



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2015/3



**3D-machine-
sturing**
p6-7

**Slijtvastheid
van beton**
p8-9

**Glazen
binnenwanden**
p18-19

**Verwarming
met hout**
p28-29



Inhoud 2015/3

Johan Willemen, nieuwe voorzitter van het WTCB..... 3



De in aanmerking te nemen
bouwplaatsgerelateerde belastingen..... 4



3D-machinesturing voor de werf van de toekomst..... 6



Slijtvastheid van betonvloeren volgens de Böhmeprøf... 8



Doorvoering van rookkanalen in hellende daken:
veiligheidsafstand ten opzichte van
de brandbare materialen..... 10



Aansluiting van een dakafdichting
met een ondergrondse constructie..... 12



Nieuwe oplossingen voor houtskeletgevels
die voldoen aan de brandveiligheidseisen 14



Blootstelling van wanden aan de wind:
invloed op de luchtdichtheid..... 16



Dimensionering van glazen binnenwanden..... 18



Milieu-impact van steenstrips op buitenisolatie 20



Welke documenten heeft men nodig
voor een geslaagde natuursteenwerf? 22



Toelaatbare niveauverschillen tussen
gelijmde keramische vloertegels..... 24



Naar een objectievere beoordeling van kleuren
en de toelaatbare afwijkingen 26



Verbrandingsluchttoevoer voor
plaatselijke verwarming met hout..... 28



Ecodesign en energie-etikettering
voor SWW-productietoestellen 30



Richtlijnen ter beperking van het
lawaai in watertoevoerinstallaties 32



Nacalculatie van de projectkosten..... 34

Johan Willemen, nieuwe voorzitter van het WTCB

Na drie jaar voorzitterschap van de Confederatie Bouw, werd Johan Willemen op 28 april jongstleden verkozen tot **de nieuwe voorzitter van het WTCB**. Hij volgt Jacques Gheysens op die zes jaar lang het Centrum in goede banen heeft geleid. Hij treedt ook in de voetsporen van zijn vader, Paul Willemen, die van 1981 tot 1992 voorzitter was van het WTCB.

Johan Willemen is burgerlijk ingenieur bouwkunde en CEO van **Willemen Groep**. In 1972 treedt hij toe tot het familiebedrijf dat reeds geleid werd door zijn vader. In juni 1999 ontstaat Willemen General Contractor die zich in eerste instantie toespitst op utiliteitsgebouwen en appartementsgebouwen. De Groep werd in 2013 onderscheiden met de titel '**Onderneming van het Jaar**'. Een zeer mooie erkenning, des te meer omdat tot op heden geen enkele andere bouwonderneming deze onderscheiding in ontvangst mocht nemen.

Johan Willemen verdedigt niet alleen de belangen van de Belgische ondernemingen, hij is eveneens voorzitter van de **FIEC** (*European Construction Industry Federation*), een federatie die talrijke bedrijven, zowel kmo's als grote mondiale spelers, binnen de Europese bouwsector vertegenwoordigt.



Het is duidelijk: Johan Willemen heeft zich niet alleen onafgebroken ingezet voor de ontwikkeling van zijn onderneming, maar ook voor de verdediging van de belangen van de volledige bouwsector. Een missie die het WTCB met hem deelt. Het hoofddoel van het Centrum is immers om **de competitiviteit van de Belgische bedrijven te verbeteren** door middel van onderzoeken innovatie, industriële ontwikkeling en verspreiding van kennis. Johan Willemen kan dus rekenen op de steun van alle WTCB-medewerkers om deze gedeelde missie vol enthousiasme verder te zetten.

Het uitvoeren van een dimensioneringsberekening heeft voornamelijk tot doel om na te gaan of de uiteindelijke constructie in staat is om alle belastingen te dragen waaraan ze tijdens haar gebruik onderworpen zal worden. Tijdens het optrekken van de constructie of het transport van de geprefabriceerde elementen kunnen er soms echter ook tijdelijk meer kritieke situaties de kop opsteken.

De in aanmerking te nemen bouwplaatsgerelateerde belastingen

Men moet zich bewust zijn van het feit dat er zich tijdens de werken op de bouwplaats specifieke overbelastingen kunnen voordoen. Het is zowel de verantwoordelijkheid van het studiebureau als van de aannemer om deze tijdens alle werffasen in aanmerking te nemen.

Enkele klassieke voorbeelden van potentieel gevaarlijke situaties zijn: de verhandeling van grote geprefabriceerde balken, het plaatsen van brugonderdelen doormiddel van de stoottechniek of het storten van vers beton op geprofileerde staalplaten. De beperking van de doorbuiging van dergelijke platen tijdens de werken bepaalt vaak de maximale overspanning van de vloer en het aantal te installeren schoren.

Dit artikel heeft als oogmerk om de studiebureaus en de aannemers een aantal middelen aan te reiken om hun projecten op een veilige en economische manier te doen verlopen. Hiervoor zullen we in het bijzonder enkele regels uit de norm NBN EN 1991-1-6 (+ ANB) (*) in verband met de bouwplaatsgerelateerde (personeel, gereedschap, opslag van materialen, bekistingen, kranen ...) en de klimatologische belastingen (wind, sneeuw, temperatuur ...) voorstellen.

Klimatologische belastingen en terugkeerperiode

De maximale waarde voor de klimatologische belastingen wordt algemeen vast-

gelegd voor een terugkeerperiode van 50 jaar. Dit betekent dat de constructie in staat moet zijn om weerstand te bieden aan een storm met een zodanige intensiteit dat hij gemiddeld slechts eenmaal om de 50 jaar voorkomt. Het is niettemin mogelijk om deze periode voor bepaalde tijdelijke werffasen in te korten. De tabel op de volgende pagina geeft de in aanmerking te nemen terugkeerperiode in functie van de duur van de werffase weer, evenals de hieruit voortvloeiende reductie van de maximale windbelasting.

Voor werffasen met een maximale duur van drie maanden kan er bij de bepaling van de belastingen bovendien – en naargelang van het geval – rekening gehouden worden met een aantal seizoensgebonden en kortstondigere klimatologische en meteorologische schommelingen. Zo is de swelling van rivieren en de grootte van de windkrachten sterk afhankelijk van de beschouwde periode van het jaar.

We staven dit aan de hand van een concreet voorbeeld: een in juni opge-

Instorting van een puntgevel uit metselwerk ten gevolge van zware windbelastingen



(*) Eurocode 1. Belastingen op constructies. Deel 1-6: algemene belastingen. Belastingen tijdens uitvoering (+ Nationale Bijlage).



Een constructie is doorgaans in staat om weerstand te bieden aan een storm met een zodanige intensiteit dat hij gemiddeld slechts eenmaal om de 50 jaar voorkomt.

trokken constructie waarvan de windverbanden pas na een week geïnstalleerd worden, zou in staat moeten zijn om weerstand te bieden aan windbelastingen met een terugkeerperiode van vijf jaar (28 % reductie), verminderd met een seizoensfactor van 0,69 (NBN EN 1991-1-4 + ANB). Deze constructie zou met andere woorden ongeveer 50 % van de uiteindelijke windbelasting moeten kunnen opnemen en dit, zelfs zonder dat de windverbanden geplaatst zijn.

Een bijzondere situatie die vaak voor problemen zorgt, is de realisatie van puntgevels uit metselwerk. De windweerstand van dit constructietype is immers uiterst beperkt, waardoor men niet zelden geconfronteerd wordt met het bezwijken ervan tijdens de werken op de bouwplaats

In aanmerking te nemen terugkeerperiode in functie van de duur van de werffase en hieruit voortvloeiende reductie van de windbelasting

Duur van de werffase	Terugkeerperiode	Reductie van de windbelasting
≤ 3 dagen	2 jaar	40 %
> 3 dagen en ≤ 3 maanden	5 jaar	28 %
> 3 maanden en ≤ 1 jaar	10 jaar	19 %
> 1 jaar	50 jaar	0 %

(zie afbeelding). Puntgevels uit metselwerk moeten dus altijd voorzien worden van een doeltreffend windverband, zelfs voor situaties van zeer korte duur.

Bouwplaatsgerelateerde belastingen

Tijdens de werken op de bouwplaats kunnen er een aantal belastingen optreden die zich niet meer zullen voordoen gedurende de verdere levensduur van het gebouw. De norm NBN EN 1991-1-6 (+ ANB) onderscheidt in deze context verschillende bouwplaatsgerelateerde belastingen, waaronder het personeel, de opslag van materialen en de uitrustingen.

Deze belastingen moeten voor elk afzonderlijk project bepaald worden. De norm voorziet echter wel een verdeelde belasting van 1 kN/m² (100 kg/m²) voor het personeel en het handgereedschap en een minimale belasting van 0,5 kN/m² (50 kg/m²) voor de uitrustingen. Voor bruggen legt de norm dan weer een verdeelde belasting van 0,2 kN/m²

(20 kg/m²) en een puntbelasting van 100 kN (10 t) op.

Belastingen door het storten van beton

Volgens de norm moet de primaire structuur (bekisting, breedplaten, geprofileerde staalplaten ...) lokaal 10 % van het totale gewicht van het verse beton kunnen dragen. Vermits deze belasting niet altijd naar behoren in rekening gebracht wordt bij het ontwerp, strekt het tot aanbeveling om het beton zo snel en gelijkmatig mogelijk te verdelen.

Men dient er eveneens op toe te zien dat er geen werfmaterialen op de 'blote' staalplaten opgestapeld worden. Zo niet, zouden er onomkeerbare vervormingen of lokale instortingen kunnen optreden.

*G. Zarmati, ir., projectleider,
laboratorium Structuren, WTCB
B. Parmentier, ir., afdelingshoofd,
afdeling Structuren, WTCB*



Samenvattende fiche

Op de website van de Normen-Antenne 'Eurocodes' kan er gratis een samenvattende fiche met als titel 'Belastingen tijdens uitvoering' gedownload worden: http://www.bbri.be/antenne_norm/eurocodes/nl/table_belg_EN.html

Automatisering op de werf, het blijft een moeilijk verhaal. De geavanceerde productietechnieken en robotica uit andere industrietakken kunnen immers niet zomaar op elke werf ingezet worden. Toch wordt er vooruitgang geboekt. Zo biedt 3D-sturing onder meer op het gebied van grondverzet, terreinvoorbereiding en infrastructuurwerken tal van mogelijkheden om de werkzaamheden deels te automatiseren en vooral te optimaliseren (zie afbeelding 1).

3D-machinesturing voor de werf van de toekomst

Wat is 3D-sturing?

De term 3D-sturing verwijst naar een aantal efficiënte machinesturingstechnieken op basis van controlesignalen die voornamelijk toegepast worden in de geotechniek, in de wegenbouw en bij grondwerken in de burgerlijke bouwkunde. Deze technieken bieden het voordeel dat de afmetingen en de niveaus op grote werven niet langer manueel uitgezet moeten worden. De aansturing van de machines gebeurt hierbij namelijk via lasers, totaalstations of al dan niet gecorrigeerde GPS-signalen, afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid.

