EN BELANG VAN DE HELLING

Onder een metalen dakbedekking bevindt zich altijd lucht die continu ververst wordt via de staande naden, via de verbindingen met andere elementen van de bouwschil en, bij dakbedekkingen die langs de onderzijde geventileerd worden, via de openingen die hiervoor voorzien werden. Deze luchtstroming wordt veroorzaakt door wind- en/of temperatuureffecten. De aanwezige lucht bevat echter steeds een bepaalde hoeveelheid vocht die kan condenseren aan

de onderzijde van de dakbedekking wanneer de temperatuur van het metalen blad onder de dauwtemperatuur van de lucht daalt (bv. door uitstraling van warmte naar het hemelgewelf).

Het is zeer moeilijk om in te schatten hoeveel condenswater zich op deze manier zal vormen. We gaan er echter van uit dat deze hoeveelheid aanzienlijk kan zijn. Het staat vast dat er zich meer condenswater zal vormen indien de dakopbouw een bewust met buitenlucht geventileerde luchtsponw bevat of indien het damp scherm aan de binnenzijde van het dak niet op een doorlopende ondergrond geplaatst werd. Dit condenswater moet meteen verwijderd worden om schade aan de dakopbouw te vermijden.

We onderscheiden in dit kader twee algemene dakopbouwprincipes voor metalen dakbedekkingen, afhankelijk van de helling :

- bij **hellende daken** ($> 10^\circ$) volstaat de helling om eventuele condensaten die zich aan de onderzijde van de dakbedekking vormen, via het onderdak af te voeren. Dit is zowel het geval bij daken waarbij ventilatie voorzien is, als bij ongeventileerde daken
- bij **zwak hellende daken** (1 tot 10°) volstaat de helling niet om de condensaten efficiënt af te voeren naar de dakgoot. In dit geval opteert men dan ook beter voor een warm dak zonder specifieke ventilatie langs de onderzijde van de dakbedekking.

Bij zwak hellende daken moet het damp scherm rechtstreeks op een doorlopende ondergrond bovenop de draagstructuur geplaatst worden. Deze voorzorgsmaatregel is overigens algemeen aangewezen, ongeacht de helling. De dakopbouwen moeten immers zo luchtdicht mogelijk uitgevoerd worden om de energieverliezen door luchtbewegingen te beperken (luchtlekken). ■



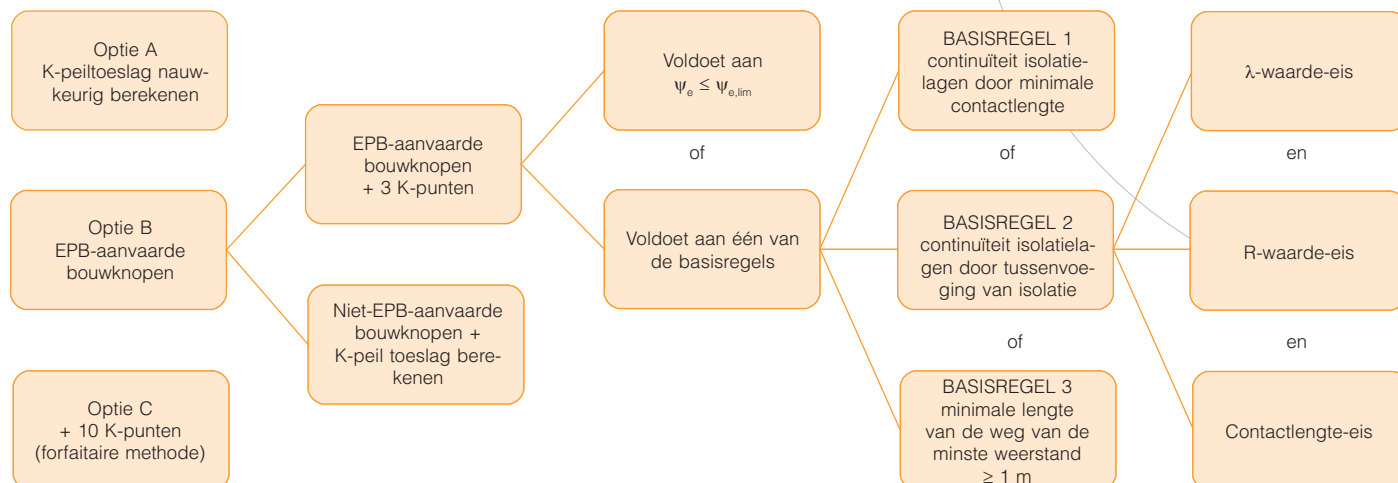
www.wtcb.be

WTCB-Digest NR. 11

Het WTCB stelde een WTCB-Digest op met 18 schema's van dakopbouwen, ingedeeld volgens hun helling en de ventilatiewijze van de onderzijde van de dakbedekking. Dit document is binnenkort beschikbaar op onze website.

In het artikel 'Bouwknopen en K-peil' uit de [WTCB-contact nr. 2010/3](#) kwam de betekenis van de term 'bouwknopen' aan bod, evenals de methode om ermee rekening te houden in de EPB-regelgeving. In Vlaanderen is dit verplicht sinds 1 januari 2011. Men verwacht dat de overige gewesten spoedig zullen volgen. We spitsen ons in dit artikel specifiek toe op de bouwknopen bij platte daken.

Bouwknopen bij platte daken



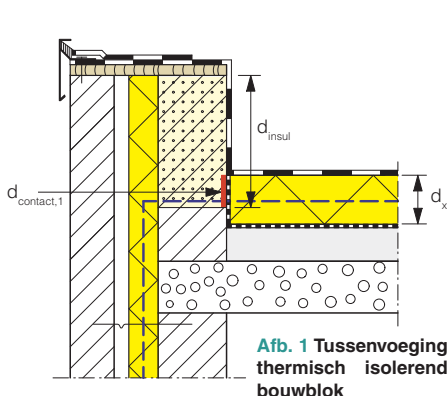
Bij de eendimensionale warmteverliesberekening (U- en K-waarde) dient men de bouwknopen ter hoogte van de verbindingen tussen de wanden van de gebouwschil in aanmerking te nemen. Dit warmteverlies komt tot stand tengevolge van doorboringen van de volledige dikte van de isolatielaag van de scheidingsconstructies door een materiaal met een hogere warmtegeleidbaarheid dan de isolatielaag. Om deze bouwknopen in rekening te brengen, heeft de verslaggever verschillende keuzes (zie schema).

We beschouwen de detaillering van de dakrand van een plat dak. Deze overgang tussen de buitenmuur en het platte dak dient in het kader van de EPB-regelgeving als bouwknop te worden ingerekend. De continuïteit van de thermische isolatie kan op deze plaats immers onderbroken worden (zie thermische snede, aangegeven met een stippellijn in afbeeldingen 1 en 2).

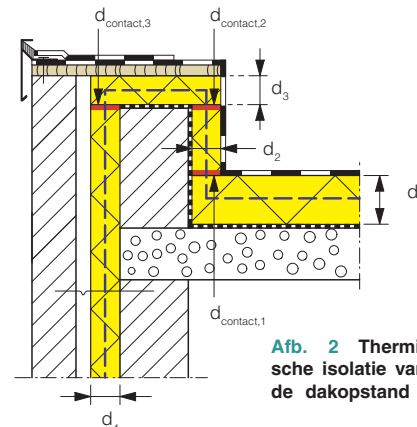
Bij platte daken zal men ter hoogte van de bouwknopen de continuïteit van de isolatielagen doorgaans verzekeren door het tussenvoegen van isolerende delen (basisregel 2). Deze isolerende delen dienen bijgevolg aan drie voorwaarden gelijktijdig te voldoen (zie tabel). Bij de dakdetails die in de herziening van de [Technische voorlichting nr. 191](#) 'Het platte dak. Deel 2 : aansluitingen en afwerking' gepubliceerd zullen worden, zal hiermee rekening gehouden worden. ■

Voorwaarden voor basisregel 2, toegepast op het gegeven voorbeeld

Eis	Tussenvoeging van een thermisch isolerend bouwblok (zie afbeelding 1)	Thermische isolatie van de dakopstand (zie afbeelding 2)
λ -waarde	λ -waarde bouwblok $\leq 0,2$ W/mK (bv. isolerend metselwerk, drukvast isolatiemateriaal of hout)	Aan deze voorwaarde wordt in principe altijd voldaan
R-waarde	De R-waarde ($d_{insul} / \lambda_{insul}$) van het isolerende deel moet groter zijn dan de helft van de kleinste R-waarde van de spouwisolatie of de dakisolatie (met een maximum van 2 m ² K/W), zodat : $R_{insul} \geq \min [1/2 R_{spouwisol}, 1/2 R_{dakisol}, 2]$	De dikte van de thermische isolatie die tegen en op de opstand geplaatst wordt (d_2 en d_3 op afb. 2), moet zodanig gekozen worden dat zijn R-waarde groter is dan de helft van de kleinste R-waarde van de spouwisolatie of de dakisolatie (met een maximum van 2 m ² K/W) : $d_2 \geq \lambda_2 \cdot \min [1/2 R_{spouwisol}, 1/2 R_{dakisol}, 2]$ $d_3 \geq \lambda_3 \cdot \min [1/2 R_{spouwisol}, 1/2 R_{dakisol}, 2]$
Contactlengte	Het bouwblok dient minstens de helft van de dakisolatiedikte overlappen, zodat $d_{contact,1} \geq d_x/2$	Aan deze voorwaarde wordt in principe altijd voldaan



Afb. 1 Tussenvoeging thermisch isolerend bouwblok



Afb. 2 Thermische isolatie van de dakopstand

E. Mahieu, ing., hoofdadviser, afdeling 'Technisch advies', WTCB

Om de brandweerstand van een deur te waarborgen, moet de plaatsing met zorg geschieden en volgens de regels van de kunst. Het bedrijf dat instaat voor de plaatsing moet de instructies van de fabrikant nauwgezet opvolgen en moet in goede omstandigheden kunnen werken. In de praktijk laat de situatie op de bouwplaats vóór de plaatsing van de deur niet altijd toe om de deur correct te plaatsen zonder voorafgaandelijke grootschalige aanpassingen.



Aanbevelingen voor de plaatsing van brandwerende deuren

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

VLAKHEIDS- EN HORIZONTALITEITSGEBREK IN DE VLOER : OORZAKEN EN GEVOLGEN

Te grote afwijkingen op de vlakheid- en horizontaliteit van de vloer binnen de draaicirkel van de deur hebben twee rechtstreekse gevolgen :

- bij een gesloten deur zal de schrijnwerker de maximaal toegelaten speling niet kunnen respecteren tussen de deurvleugel en de vloer. Voor houten deuren bedraagt de toegelaten speling vaak maximaal 4 mm, hoewel bepaalde brandwerende deuren een grotere speling toelaten (zie BENOR-merk of ATG-certificering van de deur)
- de deur zal slepen in de draaizone en kan hierbij schade oplopen of zelfs afgeschaafd worden door de gebruiker om dit probleem te verhelpen (*).

Hierdoor is de brandweerstand van de deur

in situ niet langer gegarandeerd (zie afbeelding 1).

PREVENTIEVE AANBEVELINGEN

De ontwerper of opdrachtgever moet steeds een geschikte vloerbedekking kiezen en vlakheids- en horizontaliteitstoleranties voorschrijven die aangepast zijn aan de ondergrond (bv. dek-vloer) en de vloerbedekking (bv. betegeling). Het bedrijf dat instaat voor de uitvoering van de ondergrond en de vloerbedekking dient deze toleranties nauwgezet op te volgen. Men kan deze toleranties terugvinden in de desbetreffende TV's en in § 7.3.2 van de **TV nr. 234** 'Plaatsing van brandwerende deuren'. Om te vermijden dat de deur zou gaan slepen, mag het vloerpeil slechts beperkt oplopen in de draaicirkel (speling onder de gesloten deur - 2 mm reserve).

