



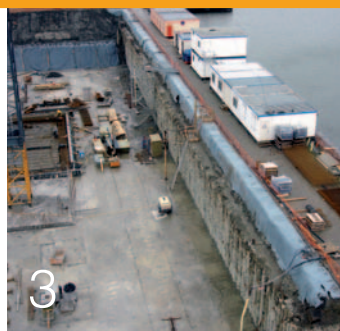
'Soil mix'-wanden als kerende constructies (p. 3)

Uitloging van **cederhouten** gevels (p. 8)

Stabiliteit van glazen **binnenwanden** (p. 11)

Houtverwarming (p. 16)

Bouwknopen en K-peil (p. 18)



INHOUD SEPTEMBER 2010

- 1 Nieuwe TV [online](#) !
Ook de bouwsector is [innovatief](#)
- 2 [Druksterkte](#) van metselwerk
- 3 'Soil mix'-wanden als kerende constructies
- 4 [Gelijmde betonwapening](#) : recente evoluties
- 5 [Spuitsbeton](#) voorschrijven
- 6 [Warmtecapaciteit](#) van isolatiematerialen en risico op [oververhitting](#)
- 7 Mechanisch bevestigde [platte daken](#) : schroeven en verdeelplaatjes
- 8 Uitloging van [cederhouten](#) gevels
- 10 Oplevering van [houten schrijnwerk](#) : kleurverschillen en verkleuringen
- 11 [Stabiliteit](#) van glazen [binnenwanden](#)
- 12 [Pleister](#) voor een zachte [klimaatregeling](#) ?
- 13 Dekvloeren : [bewegingsvoegen](#) of niet ?
- 15 [Vochtgehalte](#) van dekvloeren
- 16 [Houtverwarming](#)
- 17 [Waterslag](#) in metalen leidingen
- 18 [Bouwknopen](#) en K-peil
- 19 Het [digitale bouwbedrijf](#) is dichterbij dan u denkt
- 20 [CALE](#) : wegbereider voor de EPB

In de bouwsector worden nieuwe oplossingen gezocht om een antwoord te bieden op de problemen die worden voorgelegd. Daarnaast worden er op de bouwplaats dagelijks bestaande werkwijzen aangepast of nieuwe uitvoeringsmethoden uitgetoetst.

Dat de WTCB-publicaties garant staan voor de voortdurende uitbreiding en verfijning van het informatie-aanbod, is al lang geen geheim meer. De Technische Voorlichting nr. 238 'De applicatie van opzwellende verfsystemen op stalen constructies', die tijdens de vakantieperiode van de pers rolde, is hier nog maar eens een sprekend voorbeeld van. Tot op heden was er over dit onderwerp immers nog geen noemenswaardige leidraad voorhanden. In deze nieuwe TV wordt dan ook bijzondere aandacht geschonken aan de verschillende uitvoeringsaspecten van dergelijke verven.



De TV 238 werd opgesteld op verzoek van de Confederatie Bouw Belgische Schilders en het Technisch Comité Schilderwerken van het WTCB en handelt over opzwellende verfsystemen die tot doel hebben de stabiliteit bij brand van stalen constructies te verlengen. Een opzwellend verfsysteem kan omschreven worden als een geheel van verflagen die

achtereenvolgens op een stalen ondergrond worden aangebracht. Dergelijke systemen zijn doorgaans opgebouwd uit een grondlaag, een opzwellende verf en eventueel een beschermings- en/of dekverf. Elk van deze verven wordt in één of meerdere lagen uitgevoerd.

Onder invloed van warmte beginnen deze verftypes op te zwellen en een schuimlaag te vormen die bescherming biedt tegen brand door middel van thermische isolatie en afkoeling. De nieuwe TV 238 wil de schilder (uitvoerder) ertoe aanzetten de nodige aandacht te schenken aan de applicatie van dergelijke verfsystemen.

In hoofdstuk 10 van deze nieuwe TV wordt dieper ingegaan op de applicatie van opzwellende verfsystemen in het atelier (d.w.z. op een nieuwe ondergrond). Het gaat hier met name om de voorbereiding van het oppervlak, de applicatie van de grondlaag, het aanbrengen van de opzwellende verflaag en de applicatie van de eventuele beschermings- en/of dekverf. In bepaalde gevallen gebeurt de voorbereiding van de stalen profielen en de applicatie van de grondlaag rechtstreeks door de constructeur, waarna de profielen naar de uitvoerder vervoerd worden, die er in zijn atelier de opzwellende verflaag en eventueel ook de beschermings- en/of deklaag op aanbrengt. De

applicatie van deze twee lagen kan eveneens gebeuren op de bouwplaats.

Ook het hoofdstuk dat gewijd is aan de taken en de verantwoordelijkheden van de verschillende projectpartners is niet te versmaden. Om de optimale uitvoering van het opzwellende verfsysteem te waarborgen, is het immers belangrijk dat de taken en verantwoordelijkheden van alle betrokkenen op een eenduidige manier worden toegewezen. Verder spreekt het voor zich dat de informatieoverdracht tussen de verschillende partijen cruciaal is voor het goede verloop van de werken. ■



www.wtcb.be

De TV 238 kan geraadpleegd worden via de WTCB-website (rubriek 'Publicaties', 'Technische Voorlichtingen'). De toegang tot dit document is gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB. De andere bouwprofessionelen kunnen genieten van een voorkeurstarief. Deze publicatie is tevens beschikbaar op papier en kan besteld worden bij de dienst 'Publicaties' (per fax op het nummer 02/529.81.10 of per e-mail : publ@bbri.be).

De bouwsector wordt nog al te vaak beschouwd als weinig innovatief. Om aan te tonen dat deze reputatie niet altijd gegrond is, halen we in dit artikel de innoverende uitvindingen aan die genomineerd werden voor de ITM Industrie Awards.

J. Jacobs, ing., hoofdadviser, D. Gofinet, ing., hoofdadviser en R. Ciuch-Pillette, ir., adviseur, departement 'Normalisatie, specificaties en kwaliteit van producten en systemen, WTCB'

Na het succes van 2009, werd dit jaar opnieuw een wedstrijd georganiseerd voor de beste geïntroceerde uitvinding (*Best patented innovation award 2010*). Aan deze wedstrijd mogen alleen uitvindingen deelnemen waarvoor een octrooi werd afgeleverd na 2002. Na een evaluatie van de ruim 30 inzendingen, werden 4 uitvindingen genomineerd. De begeerde trofee ging dit jaar uit naar een cholesterol-arme olie voor de voedingsindustrie. Een tweede uitvin-

ding die een nominatie in de wacht sleepte, was een ecologisch verantwoord drukproces.

De twee overige nominaties werden toegekend aan uitvindingen in de bouwsector. De eerste firma werd beloond voor een systeem dat het ultravlak slijpen van vloeren toelaat. Met de aldus ontwikkelde machine slagen zij erin de vloeren in magazijnen met hoge stapelrekken zodanig te effenen dat zelfs de hoogste vorkliften, zonder gevaar voor omkantelen, tussen de rekken kunnen rijden. Het werkingsprincipe berust op een hydraulisch systeem dat niet alleen een vlakker eindresultaat waarborgt, maar er tevens voor zorgt dat dit resultaat sneller behaald wordt.

De tweede firma werd beloond voor haar systeem van lichte geprefabriceerde platen. Dit proces bestaat erin luchtdozen uit gerecycleerd

polyethleen in te betonneren, waardoor niet alleen het gewicht van de te vervoeren plaat, maar ook het gewicht van de gerealiseerde plaat kleiner wordt, zonder in te boeten op sterkte.

Beide voorbeelden maken duidelijk dat ook in de bouwsector nieuwe oplossingen worden gezocht om een antwoord te bieden op de problemen die worden voorgelegd. Daarnaast worden er op de bouwplaats dagelijks bestaande werkwijzen aangepast of nieuwe uitvoeringsmethoden uitgeprobeerd. Een aantal van deze oplossingen kunnen voldoende waardevol zijn om ze met een octrooi te beschermen. Bedrijven in de bouwsector die willen weten of hun nieuwe werkwijzen in aanmerking komen voor een octrooi, kunnen met hun vragen terecht bij de Octrooicel van het WTCB (www.wtcb.be/go/patent of octrooi@bbri.be). ■

Ook de bouwsector is innovatief

De afgelopen jaren liepen er in Europa diverse onderzoeksprojecten die streefden naar een betere voorspelling van de mechanische eigenschappen van dragend metselwerk. Dankzij de WTCB-onderzoeksprojecten 'Gelijmd metselwerk' en 'Eurocode 6' kon men de Belgische Nationale Bijlagen bij Eurocode 6 opstellen. In dit artikel gaan we dieper in op de bepaling en formulering van de druksterkte van metselwerk volgens Eurocode 6 en op de parameters die gehanteerd worden in de Nationale Bijlage.



A. Smits, ir., projectleider, laboratorium 'Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen', WTCB
Y. Grégoire, ir.-arch., afdelingshoofd, afdeling 'Materialen', WTCB

De term 'Eurocodes' verwijst naar de Europese normenreeks NBN EN 199x betreffende het ontwerp en de berekening van constructies. Met behulp van deze normenreeks is het mogelijk om te voldoen aan de stabiliteits- en gebruiksveiligheidseisen die opgelegd worden door de Bouwproductenrichtlijn. Eurocode 6 bestaat uit de normenreeks NBN EN 1996-x met betrekking tot metselwerkconstructies. De gepubliceerde normen kunnen pas daadwerkelijk toegepast worden van zodra hun Nationale Bijlagen (ANB's) officieel uitgegeven werden.

De norm NBN EN 1996-1-1 geeft algemene regels op voor constructies uit gewapend en ongewapend metselwerk. Van zodra deze norm samen met haar Nationale Bijlage (NBN EN 1996-1-1 ANB) bekend gemaakt wordt in het Belgisch Staatsblad, zal ze de voornormen NBN ENV 1996-1-1 en -3, hun nationale aanwendingsdocumenten (NAD) en de oude Belgische norm NBN B 24-301 vervangen. In de voornoemde Nationale Bijlage werden nationale parameters (NDP's) vastgelegd voor de veiligheidscoëfficiënten (afhankelijk van de toegepaste materialen en de uitvoeringsklassen), de druksterkte, de afschuifsterkte en de buigsterkte.

1 DRUKSTERKTE

De karakteristieke druksterkte van metselwerk f_k (in N/mm², fractiel van 5 %) kan volgens Eurocode 6 niet alleen verkregen worden door de uitvoering van proeven op muurtjes volgens de norm NBN EN 1052-1, maar ook aan de

hand van de volgende vergelijking: $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$ waarbij:

K, α, β : nationale parameters (zie tabel) afhankelijk van de groep ⁽¹⁾ en het type van de metselsteen (uit baksteen, kalkzandsteen, (cellen)beton), de mortel (lijmmortel of mortel voor algemene toepassingen) en de voegvulling

f_m : gemiddelde druksterkte van de mortel volgens de norm NBN EN 1015-11

f_b : genormaliseerde gemiddelde druksterkte van de metselstenen volgens de norm NBN EN 772-1.

Voor de bepaling van de druksterkte van metselwerkproducten (f_m en f_b) verwijzen we naar

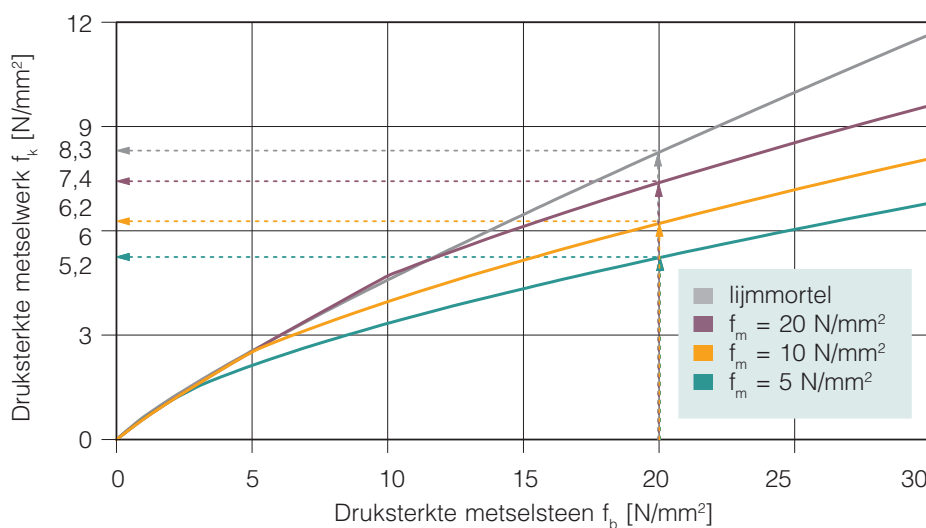
Druksterkte van metselwerk

het gelijknamige artikel uit de WTCB-Contact nr. 24. Uit de onderstaande afbeelding blijkt dat de invloed van de mortel steeds kleiner is dan de invloed van de metselsteen. Op gelijmd metselwerk (met een voegdikte ≤ 3 mm) oefent de mortel zelfs geen enkele invloed uit omwille van zijn geringe dikte ($\beta = 0$ geeft $f_m^\beta = 1$).

2 DRAAGVERMOGEN

Het draagvermogen van de metselwerkwand wordt, naast de druksterkte f_k , ook bepaald door andere factoren zoals de veiligheidscoëfficiënten, de belastingen en de excentriciteit, de slankheid ⁽²⁾. ■

Druksterkte van het metselwerk f_k afhankelijk van de druksterkte van het element f_b en de gebruikte mortel (voorbeeld voor een betonmetselsteen van groep 2).



Waarden voor K, α en β voor de meest voorkomende groepen volgens de Nationale Bijlage NBN EN 1996-1-1 ANB.

Metselstenen uit		Mortel voor algemene toepassingen			Lijmmortel (lintvoeg $\geq 0,5$ mm en ≤ 3 mm)		
		K	α	β	K	α	β
Baksteen	Groep 2 (*)	$0,50 \times (\delta)^{-0,65}$	0,65	0,25	$0,50 \times (\delta)^{-0,80}$	0,80	0
Kalkzandsteen	Groep 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0
Beton	Groep 2	0,50	0,65	0,25	0,65	0,85	0
Cellenbeton	Groep 1	0,60	0,65	0,25	0,80	0,85	0

(*) δ is de vormfactor zoals hij gedefinieerd wordt in de norm NBN EN 772-1.

⁽¹⁾ De groep is niet alleen afhankelijk van het percentage en de oriëntatie van de perforaties, maar ook van de diktes van de binnen- en buitenwanden en wordt vermeld in de technische fiches van de fabrikanten. Terwijl groep 1 alle elementen zonder perforaties bevat, omhelzen groep 2 en groep 3 elementen met een toenemende graad van verticale perforatie en groep 4 elementen met horizontale perforaties. Voor de volledige definitie van de groepen verwijzen we naar Eurocode 6.

⁽²⁾ Voor rekenvoorbeelden verwijzen we naar de syllabus van de 6^e module van de cyclus Eurocodes 2010-2011, die op 2 juni georganiseerd werd door de KVIV in samenwerking met het WTCB.

Traditioneel wordt er voor de uitvoering van grond- en waterkerende constructies in België voornamelijk gebruik gemaakt van damwanden, palenwanden, Berlijnse wanden, ... Sinds het begin van de jaren 2000 is er hiervoor echter ook een nieuwe techniek op de Belgische markt verschenen : de toepassing van 'soil mix'-wanden.