Voor graafwerken kan men gebruikmaken van een GNSS-sigitaal (*Global Navigation Satellite System*) ⁽¹⁾. Aangezien dit signaal op zich echter onvoldoende nauwkeurig is, moet er doorgaans een plaatselijke correctie op uitgevoerd worden. In ons land kan dit bijvoorbeeld gebeuren via FLEPOS ⁽²⁾ of WALCORS ⁽³⁾, twee dienstverleningen van respectievelijk Vlaanderen en Wallonië, die het GNSS-sigitaal vergelijken met een aantal gekende lokale bakens, waardoor de coördinaten tot op enkele centimeters nauwkeurig bepaald kunnen worden (zie afbeelding 2 op de volgende pagina). Wanneer er daarentegen een nauwkeurigheid tot op enkele millimeters vereist is, zoals bij afwerkingstaken, wordt er in

de regel een totaalstation ingeschakeld dat in de nabijheid van de machine geplaatst wordt. Dit station, dat bestaat uit een digitale afstandsmeter en een theodoliet, geeft door middel van op de machine aangebrachte ontvangers voortdurend de exacte coördinaten door.

Voor- en nadelen van 3D-sturing

In theorie zou het in de toekomst voor de projectleider mogelijk moeten zijn

om zijn 3D-plannen rechtstreeks naar een aantal bouwmachines en operatoren door te sturen, die de werkzaamheden vervolgens zonder verdere opmetingen van A tot Z kunnen afhandelen. Momenteel moeten de plannen echter na *in situ*-metingen nog bijgewerkt en gevalideerd worden om ze daarna stapsgewijs door te kunnen sturen naar de afzonderlijke machines. Hierbij zijn er soms specifieke aanpassingen en aanduidingen vereist in functie van de machine: zo zullen er voor de graafmachines andere referen-



1 | 3D-sturing biedt tal van mogelijkheden voor de voorbereiding van rioleringswerken.

⁽¹⁾ Dit is de verzamelnaam voor plaatsbepalingssystemen via satelliet, zoals GPS-systemen.

⁽²⁾ FLEPOS staat voor *Flemish Positioning System*. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de website <https://www.agiv.be/producten/flepos>.

⁽³⁾ WALCORS staat voor *Wallonia Continuously Operating Reference System*. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de website <http://gnss.wallonie.be/walcors.html>.



2 | Aanduiding van de positie van de graafbak

De term 3D-sturing verwijst naar een aantal geautomatiseerde machinesturingstechnieken.

tielijnen nodig zijn dan voor de bulldozer die de fundering nivelleert.

3D-sturing is vooral nuttig voor werkzaamheden waarbij een continue plaatsbepaling cruciaal is, zoals grondverzet en infrastructuurwerken. Deze techniek zorgt er immers voor dat de machine-operatoren efficiënter en nauwkeuriger te werk kunnen gaan, zonder dat de landmeter bakens moet uitzetten. Op die manier kan ook het aantal fouten die

voortkomen uit manuele handelingen, zoals het verloren gaan of de verplaatsing van de bakens, verminderd worden. De sturing kan eveneens gebruikt worden om leidingen in te tekenen, zodat de operator hier een duidelijk overzicht van krijgt.

Bovendien genereren de machines zelf, door middel van sensoren en aangepaste software, data, waarmee de werfleider *in real time* de vooruitgang van de werf

kan opvolgen. Het betreft hier onder meer de bewegingen en het rendement van de machines, de aanduiding van de gefinaliseerde fases, de volumes grondverzet en de aanduiding van de meetpunten. Deze data kunnen ook de werfcommunicatie met de klanten en andere belanghebbenden vergemakkelijken en laten een automatische aanpassing van de (3D-)bouwplannen of het Bouw Informatie Model (BIM) toe.

3D-sturing vergt evenwel een belangrijke investering en dit, zowel op het vlak van materieel, als wat de opleiding van de operatoren, de werfleiders en de projectleiders betreft. Om het maximale rendement uit deze techniek te halen, moet soms ook de aanpak op bedrijfsniveau gewijzigd worden: zo is een snelle en accurate uitvoering enkel mogelijk mits een grondige voorbereiding en een correcte detaillering van de 3D-plannen. Aanpassingen tijdens de uitvoering zijn te vermijden.

Tot slot moet men ook rekening houden met het feit of de verschillende systemen onderling al dan niet verenigbaar zijn. Denken we hierbij maar even aan werven waarop de aannemer en de onderaannemers elkeen verschillende 3D-sturing hanteren.

Voor meer informatie omtrent 3D-sturing, zal er binnenkort een illustratieve video verschijnen in de rubriek 'video' van de WTCB-website.

*N. Cauberg, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Structuren, WTCB
P. Vandamme, Projectcoördinator
ICT-projecten voor de Bouw, VCB*

Infosessies

Met het IWT-project 'Technologieën voor het meten, communiceren en sturen op de werf van de toekomst' willen de Confederatie Bouw Limburg, de Vlaamse Confederatie Bouw en het WTCB de sector beter informeren over de bestaande gebruiksklare 3D-meet- en sturingstechnieken. Meer informatie over de desbetreffende infosessies die in het najaar georganiseerd zullen worden, volgt op pagina 35 van deze WTCB-Contact en via de WTCB-Mail.

Tot voor kort werd de slijtvastheid van beton beproefd door middel van de in de norm NBN B 15-223 beschreven Amslerproef. Deze norm werd echter al in 1998 uit de NBN-catalogus geschrapt omdat de proefmethode onvoldoende reproduceerbaar bleek te zijn. In dit artikel spitsen we de aandacht toe op de Böhme-proef volgens de norm NBN EN 13892-3, die in de herziening van de TV 204 (momenteel in voorbereiding) gekozen werd als referentiemethode voor de beoordeling van de slijtvastheid van betonvloeren.

Slijtvastheid van betonvloeren volgens de Böhme-proef

Slijtvastheid van een betonvloer

Van zodra een betonvloer in gebruik genomen wordt, is hij onderhevig aan tal van slijtbelastingen (bv. de circulatie van voetgangers, het rollen van wielen, het verslepen van materiaal ...). De slijtvastheid wordt evenwel beïnvloed door verschillende parameters, waaronder de betonsamenstelling, het toegepaste slijtlaagmengsel en de hydratatiegraad van de cementpasta. Door het vervallen van de norm NBN B 15-223 (en bijgevolg ook van de

Amslerproef) moest er in de herziening van de TV 204 geopteerd worden voor een alternatieve beoordelingsmethode voor de slijtvastheid.

Uiteindelijk viel de keuze op de Böhme-proef, waarnaar verwezen wordt in diverse wetenschappelijke artikels, technische verslagen en normen over de meest uiteenlopende betontoepassingen (bv. industriële buitenverhardingen, industriële vloeren, betonstraatstenen, betontegels, betonboordstenen en terrazzotegels).

De Böhme-proef

De Böhme-proef wordt uitgevoerd op vierkante proefstukken met een oppervlakte van 50 cm² en een dikte van minstens 4 cm (*). Het proefstuk wordt met het te beproeven oppervlak tegen een roterende schijf gedrukt, waarop vooraf een zekere hoeveelheid schuurzand aangebracht werd (zie foto's op de volgende pagina). Dit proefstuk wordt onderworpen aan 16 cycli van telkens 22 schijfomwentelingen, waarbij het schuurzand na elke cyclus vervangen

TV 204 (1997)		Voorstel van nieuwe classificatie (2015)		
Slijtbelastings-klasse	Slijtvastheid volgens Amsler [mm/3000 m]	Slijtbelastings-klasse	Voorbeelden van toepassingen	Slijtvastheid volgens Böhme [cm ³ /50 cm ²]
Ia	Geen eis	Licht	Kantoorgebouwen, residentiële gebouwen	≤ 16
Ib en IIa	≤ 3,5	Middelmatig	Stockageruimten, supermarkten	≤ 11
IIb	≤ 2,0	Zwaar	Industriegebouwen, hypermarkten	≤ 8
–	–	Extreem	Metaalverwerkende bedrijven	≤ 5

Classificatie van de slijtbelasting met bijhorende eisen voor de slijtvastheid uit de TV 204 (1997) en het voorstel voor de nieuwe classificatie (2015)

(*) Specifiek voor de beoordeling van een bestaande betonvloer worden er drie kernen met een diameter van 11,3 cm uit een niet-afgesloten vloerzone ontnomen, op minstens 20 cm afstand van de rand van de vloer, waaruit vervolgens proefstukken met de vereiste afmetingen gezaagd worden.



Proefopstelling ter bepaling van de slijtvastheid van betonvloeren volgens Böhme

wordt. De slijtvastheid wordt gedefinieerd als het gemiddelde volumeverlies na 16 cycli van drie proefstukken en wordt uitgedrukt in $\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$. Dit volumeverlies kan berekend worden uit de opgemeten massaverliezen, of – indien het proefstuk bestaat uit lagen met verschillende eigenschappen, wat bijvoorbeeld het geval kan zijn in aanwezigheid van een slijtlaag – door te kijken naar de opgetekende dikteverliezen.

Slijtvastheidsklassen

De in de TV 204 uit 1997 gedefinieerde slijtbelastingsklassen en bijhorende slijtvastheidseisen steunden op de Amslerproef (zie tabel op de vorige pagina). Uit een vergelijkende studie tussen de Böhme- en de Amslerproef is intussen gebleken dat er een lineair verband bestaat tussen de hiermee behaalde resultaten. Gesterkt door deze vaststelling en aan de hand van de resultaten van onze onderzoeken op verschillende types betonvloeren, was het dan ook mogelijk om een gelijkaardige

classificatie op te stellen van de slijtvastheid volgens Böhme (zie tabel). Er werd bovendien een bijkomende klasse in het leven geroepen voor extreem belastende industriële activiteiten.

De precieze slijtvastheid van een geplaatste betonvloer is afhankelijk van tal van factoren waarop de aannemer soms geen vat heeft. Het betreft hierondermeer de betonsamenstelling, de waterafscheiding, de omgevingsomstandigheden, de verharding van het beton, de ingewerkte hoeveelheid droog slijtlaagmengsel en de efficiëntie van de aangebrachte nabehandeling. Door toepassing van een oppervlakteafwerking met een klassiek droog slijtlaagmengsel (bv. op basis van kwarts) is het in de regel mogelijk te voldoen aan de slijtvastheidseisen voor de middelmatige slijtbelastingsklasse. Om te beantwoorden aan de eisen voor de zware of extreme slijtbelastingsklasse zou men daarentegen gebruik kunnen maken van speciale droge of vloeibare slijtlaagmengsels (*toppings*) op basis van uiterst slijtvaste granulaten (bv. siliciumcarbide).

Besluit

Na het vervallen van de Amslerproef moest men op zoek gaan naar een nieuwe beoordelingsmethode voor de slijtvastheid van betonvloeren. De Böhmeproef lijkt hiervoor een goed alternatief.

Om de aannemers te kunnen voorzien van richtlijnen waarmee het mogelijk is de slijtvastheid van een geplaatste vloer te waarborgen en te kunnen voldoen aan de eisen voor de hogere slijtbelastingsklassen, is er echter nog bijkomend onderzoek nodig.