We willen er niettemin op wijzen dat het met de algemeen gangbare toleranties voor de ondergrond en de vloerbedekking, voor de deurplaat-



Afb. 2 Plaatsing van een stenen deurdorpel

ser niet altijd mogelijk is om de maximaal toegelaten spelings te respecteren. De ontwerper of opdrachtgever doet er dan ook goed aan om een lichte verhoging te voorzien ter hoogte van de deur (bv. deurdorpel). Als alternatief kan hij een strengere tolerantieklasse voorschrijven ter hoogte van de deur en/of de toegelaten vlakheidsafwijkingen voor de vloerbedekking aan de openingszijde van de deur meedelen aan de plaatser bij de offerteaanvraag.

REMEDIËRINGSMAATREGELEN

Het bedrijf dat instaat voor de plaatsing van de deur moet de opdrachtgever op de hoogte brengen van problemen in verband met de vlakheid en/of horizontaliteit. Het bedrijf kan vervolgens voorstellen om een deurdorpel te plaatsen (uit steen, zie afbeelding 2, of uit dezelfde houtkwaliteit als de deurvleugel) en een schatting van de kosten meesturen. Deze aanpassing kan soms leiden tot de bestelling van een nieuwe deurvleugel die buiten de standaardafmetingen valt. ■



Afb. 1 Horizontaliteits- en/of vlakheidsafwijking in de vloer ter hoogte van de gesloten brandwerende deur en branddoorgang

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.7

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website. Hierin zullen andere aandachtspunten aan bod komen, evenals het belang van een regelmatig onderhoud van een brandwerende deur.

(*) Strikt verboden handeling voor brandwerende deuren aangezien ze de brandweerstand van de deur volledig kan tenietdoen.

Natuurverven, 'groene' verven, ecologische verven, Europese richtlijnen, labels : men kan niet zeggen dat er de laatste tijd in de houtafwerkingssector geen aandacht besteed wordt aan het thema 'milieu'. Maar wat impliceren deze termen werkelijk voor de schrijnwerker en de schilder ? Wat zijn de garanties die gepaard gaan met de verschillende markeringen of wetgevingen ? Dit artikel geeft een overzicht van de talrijke ecologische benaderingen die gevolgd kunnen worden in deze context.

Ecologische houtafwerkingen

✍ E. Cailleux, dr., projectleider, laboratorium 'Betontechnologie', WTCB (*)
S. Charron, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium 'Dak- en Gevelelementen', WTCB

RICHTLIJNEN EN REGLEMENTERINGEN

De recente REACH-reglementering en de Europese richtlijnen 1999/13/EG en 2004/42/EG hebben als hoofddoel om bij te dragen tot de gezondheids- en milieubescherming.

De **REACH**-reglementering (*Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*) beoogt de registratie en de beoordeling van alle chemische producten die in de Europese Unie gebruikt worden in hoeveelheden van meer dan één ton. Voor de gevaarlijkste producten kan er bovendien een beperking of een verbod opgelegd worden. Deze wetgeving heeft slechts een beperkte invloed op de schrijnwerker en de schilder. Ze impliceert voornamelijk dat de gereguleerde producten geïdentificeerd moeten worden, dat men moet kunnen beschikken over hun veiligheidsfiches en dat de gebruikers ervan geïnformeerd dienen te worden.

De **richtlijnen 1999/13/EG** en **2004/42/EG** werden ingevoerd naar aanleiding van het Kyoto-protocol en hebben tot doel om de VOS-emissies (vluchtige organische stoffen) te verminderen. Deze richtlijnen zijn ontsproten uit de groeiende bewustwording van de negatieve impact van VOS op onze gezondheid en op de ozonlaag en van de noodzaak om de uitstoot van broeikasgassen in te perken.

De richtlijn 1999/13/EG heeft betrekking op toepassingen in het atelier. Ze legt maximale VOS-emissiewaarden op voor een twintigtal industriële activiteiten waaronder bekleding en impregnering van hout. Voor deze toepassingen is de richtlijn van kracht vanaf een jaarlijkse oplosmiddelverbruik van meer dan 15 ton. Gelet op deze grote hoeveelheden, is deze richtlijn slechts van belang voor een uiterst kleine groep van aannemers.

Bij een applicatie *in situ* is het niet mogelijk om de VOS-emissies op te meten. Daarom grijpt de richtlijn 2004/42/EG rechtstreeks in op de versamenstelling door de VOS-inhoud ervan in te perken. In de richtlijn worden twaalf verf-

en vernistypes besproken, waarvan er zeven toepasbaar zijn op hout. Tevens moet er een verplichte markering aangebracht worden op de verpakking die de productcategorie en de maximale VOS-inhoud vermeldt. Deze richtlijn geldt echter niet voor verven die uitsluitend in het atelier gebruikt worden. Deze vormen het onderwerp van de richtlijn 1999/13/EG. Deze richtlijnen hebben inmiddels aanleiding gegeven tot de ontwikkeling van nieuwe houtafwerkingen en applicatietechnieken met een verminderde VOS-emissie : solventarme verven met een hoog droog extract, wateroplosbare verven, alkydharsen in emulsie, poederverven, ...

LABELS

De richtlijnen 1999/13/EG en 2004/42/EG hebben enkel betrekking op VOS. De milieulabels willen echter een stap verder gaan en een antwoord bieden op de groeiende vraag naar milieuvriendelijkere materialen. Er bestaan tegenwoordig tal van nationale en internationale labels : Natureplus, het Europese Ecolabel, der Blaue Engel, ... Deze labels worden gewoonlijk toegekend op vrijwillige basis en kunnen zeer uiteenlopende eisen bevatten.

In België wordt er vooral teruggegrepen naar het officieel erkende Europese Ecolabel (www.ecolabel.be). De eisen uit dit label hebben betrekking op de verschillende levenscyclustadien van het product (fabricage, toepassing, verwijdering, ...). Voor verven en vernissen legt het onder meer een beperking op van het gehalte aan witte pigmenten met titaandioxyde, VOS en aromatische koolwaterstoffen. Zware metalen en verbindingen die geklasseerd zijn als gevaarlijk voor het milieu worden eveneens verboden. Voor wat betreft de VOS, zijn de drempelwaarden bovendien een stuk strenger dan deze uit de richtlijn 2004/42/EG. Dit heeft een belangrijke weerslag op de houtafwerkingen.

Naast deze ecologische criteria legt het Ecolabel ook een aantal prestatiecriteria vast (hechting, weerstand tegen veroudering, dekvermogen, ...). Deze eisen hebben als oogmerk om te verzekeren dat deze milieuvriendelijke producten ook beschikken over goede technische prestaties.

De houtafwerkingen die beschouwd worden door het Ecolabel zijn verven, vernissen en beitsen voor binnengebruik (grondlagen, tus-

senlagen en afwerkingslagen). Houtverduurzamingsproducten en verven en beitsen voor buitengebruik vallen vooralsnog buiten het toepassingsgebied van dit label.

NATUURVERVEN OF ECOLOGISCHE VERVEN

Onlangs verschenen er ook zogenaamde 'natuurlijke', 'ecologische' of 'groene' afwerkingen of behandelingen op de markt. Voor hout kan het hier bijvoorbeeld gaan om insecticiden, afwerkingsproducten voor binnen- en buitengebruik (verven, lakken, beitsen, ...), grondlagen, kleurlagen voor parket, ... Deze zogenaamde 'natuurlijke' producten zijn doorgaans samengesteld op basis van methyl-cellulose, klei, olie (lijnolie, ...), caseïne of hars (dennenhars, ...).

Deze benamingen zijn niet gereguleerd, beantwoorden aan geen enkel officieel criterium en zijn gebaseerd op een zelfdeclaratie van de fabrikanten. Deze laatsten stellen dat het gebruik van synthetische componenten in hun natuurverven zoveel mogelijk vermeden wordt. We willen echter benadrukken dat de definitie van de term 'natuurlijk' kan verschillen van fabrikant tot fabrikant. Bovendien betekent 'natuurlijk' niet noodzakelijk 'niet giftig'. Zo kunnen bepaalde verven op basis van olie giftige droogmiddelen bevatten (bv. zirkonium- of kobaltoxiden, ...) en bestaan er verven die terpeenhoudend zijn. Deze verbindingen maken deel uit van de VOS en kunnen allergieën, ademhalingsproblemen of huidirritaties veroorzaken. Daarnaast kunnen bepaalde terpentijnbestanddelen, die vervat zitten in natuurverven, bij de schilder eczeem teweegbrengen. In andere natuurverven wordt dan weer gebruik gemaakt van isoalifaten in plaats van terpentijn. Deze verbindingen zouden minder giftig zijn, maar zijn wel afkomstig uit de petrochemische industrie ... Ten slotte is er voor deze producten geen enkel prestatiecriterium voorhanden. Hoevel sommige natuurlijke afwerkingsproducten weldegelijk een ecologische meerwaarde vertonen, moet de gebruiker ervan dus steeds de nodige voorzichtigheid aan de dag leggen (de productsamenstelling is doorgaans aangegeven). ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.8

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

(*) Technologische Dienstverlening 'REVORGAN', gesubsidieerd door het Waalse Gewest.

Als men het vandaag de dag over verven heeft, kan men het onderwerp 'vluchtige organische stoffen' (VOS) niet langer buiten beschouwing laten. Dit is enerzijds te wijten aan het Kyotoprotocol van 1997 waarin aangetoond werd dat deze stoffen belangrijke wijzigingen in de ozonlaag teweegbrengen, met alle nadelige gevolgen voor het leefmilieu van dien, en anderzijds aan het feit dat VOS een niet te onderschatten gezondheidsimpact kunnen hebben.

Verven : van een lage VOS-inhoud naar een lage VOS-emissie

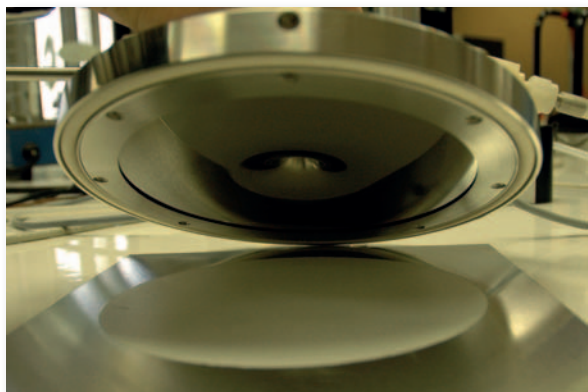
✍ M. Lor, dr., K. Vause, lic., E. Cailleux, dr., en V. Pollet, ir., departement 'Materialen, Technologie en Omhulsel', WTCB

Om komaf te maken met deze problematiek werd op Europees niveau de richtlijn 2004/42/EG opgesteld, waarin de maximale grenswaarden voor het VOS-gehalte van niet minder dan 12 verschillende verf- en vernistypes vastgelegd werden. Dit heeft er intussen voor gezorgd dat tal van verffabrikanten hun formulerings aangepast hebben.

Aangezien men zich ook in ons land terdege bewust is van het belang van deze problematiek, werd het *Coatings Research Institute* (CoRI) geaccrediteerd voor de bepaling van het VOS-gehalte van verven volgens de normen ISO 11890-2 en ASTM D 2369. Het WTCB beschikt op zijn beurt over de nodige uitrustingen om over te gaan tot de opmeting van de emissie van verven (zowel *in situ* als in het laboratorium) en de voorspelling van hun impact op de binnenluchtkwaliteit.

VOS-INHOUD VERSUS VOS-EMISSION

De VOS-inhoud (uitgedrukt in g/l verf) is de hoeveelheid vluchtige organische stoffen die vervat zit in de formulatie van de verf. In deze context legt de Europese richtlijn 2004/42/EG een aantal maximale grenswaarden op, die sinds 2010 niet meer overschreden mogen worden.



Meting van de emissie van een verf in het laboratorium volgens de norm NBN EN ISO 16000-10

De VOS-emissie (uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lucht) is de hoeveelheid vluchtige organische stoffen die afgegeven wordt aan de binnenlucht na de applicatie van de verf (en de droging ervan).