P. Ganne, dr. ir., projectleider, laboratorium 'Grondmechanica en monitoring', WTCB

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

F. De Cock, ir., Geotechnical Expert Office, Geo.be

B. Lameire, ing., Belgische Vereniging Aannemers Funderingswerken (ABEF)

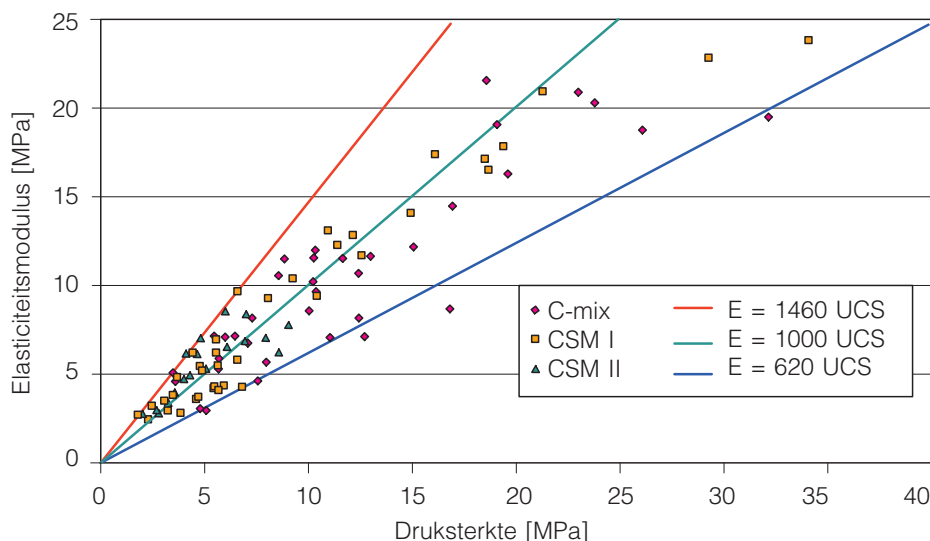
J. Maertens, prof. ir., K.U.Leuven

De 'soil mix'-technologie bestaat erin om *in situ* grond met een cementgebonden bindmiddel te vermengen teneinde een kerende constructie te bekomen. Zodoende worden er naargelang van het gebruikte systeem cilindervormige kolommen of rechthoekige panelen gevormd. Deze kolommen of panelen worden naast elkaar geplaatst, maar wel overlappend (secans) uitgevoerd (zie afbeelding 1), zodanig dat er een doorlopende 'soil mix'-wand gerealiseerd wordt. Vóór het uitharden worden er een aantal stalen H- of I-profielen in het 'soil mix'-materiaal geplaatst die tot doel hebben om de schuif- en buigkrachten in de kerende constructie op te nemen.



Afb. 1 'Soil mix'-wand met een grond- en waterkerende functie.

'Soil mix'-wanden als kerende constructies



Afb. 2 Verhouding tussen de elasticiteitsmodulus en de druksterkte van 'soil mix'-kernen, afhankelijk van het uitvoeringsprocedé.

De belangrijkste parameters die de uitvoering van 'soil mix'-wanden kunnen beïnvloeden, zijn onder andere de druksterkte en de elasticiteitsmodulus van het 'soil mix'-materiaal die in rekening gebracht werden tijdens het ontwerp van het bouwwerk. In het kader van het prenominatieve onderzoek over beschoeiingen (gevoerd met de financiële steun van de FOD Economie en het NBN) werden er totnogtoe zo'n 950 drukproeven en 100 elasticiteitsproeven uitgevoerd op *in situ* geboorde 'soil mix'-kernen. Hiertoe werd de volgende proefprocedure uitgeschreven en gevalideerd :

- uitvoering van de drukproeven (NBN EN 206-1) op 'soil mix'-kernen met een 'hoogte/diameter'-verhouding van 1
- uitsluiting van de resultaten van de drukproeven op monsters met grondinsluitels, groter dan 1/6 van de diameter, op voorwaarde dat niet meer dan 15 % van de proefmonsters uitgesloten wordt
- bepaling van de statische elasticiteitsmodulus (volgens de norm NBN B 15-203) op 'soil mix'-kernen met een 'hoogte/diameter'-verhouding van 2
- berekening van de elasticiteitsmodulus op basis van de vervorming, opgemeten tijdens een cyclische belasting van het proefstuk (secans elasticiteitsmodulus).

Uit de aldus uitgevoerde laboratoriumproeven is gebleken dat :

- de druksterkte van het 'soil mix'-materiaal een belangrijke spreiding vertoont, zelfs indien de proefstukken uit dezelfde wand afkomstig zijn

- de druksterkte van het 'soil mix'-materiaal (grootteorde van 3 tot 35 MPa) afhankelijk is van de gebruikte grondsoort
- het voor de bepaling van de karakteristieke waarde van de druksterkte beter is te opteren voor een lognormale verdeling van de individuele druksterktewaarden dan voor een Gaussiaanse verdeling
- de elasticiteitsmodulus van het 'soil mix'-materiaal ongeveer een factor 620 tot 1460 hoger ligt dan de druksterkte ervan (afbeelding 2).

De vraag naar een aangepaste mechanische rekenmethode voor 'soil mix'-constructies die rekening houdt met de heterogeniteit van de grond en de grondinsluitels, blijft momenteel echter nog open. Daarom heeft het WTCB eind 2009 een bijkomend onderzoeksproject op poten gezet met bijzondere aandacht voor :

- de druksterkte van 'soil mix'-constructies, rekening houdend met de invloed van de grondinsluitels
- de hechting tussen het 'soil mix'-materiaal en de stalen wapeningslementen
- de duurzaamheid van het 'soil mix'-materiaal
- de doorlatendheid van het 'soil mix'-materiaal. ■



www.wtcb.be
WTCB-DOSSIERS NR. 3/2010

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

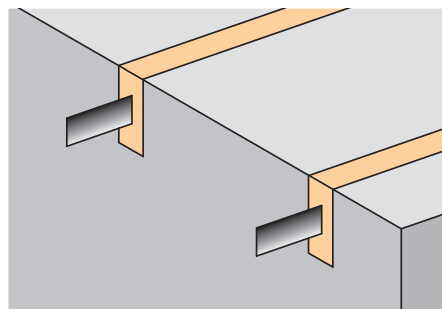
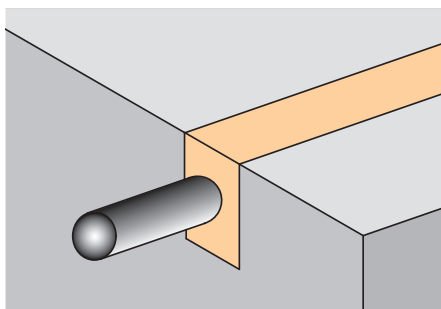
De klassieke gelijmde-wapeningstechniek bestaat erin staalplaten of koolstof-vezelversterkte elementen (*fibre reinforced polymers*, FRP) met behulp van een geschikte epoxylijm op het betonoppervlak te verlijmen. Deze techniek wordt regelmatig toegepast ter versterking van bestaande betonconstructies. Dit artikel geeft een overzicht van de recentste ontwikkelingen in dit domein.



➔ F. Van Rickstal, dr. ir., projectleider, laboratorium 'Structuren', WTCB
B. Dooms, ir., projectleider, laboratorium 'Betontechnologie', WTCB
W. Figeys, dr. ir., K.U.Leuven
B. Debbaut, ing., UGent

Gelijmde betonwapening : recente evoluties

Voorstelling van een *near surface mounted system* met staven (links) en met strips (rechts).



1 NEAR SURFACE MOUNTED SYSTEMS

Bij de *near surface mounted systems* (NSM) worden de bijkomende wapeningen (bestaande uit strips of staven uit staal of vezelversterkte composieten) niet op maar in het beton geplaatst (zie afbeelding). Ze worden verzonken in uitgefreeste gleuven waarin een viskeuze epoxylijm aangebracht werd. Omdat de wapeningen verdoken liggen, zijn ze beter beschermd tegen potentiële mechanische beschadigingen en brand.

2 STEEL CORD REINFORCED POLYMERS

Steel cord reinforced polymers (SCRIP) bestaan uit dunne hoogwaardige staaldraden of -kabels, die met behulp van kunststofdraad tot een unidirectioneel weefsel samengevoegd worden en ter plaatse geïmpregneerd worden met een epoxyhars.

Deze techniek heeft tal van voordelen te bieden op het vlak van voorspanning en mechanische verankering en vertoont eveneens een goede weerstand tegen potentiële mechanische beschadigingen.

3 MULTIDIRECTIONELE VEZEL-COMPOSITIEN

De term multidirectionele vezelcomposieten (mFRP) duidt op composietelementen waarbij de vezels in meerdere richtingen verwerkt worden.

Dergelijke materialen hebben een meer isotroop karakter waardoor ze, in tegenstelling tot unidirectionele vezelcomposieten, mechanisch verankerd kunnen worden met bouten.

4 TEXTILE REINFORCED MORTARS

Textile reinforced mortars (TRM) kunnen omschreven worden als een combinatie van een industrieel textiel in de vorm van een openmazig weefsel en een aangepaste cementgebonden mortel. Dergelijke systemen leveren weliswaar een geringere versterking op dan klassieke epoxygebonden systemen, maar zijn wel beter bestand tegen brand. *Textile reinforced mortars* lenen zich ook uitstekend voor het omwikkelen van kolommen.

5 VOORSPANNING DOOR MIDDEL VAN NAGEREKE WAPENING

In sommige gevallen kan het voordelig zijn de externe wapening (vezelcomposieten, SCRIP, ...) dienst te laten doen als voorspanwapening. Dit gebeurt door de wapening in nagerekte toestand te verbinden met het betonoppervlak. Om de hechting met het beton te verzekeren, zijn mechanische hulpmiddelen nodig. Aangezien de vezels bij deze techniek efficiënter gebruikt worden, kan men een gelijkaardige versterking bekomen als bij niet-voorgespannen systemen en wordt er bovendien minder materiaal verbruikt.

6 STRAPSYSTEMEN

Het buigen van geprefabriceerde laminaten met een klassieke dikte (± 1 mm) over een beperkte kromtestraal is niet eenvoudig en geeft gewoonlijk aanleiding tot spanningsconcentraties in de buigpunten. Om hieraan te verhelpen, wordt bij het strapsysteem gebruik gemaakt van dunne laminaten met een thermoplastmatrix die meerlagig gewikkeld worden zonder onderlinge hechting. De hech-

ting wordt naderhand gerealiseerd door het verwarmen van de elementen.

7 BESLUIT

Gelijmde wapening is een efficiënt middel om betonnen structuren te versterken. Hoewel deze techniek niet nieuw is en reeds vrij frequent toegepast wordt, vinden de recentste ontwikkelingen niet altijd even gemakkelijk hun weg naar de renovatiemarkt.

Daarom heeft het WTCB, in samenwerking met het laboratorium Reyntjens van de K.U.Leuven en het laboratorium Magnel van de UGent, de Technologische Dienstverlening 'Nieuwe generatie gelijmde betonwapening' opgestart, die als oogmerk heeft om deze nieuwe technieken te promoten door informatieverspreiding en sensibilisering. Deze Dienstverlening wordt gesubsidieerd door het Vlaams Innovatienetwerk en kan rekenen op de medewerking van FEREB en infobeton.be. ■



Nuttige informatie

Voor meer informatie over de nieuwste uitvoeringstechnieken voor gelijmde betonwapening en over de activiteiten van voornoemde Dienstverlening, kan u terecht op de website www.gelijmde-wapening.be.



www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 3/2010

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

Sinds 2005 kan spuitbeton voorgeschreven worden volgens de specificaties uit de norm NBN EN 14487-1.



In voorkomend geval moeten er op de bestelbon een aantal gegevens vermeld worden, waarvan hierna een beschrijving opgenomen is.

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd 'Materialen, Technologie en Omhulsel', WTCB

J. Piérard, ir., adjunct-laboratorium-hoofd 'Betontechnologie', WTCB

In de meeste bestekteksten wordt spuitbeton gespecificeerd aan de hand van :

- een minimaal cementgehalte (doorgaans 350 kg/m³ voor beton dat gespoten wordt volgens de droge methode en 375 kg/m³ voor beton dat gespoten wordt volgens de natte methode)
- de druksterkte na 14 dagen en na 28 dagen (min. 30 N/mm² of 45 N/mm² naargelang van het gebruik)
- de hechtsterkte na 14 dagen en na 28 dagen (1,5 N/mm² of 2 N/mm² naargelang van het gebruik).

Sedert 2005 dient men echter idealiter de norm NBN EN 14487-1 'Spuitbeton. Deel 1 : definities, eisen en conformiteit' te gebruiken als referentiedocument voor het voorschrijven van dit betontype. Volgens dit document moet de bestelbon voor een beton 'met gespecificeerde eigenschappen' – naast de verwijzing naar de norm in kwestie – ook melding maken van de consistentieklasse (A), van de druksterkteklasse (B), van de omgevingsklasse (C), van de chloridegehalteklasse (D), van de inspectieklasse(n) (E), van de korrelafmeting (F), van de residuele sterkte of het energieabsorptievermogen in het geval van vezelversterkt beton (G) en eventueel nog van een aantal aanvullende eisen (H).

Zo zou een beton dat gespoten wordt volgens de natte methode en dat bestemd is voor de herstelling van een tunnel bijvoorbeeld als volgt gespecificeerd kunnen worden : spuitbeton S1, C35/45, EE4, Cl 0,40, inspectieklasse 3 (tunnel), D_{max} 8, aanvullende eis : minimale hechtsterkte na 28 dagen van 2 N/mm². ■



NUTTIGE INFORMATIE

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening 'Mise en œuvre des bétons spéciaux' (Uitvoering van speciale betonsoorten) met de financiële steun van de Service public de Wallonie.

Spuitbeton voorschrijven

A. Keuze van de consistentieklasse (beton dat aangemaakt wordt vóór het spuiten volgens de natte methode)

Klasse	Zetmaat ('slump') [mm]	Klasse	Schudmaat ('flow') [mm]	Klasse	Tijd Vebe [s] (')
S1	10 – 40	F1	≤ 340	V0	≥ 31
S2	50 – 90	F2	350 – 410	V1	30 – 21
S3	100 – 150	F3	420 – 480	V2	20 – 11
S4	160 – 210	F4	490 – 550	V3	10 – 6
S5	≥ 220	F5	560 – 620	V4	5 – 3
–	–	F6	≥ 630	–	–

B. Keuze van de druksterkteklasse C f_{ck,cyl}/f_{ck,cub} (²)

C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115

C. Keuze van de omgevingsklasse(n) (zie WTCB-Dossiers 2006/2, Katern 10)

E0	EI	EE1	EE2	EE3	EE4	ES1	ES2	ES3	ES4	EA1	EA2	EA3
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

D. Keuze van de chloridegehalteklasse

Cl 1,00	Ongewapend beton (chloridegehalte ≤ 1,0 %)
Cl 0,40	Gewapend beton (met inbegrip van staalvezelgewapend beton) (chloridegehalte ≤ 0,4 %)
Cl 0,20	Voorgespannen beton (chloridegehalte ≤ 0,2 %)

E. Keuze van de inspectieklasse

Inspectieklasse 1	De eigenschappen en de frequentie van de inspectie moeten gekozen worden naargelang van het risiconiveau en de theoretische levensduur van de constructie. Bij gebrek aan normatieve specificaties zijn de eisen uit de bestektekst van toepassing.
Inspectieklasse 2	
Inspectieklasse 3	

F. Keuze van de nominale grootste korrelafmeting D_{max} (gewoonlijk beperkt tot 12 mm in het geval van spuitbeton)

D _{max} moet gekozen worden uit :	6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63
--	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

G. Keuze van de residuele sterkte of het energieabsorptievermogen (vezelversterkt beton)

Vervorming	Doorbuiging [mm]	Minimaal sterkteniveau [MPa]			
		S1	S2	S3	S4
D1	0,5 – 1	1	2	3	4
D2	0,5 – 2				
D3	0,5 – 4				

Voorbeeld : de klasse D2S2 betekent dat de sterkte hoger moet zijn dan 2 MPa voor een doorbuiging, begrepen tussen 0,5 en 2 mm.

Energieabsorptieklasse	Energieabsorptie voor een doorbuiging ≤ 25 mm
E500	500 J
E700	700 J
E1000	1000 J

H. Aanvullende eisen (afhankelijk van de toepassing)

Voor de omgevingsklassen E0, EI en EE1 wordt een minimaal cementgehalte van 300 kg/m³ opgelegd. Andere voorbeelden van eisen : HSR-cement, ontwikkeling van de sterkte op jonge leeftijd voor keerconstructies, hechtsterkte in geval van herstellingen, weerstand tegen waterindringing, vorst-dooiweerstand (met of zonder dooizouten).

(¹) Voor vezelversterkt spuitbeton moet de consistentie bepaald worden volgens de norm NBN EN 12350-3 (Vebe-proef).

(²) f_{ck,cyl} = karakteristieke druksterkte op een cilinder met een hoogte van 300 mm en een diameter van 150 mm (in N/mm²); f_{ck,cub} = druksterkte op een kubus met een zijde van 150 mm (in N/mm²).