*L. Kupers, m. wet. geol., onderzoeker,
laboratorium Betontechnologie, WTCB
B. Dooms, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Betontechnologie, WTCB
V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd,
departement Materialen, technologie
en gebouwschil, WTCB*

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van de
Normen-Antenne 'Beton-mortel-granulaten',
gesubsidieerd door de FOD Economie.*

De slijtvastheid van een geplaatste vloer is afhankelijk van tal van factoren waarop de aannemer soms geen vat heeft.

Om te verhinderen dat de brandbare materialen die zich in de nabijheid bevinden van het rookkanaal dat het dak of de gevel doorboort, beschadigd zouden worden of vuur zouden vatten, moeten ze in de meeste gevallen beschermd worden. Dit artikel gaat dieper in op de veiligheidsafstanden die gerespecteerd moeten worden in hellende daken.

Doorvoering van rookkanalen in hellende daken:

veiligheidsafstand ten opzichte van de brandbare materialen

Vroeger werden de rookkanalen doorgaans ter plaatse gemetseld, waarbij er een veiligheidsafstand van 150 mm voorzien moest worden tussen hun binnenwand en de brandbare materialen. Tegenwoordig worden ze echter meestal opgebouwd uit diverse geprefabriceerde elementen (metaal, beton, baksteen...) die samen een volledig systeem vormen, het 'rookkanaalsysteem', dat conform is aan de geldende normen en beschikt over een CE-markering. Hierin staat onder meer de te respecteren veiligheidsafstand ten opzichte van de brandbare materialen vermeld.

Veiligheidsafstand

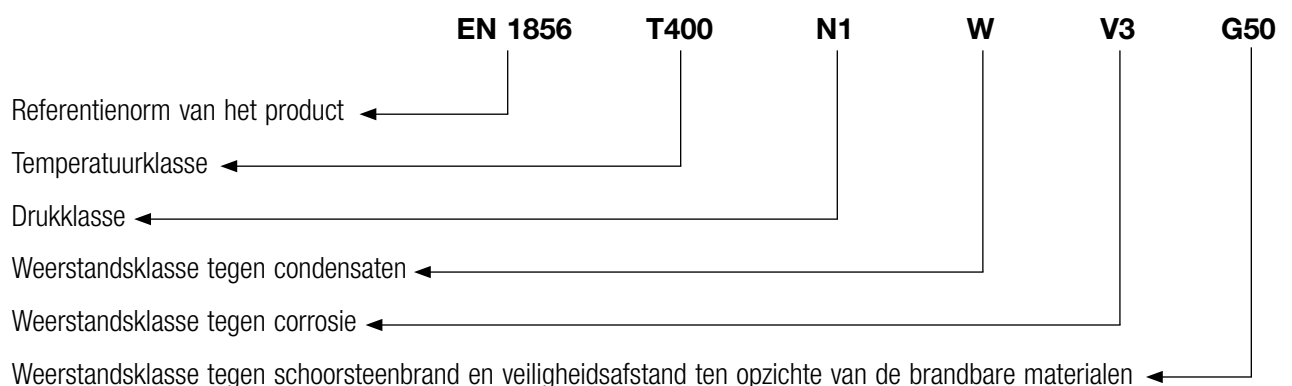
Rookkanalen vervoeren verbrandingsgassen waarvan de temperatuur kan variëren tussen 80 en 600 °C, naargelang van het toesteltype dat erop aangesloten is. Bovendien moeten de kanalen die in verbinding staan met toestellen die

werken op vaste brandstoffen – los van de normale gebruiksomstandigheden – bestand zijn tegen schoorsteenbrand. De temperatuur van de rook die vrijkomt bij dit incidentele verbrandingstype kan immers oplopen tot 1.000 °C.

De te respecteren veiligheidsafstand tussen de buitenwand van het rookkanaal en de brandbare materialen kan in de CE-markering van het product rechts van de weerstandsklasse tegen schoorsteenbrand afgelezen worden (G = bestand; O = niet-bestand) en wordt uitgedrukt in millimeter. Voor een ter plaatse vervaardigd rookkanaalsysteem (bv. met behulp van metselstenen) dient men er bijlage A.8 van de norm NBN EN 15287 op na te slaan. Voor metalen rookkanaalsystemen geldt dan weer dezelfde veiligheidsafstand als voor de elementen waaruit ze opgebouwd zijn. Afbeelding 1 geeft een voorbeeld van de markering van een metalen rookkanaal.

De veiligheidsafstand varieert niet louter in functie van de maximaal toelaatbare temperatuur in het rookkanaal, maar ook van de structuur (enkele wand, dubbele geïsoleerde of concentrische wand) en het thermische-isolatie-niveau ervan. Deze afstand kan gaan van nul, bijvoorbeeld in het geval van een concentrisch kanaal dat niet bestand is tegen schoorsteenbrand en dat in verbinding staat met een toestel met een zeer lage rooktemperatuur (O00), tot 600 mm voor een enkelwandig kanaal dat bestand moet zijn tegen schoorsteenbrand (G600). Er bestaan eveneens specifieke rookkanalen die bestand zijn tegen schoorsteenbrand en waarvan de te respecteren veiligheidsafstand nul is (G00). Men dient dus niet alleen te opteren voor een rookkanaal waarvan de weerstandsklasse tegen schoorsteenbrand afgestemd is op het aangesloten toestel, maar ook de veiligheidsafstanden te respecteren die vermeld staan in de CE-markering.

1 | De CE-markering van een rookkanaal vermeldt de weerstandsklasse tegen schoorsteenbrand.



Doorvoering doorheen het dak

Veiligheidshalve moet het deel van het rookkanaal dat het dak doorboort uit één stuk bestaan, om te voorkomen dat de verbinding tussen twee elementen aan het oog onttrokken zou worden door de dakdikte.

Indien dit mogelijk is, strekt het tot aanbeveling om kanalen van het type O00 of G00 aan te wenden. In dit geval mogen de brandbare materialen in contact komen met de buitenwand van het kanaal en mogen de klassieke oplossingen voor de verbinding met het lucht- en damp-scherm, de isolatie en het onderdak toegepast worden (zie de TV 251).

In het tegengestelde geval geeft de veiligheidsafstand de ruimte rondom de buitenwand van het kanaal aan waarbinnen er zich geen brandbare materialen mogen bevinden. Een materiaal is onbrandbaar wanneer hij tot de brandreactieklasse A1 of A2-s1 d0 volgens de norm NBN EN 13501-1 behoort. De aansluitingen tussen het rookkanaal en de dakelementen moeten als volgt behandeld worden:

- voor de aansluiting tussen het rookkanaal en het dampscherm verwijzen we enerzijds naar de [WTCB-Dossiers 2012/1.10](#) (artikel over de doorboringen van het lucht- en dampscherm) of anderzijds naar de documentatie van de fabrikant (waarin specifieke oplossingen vermeld kunnen zijn)
- voor de aansluiting tussen het rookkanaal en de isolatie moet de ruimte rondom de buitenwand van het kanaal opgevuld worden met een onbrandbaar isolatiemateriaal (bv. minerale wol). Voor metalen kanalen bestaan er voorgeïsoleerde schalen van verschillende diktes. Bij de plaatsing van het onbrandbare isolatiemateriaal dient men erop toe te zien dat de lege ruimte rondom het kanaal volledig opgevuld wordt met dit isolatiemateriaal, zodat de door het kanaal afgegeven warmte zich niet kan opstapelen in een enge ruimte die in contact staat met de brandbare materialen
- voor de waterdichte aansluiting tussen

Rookkanalen vervoeren verbrandingsgassen waarvan de temperatuur kan variëren tussen 80 en 600 °C.

het rookkanaal en het onderdak geldt:

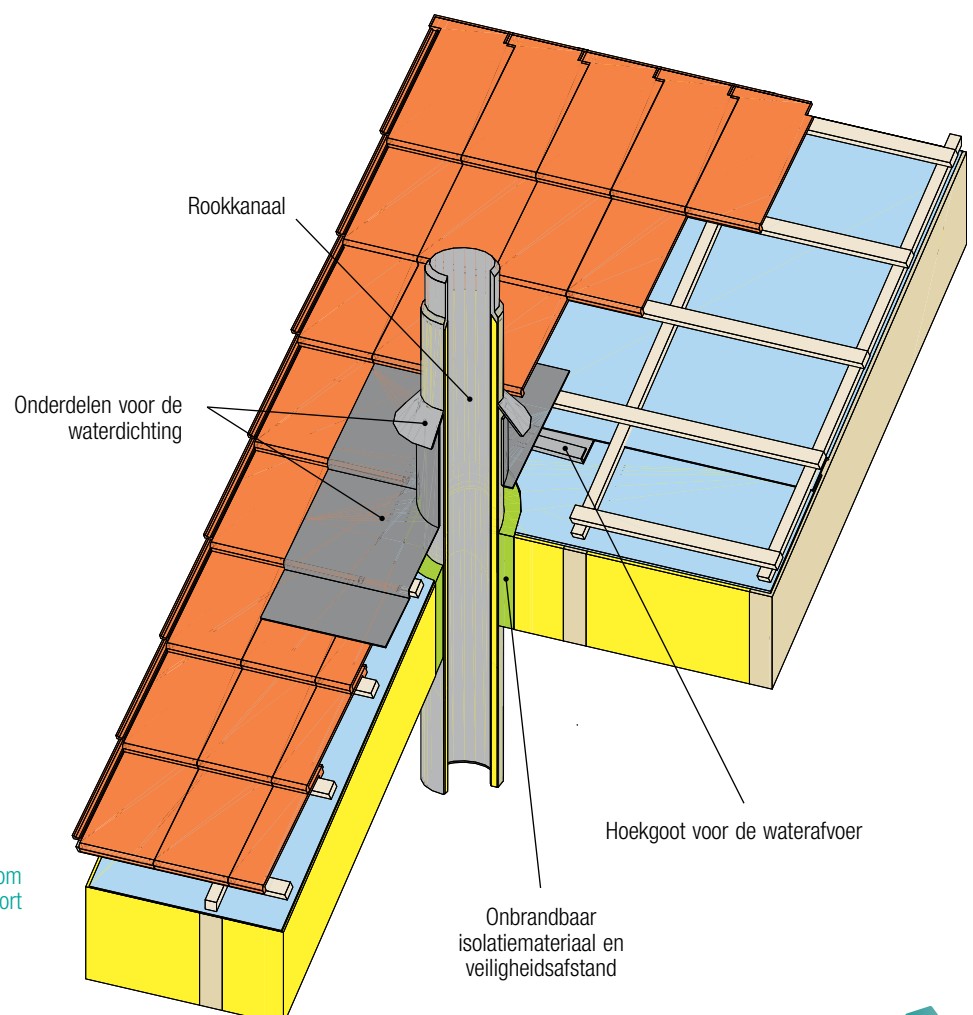
- wanneer de doorvoering van het dak gebeurt door middel van een gemetselde schoorsteen, dient de aansluiting tussen de schoorsteen en het onderdak uitgevoerd te worden zoals voorgesteld in afbeelding 59 van de TV 175
- bij de doorvoering van een metalen kanaal dient men te vermijden dat het eventueel afvloeiende water van bovenaf en de door de wind teweeggebrachte wateropstijgingen de doorboring van het onderdak zou-

den bereiken. In afbeelding 2 staat een mogelijk uitvoeringsvoorstel weergegeven. Idealiter zou er een geprefabriceerd element voorzien moeten worden dat toelaat om een waterdichte aansluiting tussen het rookkanaal en het onderdak tot stand te brengen. Dergelijke toebehoren zijn momenteel echter nog niet beschikbaar

- voor de aansluiting tussen het rookkanaal en de dakbedekking bieden de meeste rookkanaalfabrikanten tal van geprefabriceerde oplossingen aan.