Deze beide concepten mogen in geen geval met elkaar verward worden. Het is immers niet de VOS-inhoud, maar wel de VOS-emissie die bepalend is voor de chemische stoffen die vrijkomen in de binnenlucht.

Dit neemt niet weg dat de VOS-inhoud in het verleden traditioneel gebruikt werd als evaluatiecriterium in de context van de Belgische wetgeving inzake de buitenluchtkwaliteit en in bepaalde gevallen ook dienst deed als uitgangspunt om de VOS-emissie naar de binnenlucht in te schatten.

Intussen is echter uit tal van experimentele data gebleken dat zelfs verven met een zeer lage VOS-inhoud een hoge VOS-emissie kunnen veroorzaken. Recentelijk werden er daarom verschillende initiatieven op poten gezet en nieuwe wetgevingen uitgewerkt, waarin het gebruik van verven met een lage VOS-emissie aangemoedigd wordt.

EISEN EN LABELS

Wat de VOS-emissie van verven voor binnengebruik betreft kan men in Vlaanderen sinds 2004 teruggrijpen naar het zogenoemde Binnenmilieubesluit dat in zijn bijlage een aantal chemische stoffen (waaronder acetaldehyde en formaldehyde) oplijst, met hun maximale richtwaarden en interventiewaarden in de binnenlucht.

De alsmear grotere marktvraag naar materialen (inclusief verven) met een lage VOS-emissie gaat eveneens

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.9

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

gepaard met een enorme stijging van het aanbod aan (vrijwillige) VOS-gerelateerde labels (bv. Natureplus, Indoor Air Comfort, NF Environnement, Der Blaue Engel, ...).

In België wordt er vooral teruggegrepen naar het officieel erkende Europese Ecolabel, dat op dit ogenblik gebaseerd is op de VOS-inhoud. De eisen uit dit label zijn een stuk strenger dan deze uit de Europese richtlijn 2004/42/EG. Bovendien komen er ook nog een aantal andere ecologische aspecten in aan bod, zoals het efficiënte gebruik van het product, afvalbeperking, ... en worden er minimale eisen opgelegd betreffende de gebruiksgeschiktheid (spreidend vermogen, hechting, ...).

NATUURVERVEN EN ECOLOGISCHE VERVEN

In de context van verven met een lage VOS-emissie ziet men regelmatig de termen 'natuurverven' of 'ecologische verven' opduiken. Ondanks het feit dat er voor deze termen vooralsnog geen officiële definitie bestaat en dat de toekenning ervan gebaseerd is op een zelfdeclaratie van de verfproducent, stellen we niettemin vast dat de meeste fabrikanten een natuurverf bestempelen als een verf met een maximaal aandeel aan natuurlijke grondstoffen. Laboratoriumproeven blijven niettemin onontbeerlijk om de lage VOS-emissie van zowel 'natuurverven' als 'ecologische verven' aan te tonen. Hoewel de eerste emissieproeven op een beperkt aantal natuurlijke verven goede resultaten opleverden, staat het gebruik van natuurlijke grondstoffen niet noodzakelijk garant voor een zwakke VOS-uitstoot. ■

De norm NBN S 01-400-1 legt de akoestische criteria vast voor woongebouwen en geeft onder meer criteria op voor gevels. Bij gevels zijn het doorgaans de vensters en, meer bepaald, de beglazingen (zonder akoestische eigenschappen) die de isolatie ten aanzien van buitenlawaai bepalen. In dit artikel geven we een classificatie op voor beglazingen afhankelijk van hun akoestische prestaties en bepalen we welke types voor een bepaalde situatie het beste beantwoorden aan de norm. Het artikel heeft enkel betrekking op gevels zonder ventilatieopeningen.

Akoestische criteria voor beglazingen

M. Van Damme, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium 'Akoestiek', WTCB

De criteria uit de norm NBN S 01-400-1 zijn niet van toepassing op de prestaties van de afzonderlijke bouwelementen, maar wel op de uiteindelijke prestatie van de volledige gevel, d.w.z. op de werkelijke *in situ* verwezenlijkte akoestische isolatie, uitgedrukt in D_{Atr} , de gewogen gestandaardiseerde en voor verkeerslawaai gecorrigeerde geluidsisolatie.

Het isolatieniveau dat de norm eist, hangt af van het buitengeluidsniveau waaraan het gebouw blootgesteld wordt. Dit niveau wordt uitgedrukt als L_{Aref} , een parameter voor de meest blootgestelde gevel die ofwel bepaald kan worden met behulp van een sonometer, ofwel door middel van een schatting op basis van een standaardbeschrijving uit de norm. Deze algemene beschrijvingen zullen aan bod komen in de lange versie van dit artikel.

Voor een geasfalteerde stadsstraat met normaal tweerichtingsverkeer zal het buitengeluidsniveau aan de voorgevel bijvoorbeeld zo'n 65 dB(A) (= L_{Aref}) bedragen. Doordat het gebouw als het ware dienstdoet als een geluidsscherm voor de andere geveloppervlakken, zal het L_{Aref} -niveau niet noodzakelijk representatief zijn voor het geluidsniveau waaraan de andere gevels in werkelijkheid blootgesteld worden.

De norm NBN S 01-400-1 stelt daarom een methode voor waarbij het geluidsniveau L_A voor de andere gevels bepaald wordt aan de hand van een reeks schema's die uitgaan van het geluidsniveau voor de meest belaste gevel L_{Aref} . Zo zal het geluidsniveau aan de achtergevel van een open bebouwing bijvoorbeeld 13 dB lager liggen in vergelijking met het opgemeten of geschatte geluidsniveau aan de voorgevel. De norm zal bijgevolg een lager isolatieniveau D_{Atr} voorstellen voor de achtergevel dan voor de voorgevel.

Eens het geluidsdrukkniveau L_A van elke gevel bepaald werd, kunnen we in de norm de geluidsisolatie D_{Atr} terugvinden die nodig is voor een normaal akoestisch comfort (zie tabel 1). Nadien moeten we deze waarde nog koppelen aan de prestatie van de afzonderlijke elementen in het gevelvlak zoals het buitenschrijnwerk, die uitgedrukt wordt in de gewogen voor verkeerslawaai gecorrigeerde geluidsverzwakkingsindex R_{Atr} , opgemeten in het laboratorium.

Wanneer we de akoestische prestaties van elk gevelelement onder de loep nemen, stellen we vast dat de geluidsverzwakkingsindex R_{Atr} meestal veel hoger is voor ondoorschijnende

elementen (i.e. de muren) dan voor buitenschrijnwerk. Zo heeft de R_{Atr} -waarde van een traditionele gevelmuur een grootteorde van 50 dB, terwijl deze maar 25 dB bedraagt voor een symmetrische dubbele beglazing 4-15-4. Indien men bovendien weet dat de R_{Atr} -waarde van een dubbele akoestische beglazing 66.2A-20-44.2A 42 dB bedraagt en dat dit de beste beglazing is die men kan toepassen in klassieke schijnwerkelementen, kunnen we concluderen dat – naast de ventilatieopeningen – het buitenschrijnwerk doorgaans bepalend zal zijn voor de geluidsisolatie van de gevel.

De akoestische prestaties R_{Atr} van de meest gebruikte beglazingen worden weergegeven in tabel 2 (p. 11). De symmetrische dubbele beglazing 4-15-4 biedt met zijn gecorrigeerde verzwakkingsindex R_{Atr} van 25 dB, de laagste geluidsisolatie. Deze waarde is zelfs lager dan deze van een enkele beglazing van 4 mm (R_{Atr} van 30 dB) omwille van een fenomeen dat eigen is aan dubbele beglazingen: de daling van de isolatie bij de resonantiefrequentie. Deze daling kan enkel gereduceerd worden door de glasbladen te verdikken en de dikte van de spouw te verhogen. Zo zal een dubbele beglazing 6-16-6 de R_{Atr} -waarde bijvoorbeeld optrekken tot 29 dB.

Tabel 1 Minimaal vereiste R_{Atr} -prestaties voor vensters (voor geveloppervlakken zonder ventilatieopeningen)

L_A ⁽¹⁾ [dB]	D_{Atr} ⁽²⁾ [dB]	Vereiste R_{Atr} voor vensters [dB]														
		100 % ⁽³⁾			80 % ⁽³⁾			60 % ⁽³⁾			40 % ⁽³⁾			20 % ⁽³⁾		
		2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾	2 m ⁽⁴⁾	5 m ⁽⁴⁾	10 m ⁽⁴⁾
50	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
55	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
60	26	31	27	24	30	26	23	29	25	22	27	23	20	24	20	17
65	31	36	32	29	35	31	28	34	30	27	32	28	25	29	25	22
70	36	41	37	34	40	36	33	39	35	32	37	33	30	34	30	27
75	41	–	42	39	–	41	38	–	40	37	42	38	35	39	35	32
80	46	–	–	–	–	–	–	–	–	42	–	–	40	–	41	37

⁽¹⁾ L_A : A-gewogen buitengeluidsniveau, in decibel, voor het geveloppervlak van de bestudeerde ruimte.

⁽²⁾ D_{Atr} : vereiste gewogen gestandaardiseerde geluidsisolatie in decibel, berekend volgens tabel 3 uit de norm NBN S 01-400-1.

⁽³⁾ Percentage beglaasd-schrijnwerkoppervlak in verhouding tot de totale geveloppervlakte, gezien van binnenin de bestudeerde ruimte.

⁽⁴⁾ Diepte van de ruimte, in meter (of verhouding tussen het volume van de ruimte en de oppervlakte van het gevelvlak, gezien van binnenuit).

– De opgegeven waarde is onhaalbaar met klassieke vensterontwerpen.

**Tabel 2** Akoestische prestaties R_{Atr} van gebruikelijke beglazingen

Type	Samenstelling	R_w (C;C _{tr})	R_{Atr} of R_w+C_{tr}
Enkelvoudig	4	32(-1;-2) dB	30 dB
	8	35(-1;-3) dB	32 dB
Niet-akoestisch gelaagd	44.2	35(-1;-3) dB	32 dB
Akoestisch gelaagd	44.2A	37(0;-2) dB	35 dB
Dubbel symmetrisch	4-15-4	29(-1;-4) dB	25 dB
	6-16-6	33(-1;-4) dB	29 dB
Dubbel asymmetrisch	6-15-4	34(-1;-4) dB	30 dB
	6-15-10	38(-1;-4) dB	34 dB
Dubbel eenzijdig gelaagd	6-15-55.2	39(-1;-4) dB	35 dB
Dubbel akoestisch gelaagd	8-15-66.2A	43(-2;-4) dB	39 dB
	10-20-44.2A	45(-1;-4) dB	41 dB
Dubbel tweezijdig akoestisch gelaagd	66.2A-20-44.2A	50(-2;-8) dB	42 dB
	66.2A-15-88.2A	51(-1;-4) dB	47 dB
Drievoudig	4-16-4-16-4	32(-2;-5) dB	27 dB
Drievoudig akoestisch gelaagd	6-12-4-12-44.1A	42(-1;-5) dB	37 dB
Drievoudig tweezijdig akoestisch gelaagd	44.1A-12-4-12-44.1A	47(-2;-6) dB	41 dB
	66.1A-12-6-12-44.1A	50(-2;-6) dB	44 dB

zing. We kunnen hieruit afleiden dat de beste akoestische prestaties behaald zullen worden met een glasopbouw bestaande uit asymmetrisch akoestisch gelaagde zware beglazingen die van elkaar gescheiden zijn door een zo breed mogelijke spouw. De meest courante beglazing die aan deze omschrijving voldoet, is een 66.2A-20-44.2A met een R_{Atr} van 42 dB. Indien men nog hogere prestaties wenst, bestaat de eenvoudigste oplossing uit het gebruik van dubbele vensters (zie afbeelding).