Bepaalde fabrikanten van isolatiematerialen leggen niet alleen de nadruk op de warmteweerstand van hun producten, maar stellen ook dat deze in staat zijn om de thermische faseverschuiving te verhogen en het zomercomfort binnenin de woning te verbeteren. Maar is dit ook zo in de praktijk?



O. Gerin, ir., onderzoeker, afdeling 'Energie en gebouw', WTCB

De volumieke warmtecapaciteit van een materiaal laat toe om de warmtehoeveelheid te bepalen die nodig is om de temperatuur van één kubieke meter van dit materiaal met 1 kelvin te verhogen. Ze wordt uitgedrukt in $J/m^3.K$ en stemt overeen met het product van de volumieke massa (ρ) en de soortelijke warmtecapaciteit (of specifieke warmte, C_p). Toegepast op een wand (meerdere materiaallagen), een ruimte of een gebouw, stelt de warmtecapaciteit de hoeveelheid warmte voor die erdoor opgeslagen wordt indien de temperatuur met één graad toeneemt.

Aangezien de warmte-uitwisseling tussen de gebouw wanden en de omgeving op dynamische (niet-stationaire) manier gebeurt – naar gelang van de buiten- (temperatuur, bezon-

ning, ...) en binnenomstandigheden –, dient men te beschikken over geperfectioneerde hulpmiddelen (bv. een programma voor dynamische simulaties) om het effect van de warmtecapaciteit van een materiaal op het binnenklimaat van een gebouw te kunnen inschatten. Het WTCB onderzocht daarom de reële invloed van de keuze van een isolatiemateriaal op het zomercomfort binnenshuis door de uitvoering van een dynamische simulatie van een dakverdieping van een woning die gedurende 15 dagen blootstond aan een hittegolf.

Op de Belgische markt is er een grote keuze aan dakisolatiematerialen voorhanden. Voor deze studie hebben wij ons beperkt tot de vergelijking van twee isolatiematerialen met een sterk uiteenlopende warmtecapaciteit (zie tabel), om te waarborgen dat onze resultaten het thermische gedrag van het merendeel van de op de markt zijnde isolatiematerialen zouden weerspiegelen.

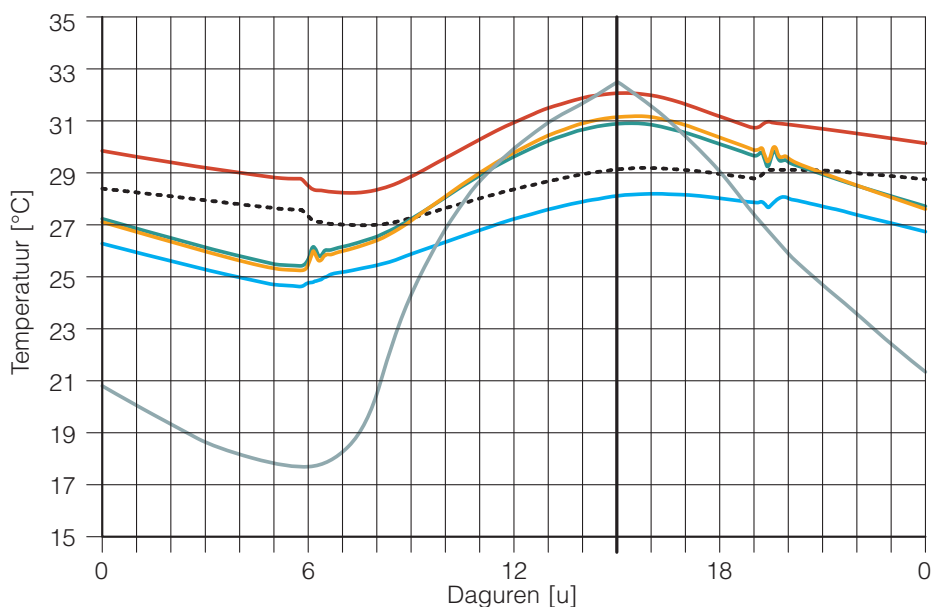
Warmtecapaciteit van isolatiematerialen en risico op oververhitting

Thermische karakteristieken van de beschouwde isolatiematerialen.

Isolatie	λ [W/m.K]	Dichtheid [kg/m ³]	Soortelijke warmte [J/kg.K]
Houtwol (WW)	0,039	55	2000
Minerale wol (MW)	0,035	25	1030

Naast de aard van het isolatiemateriaal hebben wij eveneens de invloed van de dikte (6, 18 en 30 cm) en een aantal andere parameters zoals de interne winsten, de aanwezigheid van zonneweringen of het gebruik van intensieve nachtelijke ventilatie onderzocht.

Simulatie van de binnentemperatuur in een dakruimte, geïsoleerd met een 18 cm dik isolatiemateriaal.



- Luchttemperatuur in de dakruimte, WW, zonder nachtelijke ventilatie, zonder zonnewering
- - - Luchttemperatuur in de dakruimte, WW, zonder nachtelijke ventilatie, met zonnewering
- Luchttemperatuur in de dakruimte, WW, met nachtelijke ventilatie, zonder zonnewering
- Luchttemperatuur in de dakruimte, MW, met nachtelijke ventilatie, zonder zonnewering
- Luchttemperatuur in de dakruimte, WW, met nachtelijke ventilatie, met zonnewering
- Buitentemperatuur

De grafiek hiernaast geeft een voorstelling van de simulatieresultaten die bekomen werden voor een isolatiemateriaal van 18 cm dik, met of zonder intensieve nachtelijke ventilatie en met of zonder uitwendige zonnewering. Men stelt vast dat de resultaten voor het binnencomfort bij een gelijkaardige warmteweerstand van dezelfde grootteorde zijn en dat de invloed van de aard van het isolatiemateriaal (groene en gele kromme) veel beperkter is dan deze van de ventilatie (rode kromme) of van het gebruik van een doeltreffende zonnewering (blauwe kromme).

De aard van het isolatiemateriaal heeft volgens deze simulaties slechts weinig invloed op het thermische comfort in de zomer. De beperking van het risico op oververhitting komt voornamelijk tot stand door de vermindering van de zonnewinsten (dankzij de uitwendige zonnewering en een goede isolatie) en van de interne winsten, evenals door een intensieve nachtelijke-ventilatiestrategie. Ook de aanwezigheid van een hoge toegankelijke thermische massa (plafond, vloer, ...) speelt hierbij een rol. ■

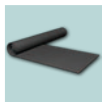


www.wtcbe.be

WTCB-DOSSIERS NR. 3/2010

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

Er is een Technische Voorlichting in de maak die gewijd is aan de mechanische bevestiging van de isolatie en de afdichting op geprofileerde staalplaten. Deze TV zal dieper ingaan op de bijzonderheden van deze bevestigingstechniek voor platte daken en zal een aanvulling vormen op de aanbevelingen uit de TV nr. 215. Zo zal de aandacht toegespitst worden op de invloed van de windwerking op het geheel 'thermische isolatie/dichtingssysteem' en dit, overeenkomstig de norm NBN EN 1991-1-4 'Windbelasting op constructies' en zijn Nationale Bijlage (ANB), die zeer binnenkort gepubliceerd zal worden. In dit artikel komt de nadruk te liggen op de keuze van de schroeven en de verdeelplaatjes naargelang van het warmte-isolatiemateriaal.

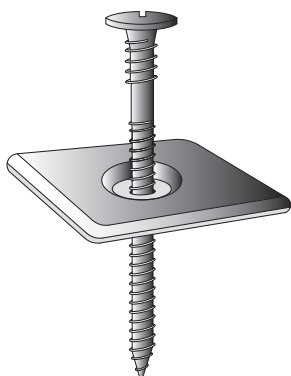


L. Lassoie, ing., hoofd van de afdeling 'Interface en consultancy', WTCB

1 BELASTINGEN OP HET ISOLATIE- EN DICHTINGSSYSTEEM

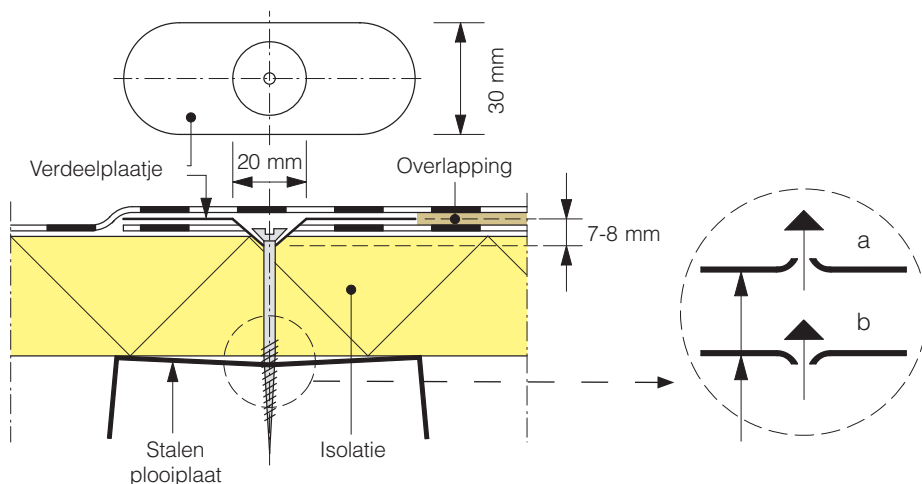
Naast de cyclische belastingen die teweeggebracht worden door de windwerking, gaat ook het belopen van een dak uit geprofileerde staalplaten met een aantal gebruiksbelastingen gepaard. Het gaat hier met name om :

- de verschillende belastingen die tijdens de werken ontstaan tengevolge van de tijdelijke opslag van de materialen op het dak, de uitvoering en het belopen door de dakwerkers
- de periodieke belastingen tengevolge van de inspectie en het onderhoud van de afdichting
- de frequente of toevallige belastingen tengevolge van de onderhouds- en herstellingswerken aan de via het dak toegankelijke installaties (luchtafvoer, klimaatregeling, zonnepanelen, ...).



Afb. 1 Schroef met een bijkomende hoge draad onder de schroefkop.

Mechanisch bevestigde platte daken : schroeven en verdeelplaatjes



Afb. 2 Indrukking van de schroefkop in het verdeelplaatje (links) en vervorming van de geprofileerde staalplaat ter hoogte van een bevestiging (rechts, de pijl geeft de uitrukrichting aan bij stormweer).

De afdichting en de isolatie zullen aan bepaalde eisen moeten voldoen naargelang van de voorziene gebruiksbelasting. Zo zal de afdichting onder meer weerstand moeten bieden aan dynamische en statische ponsbelastingen. De isolatie zal op haar beurt een goede weerstand moeten vertonen tegen indrukking en geconcentreerde belastingen en zal bovendien in staat moeten zijn om de belastingen op homogene manier te verdelen.

2 KEUZE VAN DE SCHROEVEN EN DE VERDEELPLAATJES

Een mechanisch bevestigd plat-daksysteem (isolatie en/of afdichting) vereist een toereikend aantal bevestigingen. Dit aantal wordt bepaald op basis van :

- de belastingen die teweeggebracht worden door de windwerking op de isolatieplaten en het dichtingssysteem
- de uitrukweerstand van de schroeven.

Het is tevens belangrijk te kiezen voor een dakopbouw die verenigbaar is met de beoogde toepassing en het belastingsniveau dat teweeggebracht wordt door de gebruiksbelastingen. In deze context lijkt het ons wenselijk te opteren voor producten die beschikken over een technische goedkeuring voor de beschouwde toepassing.

Op een mechanisch bevestigd dak dat toegan-

kelijk is voor voetgangers moet ook rekening gehouden worden met het specifieke fenomeen van de voetbelasting ter hoogte van de schroeven en de verdeelplaatjes. De afdichting kan onderworpen worden aan een aanzienlijke vervorming wanneer de isolatie samendrukbaar is en ingedrukt wordt ter hoogte van een bevestiging.

De vorm van de verdeelplaatjes moet aangepast zijn aan de schroeven en aan de samendrukbaarheid van de isolatie. In het geval van soepele isolatieplaten wordt tevens aanbevolen te opteren voor schroeven die voorzien zijn van een bijkomende hoge draad onder de schroefkop (zie afbeelding 1). Deze draad laat toe de schroef samen met het verdeelplaatje te verankeren (betere krachtenverdeling tijdens de uitvoering), zodanig dat de schroefkop de afdichting niet doorboort indien het plaatje onder druk zou komen te staan.

Bij toepassing van weinig samendrukbare isolatiematerialen (bv. EPB, PF) of van isolatiematerialen die voorzien zijn van een stijve cachering (aluminium) zou men daarentegen zijn toevlucht moeten nemen tot verdeelplaatjes met een aangepaste vorm die vlak en in volledig contact met de isolatie geplaatst kunnen worden. Zoniet zal er een grote kracht nodig zijn om de 'indeuking' – die de schroefkop omgeeft (zie afbeelding 2) – in de isolatie te drukken, waardoor het risico op een overmatige aandrijving van de bevestiging en bijgevolg ook op de vervorming (zie afbeelding 2a en

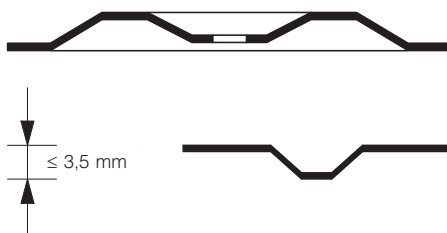


Afb. 3 Uitrukking van de schroef bij stormweer.

afbeelding 3) van de staalplaat sterk toeneemt. Dit verschijnsel heeft tot gevolg dat de uittrekweerstand van de bevestigingen soms gevoelig kan verminderen en de windstabiliteit van de

afdichting en/of de warmte-isolatieplaten in het gedrang kan komen.

Als men de indrukkraft van de 'indeuking' in de isolatie daarentegen zou beperken, kan het gebeuren dat de schroefkop onvoldoende verzonken is en dat de verdeelplaatjes niet langer in volledig contact met de isolatie geplaatst kunnen worden. Een te ver uitstekende schroefkop leidt onvermijdelijk tot een verhoogd ponsrisico voor het membraan, terwijl de ontoereikende aandrukking van het verdeelplaatje ervoor kan zorgen dat dit van links naar rechts begint te schommelen rondom de bevestiging. Deze twee fenomenen kunnen gepaard gaan met de doorboring en/of het scheuren van het dichtingsmembraan.



De vorm van de verdeelplaatjes moet bijgevolg aangepast worden aan de samendrukbaarheid van de isolatiematerialen. Bij de plaatsing van een isolatie uit geëxpandeerd perliet (EPB) of resolschuim (PF) of van platen met een stijve cachering (aluminium, ...) wordt daarom aanbevolen gebruik te maken van convexe plaatjes (zie afbeelding 4) of van plaatjes met een kleinere conische indeuking (zie afbeelding 5). De vorm van de staalplaat ter hoogte van de vervormingen wordt voorgesteld in afbeelding 2b, p. 7.

We willen erop wijzen dat de convexe verdeelplaatjes zich tengevolge van hun specifieke vorm steeds zullen aftekenen doorheen het dichtingssysteem. ■

Afb. 4 Convex verdeelplaatje.

Afb. 5 Vlak verdeelplaatje met een kleine indeuking.

TC SCHRIJNWERKEN

Uit de statistieken van het departement 'Technisch advies en Consultancy' is gebleken dat het aantal vragen omtrent houten buitenbekledingen de laatste jaren sterk toegenomen is. Daarom ging het WTCB op vraag van zijn Technisch Comité 'Schrijnwerken' over tot de opstelling van een Technische Voorlichting over dit onderwerp. Als we de adviesverlening met betrekking tot houten gevelbekledingen even onder de loep nemen, moeten we vaststellen dat een groot deel van de vragen verband houdt met het uitzicht ervan en dan vooral met het thema vlekvorming.



➤ F. Caluwaerts, ing., hoofdadviseur, afdeling 'Technisch advies', WTCB
S. Charron, ir., projectleider, afdeling 'Gebouwschil en schrijnwerk', WTCB

In dit artikel spitsen we de aandacht toe op het probleem van bruine vlekvorming op cederhouten gevelbekledingen.