X. Kuborn, ir., projectleider, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische dienstverlening COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables', met de steun van de DG06.



2 | Te respecteren veiligheidsafstand rondom het rookkanaal dat het dak doorboort

Om te beantwoorden aan de stijgende vraag naar parkeermogelijkheden, worden alsmaar meer gebouwen uitgerust met een ondergrondse parking. Op het deel van deze constructies dat buiten het gebouw uitsteekt, wordt er vaak een terras-, groen- of parkeerdak geïnstalleerd dat voorzien moet worden van een dakafdichting (zie de TV's 215, 229 en 253). Deze afdichting wordt aan de vrije randen van de ondergrondse constructie naar beneden geplooid. De uitvoering van een dergelijke aansluiting is echter niet evident, waardoor er in de praktijk vaak infiltratieproblemen optreden.

Aansluiting van een dakafdichting met een ondergrondse constructie

Aansluiting tussen de ondergrondse wanden en de vloer

In de TV 250 'Referentiedetails voor ingegraven constructies' worden er een aantal regels aangereikt waarmee het mogelijk is om een waterdichte aansluiting van de ondergrondse betonnen verticale wanden met de vloer te realiseren (zie de rode pijl op afbeelding 1).

Zo kan men met behulp van ingestorte kimplaten ter hoogte van de aansluiting een dichtheidsklasse 1 of 2 (zie onderstaande tabel) bekomen, al naargelang ze in overlap geplaatst worden of hun voegen gelast dan wel gelijmd zijn.

Aansluiting tussen de ondergrondse wanden en het dak

Ook voor de aansluiting van de ondergrondse wanden met de dakvloer (zie de blauwe pijl op afbeelding 1) zal men, in functie van de gewenste dichtheidsklasse, bepaalde ingrepen moeten voorzien.

Doorgaans wordt deze aansluiting tot stand gebracht door de dakafdichting neer te plooiën. De afdichting dient hier toe voldoende ver (minstens 30 cm) over de aansluiting doorgetrokken te worden, terwijl de ondergrond voldoende droog moet zijn en moet beantwoorden aan de minimale ruwheids- en vlakheidseisen met het oog op de verkleving van afdichtingsmembranen (zie tabel 10 uit de TV 215). Het is eveneens noodzakelijk om een zorgvuldig uitgevoerde voorstrijklaag

te voorzien. Om beschadigingen ten gevolge van naburige grondwerken te vermijden, kan er langs de buitenzijde een bijkomende mechanische bescherming tegen de afdichting aangebracht worden.

Zelfs wanneer er aan al deze voorwaarden tegemoetgekomen wordt, is het niet evident om een perfecte hechting – en bijgevolg een duurzame en waterdichte aansluiting – tussen het afdichtingsmembraan en de ondergrondse (betonnen) wanden tot stand te brengen. Bovendien zijn de werkomstandigheden ondergronds doorgaans problematisch (vuilen nat). Daarom wordt er soms geadviseerd voor het bijkomende gebruik van een afgekit klemprofiel (zie afbeelding 54 uit de TV 244), waarbij men rekent op de kitvoeg om de blijvende waterdichtheid te garanderen. Dergelijke kitvoegen moeten in principe echter regelmatig onderhouden worden, wat in een ondergrondse situatie vaak onmogelijk is.

Rekening houdend met voorgaande beschouwingen, is het niet verwonderlijk dat ondergrondse aansluitingen, waarbij de dakafdichting verticaal naar beneden geplooid wordt, slechts een beperkt afdichtend vermogen hebben en maar in beperkte mate bestand zijn tegen een – zelfs tijdelijke – waterdruk. De waterbelasting ter hoogte van deze aansluitingen en de doorlatendheid van de aanvulgrond hebben in deze context dan ook een belangrijke rol te spelen.

Ter beperking van deze waterdruk, kan men ervoor opteren om het regenwater van de dakverharding afzonderlijk op te vangen en weg te leiden, in plaats van het langs de ondergrondse wanden af te voeren. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door het dakvlak van de dakrand weg te laten hellen of door de dakrand te voorzien van een goot. We willen erop wijzen dat het regenwater bij bepaalde buitenverhardingen (waaronder parkeer-

Dichtheidsklasse	Eisen
0	Een zeker lekdebiet, of het voorkomen van lekken zonder gevolgen, is toegelaten.
1 (*)	De lekken moeten beperkt blijven tot een kleine hoeveelheid. Enkele vlekken of vochtplekken op het oppervlak zijn toegelaten.
2	De lekken zijn miniem. Het oppervlak mag geen vlekken vertonen.
3	Lekken zijn niet toegelaten.
(*) Voor de klasse 1 zou men kunnen aanvaarden dat er druppels gevormd worden op de vinger.	

Dichtheidsklassen voor betonconstructies volgens de norm NBN EN 1992-3

Het is niet evident om de perfecte hechting van een langs een verticale wand neergeplooide afdichting te waarborgen.

daken) een aangepaste behandeling moet krijgen alvorens het gerecupereerd mag worden of in het oppervlaktewater geloosd mag worden.

Gelet op het feit dat er bij weinig doorlatende klei- en leemgronden in geval van regen zelfs een tijdelijke waterdruk kan ontstaan wanneer de aansluiting zich boven het hoogste grondwaterpeil bevindt, strekt het in dit geval tot aanbeveling om een bijkomend draineersysteem langsheen deze detaillering te installeren. Zodoende kan men vermijden dat het in de grond gedrongen regenwater het membraan zou gaan omzeilen en kan men voor de betonconstructie een dichtheidsklasse 2 bekomen (zie tabel).

Om de delicate aansluiting van de dakafdichting met de ondergrondse wanden te realiseren, zou men eveneens kunnen gebruikmaken van een vloeibare

afdichting (zie afbeelding 2). Deze dient dan uiteraard waterdicht verbindbaar te zijn met de wanden (zie § 4.5.3.3 van de TV 253) en het gebruikte dakafdichtingsmateriaal (zie tabellen 11 en 12 uit de TV 244). Indien de dakafdichting uit kunststof bestaat, dient deze mechanisch bevestigd te worden alvorens men overgaat tot het aanbrengen van de vloeibare overbruggingsstrook.

Wanneer aan voornoemde voorwaarden voldaan wordt, kan een dergelijke aansluiting met een vloeibare afdichting probleemloos weerstand bieden tegen een tijdelijke waterdruk. Indien de aansluiting zich echter onder het grondwaterpeil bevindt en er bijgevolg een permanente waterdruk heerst, ligt de situatie enigszins anders. In voorkomend geval kan de blijvende, duurzame afdichting niet gegarandeerd worden en is ook het voorzien van een draineersysteem niet langer zinvol.

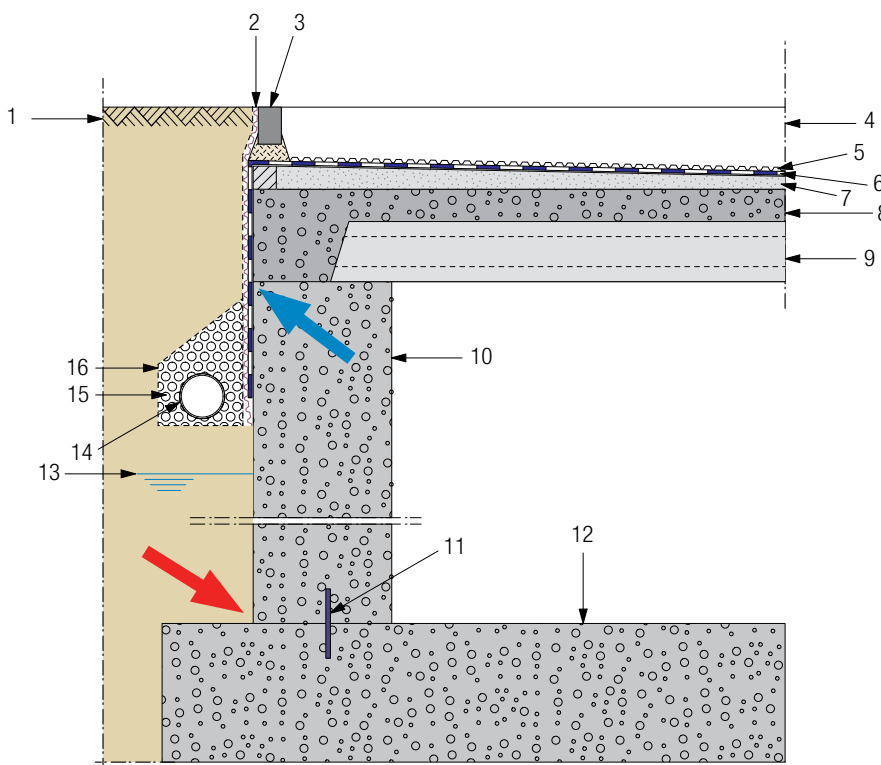


2 | Toepassing van een vloeibare afdichting

Het gebruik van een neergeplooide dakafdichting die aangesloten is tegen de ondergrondse wanden kan dan enkel nog in overweging genomen worden wanneer deze rondom de gehele ingegraven constructie doorloopt. Een dergelijke continue soepele bekleding onder de vloeren tegen de wanden is doorgaans echter vrij duur en niet altijd technisch uitvoerbaar.

Wanneer de uitvoering van een continue soepele bekleding niet tot de mogelijkheden behoort, moeten de betonnen wanden en hun aansluitingen zodanig ontworpen worden dat ze an sich een toereikende waterdichtheid kunnen verzekeren. In deze context strekt het tot aanbeveling om de delicate stortnaad tussen het dak en de wanden boven het grondwaterpeil te houden en hier, net zoals gebeurde bij de aansluiting tussen de vloer en de wanden, een kimplaat in aan te brengen (zie de TV 250).

E. Mahieu, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Interface en consultancy, WTCB



1 | Detail van de aansluiting van een dak met een ondergrondse niet-verwarmde constructie (dichtheidsklasse 2)

1. Maaiveld
2. Verticale drainering
3. Boordsteen
4. Terras-, groen- of parkeerdak
5. Drainagemat
6. Tweelaagse dakafdichting
7. Helling
8. Betonnen druklaag
9. Welfsels
10. Betonwand (dichtheidsklasse 2)
11. Kimplaat
12. Betonnen vloerplaat
13. Grondwaterpeil
14. Verzamelbuis (collector)
15. Drainerend materiaal
16. Filterdoek

De combinatie van verschillende bouwmaterialen heeft tal van voordelen te bieden en laat vaak toe om de prestaties van de constructie te verbeteren. Het is dan ook niet verwonderlijk dat steeds meer gebouwen, zowel bij renovatie als bij nieuwbouw, opgetrokken worden uit een betonnen ruwbouw en een houten gebouwschil. Hoewel het met een dergelijke houtskeletgevel gewoonlijk perfect mogelijk is om te voldoen aan de eisen op het vlak van thermische isolatie, kan het beantwoorden aan de strengste brandveiligheidseisen in de praktijk echter wel enkele problemen opleveren.