Het profiel van het raamkader waarin de beglazing aangebracht wordt, zal vanzelfsprekend een invloed uitoefenen op de akoestische prestatie van het volledige venster. Doorgaans zal de geluidsverzwakkingsindex R_{Atr} van het volledige venster (met nieuwe traditionele raamkaders) gelijk zijn of groter dan deze van de beglazing afzonderlijk, en dit tot een R_{Atr} -waarde van ongeveer 33 dB voor de beglazing afzonderlijk. Boven deze waarde kan het raamkader een negatieve invloed uitoefenen op de geluidsverzwakkingsindex van het venster en ervoor zorgen dat de prestaties van het geheel lager zijn dan deze van de beglazing afzonderlijk. Boven deze waarde moet men er zich bijgevolg van verzekeren dat het raamkader de prestaties van de beglazing zal bewaren. Men kan hiertoe een akoestische laboratoriumproef laten uitvoeren die de R_{Atr} -waarde van het geheel raamkader-beglazing begroot.

De geluidsisolatie D_{Atr} van de gevel zal bovendien afhankelijk zijn van de verhouding tussen de oppervlakte die ingenomen wordt door het schrijnwerk en de totale oppervlakte van het gevelvlak (gezien vanuit de bestudeerde ruimte). De verschillen kunnen groot zijn: om aan de norm te voldoen, zou men voor een volledig beglaasde gevel bijvoorbeeld een beglazing met een 7 dB hogere R_{Atr} -waarde moeten hanteren dan nodig zou zijn indien deze beglazing slechts 20 % van de totale geveloppervlakte zou bestrijken. Dit komt neer op de vervanging van een 4-15-4 beglazing door een zware asymmetrische beglazing 6-15-55.2.

Ten slotte zal de *in situ* behaalde akoestische isolatie afhankelijk zijn van de diepte van de bestudeerde ruimte. Hoe dieper de ruimte, hoe hoger de opgemeten geluidsisolatie van de gevel D_{Atr} . Tabel 1 (p. 10) geeft een overzicht van de minimaal vereiste R_{Atr} -prestaties voor vensters (enkel voor gevels zonder ventilatieopeningen), afhankelijk van het buitengeluid op de gevel, het percentage beglaasde oppervlakte en de diepte van de bestudeerde ruimte. ■

Een ander probleem dat zich bij beglazingen stelt, is de afname van de isolatie bij de zogenaamde grensfrequentie van de glasplaat. Aangezien de ligging van deze grensfrequentie afhankelijk is van de glasdikte, kan men de situatie verbeteren door bij een dubbele beglazing twee verschillende glasdikten te voorzien aan weerszijden van de spouw. Indien men kiest voor een 6-16-4 in plaats van voor een 4-16-4, stijgt de R_{Atr} -waarde met 3 dB (van 27 naar 30 dB). Men kan de isolatiedaling bij

de grensfrequentie nog meer beperken door akoestisch gelaagd glas te gebruiken. Met een glasopbouw 8-15-44.2A kan men zo een R_{Atr} -waarde van 35 dB halen. De akoestische prestaties van een drievoudige beglazing 4-16-4-16-4 zijn identiek aan deze van een dubbele beglazing 4-16-4 (R_{Atr} van 27 dB) en dus niet zeer hoog. Met een glasopbouw 6-12-4-12-44.1A kan men daarentegen een waarde van 37 dB halen, ofwel dezelfde isolatie als bij een dubbele, aan één zijde akoestisch gelaagde, begla-



Met dubbele vensters kan men zeer hoge geluidsverzwakkingsindices bekomen ($R_{Atr} > 50$ dB) die vergelijkbaar zijn met deze van ondoorschijnende gevelelementen

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.10

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

Hoewel het aantal problematische gevallen eerder klein is, wordt het WTCB niettemin regelmatig gecontacteerd met vragen over voegmortels van metselwerk, vooral met betrekking tot de hardheid van de voegen en het gebrek aan duurzaamheid. Dit artikel schetst een beeld van deze problematiek.

Voegen : hardheid en duurzaamheid

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

PRESTATIEBEPALING

De hardheid van voegen wordt doorgaans gemeten met behulp van een sclerometer (zie afbeelding 1). Dit toestel meet de weerslag die het hamertje ondergaat wanneer het met een geëigende energie via een cirkelvormige beweging tegen de voeg 'geslagen' wordt. Deze methode, die afkomstig is uit Nederland, is niet genormaliseerd, maar wordt gebruikt in het kader van de BENOR-certificatie van industriële voegmortels.

De druksterkte van mortels wordt in het laboratorium gemeten op prisma's volgens de norm NBN EN 1015-11. Het gaat dus niet om een druksterktewaarde voor de mortel *in situ*.

Er bestaat op dit moment noch in België, noch in Europa, een 'erkende' methode voor de bepaling van de duurzaamheid, en meer bepaald de vorst-dooiweerstand, van stel- en voegmortels.

SPECIFICATIES EN AANBEVELINGEN

De Technische Voorlichting nr. 208 uit 1998 is een referentiedocument voor de opvoeging van metselwerk. Bij gebrek aan een erkende laboratoriummethode waarmee de duurzaamheid van mortels rechtstreeks bepaald kan worden, beperkt deze Technische Voorlichting zich tot aanbevelingen omtrent de mortelkeuze op basis van de druksterkte (gecorrigeerd met de samenstelling van 'receptmortels') en de hardheid (volgens de blootstellingsklasse : binnenklimaat, normaal of streng buitenklimaat, ...) en dit onder voorbehoud. Dit voorbehoud is te wijten aan het ontbreken van een strikte correlatie tussen de 'mechanische'

prestaties en de 'duurzaamheid', in het bijzonder voor mortels die kalk bevatten.

Deze prestaties worden immers beïnvloed door verschillende parameters met betrekking tot het 'materiaal' (dosering en aard van de bestanddelen – bindmiddel, zand, water – korrelverdeling van het zand, vermengingsgraad), de ondergrond (zuiging, eventuele bevochtiging), de manier van opvoegen (verdichting) en de klimatologische omstandigheden tijdens de binding.

De Europese normalisatie die na de publicatie van de TV verscheen, bracht de publicatie van productnormen, proefmethoden en zelfs uitvoeringsgidsen teweeg. Hoewel het algemene principe hetzelfde blijft, namelijk het koppelen van minimale duurzaamheidsprestaties aan blootstellingsklassen, bestaan er nog steeds geen voorschriften om met zekerheid een voldoende duurzame mortel te kiezen. In deze context zal men eerder verwijzen naar de nationale praktijk of zelfs naar de voorschriften van de producenten van industriële mortels. We willen erop wijzen dat het verband tussen de blootstellingsklassen en de mechanische prestaties (hardheid, druksterkte) op deze manier buiten beschouwing gelaten wordt.

Zoals hierboven reeds aangehaald werd, geeft ook de geharmoniseerde Europese productnorm NBN EN 998-2 (die betrekking heeft op metselmortels met inbegrip van industriële voegmortels) geen specificaties op voor de duurzaamheid (vorst-dooiweerstand). In afwachting van een genormaliseerde Europese proefmethode dient de beoordeling en de declaratie van de vorst-dooiweerstand bijgevolg te gebeuren conform de bepalingen die in voege zijn op de plaats waar de mortel gebruikt zal worden. Er worden drie prestatieklassen gedefinieerd : 'P', voor passieve blootstelling, 'M', voor gematigde blootstelling, en 'S' voor sterke blootstelling. Deze klassen worden in het gedeelte 'Uitvoering' van de Eurocode 6 (NBN EN 1996-2) gekoppeld aan klassen van micro-blootstellingsvoorwaarden aangeduid met 'MX'.

WTCB-ONDERZOEKEN

Bij gebrek aan specificaties om op experimentele wijze de duurzaamheid van mortels te kunnen karakteriseren met behulp van de prestaties P, M en S, is het gebruik van dergelijke informatie op dit moment heel beperkt. Daarom evalueert en optimaliseert het WTCB



Afb. 2 Beoordeling van het gedrag bij vorst/dooi

de proefmethoden voor vorst/dooi in het laboratorium om de mortelsamenstelling bijvoorbeeld te correleren met de prestaties P, M en S en uiteindelijk te komen tot meer aangepaste aanbevelingen (zie afbeelding 2).

De eerste besluiten zijn de volgende :

- de toegepaste methoden op muurtjes genieten de voorkeur in vergelijking met de methoden op prisma's, vermits een mortelprisma niet representatief is voor de karakteristieken en prestaties van de voeg in de praktijk
- de proefnemingen hebben bevestigd dat er geen systematische correlatie bestaat tussen de duurzaamheid en de mechanische prestaties of het nu gaat om de hardheid of de druksterkte.

BESLUIT

Als besluit menen we te mogen stellen dat in afwachting van een duidelijke en nauwkeurige normalisatie, de aanbevelingen uit de TV nr. 208 van toepassing blijven. Hier dient wel opgemerkt te worden dat zwakke mechanische prestaties (hardheid, druksterkte, ...) niet noodzakelijk een tekort aan duurzaamheid veroorzaken. Indien een grotere hardheid vereist is wegens blootstelling aan ongunstige mechanische belastingen, verwijzen we naar de gegevens van de producent, naar de aanbevelingen in de TV nr. 208 – onder voorbehoud – of naar vooraf uitgevoerde proeven. We wijzen er ook op dat de garantie op een heel hoge hardheid (groter dan 35) slechts behaald kan worden via voegtechnieken die steunen op mechanische verdichtingstechnieken die slechts weinig of nooit gebruikt worden in België.

De ontwikkeling van proefprocedures om de duurzaamheid van zowel industriële mortels als *in situ* gedoseerde mortels te evalueren om zo de mortelsamenstelling te optimaliseren moet voortgezet worden. De huidige WTCB-studies dragen hiertoe bij. ■



Afb. 1 Meting van de hardheid met een sclerometer

We zijn sinds enkele tientallen jaren getuige van een ware explosie op het vlak van renovatie, restauratie en onderhoud van gebouwen. Het is zelfs zo sterk dat deze activiteitensector tegenwoordig goed is voor niet minder dan de helft van de totale omzet van de bouwsector.



Renovatie en behandeling van natuursteenmaterialen

Deze explosieve groei en de stijgende vraag geven aanleiding tot een snelle vermenigvuldiging van het aantal producten en behandelingen die op hun beurt moeten evolueren om te voldoen aan de steeds strengere milieuvoorschriften. Deze situatie houdt een aantal beperkingen in voor gespecialiseerde aannemers die deze technologische ontwikkelingen niet alleen op de voet moeten volgen, maar zich tevens een beeld moeten vormen van hun prestaties en bijwerkingen vóór gebruik. Daarnaast moeten ze er ook op toezien dat deze nieuwe technieken aangepast zijn aan de gebouw- en materiaaleigenschappen, aan hun verwerking en eventuele reeds aanwezige gebreken.

Om deze aannemers bij te staan, zal de lange versie van dit artikel een overzicht geven van de vaststellingen die we konden maken naar aanleiding van ons jarenlang onderzoek en onze talrijke bouwplaatsbezoeken. Dit artikel zal onder meer verwijzen naar de volgende WTCB-publicaties :

- [Technische Voorlichtingen nrs. 197 en 224](#) over de reiniging en de waterwerende behandeling van gevels
- de [WTCB-Tijdschriften nrs. 1993/1, 1993/2, 1995/1 en 1999/3](#) die handelen over de versteviging, de herstelling van steenachtige materialen en over anti-graffitibehandelingen
- het [WTCB-Tijdschrift nr. 1985/2](#) over de structurele injecties van metselwerk
- de [TV nr. 210](#) over vochtproblemen in het algemeen en behandelingen tegen opstijgend vocht in het bijzonder
- de [Gids voor de restauratie van metselwerk](#) die een algemeen overzicht geeft van alle renovatiehandelingen.

We geven hieronder enkele tendensen en ontwikkelingen weer die zich voordeden op het vlak van de behandeling van materialen.