1 DUURZAAMHEID

Vooreerst dient opgemerkt te worden dat het bij de realisatie van een buitenbekleding van

Uitloging van cederhouten gevels

groot belang is te kiezen voor een houtsoort met een toereikende duurzaamheid (duurzaamheidsklasse I, II of III). Indien niet aan deze vereiste voldaan wordt, zal het noodzakelijk zijn het hout te voorzien van een verduurzaming die in overeenstemming is met de blootstelling. Voor cederhout vormt deze duurzaamheidseis doorgaans geen enkel probleem, vermits het kernhout ervan over een duurzaamheidsklasse II beschikt. Het gebruik van onbeschermd (spintvrij) cederhout houdt bijgevolg – zelfs voor buitentoepassingen – slechts weinig risico's in.

Men dient echter wel rekening te houden met het feit dat het hout na verloop van tijd zal gaan vergrijzen als gevolg van de fotochemische afbraak van de houtcomponenten (cellulose, lignine, inhoudstoffen) die optreedt door toedoen van de UV-straling van het zonlicht. Deze vergrijzing is een oppervlakkig verschijnsel zonder weerslag op de duurzaamheid. Desalniettemin kan het hout in een verstedelijkte omgeving omwille van de atmosferische verontreiniging plaatselijk verdonkeren, waardoor het niet zijn verwachte homogeen zilvergrijze uitzicht bekomt.

2 VLEKVORMING

Hoewel het logisch is dat hout een verdonkering vertoont bij bevochtiging en een verbleking bij droging, wordt er niet zelden gewag gemaakt van een storende differentieële verkleuring (zie ook artikel op p. 10), die de vorm aanneemt van donkerbruine vlekken op het houtoppervlak.

Deze vlekken zijn toe te schrijven aan de uitloging van de inhoudsstoffen uit het hout. Bij de bevochtiging van het hout worden deze stoffen opgelost in het water en vervolgens (meer bepaald bij de droging) meegevoerd naar het verdampingsoppervlak van de planken. Wanneer het houtoppervlak vervolgens sterk blootgesteld wordt aan de regen, kunnen deze stoffen langzamerhand weggespoeld worden. Op beter beschutte zones zal dit niet het geval zijn.

Indien dergelijke vlekken uit esthetische overwegingen ontoelaatbaar zijn, dient men hier vanaf de opvatting rekening mee te houden, aangezien deze inherent zijn aan verschillende houtsoorten, waaronder western red cedar.

3 REMEDIE

Zoals hiervoor reeds werd toegelicht, zijn de inhoudsstoffen van het hout wateroplosbaar, waardoor men in eerste instantie kan overwegen om het houtoppervlak louter en alleen te reinigen met zuiver water.

Uit de ervaring is echter gebleken dat de vlekvorming op voornoemde wijze niet altijd doeltreffend kan verwijderd worden. Daarom werd er binnen het WTCB een proefprogramma op punt gesteld om te achterhalen welke remediëringen alsnog soelaas zouden kunnen bieden. Hiertoe werden er een aantal cederhouten stalen bevestigd door middel van een cyclische bevochtiging en vervolgens onderworpen aan zeven verschillende ontvlekkingbehandelingen. Bij de keuze van de reinigingsproducten werd onder meer rekening gehouden met hun beschikbaarheid in de handel en hun gebruiksvriendelijkheid.

De gehanteerde ontvlekkingprocedure kan in twee fasen ingedeeld worden :

- tijdens de eerste fase worden de vlekken grondig geschrobd met een sponsje dat in één van de geselecteerde oplossingen gedrenkt werd
- vervolgens wordt het oppervlak overvloedig nageschrobd met een sponsje dat bevochtigd werd met zuiver water.

Na de reiniging worden de volgende twee aspecten onder de loep genomen :

- de invloed van het gebruikte product op het uitzicht van het houtoppervlak
- de vermindering van de vlekken.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten die bekomen werden met de verschillende beproefde oplossingen.



Uitzichtswijziging, teweegebracht door vijf van de beproefde reinigingsmethoden.

1. Verdund in de handel verkrijgbaar bleekwater
2. Onverdund in de handel verkrijgbaar bleekwater
3. Verdund bleekwater + krijt
4. Onverdund bleekwater + krijt
5. Onverdund zuurstofwater

Bovenstaande afbeelding geeft een idee van de uitzichtswijziging, teweegebracht door vijf van de beproefde reinigingsmethoden.

Uit onderstaande tabel blijkt dat een oplossing van verdund in de handel verkrijgbaar bleekwater toelaat om de door de inhoudsstoffen teweegebrachte vlekken op western red cedar aanzienlijk te verminderen.

Indien de vlek na deze behandeling nog niet verdwenen mocht zijn, kan ze een tweede maal herhaald worden. We willen wel benadrukken dat hout een natuurlijk en heterogeen materiaal is, waardoor de doeltreffendheid van de behandeling van plank tot plank kan verschillen.

In geval van erg donkere vlekken (donkerbruin tot zwart) kan een voorafgaandelijke afschuring vóór de behandeling met verdund bleekwater leiden tot een sterke verbetering van het esthetische uitzicht.

Het spreekt voor zich dat een herbevochtiging van het hout zal resulteren in een hernieuwde uitlozing van de inhoudsstoffen, met alle gevolgen van dien. Het kan bijgevolg noodzakelijk zijn de reinigingsbehandeling een aantal keer te herhalen tot het merendeel van de inhoudsstoffen uit het hout verdwenen is. Verder dient men zich vooraf te vergewissen van het feit dat het ontwerp en de uitvoering van de houten gevelbekleding gebeurden volgens de regels van de kunst (bv. ventilatie aan de achterzijde van de platen).

Gelet op voornoemde uitzichtsveranderingen is het ten stelligste aanbevolen om steeds een voorafgaandelijke oriënterende proef uit te voeren op een klein, minder in het zicht gelegen oppervlak. Zodoende kan men immers nagaan met welke concentraties en inwerkings-tijden de beste resultaten bekomen worden.

Tot slot willen we benadrukken dat men bij het reinigen van het houtoppervlak de nodige aandacht moet besteden aan de bescherming van de overige geveldelen (bv. buitenschrijnwerk, beglazingen, ...).

Overzicht van de resultaten die bekomen werden met de beproefde oplossingen.

Beproefde oplossing	Wijziging van het uitzicht van het houtoppervlak	Vermindering van de vlekken
Oplossing van verdund in de handel verkrijgbaar bleekwater (150 ml/l water)	Geen invloed	Zeer uitgesproken
Onverdund zuurstofwater	Weinig invloed	Uitgesproken
Oplossing van een niet-corrosief detergent in water	Weinig invloed	Matig
Stadswater	Weinig invloed	Verwaarloosbaar
Oplossing van onverdund in de handel verkrijgbaar bleekwater	Lichte vergeling van het hout	(*)
Pasta, aangemaakt door het mengen van warm verdund in de handel verkrijgbaar bleekwater met krijt	Lichte verbleking van het hout	(*)
Pasta, aangemaakt door het mengen van warm onverdund in de handel verkrijgbaar bleekwater met krijt	Aanzienlijke verbleking van het hout	(*)

(*) Gelet op de aanzienlijke uitzichtswijziging van het houtoppervlak werd de efficiëntie van deze oplossingen voor de reiniging van de vlekken niet beoordeeld.



www.wtcb.be
INFOFICHE NR. 44

Voor meer informatie kan men de infofiche raadplegen die beschikbaar is op onze website.

Houten buitenschrijnwerk wordt blootgesteld aan alerhande weersinvloeden.



We geven in dit artikel een overzicht van de voornaamste aandachtspunten bij de oplevering van houten gevelelementen (deuren en ramen) die al dan niet voorzien werden van de nodige afwerkingslagen. In het dossier dat beschikbaar is op onze website, kan u gelijkaardige aanbevelingen terugvinden voor houten gevelbekledingen.

*G. Dekens, lic., onderzoeker, laboratorium 'Dak- en gevelelementen', WTCB
S. Charron, ir., projectleider, laboratorium 'Isolatie- en dichtingsmaterialen', WTCB*

1 OPLEVERING

Houten gevelelementen kunnen met drie afwerkingsniveaus geleverd worden op de bouwplaats:

- elementen die nog **geen specifieke afwerkingslaag** kregen, maar enkel de grondlaag die aangebracht werd in het atelier. Het goede gedrag van deze elementen kan slechts gegarandeerd worden indien ze binnen de termijn van één maand hun definitieve afwerking krijgen op de bouwplaats
- elementen die **een grondlaag en één of meerdere afwerkingslagen** kregen in het atelier. Na afloop van het bouwproject kan men op de bouwplaats nog een eindlaag aanbrengen om eventuele kleine beschadigingen weg te werken die optraden vóór, tijdens of na de plaatsing
- elementen die in het atelier **een grondlaag en alle nodige afwerkingslagen** kregen.

Na het aanbrengen van de afwerkingslagen kunnen een aantal kenmerken van het hout

Afb. 1 Kleurverschillen inherent aan de houtsoort (bv. Afrikaans padoek).



zichtbaar blijven doorheen deze lagen. Deze blijvende zichtbare kenmerken kunnen niet als een gebrek beschouwd worden voor zover de diktes van de afwerkingslagen voldoen aan de diktes die voorgeschreven werden door de fabrikant.

Het is raadzaam om zo snel mogelijk na de plaatsing van het houten buitenschrijnwerk over te gaan tot de **voorlopige oplevering** ervan door de opdrachtgever.

Deze oplevering bestaat uit de aanvaarding van de uitgevoerde werken en kan vermeld worden in het bouwplaatsverslag, de vorderingsstaat, ... Ze geeft een precieze beschrijving van de toestand van het schrijnwerk na plaatsing.

Dankzij een dergelijke voorlopige oplevering kunnen tevens onnodige discussies en kosten vermeden worden. Bovendien kan ze een stimulans vormen voor de actoren om bevuiling en/of beschadigingen van het houtwerk, hang- en sluitwerk, beglazing, kitvoegen en de afwerking te vermijden.

2 KLEURVERSCHILLEN EN VERKLEURINGEN

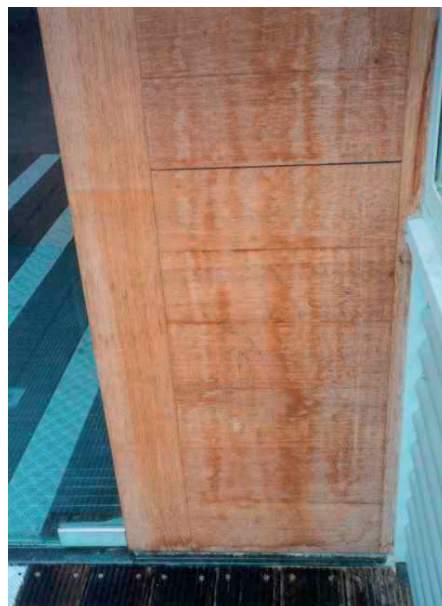
Hout wordt van nature gekenmerkt door variaties in kleur, (hout)structuur, oppervlaktetextuur, een verschillend gehalte aan natuurlijke inhoudsstoffen en uiteenlopende fysische, chemische en mechanische eigenschappen. Bij bepaalde houtsoorten is deze **variabiliteit** meer uitgesproken dan bij andere en kan ze zelfs tot uiting komen in eenzelfde stam, keper of plank (zie afbeelding 1).

Er kunnen **van nature** bepaalde **onvolkomenheden** in het hout aanwezig zijn (bv. kwasten en scheurtjes). Terwijl gebreken in schrijnwerkelementen per definitie niet toegelaten zijn, worden natuurlijke onvolkomenheden wel aanvaard indien ze qua grootte en aantal binnen de vooropgestelde kwaliteitsklasse vallen. Voor de classificatie van de houtkwaliteit volgens de geometrische toleranties en uitzichtscriteria verwijzen we naar het artikel in de WTCB-Contact nr. 25.

Naast de klassieke kleurverschillen die inherent zijn aan de houtsoort en kleurverschil-

Oplevering van houten schrijnwerk : kleurverschillen en verkleuringen

Afb. 2 Lopers ten gevolge van het uitspoelen van inhoudsstoffen.



len tussen afgewerkt houten schrijnwerk en andere materialen zoals aluminium- en PVC-profielen (zelfs bij identieke RAL-nummers), kunnen er tevens verkleuringen optreden die een **externe oorzaak** hebben.

Zo kunnen de volgende toegelaten kleurverschillen optreden die gebonden zijn aan bepaalde fenomenen en/of houtsoorten:

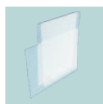
- door blootstelling aan UV-licht en de lucht zullen de meeste houtsoorten **nadonkeren**, waardoor er kleurverschillen kunnen ontstaan tussen de aan het zonlicht blootgestelde delen en de andere delen
- onder invloed van water (regen of waterstagnatie) kunnen de schrijnwerkelementen bepaalde **wateroplosbare inhoudsstoffen** verliezen, hetgeen aanleiding kan geven tot kleurverschillen (zie afbeelding 2). ■



www.wtcbe.be
WTCB-Dossiers nr. 3/2010

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

Het WTCB krijgt regelmatig vragen voorgeschied met betrekking tot de dimensionering van niet-dragende binnenwanden, d.w.z. wanden die geen krachten overdragen en die geen bijdrage leveren tot de globale stabiliteit van het gebouw. Dit artikel gaat dieper in op glazen binnenwanden waarvan de vorm, de afmetingen en het bouwsysteem vaak geval per geval bepaald moeten worden. De hierna voorgestelde redenering kan tevens toegepast worden voor andere verticale niet-dragende wandtypes.



L. Lassoie, ing., hoofd van de afdeling 'Interface en consultancy' en V. Detremmerie, ing., adjunct-laboratoriumhoofd 'Dak- en gevelelementen', WTCB

De Technische Voorlichting nr. 233 over lichte binnenwanden legt de prestaties vast die door dergelijke wanden behaald moeten worden en spitst de aandacht onder meer toe op de gebruiksgeschiktheidscriteria. Deze laatste zijn voornamelijk gebaseerd op de aanbevelingen uit de Europese Technische Goedkeuringsleidraad nr. 003, die uitsluitend van toepassing is op lichte binnenwanden onder de vorm van een kit, d.w.z. een geheel bestaande uit minstens twee afzonderlijke elementen die geassembleerd moeten worden met het oog op hun permanente installatie in het gebouw.

1 REGLEMENTAIRE EN NORMATIEVE CONTEXT

De gebruiksveiligheid en gebruiksgeschiktheid zijn twee belangrijke eisen voor glazen binnenwanden, aangezien ze de veiligheid van de gebruikers moeten waarborgen. Dit is essentieel indien de glazen wanden blootgesteld kunnen worden aan incidentele schokken, teweeggebracht door een menselijk lichaam, wat kan leiden tot een risico op snijwonden door grote glasscherven, vallen door het venster of door de wand en verwondingen of kneuzingen door een toevallig contact met de glazen elementen, ...

De beoordeling van deze risico's gebeurt op basis van de aanbevelingen uit de norm NBN S 23-002 (en zijn addendum), die het glastype en het breuktype definieert naargelang van de ligging van de wand. Voor glazen binnenwanden dient men normaalgesproken zijn toevlucht te nemen tot gehard glas of tot gelaagd glas indien het risico op vallen reëel is. Naast het breuktype, dient men ook rekening te houden met de eisen die gesteld worden aan de bouwlementen waarvan het glas deel uitmaakt.

Stabiliteit van glazen binnenwanden

Glastype en glasdikte naargelang van de hoogte van de binnenwand, voor een winddruk (onderdruk) van 300 Pa.

Glastype	Glasopbouw en -dikte [mm]			
	Hoogte [mm]			
	≤ 2600	≤ 3100	≤ 3500	≤ 3800
Gehard	10	12	15	
Gelaagd	66.2	88.2		1010.2

De gebruiksveiligheid van binnenwanden impliceert eveneens dat deze weerstand moeten kunnen bieden aan een differentiële druk (d.w.z. de windbelasting). In het algemeen maakt men een onderscheid tussen de volgende gevallen (NBN EN 1991-1-4) :

- normale situatie waarbij de deuren en vensters als gesloten beschouwd worden. In dit geval dient men de opening ervan in geval van een storm te aanzien als een buitengewone situatie waarvoor men een coëfficiënt gebruikt die rekening houdt met de geringe waarschijnlijkheid ervan. Deze buitengewone situatie is het ongunstigst indien de opening zich voordoet op een hoogte van meer dan ± 30 m
- normale situatie waarbij de deuren en vensters kunnen openwaaien in geval van sterke wind. Deze situatie valt buiten de scope van het voorliggende artikel.