Nieuwe oplossingen voor hout-skeletgevels die voldoen aan de brandveiligheidseisen

De Belgische brandveiligheidsregeling legt een aantal maatregelen vast (besproken en geïllustreerd in de [WTCB-Dossiers 2013/3.8](#)) die tot doel hebben om brandoverslag tussen verdiepingen via de gevel te vermijden. Zo moet men voor middelhoge en hoge gebouwen:

- inwendige brandoverslag vermijden door een brandwerende aansluiting (EI 60) te verwezenlijken tussen de zijkant van de vloerplaat en de gevel
- uitwendige brandoverslag langs de buitenzijde van de gevel tegengaan door een vlamdicht gevelelement (E 60) te voorzien met een ontwikkelde lengte van minstens 1 m
- de stabiliteit van het gevelskelet verzekeren door op elke verdieping

brandwerende bevestigingen (R 60) aan te brengen.

Dit artikel vormt een aanvulling op het voornoemde WTCB-Dossier door oplossingen aan te reiken die voor houtskeletgevels toelaten om te beantwoorden aan de drie bovenstaande voorschriften. We willen erop wijzen dat de hier besproken maatregelen – eventueel aangevuld met een aantal bijkomende constructieve schikkingen – eveneens tegemoetkomen aan de eisen op het vlak van akoestiek en energie.

Voor een ononderbroken gevel die tegen de zijkant van een vloerplaat ligt, moet de conformiteit met de voorschriften uit de regelgeving aangetoond worden

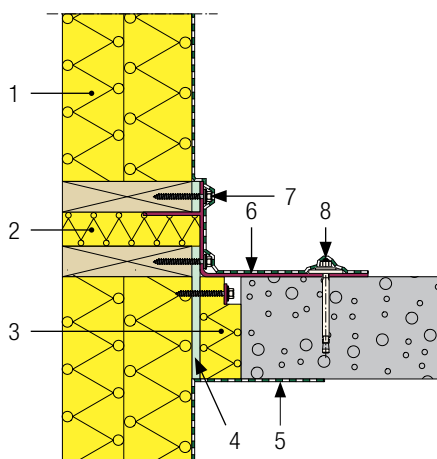
aan de hand van een laboratoriumproef volgens de norm NBN EN 1364-3 of -4.

In het kader van het door het IWT gefinancierde onderzoeksproject 'DO-IT Houtbouw' werd er in samenwerking met het TCHN voor een tegen de zijkant van een vloerplaat gelegen ononderbroken houtskeletgevel een brandweerstandspoor uitgevoerd met het oog op de ontwikkeling van oplossingen voor gebouwen met meerdere verdiepingen en houtskeletgevels. Dankzij deze proef konden er nieuwe oplossingen voorgesteld worden voor vlamdichte, aan een brandwerende betonvloer bevestigde houtskeletgevels, die beantwoorden aan de brandveiligheidseisen die van kracht zijn in ons land.

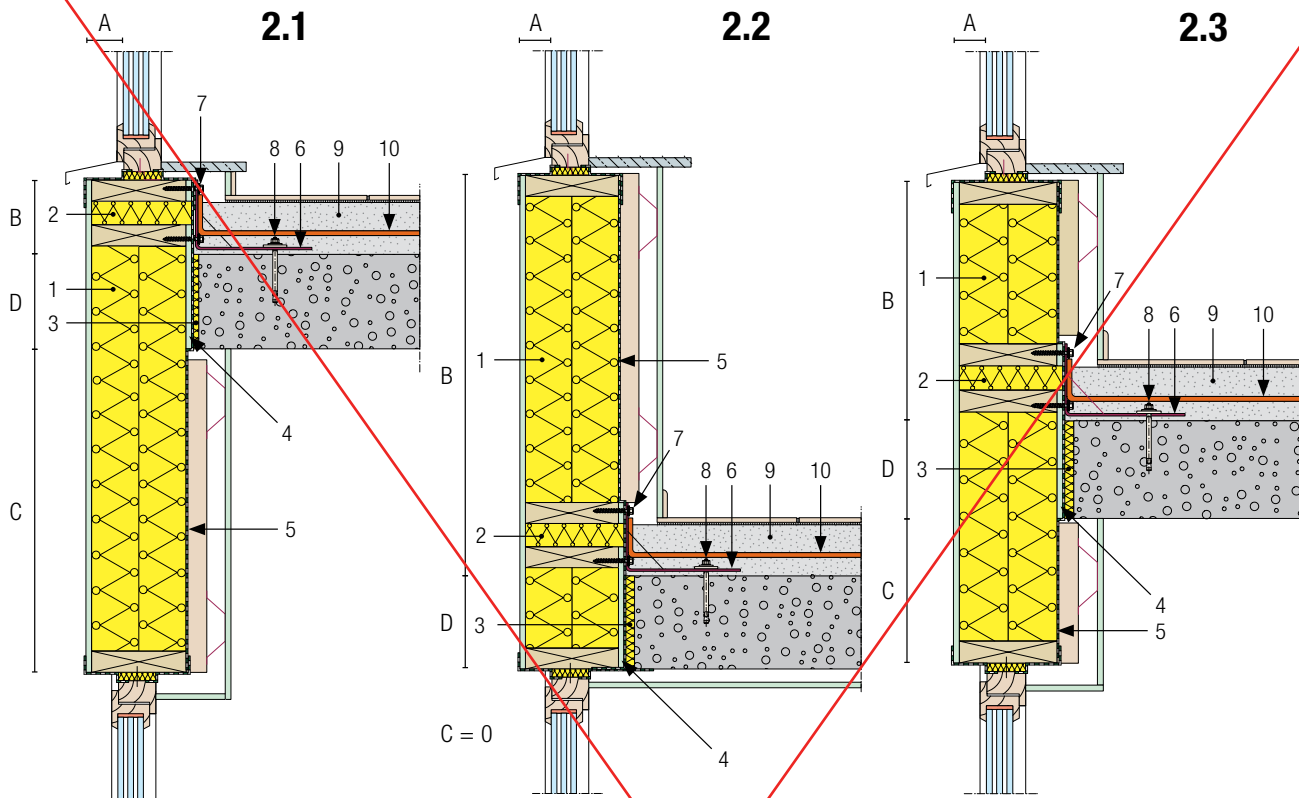
De ontwikkelde oplossingen moeten in hun geheel toegepast worden (aansluiting, houten gevelelement en betonvloer) en kunnen gebruikt worden om te beantwoorden aan de eisen die gelden voor hoge gebouwen (> 25 m). Deze oplossingen hebben als oogmerk om:

- inwendige brandoverslag te vermijden door tussen de zijkant van de vloerplaat en de gevel een aansluiting EI 60 tot stand te brengen, en wel als volgt:
 - door over de volledige dikte van de vloerplaat (minstens 15 cm) een opvulling met rotswol met een minimale densiteit van 45 kg/m³ en een samendrukking van 20 % te voorzien (zie afbeelding 1)
 - door langs de binnenzijde van de

1. Rotswol van 190 mm dik (minimale densiteit: 45 kg/m³)
2. Rotswol (minimale densiteit: 45 kg/m³; samendrukking: 20 %)
3. Rotswol (minimale densiteit: 45 kg/m³; samendrukking: 20 %)
4. Spaanplaat
5. PE-membraan (0,2 mm)
6. Stalen ankers (boven de vloer)
7. Spaanplaat Schroef Ø 6 mm
8. Deuvel M8



1 | Aansluiting van het houten gevelelement aan de betonvloer (illustratie van de geteste configuratie)



- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Rotswol van 190 mm dik
(minimale dichtheid: 45 kg/m ³) | 4. Spaanplaat |
| 2. Rotswol (minimale dichtheid: 45 kg/m ³ ;
samendrukking: 20 %) | 5. Luchtdichtheidsmembraan |
| 3. Rotswol over de volledige dikte van de vloerplaat
(min. 150 mm) (minimale dichtheid: 45 kg/m ³ ;
samendrukking: 20 %) | 6. Stalen ankers (boven de vloer) |
| | 7. Spaanplaatschroef |
| | 8. Deurvel |
| | 9. Dekvloer |
| | 10. Contactgeluidsisolatielaag |

2 | Vlamdicht gevelement uitgevoerd als latei (2.1), als borstwering (2.2) of als een combinatie van beide (2.3) ($A + B + C + D \geq 1$ m)

houten gevel een spaanplaat aan te brengen die de goede samendrukking van de isolatie waarborgt

– door tussen de spaanplaat en de opvulling met rotswol eventueel een ononderbroken luchtdichtheidsmembraan te plaatsen. Dit luchtscherm mag hoogstens 1,5 mm dik zijn (zie afbeelding 2)

• uitwendige brandoverslag te vermijden door ter hoogte van de gevel een vlamdicht houtskeletelement E 60 te voorzien, en wel op de volgende manier:

– door verticale houten stijlen (minimale sectie: 38 x 190 mm) met een maximale tussenafstand van 600 mm aan te brengen

– door over de volledige dikte van de verticale stijlen een opvulling met rotswol te voorzien (minimale dikte: 190 mm; minimale densi-

teit: 45 kg/m³)

– door de verschillende modules op elkaar te stapelen. Indien er om uitvoeringsredenen een vrije ruimte gelaten wordt tussen de bovenregel van de onderste module en de onderregel van de bovenste module, moet deze opgevuld worden met rotswol (minimale dichtheid: 45 kg/m³; samendrukking: 20 %)

– door erop toe te zien dat het gevelement een ontwikkelde lengte (d.w.z. $A + B + C + D$; zie afbeelding 2) van minstens 1 m heeft. Het gevelement kan als latei (2.1), als borstwering (2.2) of als een combinatie van beide (2.3) uitgevoerd worden

– door rekening te houden met het feit dat de proef uitgevoerd werd zonder afwerkingsplaten aan de binnen- en de buitenkant, zodanig dat deze bij de opstelling in kwestie

niet noodzakelijk zijn ter verzekering van de brandweerstand. De keuze voor deze platen zal dus afhangen van andere overwegingen bijvoorbeeld op het vlak van akoestiek, hygrothermie en esthetiek

• de stabiliteit van het gevelskelet te verzekeren door de gevel op elke verdieping aan de vloer te verankeren. Doordat ze zich boven de vloer bevinden, zijn deze ankers beschermd tegen de brand die onder de vloer woedt. Ze moeten echter wel in staat zijn om de erop aangrijpende belastingen te dragen (wind en permanente belastingen).

Y. Martin, ir., afdelingshoofd, afdeling
Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB
P. Poppe, afdelingshoofd, afdeling Consultancy,
en E. Van Wesemael, technisch directeur, ISIB

Om te kunnen komen tot hoge energieprestaties, gaat er tegenwoordig alsmaar meer aandacht uit naar de luchtdichtheid van onze nieuwe gebouwen. Er blijft echter vaak nog onduidelijkheid bestaan omtrent de duurzaamheid van de gebruikte systemen.