GEVELREINIGING

Er verschenen de laatste jaren nieuwe zachte geëxpandeerde straalmiddelen op de markt waarmee men harde oppervlakken kan reinigen zonder schurend effect en zonder de vensters te hoeven afdekken. Wat de binnenafwerking be-

treft, laat het gebruik van latexpasta's een water- en stofvrije reiniging toe, waarbij tevens het patina van de materialen bewaard wordt.

We mogen ten slotte ook het gebruik van laserapparatuur niet vergeten die, omwille van zijn kostprijs en tijdrovende werking, enkel gebruikt wordt voor de reiniging van beperkte oppervlakken en licht getinte materialen.

VOCHTWERENDE PRODUCTEN VOOR GEVELS OF VOOR DE BEHANDELING VAN OPSTIJGEND VOCHT

Omwille van hun bewezen efficiëntie gebruikte men tot voor kort bijna uitsluitend siloxanen opgelost in een organisch oplosmiddel voor deze toepassingen. Door de nieuwe milieueisen worden deze producten steeds vaker vervangen door producten op waterbasis zoals sterk geconcentreerde gels. Hoewel deze producten veel minder belastend zijn voor het milieu, laat hun efficiëntie soms te wensen over. De gebruiker zal zich bij de productkeuze dan ook genoodzaakt zien om de prestaties van het product grondig te bestuderen en een beroep te doen op de gestandaardiseerde en vergelijkende rapporten van het WTCB of op de technische goedkeuringen.



ANTI-GRAFFITIBEHANDELINGEN

Bij deze preventieve behandelingen is de problematiek van de organische oplosmiddelen nog complexer. Dergelijke oplosmiddelen zijn immers niet alleen aanwezig in de beschermingsproducten, maar vormen tevens de basis voor de ontvlekkingsproducten van talrijke systemen. De sector neemt dan ook steeds vaker zijn toevlucht tot tijdelijke beschermingsproducten op waterbasis die samen met de graffiti verwijderd kunnen worden door middel van warm water of stoom. Indien de weersomstandigheden het gebruik van permanente systemen opdringen, worden ontvlekkers met 'agressieve' bindmiddelen vervangen door minder schadelijke en milieuvriendelijkere producten met bijvoorbeeld citrusextracten.

OPPERVLAKKIGE VERSTEVIGINGEN, HERSTELLINGEN, STRUCTURELE INJECTIES

Deze zeer geavanceerde behandelingen maken gelukkig slechts beperkt gebruik van producten die verdund worden in organische oplosmiddelen. De milieueisen zijn bijgevolg minder streng en laten doorgaans toe om equivalente producten te gebruiken zonder oplosmiddelen om de afgifte van vluchtige organische stoffen te beperken. Zo bevatten talrijke verstevigingsproducten op basis van ethylsilicaat tegenwoordig 75 in plaats van 100 % actieve bestanddelen. Om dezelfde reden en om de doordringing van structurele-injectieproducten te verbeteren, verkiest men tegenwoordig het gebruik van vloeibare harsen boven de toevoeging van organische oplosmiddelen. ■

A. Pien, ing., laboratoriumhoofd, laboratorium 'Renovatie', WTCB

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.12

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

De laatste jaren kregen we vaak te maken met degradaties (krasvorming, slijtage) aan het oppervlak van keramische vloertegels met een decoratieve oppervlakteafwerking (*). Het merendeel van deze tegels voldeed echter aan de slijtproeven volgens de Europese norm. Dit artikel schetst een beeld van deze problematiek en stelt een beoordelingsmethode voor die beter aangepast is aan de belastingen die de betegeling ondergaat.

Krasvorming en vroegtijdige slijtage van keramische vloertegels

De op de markt gehanteerde omschrijvingen van het zichtoppervlak van keramische tegels (gepolijst, geëmailleerd, *lappato*, *semi-poli*, glanzend, *salt and pepper*, *granigliati*, ...) zijn bijzonder talrijk en getuigen van een grote creativiteit van de fabrikanten. Van alle benamingen en commerciële omschrijvingen zijn er echter slechts drie opgenomen in de geldende productnorm NBN EN 14411 die dateert van 2007: email, engobe en polijsting. Deze definities laten echter nog ruimte voor discussie.

De oppervlaktetoestand van de beschouwde keramische tegels valt niet altijd even vlot onder te brengen in een van deze genormaliseerde omschrijvingen. Het verschil in uitzicht tussen geëmailleerde en niet-geëmailleerde tegels wordt bovendien steeds kleiner. Zo is het bijvoorbeeld bijzonder moeilijk om louter visueel het onderscheid te maken tussen een geëmailleerde tegel en een gedecoreerde tegel met een dun decoratief laagje die volgens de productnorm niet onder de definitie van een email valt. Zowel de CE-markering als de technische fiche van een keramische tegel dienen bijgevolg eenduidig te vermelden of een tegel al dan niet geëmailleerd is (GL of UGL).

SLIJTPROEF

De productnorm NBN EN 14411 geeft onbetwistbaar aan welke slijtproof uitgevoerd moet worden voor geëmailleerde tegels (PEI-proef) en niet-geëmailleerde tegels (Capon-proef). Het [WTCB-Dossier nr. 2004/3.5](#) geeft meer informatie over beide slijtproeven. Gedecoreerde tegels met een oppervlakteafwerking die niet onder de noemer email valt, krijgen met andere woorden geen specifieke proefprocedure toegewezen, maar worden beschouwd als niet-geëmailleerd en dienen als dusdanig beproefd te worden (met de Capon-proef).

Een dergelijke tegel met decoratieve toplaag zal de Capon-proef doorgaans met succes doorstaan

omwille van de aard van het materiaal (vaak drooggeperst met een zeer lage porositeit). Een positieve Capon-proef garandeert echter niet dat de beproefde tegel zal voldoen aan de normale gebruikseisen voor keramische vloertegels (vroegtijdige slijtage en krasvorming). Indien men er zich toch wil van verzekeren dat de tegel voldoet aan deze eisen, bepaalt men ons inziens beter de weerstand tegen slijtage en krassen van de oppervlaktelaag (email of decoratie) met een PEI-proef en de Mohs-schaal.

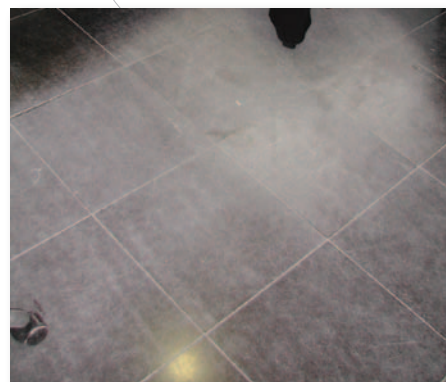
BESLUIT EN AANBEVELINGEN

Het optreden van slijtage kan zowel te wijten zijn aan een te grote slijtbelasting in de betegelde ruimte als aan een te geringe slijtweerstand van de tegels. Bij de keuze van keramische vloertegels dient men bijgevolg rekening te houden met de gebruiksiintensiteit van de ruimte, de eventuele aanwezigheid van stof, zand en vuil, de aanwezigheid van vloermatten (slijtbelasting, gebruiksklassen van de ruimte) en de eigenschappen van de tegel (type tegel, oppervlakteafwerking, slijtweerstand van de tegel). Eenzelfde redenering geldt voor krassen.

Wanneer de slijt- en krasbelasting in de ruimte groot is, zal men slijtage en krasvorming op de tegels nooit volledig kunnen vermijden. Zo heeft zand bijvoorbeeld een hardheid van 7 op de schaal van Mohs en kan het dus krassen veroorzaken op oppervlakteafwerkingen met een lagere hardheid (oudere referentiedocumenten stipuleerden een minimale eis van 5 voor geëmailleerde tegels). Zandkorrels die blijven hangen aan schoenen (omwille van een gebrek aan of onvoldoende performante vloermatten) of aan stoelpoten met kleine oppervlakken (en bijgevolg een hoge contactdruk) liggen dan ook vaak aan de basis van vroegtijdige slijtage en krasvorming.

Aan de hand van de informatie in de tech-

Slijtage van een keramische tegelvloer



nische steekkaart kan men zich een beeld schetsen van de slijtweerstand van de gekozen vloertegel. Deze informatie garandeert echter niet altijd een vlekkeloos slijtgedrag.

Voor niet-geëmailleerde tegels met een oppervlakteafwerking raadt het WTCB aan om – in plaats van de Capon-proef – de PEI-methode te hanteren om een goed gebruiksgedrag te garanderen. Deze informatie kan eventueel aangevuld worden met de krasweerstand volgens de Mohs-schaal. ■

www.wtcb.be

WTCB-Dossiers nr. 2011/3.13

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

T. Vangheel, ir., projectleider, laboratorium 'Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen', WTCB

Dit artikel kwam tot stand in het kader van de activiteiten van de Normen-Antenne 'Afwerking', gesubsidieerd door de FOD 'Economie'.

(*) De term oppervlakteafwerking die in dit artikel gebruikt wordt, duidt op de afwerking die een keramische tegel kan krijgen. Het betreft emaillagen en decoratieve afwerkingen die niet gedefinieerd worden als email (lijnen, patronen en tekeningen) en die aangebracht worden door middel van een emailgordijn, rolplaten, verstuiving, zeefdruk, ... Het polijsten wordt in dit artikel met andere woorden niet beschouwd als een oppervlakteafwerking.

Op de energiewebsite van het WTCB <http://energie.wtcb.be> zijn, na de EPB-Infiches over ventilatiesystemen, sinds februari 2011 ook Infiches over klimaatinstallaties beschikbaar. Deze fiches vormen een belangrijke leidraad voor ontwerpers en aannemers om de energieprestaties van klimaatinstallaties te verbeteren en zo tegemoet te komen aan de EPB-eisen die momenteel van kracht zijn in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en nog in voorbereiding zijn in de andere gewesten.

In de EPB-Infiches over klimaatinstallaties (zie tabel) wordt uitgelegd hoe een bepaalde installatietechniek beoordeeld wordt in de EPB-regelgeving en wat de relatieve invloed ervan is op het berekende E-peil van het gebouw. Verder wordt de rol van de ontwerper en van de uitvoerende aannemer (installateur) beschreven en worden er gepaste aanbevelingen gegeven om het globale rendement van de installatie en bijgevolg ook de energieprestatie te verbeteren.

ROL VAN DE ONTWERPER EN AANNEMER

De EPB-regelgeving vereist een optimale coördinatie en informatieuitwisseling tussen alle bouwpartners. De ontwerper en de aannemer zijn meestal belast met het technische ontwerp, de dimensionering en de plaatsing van de klimaatinstallatie. Ze mogen geen beslissingen nemen die in tegenspraak zijn met de EPB-ontwerpeisen, maar kunnen wel in overleg met het bouwteam alternatieve technieken of systemen voorstellen op voorwaarde dat deze een evenwaardige kwaliteit bezitten en een gelijkwaardige of betere energieprestatie opleveren.

ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN

[Infiche nr. 48.1](#) geeft de algemene principes op van de E-peilberekening (behoort niet tot de taken van de installateur) waarmee men het primaire energieverbruik bepaalt voor de verwarming en de koeling van gebouwen en voor andere voorzieningen zoals de opwarming van warm tapwater en de opwekking van elektriciteit. Hoewel de rekenmethode gelijkaardig is voor woongebouwen en utiliteitsgebouwen, wordt het energieverbruik van bepaalde installatietechnieken of -onderdelen op een verschillende manier bepaald of zelfs buiten beschouwing gelaten.

De bepaling van het energieverbruik van de systemen voor warmteafgifte, -opslag, -verdeling en -regeling komt aan bod in [Infiche nr. 48.2](#). Deze fiche stelt talrijke energiebesparende maatregelen voor die men kan treffen bij de plaatsing van leidingen in het beschermde volume, de dimensionering en de opstelling van de verwarmingslichamen en doet het nut uit de doeken van toerentalgeregelde pompen of de onderbreking van de pompwerking wanneer er geen warmtevraag is.