De keuze van de terugkeerperiode van de wind en van de belastingscoëfficiënten kan gebeuren aan de hand van de aanbevelingen uit WTCB-Rapport nr. 11. Indien men zich baseert op deze aanbevelingen en op de buitengewone belastingscombinatie (zie norm NBN EN 1990), zal de belasting tengevolge van de differentiële winddruk op de binnenwanden naargelang van de ligging van het gebouw gelegen zijn tussen de 170 en de 380 Pa. Deze waarden zijn van toepassing voor zover de buitengewone opening van de deur of het venster zich niet voordoet op een hoogte van meer dan ± 30 m.

2 PRAKTIJKGEVAL

Bovenstaande tabel geeft een idee van de glasdikte die, naargelang van de hoogte en het glastype (gehard of gelaagd), voorzien moet worden voor een op twee randen opgelegde binnenwand van één meter breed. Deze waarden werden bepaald voor een winddruk (onderdruk) van 300 Pa op een binnenwand van een gebouw, gelegen in een zone uit de ruw-

heidscategorie II (platteland/bosrijk gebied, zie NBN EN 1991-1-4), voor een referentie-windsnelheid van 26 m/s. De dikten werden bekomen door de vervorming te beperken tot 1/100 van de wandhoogte.

3 UITVOERING VAN GLAZEN BINNENWANDEN

Glazen binnenwanden worden gewoonlijk op ononderbroken wijze en zonder opspanning in metalen U-profielen geplaatst.

Tussen deze metalen elementen en het glas wordt doorgaans een niet-hygroscopisch materiaal aangebracht dat ongevoelig is voor kruip (bv. een voeg uit butyl, geëxtrudeerde siliconen of EPDM). De glasrand wordt in vorm gebracht en vervolgens afgeschermd van de metalen profielen. Door de beglazing vast te zetten in het onderste profiel kan men bovendien verzekeren dat het glas in positie blijft en vermijden dat er hard contact zou ontstaan met het profiel.

Voor gevel- en dakbeglazingen met een oppervlakte, begrepen tussen de 2 en de 6 m², moet de inklemmingshoogte van de sponning volgens de TV 221 minstens 14 mm bedragen. Voor binnenwanden moet de inklemmingshoogte voor het onderste profiel en de zijprofielen minstens 8 mm bedragen, terwijl men voor het bovenste profiel een inklemmingshoogte van 12 mm voorziet. In dit geval is het aanbevolen om gebruik te maken van metalen profielen met een buitenhoogte van respectievelijk 20 en 30 mm.

Om de beschadiging van glazen binnenwanden te vermijden, dient men enerzijds de vervormingen van de draagvloer tot redelijke waarden te beperken (*) en anderzijds de wand in staat te stellen om de vervormingen van de structuur op te nemen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door een toereikende speling tussen het glas en de voegbodem van het bovenste profiel te voorzien. ■

(*) Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we bijvoorbeeld naar § 3.1.3.1 van de TV 233 waarin deze problematiek aan bod komt.

Onderzoekers zijn reeds sinds 1970 geïntrigeerd door de capaciteit van faseovergangsmaterialen (PCM) om thermische energie op te slaan. Hoewel er al verschillende toepassingen van deze materialen bestaan in diverse sectoren, kwamen er slechts recentelijk concrete toepassingen voor de bouwsector op de markt. We spitsen ons in dit artikel meer bepaald toe op het gebruik van faseovergangsmaterialen in binnenbepleisteringen.

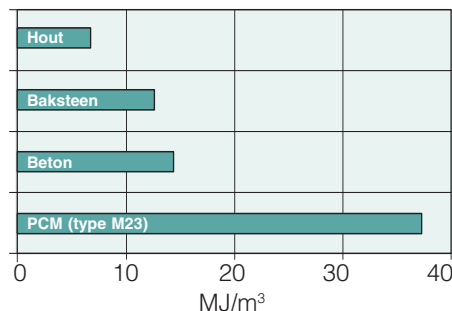


F. de Barquin, ir., departementshoofd, departement 'Materialen, technologie en omhulsel', WTCB
G. Flamant, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium 'Energiekarakteristieken', WTCB

1 WERKINGSPRINCIPE

Elk materiaal kan van fase veranderen (d.w.z. overgaan van de ene toestand naar de andere) volgens de temperaturen en drukken waaraan het blootgesteld wordt. Deze wijziging gaat steeds gepaard met een warmteuitwisseling met de omgeving, ook wel het latente-warmteprincipe genoemd. Deze faseovergangsmaterialen (meestal op basis van paraffine) bieden het voordeel dat ze zelfs bij omgevingstemperaturen (20 tot 26 °C) kunnen overgaan van vaste stof naar vloeistof (en omgekeerd).

Indien men een doordachte selectie van PCM integreert in een binnenafwerkingsmateriaal, zouden ze de temperatuur in een ruimte tijdelijk kunnen stabiliseren door warmte op te nemen wanneer de temperatuur gevoelig begint te stijgen (zie afbeelding 1). Indien de temperatuur vervolgens voldoende daalt, zouden de PCM de opgenomen warmte opnieuw kunnen afgeven door terug te keren naar hun initiële vaste toestand. Dit 'natuurlijke' fenomeen kan vele malen herhaald worden zonder in te boe-



Afb. 1 Capaciteit voor energieopslag (voor een opwarming van het materiaal van 20 tot 26 °C).

Pleister voor een zachte klimaatregeling ?

ten aan efficiëntie en zou bijgevolg een oplossing kunnen bieden voor de oververhitting in gebouwen met een zwakke thermische inertie (bv. bij houtskeletbouw) of gebouwen waarvan de thermische massa moeilijk toegankelijk is door verlaagde plafonds, verhoogde vloeren of binnenisolatiesystemen. Buitenlandse studies duiden op mogelijke temperatuurverlaging van 3 tot 5 °C.

2 PCM-PLEISTERS

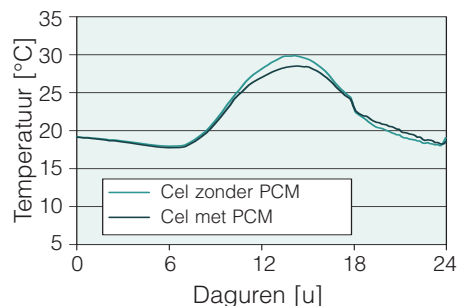
Aangezien PCM ook bestaan in de vorm van poeder in microcapsules, kunnen ze eenvoudig geïntegreerd worden in materialen met minerale of organische bindmiddelen. Muurpleisters voldoen aan dit criterium en kunnen het rendement van het systeem nog verhogen dankzij hun grote uitwisselingsoppervlakte met de binnenlucht.

Momenteel zijn er op de markt reeds gebruiksklare en voorgedoseerde PCM-pleisters verkrijgbaar die men dient aan te brengen in een laag van ongeveer 15 mm. In het kader van het onderzoeksproject RETERMAT, onderzocht het WTCB een pleister die 30 massapercent PCM bevatte.

3 RETERMAT-PROJECT

Het RETERMAT-project werd uitgevoerd in samenwerking met drie andere onderzoekscentra (CRM, CENTEXBEL, CERTECH) en met de financiële steun van de Waalse Regering. Tijdens dit project beoordeelde men de prestaties van PCM voor verschillende toepassingen en bracht men hun effecten in kaart om het systeem correct te kunnen dimensioneren. Zo trachtten de onderzoekers onder meer na te gaan welke hoeveelheid PCM nodig is om een gunstig effect teweeg te brengen bij oververhitting.

Op experimenteel vlak werden talrijke metingen uitgevoerd in twee aanpalende proefcellen van het WTCB. Beide cellen hebben een oppervlakte van 9 m², hebben een identieke geometrie en wandopbouw en staan in contact met dezelfde binnenomgeving. Ze bevatten elk een zuidelijk georiënteerde glasoppervlakte van 3 m². Terwijl de muren (in het totaal 28 m²) van één van de cellen bekleed werden met een PCM-pleister, werden de muren van de andere cel bedekt met een traditionele pleister met dezelfde laagdikte. Vervolgens vergeleek men



Afb. 2 Evolutie van de temperatuur in de twee aanpalende cellen tijdens een zonnige zomerdag.

niet alleen de binnentemperatuur voor verschillende bezonningsperioden, maar ontwikkelde men tevens een modelleringshulpmiddel waarmee men het gedrag van andere ruimteconfiguraties kan nagaan.

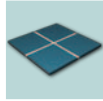
4 EERSTE PROEFRESULTATEN

In dit stadium van het onderzoek kunnen we reeds de volgende bevindingen formuleren :

- de PCM-pleister vertoont, zowel in verse toestand als in verharde toestand, ongeveer dezelfde fysische eigenschappen (volgens de norm NBN EN 12379-2) als een traditionele gipspleister (het brandgedrag werd nog niet onderzocht)
- op thermisch vlak kon men een verschil van ongeveer 3 °C opmeten tussen de wanden die bekleed waren met een PCM-pleister en de wanden die bekleed waren met een traditionele pleister. Wat het binnenklimaat betreft, kon men een verschil van 1 tot 1,5 °C waarnemen tussen beide cellen voor een maximale dagtemperatuur tijdens warme en/of zeer zonnige zomerperioden (zie afbeelding 2). Met het simulatiemodel dat tijdens dit project ontwikkeld werd, zal men kunnen nagaan hoe men deze winst nog kan verhogen door de ruimten anders te configureren
- om de goede werking van de PCM te garanderen tijdens een aantal opeenvolgende dagen, moet men ervoor zorgen dat de producten zich zo volledig mogelijk kunnen ontladen (regenereren). Hiertoe dient men een intensieve nachtelijke-ventilatiestrategie op punt te stellen.

We zullen de verdere resultaten van het onderzoek verspreiden in een volgende publicatie. ■

Bij de uitvoering van dekvloeren rijst vaak de vraag of, en op welke plaats, bewegingsvoegen (constructie- en verdeelvoegen) dienen te worden aangebracht. Ook de eventuele noodzaak van een wapening(snet) is niet altijd even duidelijk. In dit artikel zetten we de zaken even op een rijtje.



J. Wijnants, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Technisch Advies', WTCB

1 CONSTRUCTIE- EN VERDEEL-VOEGEN

Constructievoegen die in de ondergrond aanwezig zijn, moeten steeds doorgetrokken worden in de dekvloer en de vloerbedekking en dit ongeacht de aard en het type van de dekvloer en de afwerking (zie afbeelding 1).

Verdeelvoegen (uitzet- en omtrekvoegen) die de dekvloer scheiden van aanliggende constructies en die grote oppervlakken in kleinere velden verdelen, zijn niet altijd vereist. De eventuele noodzaak ervan wordt bepaald door de uitvoeringswijze van de dekvloer. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen hechtende, niet-hechtende en zwevende dekvloeren. Indien verdeelvoegen noodzakelijk zijn, dienen ze ook doorgevoerd te worden in de (hechtende) vloerafwerking (zie afbeelding 2).

Aangezien bewegingsvoegen het uitzicht van de vloerbedekking beïnvloeden, wordt de positie ervan bij voorkeur vooraf bepaald door de opdrachtgever of zijn vertegenwoordiger, in overleg met de uitvoerder.

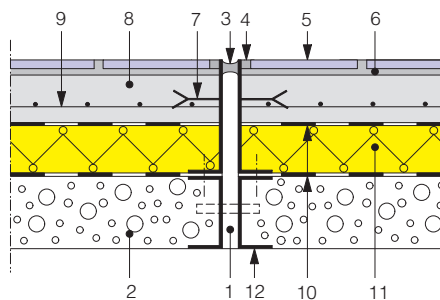
2 DEKVLOEREN

2.1 HECHTENDE DEKVLOER

Om een duurzame hechting met de ondergrond te kunnen verwezenlijken, dient men de aard en de voorbereiding van deze laatste alsook de samenstelling en de uitvoering van de dekvloer weldoordacht te kiezen. De hechting van de dekvloer aan de ondergrond maakt uitzetvoegen overbodig en in bepaalde gevallen zelfs nadelig. De schuifspanningen in de omgeving van de voegen kunnen immers aanleiding geven tot het loskomen en opbuigen van de dekvloer. Hoewel omtrekvoegen strikt gezien enkel vereist zijn wanneer er ter hoogte van de muren differentieële bewegingen kunnen optreden, worden ze toch vaak voorzien omdat ze geen nadelig effect hebben op het gedrag van de dekvloer.

Hechtende dekvloeren kunnen enkel uitgevoerd worden op stabiele, voldoende cohesieve, draag-

Afb. 1 Uitvoering van een doorlopende constructievoeg doorheen een zwevende dekvloer met versterking van de randen.



- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Rugvulling | 7. Verankering |
| 2. Draagvloer | 8. Dekvloer |
| 3. Soepele voeg | 9. Wapening |
| 4. Stijve voeg (mortel) | 10. Scheidingslaag |
| 5. Betegeling | 11. Isolatiemateriaal |
| 6. Mortel / lijm | 12. Metalen profiel |

vloeren die vrij zijn van actieve scheuren. Lichte betonsoorten zijn doorgaans niet geschikt als ondergrond voor hechtende dekvloeren wegens hun te geringe cohesie. De ondergrond mag bovendien geen vocht bevatten dat nadelig kan zijn voor de dekvloer of de vloerbedekking.

Vóór de uitvoering van de dekvloer moet de betonnen ondergrond volledig stofvrij gemaakt worden en ontdaan van cementmelk (eventueel door stralen). Om een betere hechting te bekomen, kan men een (harsgebonden) aanbrandlaag aanbrengen. Aangezien ook de onderzijde van de dekvloer voldoende verdicht moet worden om een goede hechting te verzekeren, vallen dikke dekvloeren af te raden en geeft men de voorkeur aan dekvloeren die aangebracht en verdicht worden in lagen van maximaal 4 cm.

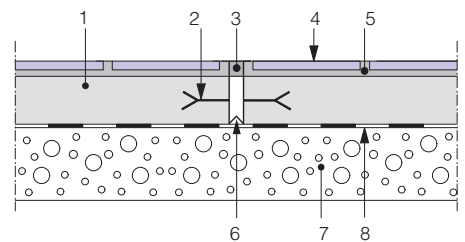
Bij hechtende dekvloeren is een wapeningsnet noodzakelijk ter hoogte van dikteverminderingen (bv. waar leidingen aanwezig zijn). Bij dikke dekvloeren kan een veralgemeende wapening aangewezen zijn om de krimpspanningen te verdelen. In dit laatste geval wordt de wapening in de bovenste helft van de dekvloer geplaatst. De eventuele wapening kan bestaan uit netten die bedekt worden met een mortellaag van minstens 15 mm dik.

2.2 NIET-HECHTENDE DEKVLOER

Wanneer er tussen de dekvloer en de draagvloer een scheidingslaag (kunststoffolie) voorzien wordt, hecht de dekvloer nergens aan de

Dekvloeren : bewe-gingsvoegen of niet ?

Afb. 2 Uitvoering van een, eventueel met een metalen profiel versterkte (bij druk verkeer), verdeelvoeg in een niet-hechtende dekvloer.



- | |
|--------------------|
| 1. Dekvloer |
| 2. Verankering |
| 3. Soepele voeg |
| 4. Betegeling |
| 5. Mortel / lijm |
| 6. Metalen profiel |
| 7. Draagvloer |
| 8. Scheidingslaag |

ondergrond. Bij niet-hechtende dekvloeren zijn omtrekvoegen, en eventueel ook uitzetvoegen, aanbevolen aangezien de dekvloer hygrothermische bewegingen kan ondergaan. Om elk contact tussen de dekvloer en de vaste bouwdeelen te vermijden, voorziet men omtrekvoegen en uitzetvoegen ter hoogte van deuropeningen en bij grote oppervlakken (groter dan 40 m² voor verwarmde vloeren en groter dan 50 m² voor niet-verwarmde vloeren) of grote lengten (langer dan 8 m). Men tracht bij de positionering van de uitzetvoegen zo veel mogelijk rechthoekige velden te vormen.

Een niet-hechtende dekvloer wordt toegepast wanneer de duurzaamheid van de hechting niet verzekerd kan worden (zie hoger) doordat de ondergrond bijvoorbeeld bestaat uit lichte onderlagen (schuimbeton, ...). Dit type dekvloer kan eveneens aangewend worden om de vocht migratie tegen te gaan bij vochtgevoelige of dampdichte vloerafwerkingen.