Blootstelling van wanden aan de wind: invloed op de **luchtdichtheid**

Hoewel het met een luchtdichtheidsproef mogelijk is om de initiële luchtdichtheidsprestatie van de gebouwschil te beoordelen, laat deze niet toe om zich uit te spreken over de duurzaamheid ervan. Men dient zich er dan ook van te vergewissen dat de toegepaste technieken geen schade zullen oplopen bij een blootstelling aan de gebruikelijke belastingen.

Dit artikel heeft niet als oogmerk om de verschillende binnenwandtypes met elkaar te vergelijken, maar wel om voor elk ervan de meest geschikte uitvoeringsmethode te bepalen in functie van de erop aangrijpende belastingen. Verder zullen we trachten om de randvoorwaarden voor het gebruik van de verschillende bouwsystemen samen te vatten. Ten slotte zullen ook de courante wanden en plaataansluitingen aan bod komen. De bouwdetails en andere aansluitingstypes vallen daarentegen buiten het bestek van dit artikel.

Er zijn verschillende bouwsystemen die toelaten om de gewenste prestaties te

Door de membranen op elkaar aan te sluiten met een kleefband en een latwerk kan de luchtdichtheid gevrijwaard worden.

bereiken, meer bepaald:

- wanden waarvan de luchtdichtheid verzekerd wordt door de binnenbepleistering (en eventueel door de buitenbepleistering) (*)
- houtskeletwanden waarvan de luchtdichtheid verzekerd wordt door platen met luchtdicht gemaakte aansluitingen (*)
- houtskeletwanden of hellende daken waarvan de luchtdichtheid verzekerd wordt door een membraan
- geïndustrialiseerde systemen (bv. zelfdragende sandwichplaten, betonnen wanden ...) (*)

Teneinde goede energieprestaties te behalen, moet het luchtdebiet bij een drukverschil van 50 Pa kleiner zijn dan 0,1 m³/h per m².

De windbelastingen en de hygrische schommelingen hebben een bijzondere invloed op de evolutie van de luchtdichtheid.

Wat de blootstelling aan de wind betreft, stellen we in onderstaande tabel drie blootstellingsklassen (A, B, C) voor waarmee het mogelijk is om de belastingniveaus te bepalen. Deze klassen zijn afhankelijk van de ligging en de hoogte van het gebouw.

Voorbeeld van skeletwanden waarvan de luchtdichtheid verzekerd wordt door een membraan

Het gebruik van membranen ter verzekering van de luchtdichtheid is een courante praktijk in vele daken en skeletconstructies. Naast de continuïteit van het dampscherm, hebben de bevestigingstechnieken een aanzienlijke invloed op de luchtdichtheid van de wanden (zie tabel B op de volgende pagina). Er bestaan echter tal van producten waarvan de geschiktheid vanaf de ontwerpfase beoordeeld moet worden.

A | Windblootstellingsklassen in functie van de ligging en de hoogte van het gebouw

Gebouwhoogte	Terreinruwheid (volgens NBN EN 1991-1-4)			
	Stad (IV)	Bosrijk gebied (III)	Open veld (II)	Zeerland (I en o)
0-9 m	A	A	B	B
10-17 m	A	B	B	B
18-24 m	A	B	B	B
25-49 m	B	B	C	C
50-100 m (*)	C	C	C	C

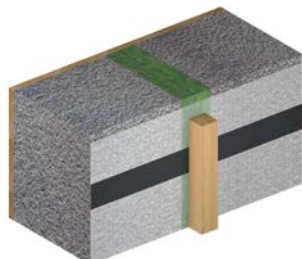
(*) Gebouwen hoger dan 100 m vereisen een specifieke studie.

(*) Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de WTCB-Dossiers 2015/3.8.

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

B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB

B | Skeletwanden waarvan de luchtdichtheid verzekerd wordt door een membraan

Plaatsingstechnieken		Maximale wind-blootstellingsklasse	Maximale binnen-klimaatklasse
	Het nieten van de membranen gebeurt in de lopende delen van de wand ⁽¹⁾ .	A	III
De geniete delen worden versterkt door een latwerk.		C	III
	Om een goede inblazing van de met een luchtdichtheidsmembraan uitgeruste wanden toe te laten, wordt er een horizontaal latwerk aangebracht. In dit geval moet er een bijkomende kleefband op de nietjes voorzien worden om goede duurzame prestaties te behalen.	C	III
	De overlapping tussen twee membranen wordt tot stand gebracht door middel van een één- of tweezijdige kleefband (bevestiging met nietjes zonder latwerk) ⁽²⁾ .	B	III
	De overlapping tussen twee membranen wordt versterkt door middel van een latwerk (ook bij een uitvoering zonder kleefband, bijvoorbeeld wanneer de overlapping zich ter hoogte van een continue kitvoeg bevindt).	C	III, zelfs IV ⁽³⁾
	Bij een groot aantal daken wordt het membraan horizontaal geplaatst ten einde de uitvoering te versnellen. De overlapping tussen de membranen wordt tot stand gebracht door middel van een éénzijdige kleefband. Op de stijlen (loodrecht op de kleefband) wordt er een latwerk aangebracht.	A	II

⁽¹⁾ Bij een inblazing van de wanden zonder bijkomende bescherming van de geniete delen, zou er na afloop van de inblazing een zekere doorponssing kunnen optreden of zouden de nietjes zelfs kunnen loskomen. Dit probleem kan na verloop van tijd duidelijker in het oog beginnen te springen.

⁽²⁾ Voor elk type ondergrond dient de verenigbaarheid tussen de kleefband en de membranen nagegaan te worden.

⁽³⁾ Voor zover de membranen en het latwerk verenigbaar zijn met deze binnenklimaatklassen.



Dimensionering van glazen binnenwanden

Dit artikel heeft als oogmerk duidelijkheid te scheppen omtrent de functies van glazen binnenwanden en de manier waarop deze gedimensioneerd moeten worden. In de lange versie van dit artikel zal er eveneens een voorbeeld gegeven worden van een dimensioneringstabel op basis van een schokproeven campagne die uitgevoerd werd op verschillende binnenwandopbouwen.

De TV 242 'Bijzondere bouwwerken uit glas' heeft tot doel de ontwerp-, dimensionerings- en uitvoeringsregels voor verschillende types bijzondere bouwwerken uit glas voor te stellen en een aanvulling te vormen op de TV's 214 en 221. Het eerste deel ervan, dat in 2011 gepubliceerd werd, is gewijd aan structurele toepassingen (vloertegels en traptreden, patrijspooten en aquari-

ums). Het tweede deel, dat dieper ingaat op uitstalramen, deuren en andere gehelen uit gehard glas, zal binnenkort verschijnen. De werkgroep die belast is met de opstelling van deze TV is momenteel bezig met de voorbereiding van een derde deel. Hierin zal de aandacht enerzijds toegespitst worden op borstweringen (zie de WTCB-Dossiers 2013/4.5) en scheidingswanden en anderzijds

op glazen binnenwanden. In dit artikel richten we de schijnwerpers op dit laatste onderwerp.

Types glazen binnenwanden

Glazen binnenwanden zijn lichte, niet-dragende (*) verticale glazen wanden met als hoofdfunctie volumes binnen een gebouw af te bakenen (zie afbeelding 1 en scheidingswand A in afbeelding 2). Ze kunnen opgebouwd zijn uit gedeeltelijk of volledig beglaasde onderdelen. Hoewel het hier doorgaans gaat om enkel glas, kunnen ze eveneens uit een isolerende beglazing bestaan. Binnenwanden kunnen tevens de scheiding vormen tussen zones met een verschillend vloerniveau (binnenwand B) of aangebracht worden tegen de binnenzijde van een muur (voorzetwand C) of een andere wand (ontdubbelde wand).

Verticale wanden die de scheiding vormen tussen volumes binnen een gebouw en de buitenomgeving, worden aangeduid als gevelelementen en moeten behandeld worden volgens de voorschriften uit het WTCB-Rapport nr. 11.

Gebruiksveiligheid en -geschiktheid van glazen binnenwanden

De gebruiksveiligheid en -geschiktheid zijn twee belangrijke eisen voor glazen binnenwanden, aangezien ze de veiligheid van de gebruikers moeten waarborgen in geval van accidentele schokken

(*) Dit is een wand die geen belastingen overdraagt, met uitzondering van zijn eigengewicht, en niet bijdraagt tot de globale stabiliteit van het gebouw.

1 | Glazen binnenwand die de scheiding vormt tussen volumes binnen een gebouw





Type binnenwand (zie afbeelding 2)	Keuze van het glas	Differentiële druk	Zachte schok	Harde schok
Binnenwand A: categorieën A en B	X	X	Zak	X
Binnenwand A: andere categorieën	X	–	Zak	X
Binnenwand B	X	–	Dubbele band	X
Voorzetwand C	X	–	–	–

Beoordeling van glazen binnenwanden (X: in aanmerking te nemen parameter)

De gebruiksveiligheid en -geschiktheid zijn twee belangrijke eisen voor glazen binnenwanden.

die verwondingen door contact of het door het raam vallen tot gevolg kunnen hebben.

De beoordeling van dit soort risico moet – ongeacht het type binnenwand – gebeuren op basis van de specificaties uit de norm NBN S 23-002 (en zijn addendum), die het te hanteren glas- en breuktype definieert naargelang van de toepassing van de wand (zie [Infofiches 49.1 tot 49.8](#)). Voorglazen binnenwanden dient men normaal gezien zijn toevlucht te nemen tot gehard glas om het risico op verwondingen door loskomende glasscherven te voorkomen of tot gelaagd glas indien het risico op vallen reëel is. Er moet eveneens rekening gehouden worden met de specificaties in verband met binnenwanden, die onder meer melding maken van de eventueel uit te voeren zachte- (met glazen knikers gevulde afgerond-kegelvormige zak van 50 kg of dubbele band van 50 kg) en harde-schokproeven (stalen knikers van 0,5 en 1 kg), in functie van de gebruikscategorie van het gebouw en het type binnenwand om de gebruiksveiligheid, de duurzaamheid en de gebruiksgeschiktheid te garanderen.