[Infiche nr. 48.3](#) beschrijft de parameters die een invloed hebben op het rendement van centrale-verwarmingsketels (met water) en [Infiche nr. 48.4](#) geeft deze parameters op voor warmtepompen.

EPB-Infiches : installaties en systemen

Overzicht van de beschikbare infiches op <http://energie.wtcb.be>

Info-fiche	Onderwerp	Residentieel	Niet-residentieel
48.1	Installaties en systemen : algemene principes	Algemeen geldend	
48.2	Verwarming : distributie, afgifte, opslag en regeling	Residentieel	Niet-residentieel
48.3	Centrale verwarmingsketels (met water)	Algemeen geldend	
48.4	Verwarming met warmtepompen	Algemeen geldend	
48.5	Decentrale verwarming: plaatselijke verwarming voor residentiële toepassingen	Residentieel	n.v.t.
48.6	Warm-tapwaterproductie	Residentieel	n.v.t.
48.7	Fotovoltaïsche systemen	Algemeen geldend	
48.8	Actieve koelsystemen	Algemeen geldend	
48.9	Verlichting in tertiaire gebouwen	n.v.t.	Niet-residentieel

[Infiche nr. 48.4](#) geeft deze parameters op voor warmtepompen. Voor stookketels zijn de energiebesparingen voornamelijk te zoeken op het vlak van de glijdende regeling van de ketelwatertemperatuur (lage-temperatuurverwarming) en het bekomen van een zo laag mogelijke retourwatertemperatuur bij condensatieketels. In het geval van warmtepompen speelt de seizoensprestatiefactor (SPF-waarde) dan weer de grootste rol (keuze van het meest geschikte warmtepomptype en correcte dimensionering ervan volgens de warmtebehoeften).

In [Infiche nr. 48.5](#) komt de decentrale verwarming aan bod. Deze fiche geeft forfaitaire rendementen op voor kachels (met vloeibare, gasvormige en vaste brandstoffen) en elektrische verwarmingstoestellen (direct of accumulerend). In deze fiche wordt elektrische verwarming ontraden aangezien ze, omwille van de omrekening naar primaire energie, het E-peil van het gebouw sterk kan doen toenemen.

[Infiche nr. 48.6](#) behandelt de systemen voor de productie van warm tapwater en overloopt een reeks specifieke parameters zoals het gestandaardiseerde tapwaterverbruik, het verbruik van een waakvlam, de lengte van het verdeelnet, enz. Bij deze systemen moet men rekening houden met de mogelijke positieve bijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem als voorverwarming van het warme tapwater en de mogelijke warmterugwinning via het wegstromende douche- of badwater.

[Infiche nr. 48.7](#) geeft aanbevelingen om de opbrengst van fotovoltaïsche panelen te maximaliseren. Zo dienen ze in de mate van het mogelijke in een open omgeving te worden geplaatst, zuidwaarts gericht en in een helling van ongeveer 30°. Doordat de elektriciteitsproductie van een dergelijke fotovoltaïsche installatie zeer gevoelig is voor schaduw, is het belangrijk om deze factor vooraf goed in te schatten.

Actieve koelsystemen, die voornamelijk elektriciteit als energiebron gebruiken, worden besproken in [Infiche nr. 48.8](#). Deze systemen worden evenwel beter vermeden door de koelbehoeften van het gebouw te beperken door bijvoorbeeld grote of slecht georiënteerde glasoppervlakken te vermijden, zonneweringen aan te brengen en gebruik te maken van een intensieve nachtelijke ventilatie (natuurlijk of mechanisch). Een alternatieve strategie bestaat uit de beperking van de interne warmtewinsten, zoals de warmte die geproduceerd wordt door de verlichting of andere apparaten.

[Infiche nr. 48.9](#) behandelt ten slotte de kunstmatige verlichting in niet-residentiële gebouwen en beschrijft verschillende opties om het geïnstalleerde vermogen te verminderen. ■

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

Het wereldwijde energiesysteem gaat per definitie gepaard met een aantal fundamentele, intrinsieke problemen, zoals de eindige voorraden van de conventionele energiebronnen (fossiele en nucleaire brandstoffen), de negatieve impact ervan op de menselijke gezondheid en het milieu, de importafhankelijkheid, ... Deze problemen zouden grotendeels verholpen kunnen worden door zo energiezuinig mogelijk te bouwen. De voorbije jaren hebben de Belgische gewesten daarom EPB-regelgevingen ingevoerd die de verplichting inhouden om alsmaar energiezuinigere nieuwbouw- en renovatieprojecten uit te voeren.

Uiterst energiezuinig leren bouwen 10 jaar om een revolutie waar te maken

Ondertussen werd er ook op Europees niveau een consensus bereikt om dergelijk beleid systematisch en krachtig in te voeren in alle landen. De herziene EPB-richtlijn eist dat er tegen 2021 uitsluitend 'bijna energieneutrale' nieuwbouwconstructies gebouwd worden, hoewel de definitie van deze term nog niet eenduidig ingevuld werd.

MOGELIJKE GEVOLGEN VOOR DE SECTOR

Hoewel het precieze verdere kwantitatieve verstrengingspad nog niet volledig vastligt, is het wel al overduidelijk dat deze krachtige beweging richting zeer energiezuinig bouwen soms een grote impact zal hebben op de huidige **bouwmethoden**. Allicht zullen bijna alle bouwberoepen in meer of mindere mate beïnvloed worden en zullen er nieuwe activiteiten in het bouwbedrijf ontstaan (bv. systematische nazorg tijdens de gebruiksfase van het gebouw).

We beschouwen bij wijze van voorbeeld de isolatiediktes in hellende daken. We stellen vast dat het vereiste isolatieniveau de laatste jaren gestaag steeg waardoor er steeds hogere

isolatiediktes dienden toegepast te worden (zie onderstaande tabel). Deze tendens zou op termijn zelfs gevolgen kunnen hebben voor het structurele ontwerp van het dak.

Daarnaast zal er ook meer aandacht moeten uitgaan naar een **integraal bouwproces**. Zo zal men in het ontwerpstadium niet alleen een zo energiezuinig mogelijke gebouwschil en -structuur moeten uitwerken, maar zal men tevens alle technische installaties hierop moeten afstemmen. Vervolgens zullen de energieaspecten meer aandacht moeten krijgen in de lastenboeken en offertes. Op de bouwplaats zal een goede coördinatie tussen de verschillende actoren sterk aan belang toenemen om bijvoorbeeld de globale luchtdichtheid van de gebouwschil te garanderen.

Indien er in de loop van het project eventuele wijzigingen ten opzichte van de oorspronkelijke plannen overwogen worden, zullen deze goed doordacht en besproken moeten worden om geen afbreuk te doen aan het eiseniveau. Deze wijzigingen zullen bovendien goed gedocumenteerd moeten worden met het oog op de latere EPB-aangifte.

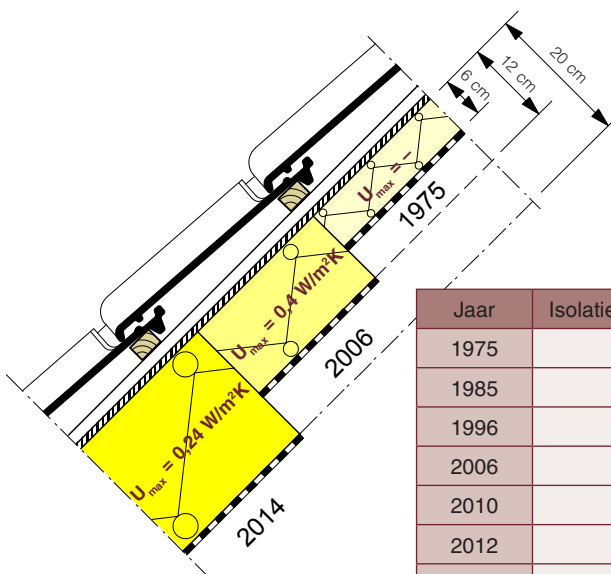
Energiezuinige gebouwen hebben een grotere meerwaarde voor zowel de gebruiker als de bouwsector. Zo kan de implementatie van energiebesparende middelen een nuloperatie vormen voor de gebouwgebruiker: het geld dat hij tijdens het bouwproces investeerde in energiezuinigheid, kan hij immers terugverdienen dankzij de lagere jaarlijkse energiefactuur.

BESLUIT

Hoewel de voorziene omschakeling naar zeer energiezuinig bouwen interessante economische perspectieven biedt, zal het voor talrijke actoren in de bouwsector ook kleine tot ingrijpende aanpassingen met zich meebrengen. Elke bedrijfsleider uit de sector heeft er dan ook baat bij om tijdig te anticiperen op de eventuele veranderingen die zich in zijn branche kunnen voordoen. Hij kan dit onder meer doen door zijn werkwijze aan te passen, door zich bij te scholen, door toekomstgerichte investeringen in machines te plannen, ...

Het lange artikel zal dieper ingaan op de energieproblematiek en de regelgevende context rond energiezuinige nieuwbouw. Daarnaast zal ook aandacht besteed worden aan de mogelijke verstrengingen vanuit een technisch standpunt. Ten slotte worden een aantal mogelijke technische veranderingen opgesomd en wordt ook kort ingegaan op het belang van energetische renovatie. ■

D. Van Orshoven, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Klimaat, installaties en energieprestatie', WTCB
P. D'Herdt, ir., projectleider, laboratorium 'Licht en Gebouw', WTCB



Jaar	Isolatiedikte d_{isol} [cm]	U_{max} [W/m²K]
1975	6	—
1985	8	0,6
1996	10	0,4
2006	12	0,4 (+ houtfractie)
2010	15	0,3
2012	17	0,27
2014	20	0,24

Evolutie van de isolatiediktes in hellende daken

www.wtcb.be

WTCB-Dossiers NR. 2011/3.15

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

Dit artikel geeft een overzicht van de resultaten van een WTCB-onderzoek dat tot doel had om het condensatierisico bij leidingen van afvoerinstallaties die in verbinding staan met de (koude) buitenlucht te evalueren. Tijdens het onderzoek probeerden we tevens concrete aanbevelingen op te stellen om eventuele problemen met afdruppelend condenswater te voorkomen.