Vóór de uitvoering van de dekvloer moet men nagaan of de ondergrond vlak is, vrij van hindernissen en zo nodig voorzien werd van een uitvullaag waarin de leidingen ondergebracht werden (om de horizontale beweging van de dekvloer niet plaatselijk te verhinderen). Het is sterk aan te raden de cementgebonden dekvloer te wapenen met een net (*) (50 x 50 x 2 mm) dat de spanningen, teweeggebracht door thermische invloeden en hydraulische krimp, verdeelt.

De uitvoering van de wapening dient steeds beschreven te worden in de contractuele bepa-

lingen. Indien een wapeningsnet voorzien is, wordt de dekvloer uitgevoerd in twee gelijke lagen 'nat in nat', waardoor het wapeningsnet zich ongeveer halverwege de dekvloer bevindt.

2.3 ZWEVENDE DEKVLOER

Dit dekvloortype wordt toegepast wanneer er onder de dekvloer een thermische- en/of akoestische-isolatielaag voorzien werd. Door dat de dekvloer aangebracht wordt op een min

of meer samendrukbare isolatielaag, kan hij bepaalde bewegingen ondergaan en dient hij voorzien te worden van verdeelvoegen.

Vóór de plaatsing van de zwevende dekvloer moet men erop toezien dat de isolatielaag vlak is en vrij van uitstekende randen die de bewegingen van de dekvloer op de scheidingsfolie boven de isolatie kunnen verhinderen. Men dient de onderste helft van de dekvloer (tussen het onderste derde en de helft van de dikte) te voorzien van een wapeningsnet (*) van 50 x

50 x 2 mm. Hoewel het onderste gedeelte van de dekvloer niet altijd even goed verdicht kan worden, zal de wapening toch een deel van de buigbelastingen opvangen. ■



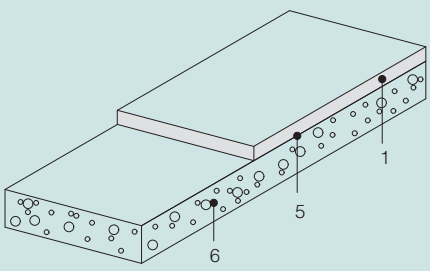
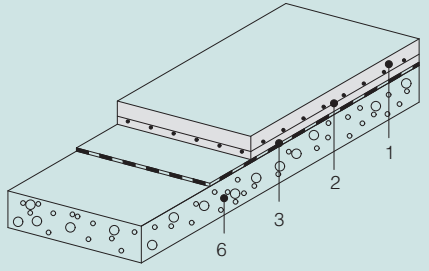
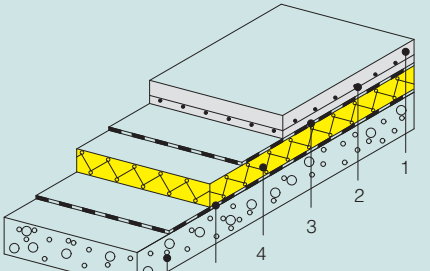
www.wtcb.be

INFOFICHE NR. 46

Voor meer informatie kan men de infofiche op onze website raadplegen.

(*) Andere versterkingstechnieken komen in aanmerking wanneer hun efficiëntie gebleken is uit vergelijkende proeven.

Samenvattende tabel van de drie types dekvloeren.

	Hechtende dekvloer	Niet-hechtende dekvloer	Zwevende dekvloer
Uitvoeringswijze			
	1. Dekvloer 2. Wapeningsnet	3. Scheidingslaag 4. Isolatie 5. (Eventuele) hechtingslaag 6. Draagvloer	
Toepassingsvoorwaarden	- Men dient een duurzame hechting te realiseren. - Er is geen risico op vochttransport uit de ondergrond. - Er is geen akoestische of thermische isolatie vereist tussen de draagvloer en dekvloer.	- Men wil een vochtgevoelige en/of dampdichte afwerking toepassen. - Er is een weinig cohesieve ondergrond aanwezig (cellenbeton, ...). - Er werden geen maatregelen getroffen om een duurzame hechting te bekomen.	Er is een akoestische of thermische isolatie vereist tussen de draag- en dekvloer.
Aandachtspunten	- De ondergrond moet stofvrij gemaakt worden (eventueel door stralen). - Men kan eventueel een (harsgebonden) aanbrandlaag aanbrengen voor een betere hechting. - De dekvloer moet grondig verdicht worden in lagen van maximaal 4 cm.	- De ondergrond moet vlak zijn. - Indien nodig kan men een uitvul-laag aanbrengen (bv. om buizen in te werken).	- Het isolatieoppervlak moet vlak zijn. - Alvorens de dekvloer aan te brengen, wordt de isolatie doorgaans afgedekt met een kunststoffolie.
Wapening	- Er is geen algemene wapening vereist. - Bij dikke dekvloeren en bovenleidingen is er soms wel een wapeningsnet vereist, dat aangebracht wordt in de bovenste helft van de dekvloer.	Een algemene wapening halverwege de dekvloer is aanbevolen.	Een algemene wapening in de onderste helft van de dekvloer is aanbevolen (tussen het onderste derde en de helft van de dikte).
Omtrekvoegen	Hoewel omtrekvoegen niet noodzakelijk zijn, maar evenmin nadelig, worden ze doorgaans toch aangebracht.	- Omtrekvoegen zijn aanbevolen en soms noodzakelijk. - Er worden ook omtrekvoegen aangebracht ter hoogte van de deuropeningen.	- Omtrekvoegen zijn in het bijzonder vereist bij de aanwezigheid van akoestische isolatie. - De omtrekvoegen moeten doorgetrokken worden ter hoogte van de deuropeningen.
Uitzetvoegen	Uitzetvoegen zijn niet wenselijk.	Uitzetvoegen zijn vereist bij grote oppervlakken, grote lengten en om inspringende hoeken te vermijden.	Uitzetvoegen zijn vereist bij grote oppervlakken, grote lengten en/of om rechthoekige velden te kunnen vormen.

De alsmat strikter wordende bouwkalenders leiden niet zelden tot een inperking van de uitvoeringstermijnen voor de afwerkingen en bijgevolg ook van de droogtijd voor de dekvloeren (en voor beton in het algemeen). Een te grote hoeveelheid restwater in de dekvloer kan echter aanleiding geven tot schade aan de afwerkingsmaterialen (bv. soepele vloerbekledingen, parket, harsgebonden bedekkingen, ...).



✍ *E. Cailleux, dr., projectleider, E. Copens, ir., onderzoeker, E. Noirfalisie, ir., projectleider, en V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement 'Materialen, Technologie en Omhulsel', WTCB*

In het kader van een prenormatief onderzoek werden er verschillende vochtmetingstechnieken onderzocht en vergeleken. Hoewel de doeltreffendheid en de betrouwbaarheid van een aantal van deze technieken nog moeten bevestigd worden, geven we hierna een overzicht van de kennis die opgedaan werd tijdens de eerste onderzoeksfase. De gravimetrische meting (droogstoofmethode) vormt een betrouwbare en precieze methode ter bepaling van het vochtgehalte van een dekvloer (of een beton), voor zover men kan beschikken over een representatief proefstaal. Deze methode werd vergeleken met een aantal andere kwantitatieve methoden voor gebruik op de bouwplaats. Hierna volgt een korte beschrijving van elk van deze methoden, aangevuld met de conclusies die konden getrokken worden uit het onderzoek :

- **gravimetrische methode** : bij deze referentiemethode wordt er een proefstaal genomen van het materiaal. Dit proefstaal wordt gewogen in vochtige toestand en vervolgens gedroogd in een droogstoof (gewoonlijk op

45 °C, 70 °C of 105 °C) tot het een constante massa bereikt. Het vochtgehalte van het materiaal is gelijk aan het verschil tussen de massa in vochtige en droge toestand, gedeeld door de droge massa. Hoewel de verschillende drogingstemperaturen andere resultaten opleverden, gaf een droging in de microgolf-oven gelijkaardige resultaten als de proef bij 105 °C (met niettemin een grotere spreiding)

- **hygrometrische sonde** : deze sonde met kleine diameter wordt ingebracht in een vooraf in de dekvloer geboorde holte. De relatieve vochtigheid wordt gemeten binnenin dit boorgat, na de stabilisatie van het systeem. Een variatie van deze methode bestaat erin de relatieve vochtigheid te bepalen van een klein afgesloten luchtvolume boven het dekvloeroppervlak. Wanneer de relatieve vochtigheid niet meer evolueert in de tijd, kan men veronderstellen dat de droogtijd ten einde is. We willen er wel op wijzen dat de uiteindelijke relatieve vochtigheid afhankelijk is van de atmosferische omstandigheden in de ruimte
- **carbidefles** : het vochtgehalte van de dekvloer wordt bepaald door de meting van de druk die teweeggebracht wordt door het gas (acetyleen) dat voortkomt uit de reactie tussen het in het proefstaal vervatte water en het calciumcarbide
- **waterdampemissiemeting met calcium-chloride** : deze proef laat toe de waterdamphoeveelheid te bepalen die afgegeven wordt door de dekvloer (gewichtsvariatie van een schaalte met calciumchloridekristallen dat in een perfect afgesloten klok op de dekvloer geplaatst wordt). Deze meting vertoont een

Vochtgehalte van dekvloeren

gelijkaardig verloop als de metingen, uitgevoerd met de hygrometrische sonde. Ook het tijdstip van de stabilisatie is ongeveer gelijk. Dit lijkt te bevestigen dat er een evenwichtstoestand bereikt wordt t.o.v. de atmosferische omstandigheden. Dit tijdstip zou kunnen overeenstemmen met het ogenblik waarop kan overgegaan worden tot de plaatsing van de vloerafwerking indien de luchtvochtigheid voldoende laag is

- **capacitieve methode** : deze methode kan gebeuren met behulp van elektroden die een oppervlakkige of een dieptemeting mogelijk maken. Aangezien de dekvloer een vochtgradiënt vertoont, zal in dit geval enkel een dieptemeting nuttig zijn. De meting levert een (dimensieloze) index op, die kan omgezet worden in een watergehalte (in percent van de droge massa) met behulp van een interne-calibratiecurve. Op de bouwplaats is deze meting niet altijd even eenduidig, gelet op de aanwezige wapening en de dekvloersamenstelling, die de meetresultaten kunnen beïnvloeden. Deze methode wordt bijgevolg vaak toegepast in combinatie met een destructieve meting, teneinde het aantal destructieve proeven te beperken. Ze laat immers toe de vochtigere zones af te bakenen waar de proefstalen genomen kunnen worden. ■



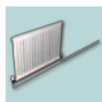
www.wtcb.be
WTCB-DOSSIERS NR. 3/2010

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

Overzicht van de gehanteerde proefmethoden.

Meetmethode	Referenties	Resultaat	Duur	Waarnemingen
Gravimetrische methode (destructief)	TV 189 NF DTU 53.2 NF DTU 51.2 NF DTU 59.3	Watergehalte	Enkele dagen of enkele minuten bij gebruik van een microgolfoven	Referentiemethode. Het watergehalte is afhankelijk van de droogtemperatuur. De wijze waarop het proefstaal genomen wordt, kan de resultaten beïnvloeden. De waarden, opgemeten in de droogstoof bij 105 °C en opgemeten in de microgolfoven, zijn gelijkaardig (in dit laatste geval is er wel een grotere spreiding).
Hygrometrische sonde (weinig of niet-destructief)	NF DTU 53.2 ASTM F 2170 02 BS 8203	Relatieve vochtigheid	Enkele uren	Mogelijkheid om meerdere metingen uit te voeren met het oog op de opvolging van de droging in de tijd en op verschillende plaatsen.
Carbidefles (destructief)	NF DTU 53.2 TV 210, TV 165, TV 189, TV 210	Watergehalte	Een kwartier	Correlatie met de gravimetrische metingen (de waarden liggen wel lager dan bij metingen uitgevoerd bij 45 °C). De wijze waarop het proefstaal genomen wordt, kan de resultaten beïnvloeden.
Calciumchloride (niet-destructief)	ASTM F 1869	Waterdampemissie	2 tot 3 dagen	Correlatie met de metingen met een hygrometrische sonde. Mogelijkheid om de droging in de tijd op te volgen.
Capacitieve methode (niet-destructief)	TV 210	Watergehalte	Meteen	Correlatie met de gravimetrische metingen na calibratie. Mogelijkheid om snel een grote oppervlakte te onderzoeken. Gevoelig voor diverse parameters. Opvolging van de droging in de tijd. Beperking van het aantal destructieve metingen.

Het gebruik van hout als brandstof voor de verwarming van gebouwen zit volop in de lift. De globale koolstofdioxide-uitstoot ervan is immers lager dan deze die opgetekend wordt bij de traditionele fossiele brandstoffen. Bij het gebruik van hout kan men ofwel één ruimte verwarmen met een kachel, ofwel het volledige huis met een centrale-verwarmingsketel in combinatie met een klassiek warmteverdeelstelsel zoals radiatoren, convectoren of vloerverwarming. Houtverwarming heeft echter het nadeel dat een aangepaste, grotere opslagruimte onontbeerlijk is.



X. Kuborn, ir., onderzoeker, laboratorium 'Duurzame energie- en watertechnieken', WTCB
V. Kumar Verma, doctorandus, faculteit Ingenieurswetenschappen, departement 'Mechanical engineering', VUB

1 BRANDSTOFFEN OP BASIS VAN HOUT

De brandstoffen op basis van hout kunnen in drie grote groepen ingedeeld worden: houtspanen, houtblokken en pellets. Houtspanen worden vooral gebruikt in installaties met een groot vermogen omwille van hun voordelige aankoopprijs en het feit dat hun vochtgehalte geen belangrijke factor vormt. Houtblokken en pellets worden in de eerste plaats aangewend voor huishoudelijke toepassingen, waarbij men het vochtgehalte wel dient te controleren.

Hoewel er ook uiterst performante systemen met houtblokken bestaan (vergassingsketels vertonen bijvoorbeeld een rendement van meer dan 80 %), vereist het gebruik ervan een aanzienlijke mankracht (manuele verlading

van de brandstof, wekelijks onderhoud). Het gebruiksgemak van systemen met pellets ligt bijgevolg heel wat hoger (volledig geautomatiseerd).

2 OPSLAG

Hout vertoont een belangrijk nadeel ten opzichte van de traditionele brandstoffen voor gebruik in verwarmingsinstallaties: het vereist namelijk een aanzienlijke opslagruimte. De onderste verbrandingswaarde (H_f) van hout per m^3 ligt immers een stuk lager dan deze van stookolie: 3,3 keer lager voor pellets, 4,7 keer lager voor houtblokken uit eiken en 8,2 keer lager voor houtblokken uit dennen. Dit betekent dat er bij een gelijke energie-inhoud respectievelijk 3,3, 4,7 en 8,2 keer meer opslagruimte nodig zal zijn.

In vergelijking tot houtblokken vertonen pellets het voordeel dat ze droog geleverd worden. Bovendien bestaan er opslagsystemen die compatibel zijn met de geautomatiseerde voeding van pelletketels of -kachels. De pellets kunnen opgeslagen worden in silo's, in bunkers of in een in de ketel geïntegreerd reservoir. Het transport tussen de opslagzone en de ketel gebeurt met behulp van een schroef zonder einde of door blazen doorheen stijve of soepele kanalen al naargelang van de afstand.

Om een idee te krijgen van het volume dat ingenomen wordt door het hout dat op jaarbasis gebruikt wordt voor de verwarming van een woning, geeft de onderstaande tabel een overzicht van de equivalentie tussen de stookolie- en houthoeveelheid. Men moet vaststellen dat deze volumes aanzienlijk zijn en dit, zelfs voor het woningtype met het laagste verbruik.

3 ONDERHOUD

Ketels die werken op houtblokken vereisen een wekelijks onderhoud (ontassing van de verbrandingsruimte en reiniging van de rookwarmtewisselaar). Indien de periodiciteit van het onderhoud gerespecteerd wordt, kan de reiniging gebeuren met een gewone metalen

borstel, waarbij er kleine stofdeeltjes vrijkomen. Het afval dat teweegebracht wordt tijdens de reiniging kan samen met het huishoudelijke afval opgehaald worden. Pelletketels vereisen een minder frequente ontassing en reiniging. De periodiciteit van het onderhoud is wel afhankelijk van de kwaliteit van de gebruikte pellets.