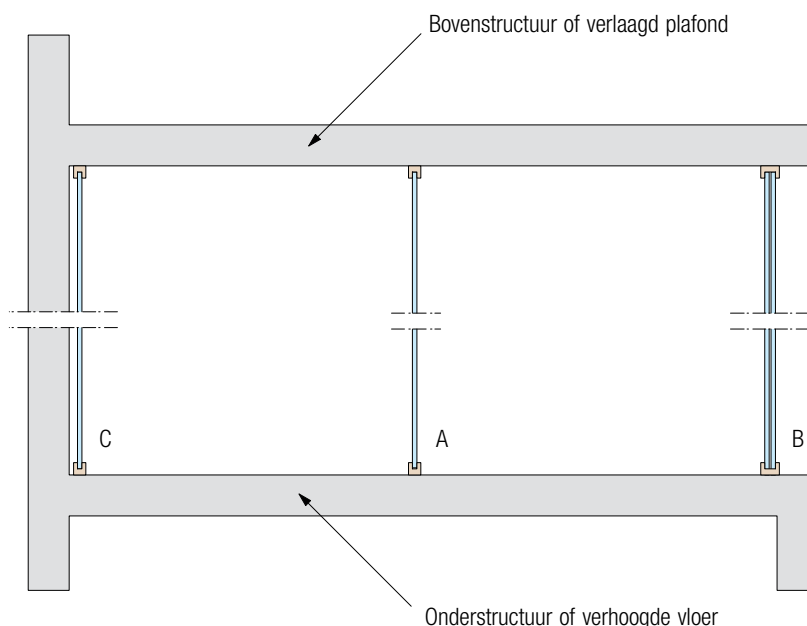
De gebruiksveiligheid van binnenwanden impliceert eveneens dat deze weerstand moeten kunnen bieden aan een differentiële druk ten gevolge van bijvoorbeeld het accidenteel openwaaien van een venster in de gevel bij sterke wind. Deze problematiek werd reeds aangehaald in de [WTCB-Dossiers 2010/3.10](#). Hoewel het effect van deze differentiële

drukken van de druk die teweeggebracht wordt door een mensenmassa en het slaan van deuren volgens de ETAG 003 (Europese Technische Goedkeuringsleidraad nr. 003 met betrekking tot kits voor de opbouw van niet-dragende binnenwanden) in de regel bepaald kan worden aan de hand van de zachte-schokproef met een zwaar lichaam, willen we erop wijzen dat dit niet het geval is voor de meeste scheidingswanden van de categorieën A (huishoudelijke en residentiële activiteiten) en B (kantoren) die beschreven worden in de Eurocode 1 (NBN EN 1991-1-1).

De verschillende aspecten die in aanmerking genomen moeten worden bij de beoordeling van glazen binnenwanden worden samengevat in bovenstaande tabel.

De lange versie van dit artikel zal een tabel bevatten die een overzicht geeft van de glasopbouw (bij gebruik van gelaagd glas) en de glasdikte (bij gebruik van gehard glas) die voorzien moeten worden in functie van de hoogte van een tweezijdig opgelegde binnenwand. Deze zal een aanvulling vormen op de tabel uit de [WTCB-Dossiers 2010/3.10](#) in die zin dat hij, naast de windstabiliteit van de binnenwanden, ook rekening houdt met hun schokbestendigheid.

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



2 | Verticale doorsnede die de verschillende types glazen binnenwanden illustreert (bron: ETAG 003)





De toepassing van buitengevelisolatiesystemen bestaande uit steenstrips op isolatie kent momenteel een belangrijke groei. Zij laten immers toe om voor een gelijkaardig thermisch isolatieniveau de dikte van de gevel te verminderen zonder aan het esthetische aspect ervan te raken (zie de WTCB-Dossiers 2011/4.11). Naast de technische en esthetische overwegingen kan ook de milieu-impact een belangrijke invloed hebben op de ontwerpkeuzes en de evolutie van gebouwtypologieën. Dit artikel bespreekt de resultaten van een WTCB-studie rond de milieu-impact van steenstrips op isolatie.

Milieu-impact van steenstrips op buitenisolatie

1 Opzet van de studie

In deze studie werd de milieu-impact van steenstrips op isolatie vergeleken met een aantal meer traditionele gevelsystemen, zoals geïsoleerde spouwmuren en ETICS (bepleisteringen op buitenisolatie). Deze vergelijking gebeurde aan de hand van levenscyclusanalyses (LCA, zie Infociche 64), een techniek die toelaat om de milieu-impact van een product of gebouwelement te beoordelen over zijn volledige levenscyclus.

Als functionele eenheid voor de vergelijking werd er telkens uitgegaan van 1 m² van voornoemde buitengevelisolatiesystemen en dit, over een levensduur van 60 jaar. In dit artikel spitsen we de aandacht toe op systemen waarvan de warmteweerstand van de buitenwanden voldoet aan de huidige EPB-regelgeving ($U = 0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). In de lange versie van dit artikel zal er eveneens een vergelijking gemaakt worden met systemen waarvan de buitenwanden een warmte-doorgangscoefficiënt U van $0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ vertonen (wat aanzienlijk strenger is).

Het referentiesysteem is opgebouwd uit op de buitenisolatie verlijmd steen-

strips van gebakken klei met een dikte van 2,2 cm die tweezijdig uit 9 cm dikke bakstenen verzaagd werden. Dit systeem werd enerzijds vergeleken met een traditionele geïsoleerde spouwmuur met een luchtspouw met ankers en een afwerking bestaande uit gevelbaksteen (9 cm dik) en anderzijds met een ETICS (zie ook de WTCB-Dossiers 2012/3.9). Terbepaling van de vereiste isolatiedikte werd er steeds uitgegaan van een draagstructuur met een warmteweerstand van $0,39 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ (bv. snelbouwsteen met een pleisterlaag). Voor elk van de drie alternatieven werden er eveneens een aantal varianten bestudeerd. Hierbij werd er bijvoorbeeld een ander isolatiemateriaal gebruikt, werden er gevelstenen met een verschillende dikte (6,5 cm in plaats van 9 cm) toegepast of werd er een verschillende hypothese omtrent het productieproces van de steenstrips (eenzijdig of tweezijdig verzaagd) gehanteerd. Tot slot werd ook de impact van een eventuele vervanging van de steenstrips of het pleister nagegaan.

2 Resultaten

De grafiek op de volgende pagina geeft

door middel van ReCiPe-milieupunten (zie <http://www.lcia-recipe.net/>) de globale milieu-impact van de verschillende vergeleken buitengevelisolatiesystemen met een warmte-doorgangscoefficiënt van $0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ weer en dit, in functie van hun opbouw. Hoe hoger de ReCiPe-waarde, hoe groter de milieu-impact.

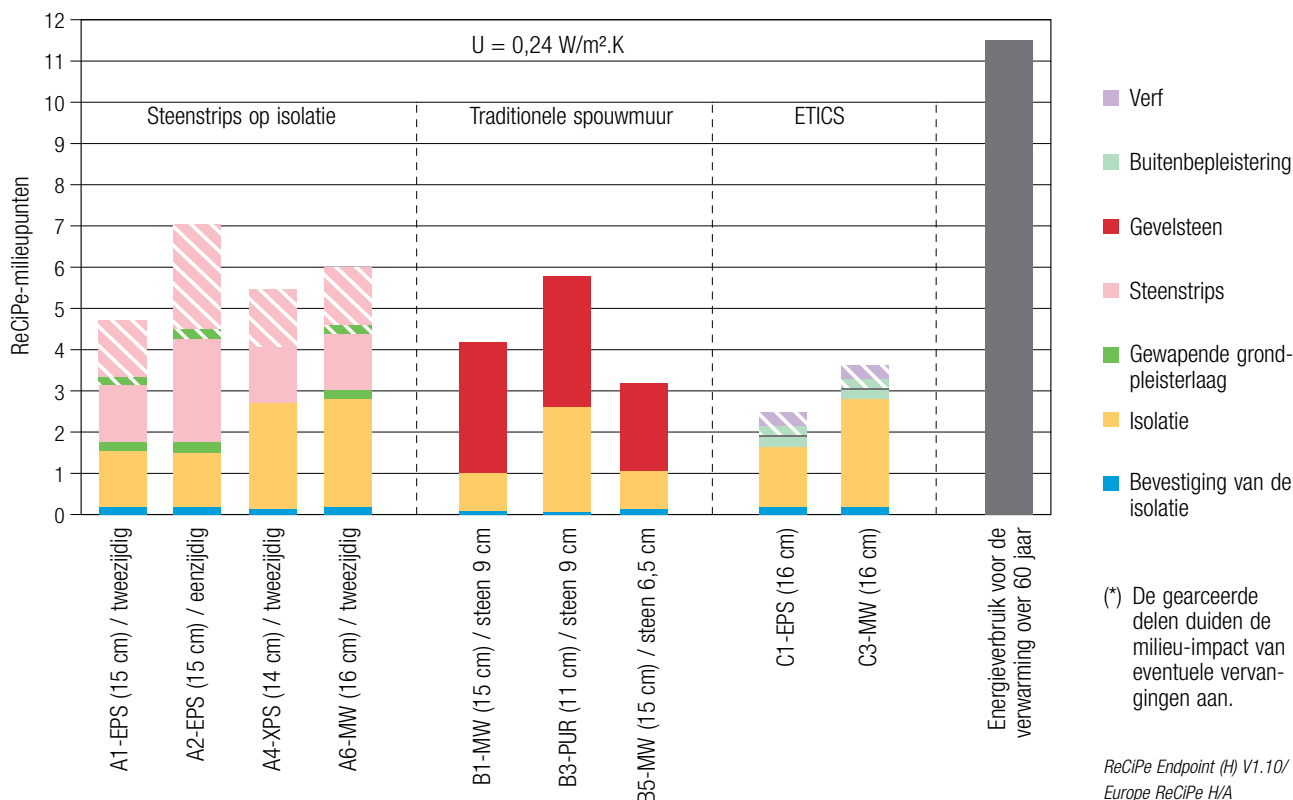
2.1 Invloed van de materialen

Uit de grafiek komt naar voren dat het gekozen isolatiemateriaal een niet te onderschatten invloed heeft op de totale milieu-impact van het systeem. Wat de varianten met steenstrips betreft, hebben de systemen met geëxtrudeerd polystyreen (XPS) of rotswol (MW) bijvoorbeeld een grotere impact dan de systemen met geëxpandeerd polystyreen (EPS). Ook de gekozen toepassing speelt echter een belangrijke rol. Zo heeft het gebruik van rotswol (MW) in een traditionele spouwmuur een aanzienlijk kleinere milieu-impact dan de toepassing ervan in systemen met steenstrips of ETICS. Dit kan voornamelijk toegeschreven worden aan het feit dat de dichtheid van de rotswol in voornoemde toepassingen sterk verschillend is: 30 kg/m^3 bij spouwmuren tegenover 100 kg/m^3 bij steenstrips en ETICS. Bij steenstrips op isolatie brengt de aanwezigheid van een gewapende grondpleisterlaag die de regendichting verzekert verder ook nog een lichte – zij het globaal te verwaarlozen – stijging van de milieu-impact teweeg.

Er bestaan aanzienlijke verschillen in de milieu-impact van de onderzochte buitengevelisolatiesystemen.



Globale milieu-impact (in ReCiPe-milieupunten) van verschillende buitengevelisolatiesystemen over een levensduur van 60 jaar (*)



2.2 Invloed van de dikte van de gevelstenen

De dikte van de gevelstenen of de steenstrips heeft eveneens een belangrijke rol te spelen in de totale milieu-impact van het beschouwde systeem. Een 9 cm dikke gevelsteen heeft immers een grotere impact dan een 6,5 cm dikke gevelsteen, die wederom een grotere impact heeft dan een steenstrip van 2,2 cm dikte. Ook het productieproces van de steenstrips is in deze context belangrijk. Zo resulteert de eenzijdige versnijding van traditionele gevelstenen (9 cm) tot steenstrips in een grotere milieu-impact dan het tweezijdig versnijden ervan, aangezien er in eerstgenoemd geval dubbel zoveel gevelstenen nodig zijn om 1 m² muur te bekleden.