Condensatierisico bij waterafvoerleidingen binnen gebouwen

B. Bleys, ir., projectleider, laboratorium 'Duurzame Energie- en waternetwerken', WTCB

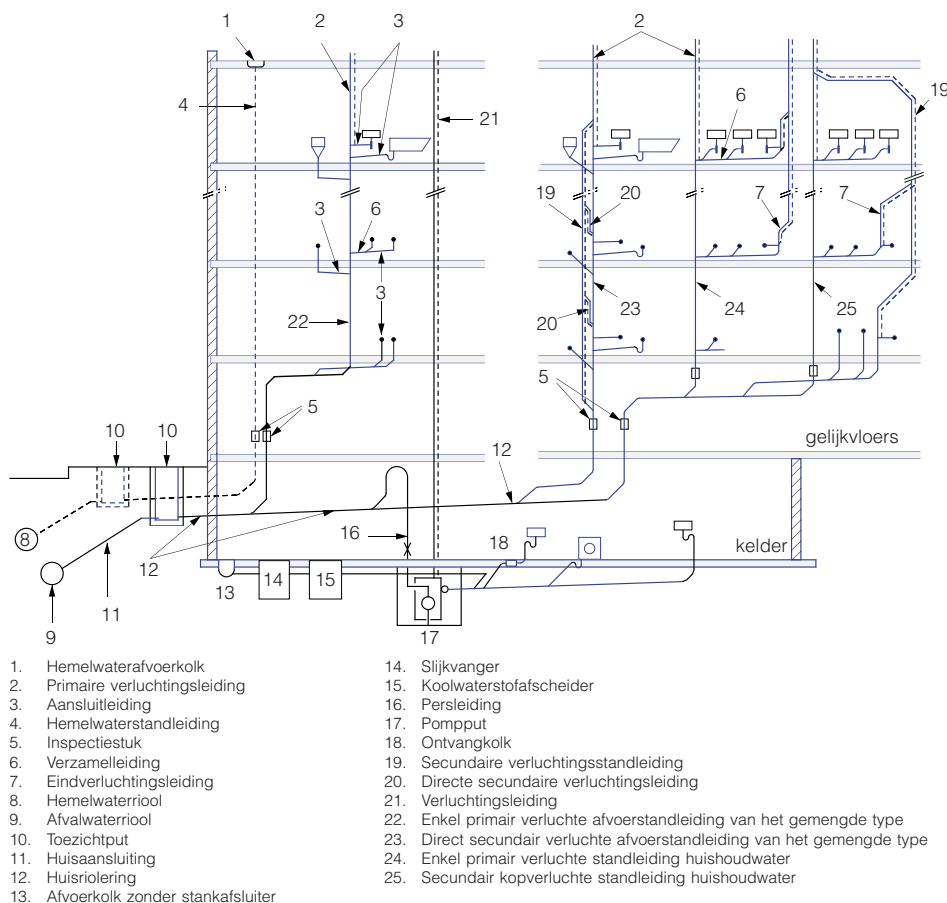
Binnen het beschermde en geïsoleerde volume van gebouwen bestaat er een condensatierisico bij leidingen van afvoerinstallaties die in verbinding staan met de (koude) buitenlucht. Voorbeelden van dergelijke leidingen zijn primaire en secundaire verluchtungsleidingen van afvalwaterafvoersystemen en hemelwaterafvoerleidingen (onder vrij verval en in onder-

druk, zie afbeeldingen 1 en 2). Afbeelding 3 geeft een voorbeeld van condenswater op een hemelwaterafvoerleiding.

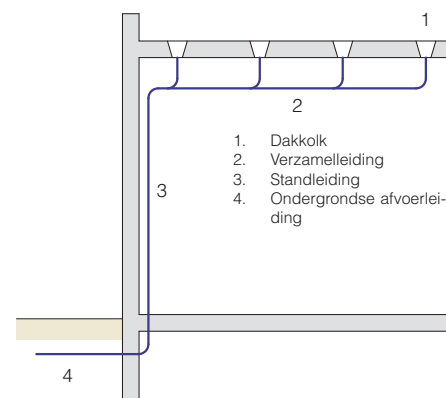
Bij **verluchtungsleidingen** wordt er buitenlucht aangezogen wanneer de standleiding water afvoert. Deze koude lucht koelt de buiswand af, vooral nabij de top van de leiding. Eens de wa-

terafvoer stopt, valt de aanvoer van koude lucht stil en zal de buiswand opnieuw opgewarmd worden door de warmere omringende lucht. Bovendien zal de nog aanwezige koude lucht verdreven worden door de opstijgende warmere rioolgassen (schouweffect). We kunnen dan ook uitgaan van de veronderstelling dat het risico op langdurige condensatie op de buitenwand van verluchtungsleidingen eerder gering is.

Bij **hemelwaterafvoerleidingen** treedt er een



Afb. 1 Hemelwaterafvoerleidingen onder vrij verval en verluchtungsleidingen binnen het beschermde volume

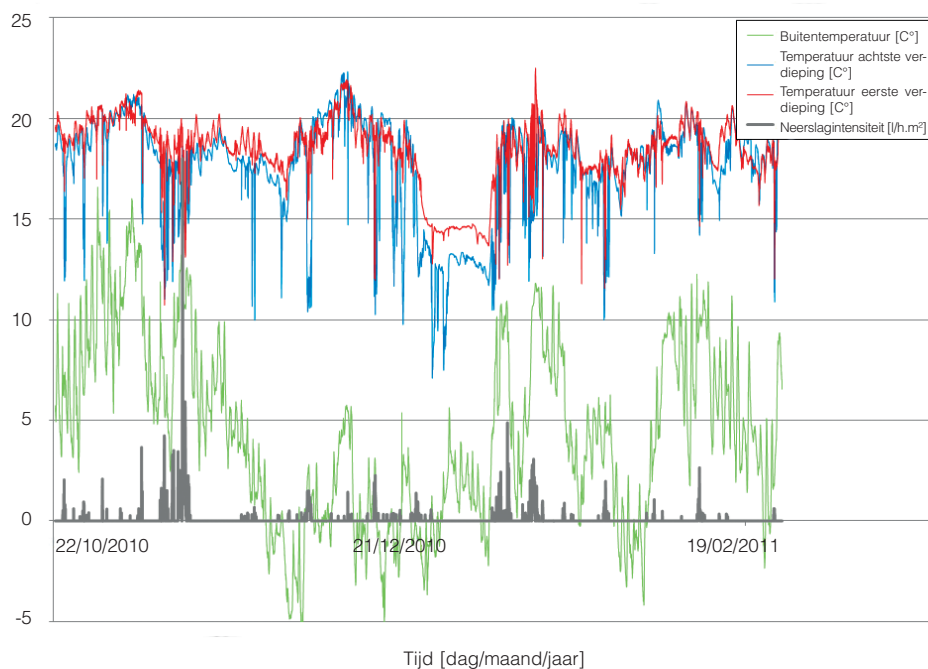


Afb. 2 Hemelwaterafvoer in onderdruk binnen het beschermde volume



Afb. 3 Condensvorming op een hemelwaterafvoerleiding

Afb. 4 Evolutie van de temperatuur van de buitenwand van een hemelwaterafvoerleiding op de eerste en achtste verdieping van het bestudeerde gebouw



ander fenomeen op. Door het afstromen van regen- of smeltwater langsheen de binnenwand van de leiding zal de leidingwand bijkomend afgekoeld worden.

Het warmteverlies dat ontstaat door het temperatuurverschil tussen de lucht in het gebouw en de lucht binnenin de leidingen, zal enerzijds aanleiding geven tot een energieverlies binnen het beschermde volume. Anderzijds komt de temperatuur van de buitenwand van deze leidingen in bepaalde periodes onder het dauwpunt van de binnenlucht te liggen waardoor er zich op deze leidingwand condensatie zal vormen, een risico dat bijgevolg voornamelijk bij hemelwaterleidingen te vrezen is.

ONDERZOEKSPROGRAMMA

Om het voornoemde risico op condensatie te evalueren, startte het WTCB een beperkt onderzoek op. Tijdens dit onderzoek werd gedurende vier winterse maanden (2010-2011) de temperatuur opgemeten van de buitenwand van een verticale hemelwaterstandleiding binnen een verwarmd technisch torengedouw met acht verdiepingen (22,5 m hoog). Het betrof meer bepaald een PVC-leiding DN 75 die verbonden was met een afvoerkolk op een plat dak (6 x 2,5 m).

Daarnaast werden tijdens het onderzoek ook de volgende parameters opgevolgd: de binnentemperatuur in het gebouw op vijf plaatsen, de buitentemperatuur ter hoogte van de dakkolk en de neerslaghoeveelheid. De meetperiode omvatte zowel een periode met relatief hoge buitentemperaturen (ongeveer

16 °C) als een periode met zeer lage buitentemperaturen (tot -4,5 °C). De binnentemperatuur bleef relatief stabiel (tussen 17 °C en 22 °C), behalve tijdens een sluitingsperiode eind december gedurende dewelke het gebouw niet verwarmd werd.

RESULTATEN

Afbeelding 4 geeft de temperatuur van de buitenwand van de hemelwaterafvoerleiding weer voor de achtste (blauwe lijn) en de eerste (rode lijn) verdieping van het gebouw, op respectievelijk 1 m en 18 m afstand van de afvoerkolk op het platte dak. Op de grafiek kan men tevens de buitentemperatuur en de neerslagintensiteit terugvinden voor dezelfde periode.

We konden vaststellen dat:

- de leidingwand regelmatig temperaturen van 12 °C en lager bereikte. Hoewel de laagste temperaturen op de achtste verdieping opgemeten werden (aan het begin van de hemelwaterafvoerleiding), werden er ook op de eerste verdieping significante temperatuurverlagingen waargenomen
- de correlatie tussen de buitenluchttemperatuur en de temperatuur van de buitenwand van de leiding eerder beperkt is
- er een duidelijk verband bestaat tussen de minimumtemperaturen van de leidingbuitenwand en de periodes met neerslag. De minima worden met andere woorden veroorzaakt door water dat langs de leidingwand naar beneden stroomt.

We willen er wel op wijzen dat de gemeten waarden waarschijnlijk een onderschatting

vormen van de meest courante situaties. De beschouwde leiding was immers overgedimensioneerd ten opzichte van de aangesloten dakoppervlakte (DN 75 voor 15 m²), waardoor de verhouding tussen de hoeveelheid afstromend hemelwater en de wandoppervlakte kleiner was dan normaal. Bijgevolg zullen de temperatuurdalingen en de afstand waarover ze optreden in realiteit waarschijnlijk groter zijn.

Het condensatierisico zal vanzelfsprekend ook afhankelijk zijn van de relatieve vochtigheid en de luchttemperatuur die heersen binnen de ruimte waardoor de leidingen lopen. Zo zal er in gebouwen van klimaatklasse III (zie [Technische Voorlichting nr. 215](#)) met een relatieve vochtigheid tot 60 % (bv. appartementsgebouwen, ziekenhuizen, theaters, feestzalen) en een binnentemperatuur van 20 °C bijvoorbeeld reeds condensatie optreden op voorwerpen met een oppervlaktetemperatuur van 12 °C. Aangezien er tijdens het WTCB-onderzoek regelmatig lagere temperaturen opgemeten werden aan de buitenzijde van de leiding, kunnen we besluiten dat er bij hemelwaterafvoerleidingen wel degelijk een reëel risico op condensatie bestaat, afhankelijk van de binnenklimaatklasse.

Dit risico lijkt op het eerste zicht beperkter voor verluchtungsleidingen, hoewel het onderzoek momenteel niet toelaat om hierover eensluidende conclusies te trekken. Ook over de impact van de warmteverliezen via deze leidingen op de globale verwarmingsbehoefte van het gebouw, kan moeilijk een uitspraak gedaan worden.

BESLUIT EN AANBEVELINGEN

Bij hemelwaterafvoerleidingen binnen het beschermde volume bestaat er, afhankelijk van de temperatuur en relatieve vochtigheid van de binnenlucht, een condensatierisico wanneer het regent. Het is dan ook aangewezen om, los van andere motivaties, hemelwater langs de buitenzijde van het gebouw af te voeren. Indien dit echter onmogelijk is (bv. bij grote gebouwen), moet de leiding geïsoleerd worden op plaatsen waar er schade of overlast kan ontstaan door afdruppelend condenswater (bv. horizontale leidingen tegen de zoldering).

Voor gebouwen met relatief lage binnentemperaturen en een beperkte luchtvochtigheid volstaat een isolatiedikte van ongeveer 10 mm (voor een isolatiemateriaal met $\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$). Voor hogere binnentemperaturen of vochtigheden zal een dikte van 15 tot 20 mm in de meeste gevallen volstaan. Het isolatiemateriaal moet bovendien dampdicht zijn en nauwgezet aangebracht worden, zoals bij koelleidingen gebruikelijk is. Bij gebruik van dampopen isolatiematerialen, zoals minerale wol, moet een dampscherm aangebracht worden. ■



Het WTCB heeft verschillende toepassingen ontwikkeld die de kleine en middelgrote ondernemingen in staat moeten stellen om over te gaan tot een nauwkeurige kostprijsberekening. In dit artikel gaan we dieper in op een reeks recent verschenen Infofiches die een hulp vormen bij deze berekening. Daarnaast stellen we kort de toepassingen C PRO® en C DATA® voor, die reeds aangehaald werden in de [WTCB-Contact nr. 2011/2](#).