4 KWALITEITSLABELS

Verwarmingstoestellen kunnen eventueel voorzien zijn van een kwaliteitslabel dat de minimale prestaties waarborgt. Deze prestaties zijn beter dan deze die gedefinieerd worden in de normen. Totnogtoe is er geen Belgisch label voorhanden. Er zijn echter wel verschillende Europese landen die algemene labels voorstellen (bv. Umweltzeichen, Der Blaue Engel, Nordic Swan) of labels die toegespitst zijn op verwarmingstoestellen (bv. Flamme verte). Op het vlak van pellets is het ten stelligste aanbevolen om gebruik te maken van producten die beantwoorden aan strenge normen (DIN-plus, ÖNORM M7153), aangezien hun kwaliteit een grote invloed heeft op de kwaliteit van de verbranding en de rook, evenals op de onderhoudsfrequentie en de levensduur van de toestellen.

5 BESLUIT

Het gebruik van hout voor de (al dan niet centrale) verwarming van woningen is een waardig alternatief voor de toepassing van fossiele brandstoffen. Deze brandstof laat immers toe de globale CO_2 -uitstoot in de residentiële sector te beperken. Pelletsystemen vertonen een gebruikscomfort dat vergelijkbaar is met dat van stookolie. Het enige nadeel ervan ligt in de verwijdering van de asresten die geproduceerd worden tijdens de verbranding. Het gebruik van systemen die werken met houtblokken is minder voordelig, voornamelijk omwille van de frequente en doorgaans niet-geautomatiseerde voeding van de kachels en ketels en hun wekelijkse onderhoud.

Verder zal hout voor eenzelfde energie-inhoud minstens drie keer meer opslagvolume innemen dan stookolie. Ten slotte is de overgrote meerderheid van de toestellen die werken op hout, uitgerust met een verbrandingskring die niet luchtdicht is. Ze hebben met andere woorden een toevoer van lucht uit de ruimte nodig. De permanente opening die de toevoer van deze lucht verzekert, kan bovendien de goede werking van de mechanische ventilatie van de woning in het gedrang brengen. ■

 www.wtcb.be
WTCB-DOSIERS NR. 3/2010

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

Schatting van het jaarlijkse brandstofverbruik voor drie woningtypes.

Equivalent stookolieverbruik [L]	Houtblokken uit eiken [m^3]	Houtblokken uit populier of dennen [m^3]	Pellets in bulk [m^3]	Pellets in zakken van 15 kg [zakken]
5000	23	41	17	737
3300	15	27	11	477
2100	10	17	7	303

Het snel sluiten van een tapkraan kan soms aanleiding geven tot een klopperschijnsel in de installatie.



In bepaalde gevallen – afhankelijk van de wijze waarop de betrokken waterleiding bevestigd werd – kan deze zelfs beginnen te ratelen. Dit verschijnsel, ook dikwijls aangeduid als waterslag, wordt veroorzaakt door het optreden van aanzienlijke drukschommelingen als gevolg van de plotse afremming van het water. Deze schommelingen zullen des te uitgesprokener zijn naarmate de watersnelheid (het debiet) groter is en de tapkraan sneller gesloten wordt.

K. De Cuyper, ir., coördinator van de Technische Comités, WTCB

Afbeelding 1 geeft een idee van de drukschommelingen die kunnen optreden in een 3,5 m lange leiding uit verzinkt staal (nominale diameter DN ½”) met een debiet van 14,7 l/min die abrupt afgesloten wordt door middel van een kogelkraan. Hieruit blijkt dat de aanvankelijke netdruk van 2 bar plots stijgt tot 13,5 bar en vervolgens terugvalt tot onder de atmosferische druk. Dit verschijnsel herhaalt zich een aantal malen (met steeds afnemende amplitude) en duurt in totaal een goede 0,2 seconden.

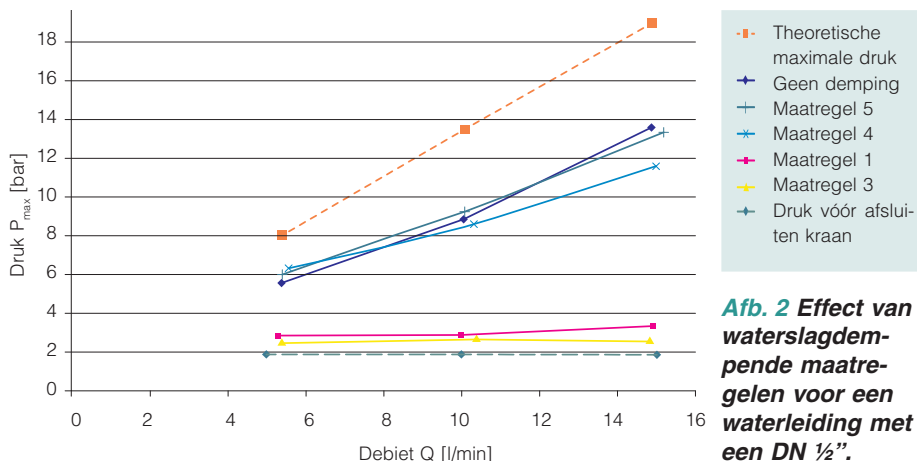
Dergelijke drukschommelingen kunnen aanleiding geven tot aanzienlijke akoestische hinder en – in bepaalde extreme gevallen – zelfs tot een leidingbreuk. Daarnaast kunnen de trillingen die erdoor teweeggebracht worden gepaard gaan met een beschadiging van het beschermende oxidelaagje aan de binnenzijde van de waterleiding, met een verhoogd corrosierisico tot gevolg. Het is dan ook ten stelligste aanbevolen om het waterslagverschijnsel tot een minimum te beperken.

Daarom heeft het WTCB, op vraag van zijn Technisch Comité ‘Sanitaire en industriële

loodgieterij, Gasinstallaties’, de doeltreffendheid van een aantal vaak toegepaste waterslagdempende maatregelen onderzocht (zie afbeelding 2) :

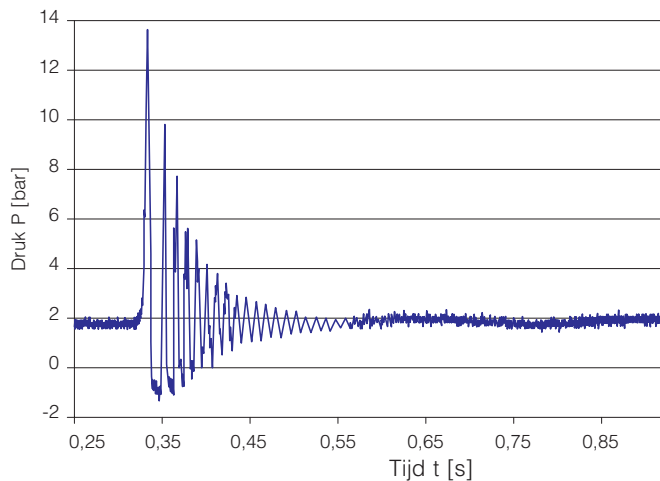
1. de plaatsing van een waterslagdempers op het einde van de leiding, nabij de tapkraan
2. het voorzien van een waterslagdempers aan het begin van de leiding
3. het aanbrengen van twee waterslagdempers nabij de tapkraan
4. de plaatsing van een soepele slang (60 cm) met een staaldraadommanteling v  r de tapkraan
5. de plaatsing van een van 50 cm lange PEHD-buis stroomopwaarts van de tapkraan
6. het aanbrengen van een veiligheidsgroep stroomopwaarts van de tapkraan
7. de vervanging van een 3 m lang stuk van de stalen leiding door een PEHD-buis.

Afbeelding 2 geeft een overzicht van de resultaten die met vier van de hiervoor aangehaalde maatregelen (en bij verschillende debieten) bekomen werden op een waterleiding met een nominale diameter DN ½”.



Afb. 2 Effect van waterslagdempende maatregelen voor een waterleiding met een DN ½”.

Waterslag in metalen leidingen



Afb. 1 Drukschommelingen in een 3,5 m lange leiding uit verzinkt staal (nominale diameter DN ½”) met een debiet van 14,7 l/min.

Uit deze grafiek kan men afleiden dat het aanbrengen van een soepele slang of een stuk PEHD-buis v  r de tapkraan weinig of geen effect heeft op de waterslag. De opgetekende drukwaarden zijn in dit geval immers vrijwel even groot als deze die behaald werden zonder de tussenplaatsing van deze voorzieningen. De plaatsing van een waterslagdempers nabij de tapkraan blijkt daarentegen wel zeer doeltreffend te zijn. De verbetering die opgetekend wordt bij toepassing van twee waterslagdempers is evenwel verwaarloosbaar.

In de lange versie van dit artikel wordt ook dieper ingegaan op de invloed van de andere aangehaalde waterslagdempende maatregelen :

- plaatsing van een waterslagdempers op een grotere afstand van de tapkraan (minder doeltreffend)
- aanbrengen van een veiligheidsgroep stroomopwaarts van de tapkraan (positief waterslagdempend effect)
- vervanging van een lang stuk van de stalen leiding door een PEHD-buis (uitgesproken negatief effect).

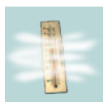
Uit dit onderzoek kwam bijgevolg naar voren dat het met bepaalde oplossingen inderdaad mogelijk is het klopperschijnsel op bevredigende wijze te beperken, terwijl bepaalde andere oplossingen slechts een geringe invloed hebben op de waterslag of deze problematiek nog kunnen verergeren. ■



www.wtcb.be
WTCB-Dossi  rs NR. 3/2010

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

De EPB-regelgevingen in de drie Gewesten houden voorslagnog geen rekening met bouwknopen bij de berekening van de transmissieverliezen. Studies toonden aan dat deze knopen nochtans een niet te verwaarlozen invloed uitoefenen op de voornoemde verliezen. Hun relatieve belang neemt bovendien nog toe naarmate het isolatieniveau van het gebouw verbetert. Op initiatief van de drie Gewesten werd er een methode ontwikkeld om rekening te houden met de invloed van bouwknopen in de EPB-regelgevingen.



✍ A. Tilmans, ir., onderzoeker, afdeling 'Klimaat, installaties en energieprestatie', WTCB
D. Van Orshoven, ir., adjunct afdelingshoofd, afdeling 'Klimaat, installaties en energieprestatie', WTCB

Deze methode wil vooral de nadruk leggen op het goede thermische ontwerp van de bouwdetails en reikt hiervoor onder meer een eenvoudige aanpak aan. Momenteel houden de regelgevingen nog geen verplichting in om bouwknopen in rekening te brengen. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid in de nabije toekomst veranderen. We geven hieronder de hoofdlijnen van de methode weer. De methode is enkel van toepassing op bouwknopen; de onderbrekingen in de isolatielaag die eigen zijn aan de scheidingsconstructie dienen meegerekend te worden bij de bepaling van de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van deze constructie.

1 BASISOPTIES

De methode stelt drie basisopties voorop voor het in rekening brengen van bouwknopen:

- **optie A** : gebruik maken van een gedetail-



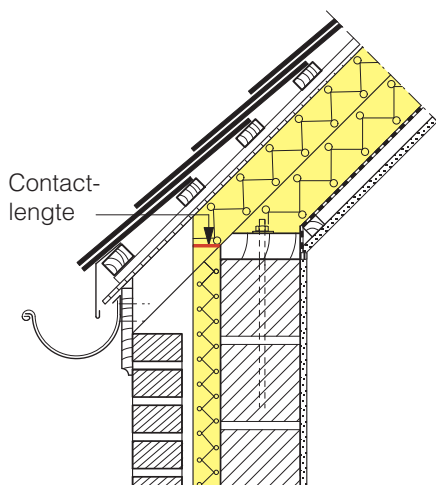
NUTTIGE INFORMATIE

De term 'bouwknop' slaat op:

- de lineaire verbindingen tussen de verschillende scheidingsconstructies die deel uitmaken van het verliesoppervlak van een gebouw
- de lineaire en puntvormige onderbrekingen in de isolatielaag van de scheidingsconstructies, voor zover ze niet eigen zijn aan de scheidingsconstructies (spouwvakken, skelet, ...).

In het nieuwe reglementaire kader worden koudebruggen met andere woorden onderverdeeld in bouwknopen enerzijds en onderbrekingen in de isolatielaag die deel uitmaken van de scheidingsconstructie anderzijds.

Bouwknopen en K-peil



Afb. 1 Minimale contactlengte.

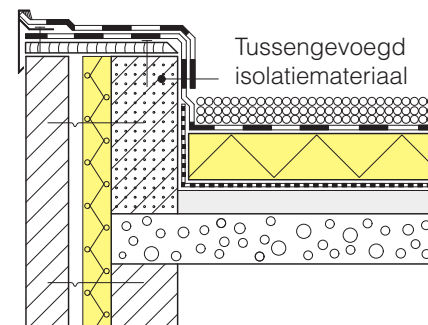
leerde berekening. Bij deze traditionele aanpak brengt men elke bouwknop afzonderlijk in rekening aan de hand van zijn lengte of aantal knopen en zijn lineaire- of puntwarmtedoorgangscoefficiënt

- **optie B** : de methode met de 'EPB-aanvaarde knopen'. Bij deze methode wordt het rekenwerk dat gepaard gaat met bouwknopen vereenvoudigd (zonder hun belang teniet te doen) en legt men de nadruk op de optimalisatie ervan. Hiertoe worden alle bouwknopen van het gebouw opgedeeld in twee categorieën: de EPB-aanvaarde knopen (die voldoen aan een aantal eenvoudige regels, zie § 2) en de niet-EPB-aanvaarde knopen. Voor de knopen uit de eerste categorie wordt een kleine forfaitaire toeslag van 3 punten ingerekend op het globale warmte-isolatiepeil van het gebouw (K-peil). Knopen uit de tweede categorie moeten daarentegen afzonderlijk in rekening gebracht worden door middel van de gedetailleerde berekening volgens optie A. Indien een bepaalde knop performanter is dan de limiet die opgelegd werd voor EPB-aanvaarde knopen, kan deze eveneens in rekening gebracht worden door middel van een gedetailleerde berekening
- **optie C** : deze optie wordt gehanteerd wanneer men geen aandacht wenst te schenken aan de bouwknopen. In dit geval wordt een forfaitaire toeslag van 10 K-punten toegepast.

2 CONFORMITEITSVOORWAARDEN

Een knop is EPB-aanvaard (volgens optie B) wanneer hij aan minstens een van de volgende voorwaarden voldoet:

- de knop beantwoordt aan minstens een van de volgende basisregels:
 - het verzekeren van de continuïteit van de



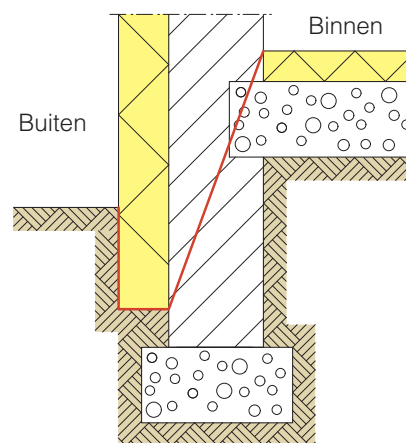
Afb. 2 Tussenvoeging van isolerende delen.

isolatielagen door het respecteren van een minimale contactlengte (zie afbeelding 1)

- het verzekeren van de continuïteit van de isolatielagen door tussenvoegen van isolerende delen (zie afbeelding 2)
- het respecteren van de minimale lengte van de weg van de minste warmteweerstand (zie afbeelding 3).
- de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de knop is kleiner dan de grenswaarde die opgelegd wordt afhankelijk van het knooptype (bv. 0,15 W/mK voor een inspringende hoek en 0,1 W/mK voor verbindingen rond deuren en ramen).

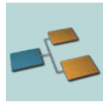
De voornoemde methode geeft ten slotte ook (meestal vrij negatieve) waarden bij ontstentenis op voor de lineaire en puntwarmtedoorgangscoefficiënten. Deze waarden kunnen gebruikt worden in opties A en B.

Dit artikel geeft slechts een beknopt overzicht van de methode om bouwknopen in rekening te brengen. Voor meer informatie kan men een verklarend document en de opleidingsmodules raadplegen op de volgende website: www.energiesparen.be/epb/bouwknopen. ■



Afb. 3 Principeschema van de weg van de minste warmteweerstand.

ABC DigiBouw staat voor 'Aannemers begeleiden en coachen naar het digitale bouwbedrijf'. Dit project wil aantonen hoe bouwbedrijven de bestaande informatie- en communicatietechnologieën (ICT) weldoordacht kunnen inzetten bij hun dagelijkse activiteiten. De drie beginletters van het alfabet geven aan dat het voornamelijk gaat om de begeleiding van bouwbedrijven die starten met informatisering. Daarnaast worden ook reeds geïnformatiseerde bouwbedrijven die verdere stappen wensen te zetten, bijgestaan met raad en daad.



O. Sabbe, ing., adjunct-departementshoofd, departement 'Communicatie en beheer'

Het project 'ABC DigiBouw' werd begin dit jaar opgericht door het WTCB in samenwerking met de VCB, de Bouwunie en het OCW met de financiële steun van EFRO. Het projectteam toont bouwbedrijven hoe ze de informatietechnologie doeltreffend kunnen gebruiken bij het opmaken van de dagelijkse planning, het opstellen van offertes, facturen, ...

Om de bouwbedrijven beter te kunnen bijstaan, ging het projectteam actief op zoek naar technologieën die een meerwaarde te bieden hebben voor de bouwsector. De aandacht kwam hierbij voornamelijk te liggen op de aspecten gebruiksvriendelijkheid en vlotte toegankelijkheid: makkelijke gegevensuitwisseling tussen de verschillende bouwpartners, eenvoudige inzage in de bedrijfsagenda, probleemloze raadpleging van e-mail en contactgegevens, zowel op kantoor, thuis als op de bouwplaats. De toepassing van een geschikte informatiestrategie staat immers garant voor meer bedrijfszekerheid en een beperking van de kosten.

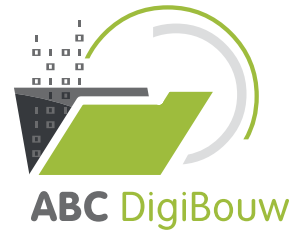
1 BEGELEIDING OP MAAT



Bij de aanvang van de gepersonaliseerde begeleiding gaan de projectmedewerkers na hoever de geïnteresseerde bouw-kmo's staan op ICT-vlak, over welke software ze beschikken en of deze software aangepast is aan hun noden, ... Hierbij lichten ze het volledige bedrijfsproces door van offerte tot oplevering, met inbegrip van het personeelsbeheer, de aan- en verkopen, enz. De bedrijven worden na deze analyse onderverdeeld in twee categorieën: bedrijven die nog moeten starten met informatisering en bedrijven die reeds geïnformatiseerd zijn.

Kmo-bouwbedrijven die nog **weinig of niet**

Het digitale bouwbedrijf is dichterbij dan u denkt



geïnformatiseerd zijn, worden gratis individueel begeleid door een projectmedewerker. Tijdens deze begeleidingsperiode ontvangen de bedrijven een USB-stick waarop ze niet alleen geïnformatiseerde voorbeelddocumenten met een bouwgerichte aanpak kunnen terugvinden, maar ook een aantal eenvoudige en praktische informaticaprogramma's (bv. een gratis basisprogramma voor het verantwoord opstellen van een prijsofferte). Met behulp van deze programma's kunnen de bedrijven zonder hoge kosten een eenvoudig bedrijfsnetwerk opzetten waarbij de verschillende pc's van de medewerkers met elkaar verbonden worden. Dergelijke eenvoudige bedrijfsnetwerken zijn immers onontbeerlijk om bedrijfsintern digitaal samen te werken via het internet.

Bedrijven die reeds **goed geïnformatiseerd** zijn, worden door onze medewerkers in contact gebracht met een onafhankelijk adviesbureau met ruime ICT-ervaring. Dit bureau zal, in samenwerking met het competitiecentrum Virtueel Bouwen (ViBo) van het WTCB, een volledig informatiseringsplan uitwerken voor de onderneming en professioneel advies verstrekken. Er zullen voor deze geïnformatiseerde bedrijven ook opleidingen georganiseerd worden over regelmatig terugkerende vragen en problemen. In oktober zullen er bovendien 'ervaringsgroepen' opgestart worden waarbinnen bedrijven op regelmatige basis ervaringen kunnen uitwisselen rond vastgelegde thema's.

2 SOFTWAREDATABANK EN WITBOEK



ABC DigiBouw werkt volop aan een specifieke **bouwsoftwaredatabank** waarin de bouwgerelateerde software uit de bestaande databanken van KMO-IT en WTCB samengevoegd worden. Deze softwaredatabank zal te raadplegen zijn op www.abc-digibouw.be.

De bevindingen van de bedrijfsscans en van de individuele begeleidingen zullen gebundeld worden in een soort **witboek** dat tegen het voorjaar van 2011 ter beschikking gesteld zal worden van de bouwbedrijven. Zo zal de publicatie van dit boek de provinciale roadshows voorafgaan die georganiseerd worden rond het ABC DigiBouw-project en het belang van internet voor de aannemer.

In het kader van dit project zullen er ook gespecialiseerde infosessies plaatsvinden over

geavanceerde toepassingen, zoals het gebruik van BIM-software (*Building Information Models*) en de codering van bouwdata om de uitwisselbaarheid ervan te vergroten. Zo staat er begin september 2010 reeds een serie informatieavonden op het programma waar u kan kennismaken met ons projectteam of concreet advies kan inwinnen over de nieuwe technologieën (zie kadertje). ■



ConstrucTic

Voor de Franstalige aannemers richtte het WTCB het project ConstrucTic op in samenwerking met het OCW en Cetic. Net zoals ABC DigiBouw, begeleidt dit project de aannemers bij de informatisering van hun bedrijf.



Informatieavonden

Vlaams-Brabant

2 september 2010, Leuven

Antwerpen

7 september 2010, Westmalle

West-Vlaanderen

9 september 2010, Roeselaere

Limburg

14 september 2010, Houthalen-Helchteren

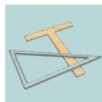
Oost-Vlaanderen

16 september 2010, Melle

Voor meer informatie kan u surfen naar www.abc-digibouw.be/info.



In februari 2004 lanceerde het Waals Gewest de actie 'Energiebewust bouwen' (*Construire avec l'énergie*, afgekort CALE) om bouwprofessionelen aan te zetten tot het bouwen van woningen met betere energieprestaties dan opgelegd door de geldende wetgeving. Dankzij dit initiatief kon men reeds zes jaar nuttige ervaring opdoen vóór de tweede fase van de invoeging van de energieprestatieregeling voor gebouwen (EPB) in het Waalse Gewest in mei 2010.



D. Langendries, ir., projectleider, afdeling 'Energie en gebouw', WTCB
G. Lethé, ir., onderzoeker, laboratorium 'Energiekarakteristieken', WTCB

De volledige inwerkingtreding van de EPB-regelgeving in het Waals Gewest is werkelijkheid geworden: sinds 1 mei 2010 is het in dit Gewest niet enkel verplicht om in nieuwe woningen, kantoorgebouwen en scholen een globaal thermisch-isolatiepeil (K-peil) van K45 te waarborgen, maar dient men er tevens in residentiële gebouwen voor te zorgen dat het primaire-energieverbruikspeil (E_w -peil) lager is dan 100 en het specifieke verbruik (E_{spec}) lager is dan 170 kWh/m² per jaar (¹).

Bij haar lancering in 2004 liep de actie CALE (²) reeds vooruit op de latere EPB-regelgeving. De bouwprofessionelen engageerden er zich toen immers al toe om bij het ontwerp en de uitvoering van hun projecten rekening te houden met een energiecharter. Dit evolutieve energiecharter is gebaseerd op verschillende energiecriteria met betrekking tot de gebouwschil en de systemen. Zo werd er in een eerste fase een K-peil van ten hoogste K45 opgelegd en vanaf oktober 2007 een E_w -peil van ten hoogste 100 en een E_{spec} lager dan 170 kWh/m² per jaar. In januari 2010 werd het K-peil verlaagd naar 35, het E_w -peil naar 70 en het specifieke verbruik naar 120 kWh/m² per jaar. Er werd tevens een nieuwe eis voor de luchtdichtheid van het gebouw ingevoerd: $\dot{V}_{50} \leq 6$ m/h.m².

1 ENKELE CIJFERS

In de eerste fase van de actie (CALE1) bedroeg het gemiddelde K-peil K37 en kwamen de natuurlijke ventilatiesystemen of mechanische afvoerventilatiesystemen vaak voor (respectievelijk goed voor 19 en 22 %). In de

tweede fase (CALE2) lag het gemiddelde K-peil zes punten lager en werden er steeds vaker mechanische toe- en afvoerventilatiesystemen gebruikt (85 % tegenover 58 % voor CALE1).

Bijkomende statistieken van 426 individuele woningen die voldoen aan de criteria van deze tweede fase toonden aan dat de goede resultaten voor het K-peil doorgaans ook weerspiegeld worden in het gemiddelde E_w -peil en het gemiddelde E_{spec} , die beiden veel lager liggen dan de grenswaarden uit het CALE2-charter (zie afbeelding). We merken op dat gebouwen met hetzelfde K-peil toch een zeer uiteenlopend E_w -peil kunnen hebben. Dit verschil kan verklaard worden door het feit dat men elektriciteit gebruikt voor verwarming of voor de aanmaak van sanitair warm water.

2 WAND PER WAND EN SYSTEEM PER SYSTEEM

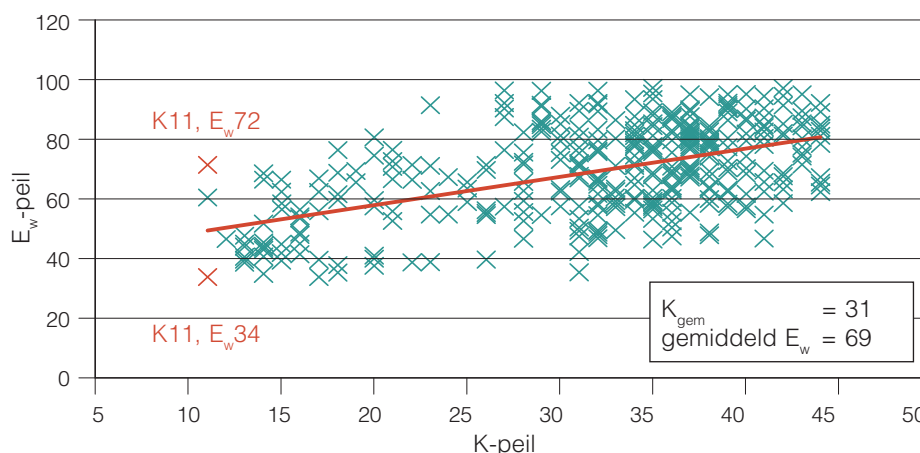
Uit onze statistieken blijkt dat, na vensters (> 35 %), muren proportioneel het belangrijkste aandeel vormen in de transmissieverliezen (> 25 %). Daken zijn slechts verantwoordelijk voor een relatief klein aandeel van de transmissieverliezen (gemiddeld 15 %) aangezien het vrij eenvoudig is om dikkere isolatiepakketten aan te brengen in deze elementen.

In dit stadium van het project kunnen we uit onze statistieken afleiden dat kandidaat-bouwers bij de keuze van een verwarmingsinstallatie

het vaakst kiezen voor verbrandingstoestellen (gas : 36 %, stookolie : 15 % en hout : 15 %). Hoewel elektriciteit vaak overwogen wordt (warmtepompen : 29 % en elektrische weerstandsverwarming : 5 %), geven meer dan een kwart van de personen die aanvankelijk voor een elektrisch systeem kozen (direct of met warmtepompen) verbrandingstoestellen op bij de aanvraag van het CALE-attest. Globaal treffen we dezelfde aandelen voor de energievectoren aan voor de productie van sanitair warm water als voor verwarming. We merken ook op dat in woningen die gebruikmaken van een plaatselijke verwarming (14 % van de projecten) vaak elektriciteit overwogen wordt voor de rechtstreekse productie van sanitair warm water. Een verrassende keuze gelet op het zeer lage primaire-energieverbruiksrendement van deze oplossing.

Aan het begin van hun project overweegt 41 % van de kandidaat-bouwers zonne-energie (gemiddeld 5,65 m² thermische zonnepanelen per woning). Slechts in 5 % van de projecten wordt er effectief gekozen voor fotovoltaïsche zonnepanelen. Meer dan de helft van deze woningen is uitgerust met zowel fotovoltaïsche cellen als met een thermisch zonne-energiesysteem. ■

www.wtcb.be
WTCB-Dossiers 3/2010
De lange versie van dit artikel kan gedownload worden via onze website.



Verhouding tussen het primaire-energieverbruikspeil E_w en het K-peil.

(¹) Zie artikel 'De Energieprestatieregelgeving voor Gebouwen: nieuwe ontwikkelingen in Brussel en Wallonië', WTCB-Dossiers nr. 2/2010, katern nr. 18.

(²) De actie CALE wordt omkaderd door een consortium dat samengesteld is uit het Wetenschappelijk en Technisch Centrum van het Bouwbedrijf (WTCB), de Confédération Construction Wallonne (CCW), het Institut de Formation en Alternance des Petites et Moyennes Entreprises (IFAPME), de Université catholique de Louvain (UCL), de Université de Liège (ULg), de Université de Mons (UMons) en de Union Wallonne des Architectes (UWA).

WTCB-opleidingen

Binnenisolatie van muren - Stand van zaken

- 16 september 2010, van 13u00 tot 17u00, Consciencegebouw, Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel.

Poorten, vensters en deuren : de eisen in België

- 13 oktober 2010, van 17u30 tot 20u45, Syntra West, Campus Kortrijk, Doorniksesteenweg 220, 8500 Kortrijk
- 25 oktober 2010, van 17u30 tot 20u45, CeDuBo, Marktplaats 7, 3550 Heusden-Zolder
- 26 oktober 2010, van 17u30 tot 20u45, Syntra Midden-Vlaanderen - Sint-Niklaas, Hogekouter, 9100 Sint-Niklaas.

Vormingscyclus voor plaatsers van brandwerende deuren BENOR-ATG

- 7, 14, 21 en 28 oktober 2010, van 19u00 tot 22u00, Confederatie Bouw Brussel - Vlaams-Brabant, Dreefstraat 8, 3001 Heverlee.

Binnenverlichting

- 4 november 2010, van 14u00 tot 17u15, Consciencegebouw, Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussel.

Implicaties van lage-energieconstructies voor de ruwbouw

- 9 september 2010, van 19u00 tot 20u30, Confederatie Bouw Oost-Vlaanderen, Tramstraat 59, 9052 Zwijnaarde
- 14 september 2010, van 19u30 tot 21u00, Confederatie Bouw Kempen, Parklaan 44, 2300 Turnhout
- 20 september 2010, van 18u30 tot 20u00, Confederatie Bouw West-Vlaanderen, Kortrijksestraat 398A, 8500 Kortrijk
- 21 september 2010, van 19u00 tot 20u30, Confederatie Bouw Antwerpen, T. Van Rijswijkplaats 7, 2000 Antwerpen
- 28 september 2010, van 20u00 tot 21u30, Confederatie Bouw Waasland, Kleine Laan 29, 9100 Sint-Niklaas
- 11 oktober 2010, van 19u00 tot 20u30, Confederatie Bouw Limburg, Prins Bisschopsingel 34a, 3500 Hasselt
- 25 oktober 2010, van 19u00 tot 20u30, Confederatie Bouw Brussel - Vlaams-Brabant, Dreefstraat 8, 3001 Heverlee.

1^{ste} Internationale ETICS-Forum

- 29 september 2010, van 10u00 tot 17u30, Albert Hall Brussel, Waversesteenweg 649-651, 1040 Brussel.

ABC DigiBouw (www.abc-digibouw.be)

- 2 september 2010, van 19u00 tot 21u00, Vlaams-Brabant, Stella Artois (Den Thuis), Leuven
- 7 september 2010, van 19u00 tot 21u00, Antwerpen, Café Trappisten, Westmalle
- 9 september 2010, van 19u00 tot 21u00, West-Vlaanderen, Rodenbach (Ter Eeste), Roeselare
- 14 september 2010, van 19u00 tot 21u00, Limburg, Kasteelbrouwerij Ter Dolen, Houthalen-Helchteren
- 16 september 2010, van 19u00 tot 21u00, Oost-Vlaanderen, Brouwerij Huyghe, Melle.

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



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)