Beheermiddelen en kostprijsberekening

D. Pirlot, m.c.f.w., afdelingshoofd, en D. Peremans, arch., hoofadviseur, afdeling 'Beheer, Kwaliteit en Informatietechnieken', WTCB

In dit artikel stellen we een reeks van zes recent verschenen Infofiches voor die een schat aan informatie bevatten over het thema kostprijsberekening en de verschillende aspecten die men hierbij in aanmerking dient te nemen.

[Infofiche nr. 52.1](#) heeft betrekking op de bepaling van de loonkosten. Deze kosten zijn afhankelijk van het arbeidsloon van de bouwvakkers, de eisen uit de collectieve arbeidsovereenkomst (PC 124), de sociale lasten en de realisatieduur. In de praktijk wordt er gewoonlijk een gemiddeld uurloon voor de volledige onderneming berekenend dat gedurende een bepaalde periode als referentie gehanteerd wordt. De berekening van de loonkosten is essentieel voor de bepaling van de directe kosten voor een meetstaatpost.

[Infofiche nr. 52.2](#) gaat dieper in op de bepaling van de materiaalkosten. Dit zijn alle kosten die de aannemer dient aan te gaan om te kunnen beschikken over de materialen die nodig zijn voor de uitvoering van een meetstaatpost (grondstoffen, bouwmaterialen, halfabricaten, diverse toebehoren, ...). Voor de analyse van deze kosten dient men enerzijds rekening te houden met de benodigde hoeveelheden en anderzijds met

de aankoopprijs, de transportkosten, de kosten voor het laden en lossen, de opslagkosten en de kosten voor de behandeling van het afval.

[In Infofiche nr. 52.3](#) gaat de aandacht uit naar de bepaling van de onderaannemingskosten.

[Infofiche nr. 52.4](#) is toegespitst op de valorisering van alle middelen, uitrustingen en toebehoren waarover de onderneming kan beschikken voor de uitvoering van haar werkzaamheden. Hierbij dient men een onderscheid te maken tussen het gebruik van gehuurd materieel en het gebruik van eigen materieel. Om de kostprijs van het eigen materieel te bepalen, is een gedetailleerde analyse van de verschillende kostencomponenten (vaste kosten, gebruikskosten, andere kosten) onontbeerlijk. Enkel op deze manier zal het immers mogelijk zijn om een gebruikstarief voor het materieel te bepalen. Naast deze directe kosten wordt de onderneming ook geconfronteerd met indirecte kosten die aan geen enkele specifieke post van de offerte toegewezen kunnen worden. In deze context dient men een onderscheid te maken tussen de specifieke bouwplaatskosten en de algemene bedrijfskosten.

[Infofiche nr. 52.5](#) is gewijd aan de specifieke bouwplaatskosten. Dit zijn kosten die niet bij een welbepaalde uitvoeringspost ondergebracht kunnen worden, maar wel bij eenzelfde bouwplaats : de bouwplaatsinrichting, de ver-

NUTTIGE INFORMATIE

Dankzij **C PRO®** kan men prijsofferten opmaken op basis van de directe kosten (materiaalkosten, materieelkosten, loonkosten, onderaannemingskosten) en de indirecte kosten (algemene kosten en specifieke bouwplaatskosten). Met behulp van **C DATA®** kan men dan weer een aantal parameters becijferen die onontbeerlijk zijn voor een correcte kostprijsberekening (algemene bedrijfskosten, gemiddeld uurloon, de kost van het bedrijfsmaterieel).

De toepassingen C PRO® en C DATA® werden ontwikkeld in Microsoft Excel en kunnen geparametreerd worden in functie van de bedrijfsgegevens. Ze kunnen gratis gedownload worden via www.wtcb.be/go/cpro.

plaatsingskosten, de kosten voor de plaatsbeschrijving, het verbruik, ... Deze kosten kunnen proportioneel verdeeld worden over alle of bepaalde meetstaatposten.

[Infofiche nr. 52.6](#) heeft ten slotte betrekking op de algemene bedrijfskosten. Deze kosten zijn inherent aan het bestaan en de structuur van de onderneming en doen zich voor ongeacht de omvang van de uit te voeren werkzaamheden. Het gaat hier bijvoorbeeld om het loon van het administratieve of niet-productieve personeel, de verloning van derden, de informaticakosten, de meubilairkosten, de kosten voor de aankoop van klein gereedschap, de financiële kosten, ... Deze kosten zijn noodzakelijk om de goede werking van de onderneming te verzekeren en moeten – met behulp van een verdeelsleutel die afgestemd is op de kostenstructuur van de onderneming – verrekend worden aan de klanten. ■



BEREKENING VAN DE VERKOOPPRIJS

WINSTMARGES

BEREKENING VAN DE KOSTPRIJS

DIRECTE KOSTEN

Loonkosten → Infofiche 52.1
Materiaalkosten → Infofiche 52.2
Onderaannemingskosten → Infofiche 52.3
Materieelkosten → Infofiche 52.4

INDIRECTE KOSTEN

Specifieke bouwplaatskosten → Infofiche 52.5
Algemene bedrijfskosten → Infofiche 52.6

Gemiddeld uurloon →

Materieeltarief →

Materieeltarief →

Algemene bedrijfskosten →



Elementen die in aanmerking moeten genomen worden bij de kostprijsberekening

Daglicht is onontbeerlijk voor het visuele comfort en het algemene welzijn. Talrijke studies tonen aan dat we zowel fysisch als psychologisch nood hebben aan 'natuurlijk' licht. Bovendien kan men heel wat energie besparen door gebruik te maken van de daglichtinval in gebouwen.

Voorspelling van daglichttoetreding

✎ B. Deroisy, ir., projectleider, laboratorium 'Licht en gebouw', WTCB
A. Deneyer, ir., hoofd van het laboratorium 'Licht en Gebouw', WTCB

In de tertiaire sector kan het energieverbruik voor verlichting met gemiddeld 40 % vermindert worden door een ingenieus ontwerp van de gebouwschil en efficiënte regelsystemen voor de kunstverlichting. Om een beeld te krijgen van het visuele comfort en/of de mogelijke energiebesparing, is het dan ook belangrijk om de daglichttoetreding in het gebouw correct te bepalen of te voorspellen. Men kan hiervoor diverse methodes hanteren.

VEREENVOUDIGDE METHODES

Met deze methodes kan men de binnenverlichting inschatten voor eenvoudige geometrische configuraties. Men maakt doorgaans gebruik van grafische methoden of empirische formules die enkel resultaten opleveren voor zeer specifieke omstandigheden: diffuse straling (gestandaardiseerde overtrokken hemel) of directe straling (studie van bezonning of schaduwwerking).

SCHAALMODELLEN

De studie van het daglicht op schaalmodellen vergt op haar beurt een specifieke infrastructuur (bv. kunsthemel en -zon) om de daglichtinval in de gebouwen te kunnen simuleren. Dankzij deze methode kan men zich onmiddellijk een beeld vormen van de lichtverdeling in een

ruimte, hetgeen de kwalitatieve aanpak van het ontwerp sterk ten goede komt. Het WTCB-laboratorium 'Licht en gebouw' is uitgerust met de nodige toestellen om metingen en studies uit te voeren op schaalmodellen.

DIGITALE MODELLEN

Digitale modellen en computersimulaties zitten momenteel sterk in de lift. Dankzij deze technologie kan men ruimtes en objecten in 3D modelleren en de lichtverdeling berekenen, rekening houdend met zowel daglicht als kunstlichtbronnen. De beste rekenprogramma's in dit genre bieden bovendien de mogelijkheid om fotorealistische visuele indrukken te genereren (zie afbeelding). Hoewel de meeste softwares goede prestaties leveren voor de simulatie van kunstverlichting en ze het licht dat uitgestraald wordt door de verlichtingstoestellen correct in rekening brengen, leveren ze niet allemaal goede resultaten op voor daglicht.

De fabrikanten van verlichtingsarmaturen geven meestal informatie op over de fotometrische lichtverdeling van hun producten. Hierdoor is het eenvoudig om dit toestel in te voeren in een bepaalde omgeving en de lichtverdeling te bepalen. Indien men daarentegen daglicht bestudeert, moet men weten hoe de lichtbronnen (diffuus licht van de hemel en direct zonlicht) en de verspreiding van licht gemodelleerd worden om de berekening (en haar beperkingen) te begrijpen en de resultaten correct te interpreteren.

Zo is het niet alleen belangrijk dat men de

geometrische modellering goed onder de knie heeft, maar ook dat men voldoende kennis heeft over de fotometrische eigenschappen van de verschillende oppervlakken uit de bestudeerde opstelling. Een goede beschrijving van deze fotometrische eigenschappen of – op zijn minst – een precieze inschatting van de reflectie- en transmissiecoëfficiënten, is immers essentieel voor een correcte bepaling van de lichtverdeling in een ruimte. Deze eigenschappen zijn niet alleen afhankelijk van het materiaaltype, maar ook van de textuur van het oppervlak.

Zoals ook in vele andere domeinen het geval is, dient de gebruiker de simulatietoepassing goed te kennen alvorens hij een kwaliteitsvol digitaal model kan maken. Een loutere kennis van de gebruikersinterface zal dan ook geen betrouwbare resultaten opleveren. De kwaliteit van het digitale model voor daglicht zal afhankelijk zijn van de modellering van de hemel, de rekenmethode (algoritme), de instellingen (verfijning van de berekening), de nauwkeurigheid van het geometrische model (precisie van de invoer) en de bekwaamheid van de gebruiker (kennis van het rekenprogramma en correct gebruik).

De gebruiker heeft er bijgevolg alle baat bij om te kiezen voor een rekenprogramma dat aangepast is aan de aard van de studie, de complexiteit van de bestudeerde opstelling en de vereiste nauwkeurigheidsgraad. Het zal in bepaalde complexere gevallen dan ook noodzakelijk zijn om geavanceerde simulatiehulpmiddelen te gebruiken en metingen uit te voeren op schaalmodellen om bijkomende gegevens te vergaren. ■



Nicolas Roy (Velux)



Adam Mörk

Computersimulatiebeeld, links, en foto van het gerealiseerde project, rechts (project 'Sunlighthouse', Pressbaum, Oostenrijk)

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2011/3.18

In het kader van het door de FOD 'Economie' gesubsidieerde onderzoeksproject 'CODA-Light' (*energy consumption of COntrol systems and Daylight Access in LIghTing installations*) voerde het WTCB een gedetailleerde studie uit naar de digitale simulatiemogelijkheden van natuurlijke verlichting. We analyseerden en testten hierbij diverse rekenprogramma's. In de lange versie van dit artikel, die binnenkort beschikbaar is op onze website, zal het werkingsprincipe van de belangrijkste rekenalgoritmes (*radiosity, ray tracing, photon mapping, enz.*) besproken worden, evenals de modelleringsmogelijkheden van een aantal softwarepakketten.

WTCB-opleidingen



VORMINGSCYCLUS VOOR PLAATSERS VAN BRANDWERENDE DEUREN BENOR-ATG

- 4, 11, 18 en 25 oktober 2011, van 19u00 tot 22u00, Confederatie Bouw West-Vlaanderen, Kortrijksestraat 389A, 8500 Kortrijk.

STUDIEDAG HOUTBOUW

- 23 september 2011, van 9u00 tot 18u00, Huis van de Bouw, Tramstraat 59, 9052 Zwijnaarde.

DEKVLOEREN : SCHADE EN PREVENTIE

- 15 september 2011, van 17u30 tot 21u00, Hogeschool Gent – Campus Schoonmeersen, Schoonmeersstraat 52, 9000 Gent.

WINTERCURSUSSEN 2011-2012

Tijdens de wintercursussen 2011-2012 (van januari 2012 tot april 2012), die naar goede gewoonte georganiseerd worden in samenwerking met de SYNTRA-opleidingscentra, zullen de volgende twee thema's aan bod komen :

- luchtdicht bouwen
- beton (vloeistofdicht beton, specificaties en uitvoering).

2011/3

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 cd-rom.

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

OPLEIDINGEN

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

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

Verantwoordelijke uitgever : Jan Venstermans
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)