2.3 Invloed van de vervangingen

Gelet op de beperkte ervaring met steenstrips op isolatie, is het moeilijk in te schatten hoe deze systemen zich

in de loop van de tijd zullen gedragen. Uit een gevoeligheidsanalyse is echter wel gebleken dat de milieu-impact zal stijgen indien men overgaat tot een vervanging van de steenstrips gedurende de voorziene levensduur van 60 jaar (zie de gearceerde delen in de grafiek). Een gelijktijdige vervanging van de onderliggende isolatie zal de milieu-impact bovendien nog meer doen stijgen.

2.4 Invloed van de warmteverliezen

Tot slot heeft ook het energieverbruik voor de verwarming over de beschouwde levensduur van 60 jaar een invloed op het milieu. In de lange versie van dit artikel wordt bijvoorbeeld aangetoond dat een lagere U-waarde tevens zorgt voor een verlaging van de globale milieu-impact dankzij de sterke daling van de impact van het energieverbruik, wat het belang van een doorgedreven gebouwisolatie bevestigt.

3 Besluit

Uit de gevoerde studie is gebleken dat er aanzienlijke verschillen bestaan in de milieu-impact van de onderzochte buitengevelisolatiesystemen. Toch is het niet mogelijk om een veralgemening per systeem of isolatiemateriaal te maken: geen enkel systeem scoort immers over de hele lijn goed of slecht. We kunnen echter wel concluderen dat zowel de keuze van het isolatiemateriaal, het productieproces van de steenstrip, als de eventuele vervangingen tijdens de levensduur hierbij een belangrijke rol spelen.

L. Wastiels, dr. ir.-arch., projectleider,
laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB
A. Janssen, dr. wet., projectleider,
laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB
Y. Grégoire, ir.-arch., afdelingshoofd,
afdeling Materialen, WTCB

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de onderzoeksprojecten LCBUILD en Innov-ETICS van het Innoviris-platform Brussels Retrofit XL (www.brusselsretrofitxl.be)



Om zijn werf tot een goed einde te kunnen brengen, moet de aannemer niet alleen beantwoorden aan de eisen van zijn klant, maar ook competitieve prijzen en interessante uitvoeringstermijnen voorstellen. Hierbij dient hij er echter wel op toe te zien dat hij geen voorafgaandelijke stappen overslaat, in het bijzonder met betrekking tot de keuze van de natuursteen die hij wil gebruiken.

Welke documenten heeft men nodig voor een geslaagde natuursteenwerf?

Vermits het hier gaat om een natuurlijk materiaal dat onderhevig is aan tal van technische en esthetische variaties, is het van groot belang dat de aannemer de prestaties van de steen nagaat. In dit artikel trachten we de normatieve en reglementaire aspecten op te sommen die de aannemer in deze context dient te kennen.

1 Verplichte documenten

De aannemer moet opteren voor een natuursteen die beantwoordt aan de door de ontwerper voorgeschreven prestatie-eisen. Deze eisen moeten vermeld worden in het bijzondere bestek.

In het geval van openbare aanbestedingen kan de aannemer zich beroepen op de gewestelijke bestekken, waarin er in de regel verwezen wordt naar de geldende Europese normen. In voorkomend geval moeten de in het gebouw toegepaste producten conform zijn aan de voorschriften uit de in onderstaande tabel vermelde normatieve documenten.

Er bestaan bovendien drie normen met betrekking tot producten voor de wegenbouw, meer bepaald de normen NBN EN 1341 (tegels), 1342 (keien) en 1343 (trottoirbanden).

De aannemer moet zich bij de leverancier informeren omtrent:

- de overeenstemming van de levering met de Europese eisen en verplichtingen (CE-markering)
- de beschikbaarheid van de DOP (*Declaration of Performance*) van deze

levering (zie afbeelding op de volgende pagina).

De DOP stelt de fabrikant verantwoordelijk voor de prestaties van zijn product. In deze verklaring, die een cruciaal hulpmiddel vormt voor alle betrokken bouwpartners, staan de essentiële productkenmerken vermeld en dit, overeenkomstig de toepasselijke geharmoniseerde technische specificaties. Zodoende is het voor de gebruiker (of de voorschrijver van het product) mogelijk om een product te kiezen met kennis van de gedeclareerde prestaties voor het voorziene gebruik.

De DOP moet onder meer de volgende informatie bevatten:

- de referentie van het producttype waarvoor de DOP opgesteld werd. Naast de commerciële benaming van de steen moet de leverancier ook de petrografische benaming ervan opgeven
- het referentienummer en de verscheidingsdatum van de geharmoniseerde norm die gehanteerd werd voor de beoordeling van elk essentieel kenmerk en eventueel van de gebruikte specifieke technische documentatie en de eisen waaraan het product voldoet
- de lijst van essentiële kenmerken zoals gedefinieerd in de betreffende

geharmoniseerde norm voor het gedeclareerde voorziene gebruik

- de prestaties van de essentiële kenmerken van het bouwproduct die van belang zijn voor het beoogde gebruik (gemiddelde waarde en minimaal/maximaal te verwachten waarde). Voor gevelbekledingen is het aan de hand van de buigsterkte en de verankeringsweerstand bijvoorbeeld mogelijk om na te gaan of de gekozen afmetingen van de elementen de windbelasting van het gebouw kunnen weerstaan
- de essentiële kenmerken die niet door de leverancier gedeclareerd zijn, worden aangeduid door de afkorting NPd (*No Performance Determined*).

DOP's worden opgesteld onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de fabrikant/leverancier, die het document ook moet ondertekenen. Op deze manier kan de aannemer erop vertrouwen dat de gedeclareerde waarden beantwoorden aan de kenmerken van de geleverde steen. De DOP is namelijk gebaseerd op de resultaten van de duurzaamheidsproeven van de afgelopen tien jaren enerzijds en van de karakteriseringsproeven (volumieke massa-poreusheid, druk en buiging) van de laatste twee jaren anderzijds. Dit is heel belangrijk omdat

Verschillende bouwproducten en de desbetreffende Europese norm

Product	Europese norm
Wandplaten	NBN EN 1469:2015
Modulaire tegels	NBN EN 12057:2015
Platen voor vloeren en trappen	NBN EN 12058:2015
Metselstenen	NBN EN 771-6:2011



Fictief voorbeeld van een DOP voor een natuursteenproduct



Prestatieverklaring Nr. 001CPR2015-06

1. **UNIEKE IDENTIFICATIECODE VAN HET PRODUCTTYPE:** SYB GJ 6996
2. **TYPE-, PARTIJ- OF SERIENUMMER, DAN WEL EEN ANDER IDENTIFICATIEMIDDEL VOOR HET BOUWPRODUCT, ZOALS VOORGESCHREVEN IN ARTIKEL 11:** Geel graniet uit XXX
3. **BEOOGD(E) GEBRUIK(EN) VAN HET BOUWPRODUCT, OVEREENKOMSTIG DE TOEPASSELIJKE GEHARMONISEERDE TECHNISCHE SPECIFICATIE, ZOALS BEPAALD DOOR DE FABRIKANT:**
Natuursteentegels gebruikt als muurbekleding voor de binnenafwerking van muren en plafonds
4. **GEDECLAREERDE PRESTATIES:**

Essentiële kenmerken	Normen	Prestaties				Geharmoniseerde technische specificaties
		E-	Gem.	σ	Eenheid	
Petrografische analyse	EN 12407	Graniet				EN 1469:2015
Schijnbare volumieke massa	EN 1936	NPD	2780	NPD	kg/m ³	
Poreusheid		NPD	0,8	NPD	% vol	
Buigsterkte	EN 12372	11	14	1,4	mPa	
Buigsterkte na vorst		NPD	13	NPD	mPa	
Vorstbestendigheid	EN 12371	NPD	168/168	NPD	Cycli	
Buigsterkte na thermische schokken	EN 14066	NPD	9	NPD	mPa	
Verankeringsweerstand	EN 13364	800	1200	190	N	

E-: minimaal te verwachten waarde

NPD: No Performance Determined (geen prestatie gedeclareerd)

Deze prestatieverklaring werd opgesteld onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de fabrikant:
[Naam van de fabrikant] - [Adres]

Ondertekend voor en namens de fabrikant door:

plaatsing of het onderhoud van het materiaal.

We willen erop wijzen dat de TV 228 meer dan 60 technische fiches bevat van de natuurstenen die in ons land het vaakst gebruikt worden. Deze fiches kunnen gratis geraadpleegd worden op de WTCB-website (www.wtcb.be).

2.2 Vrijwillige certificatie

In België bestaat er eveneens een vrijwillig certificatiesysteem voor natuursteen onder de vorm van het ATG-BENOR-merk. Dit systeem verhoogt het vertrouwensniveau met betrekking tot de productconformiteit en dit, dankzij een continue externe controle (bezoek aan de steengroeve en regelmatige proeven).

Door te kiezen voor een materiaal dat over een ATG beschikt, heeft de aannemer meer garanties over de intrinsieke kenmerken van de steen, vooral wanneer er sprake is van een aanzienlijke natuurlijke variatie. De lijst van de geldende ATG's is beschikbaar op de website van de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (www.butgb.be).

2.3 Contractueel proefstuk

De aannemer moet – naast de technische kenmerken – ook tegemoetkomen aan de wensen van de bouwheer met betrekking tot het uitzicht. Veel geschillen ontstaan immers omdat er geen voorafgaandelijk akkoord bestaat over de aanvaardbare uitzichtsgebreken.

de variatie van de steenkenmerken binnen eenzelfde groeve aanzienlijk kan zijn (wat bijvoorbeeld het geval is bij vele sedimentaire gesteentes).

In dit stadium zal de aannemer alle nodige informatie in verband met het te realiseren project verzameld hebben en zal hij een goed zicht hebben op de aan de gegeven toepassing gestelde eisen.

2 Bijkomende documenten

2.1 Technische fiche

De technische fiche, waarvoor geen

opgelegd formaat bestaat, bevat doorgaans aanvullende informatie op de DOP, meer bepaald:

- een certificaat van herkomst dat de plaats van ontginning vermeldt. Deze informatie is voornamelijk van belang voor stenen met algemene benamingen zoals 'Vietnamese steen' of 'Bourgonische steen'
- de aanduiding van de plaats van verwerking
- bijkomende proeven die niet door de DOP gevraagd worden
- een gedetailleerde beschrijving van de toelaatbare uitzichtsbijzonderheden
- specifieke aandachtspunten
- specifieke voorschriften voor de

Een referentieproefstuk dat aan de offerte toegevoegd wordt, zal de grenzen voor de uitzichtverschillen vastleggen. Dit referentieproefstuk (of 'contractueel proefstuk') bestaat doorgaans uit minstens drie voldoende grote elementen en mag door de klant niet meer gewijzigd worden in de loop van de werken. Een aanpassing van bijvoorbeeld de kleur of de korrelgrootte zal immers bijkomende kosten met zich meebrengen ten gevolge van een strengere selectie (eerste of tweede keus) bij de leverancier.

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

Niveaunderschillen tussen aangrenzende vloertegels kunnen verschillende ongemakken veroorzaken. Zo kunnen ze – in het bijzonder bij ‘strakke’ vloerafwerkingen – als esthetisch storend ervaren worden, hinder teweegbrengen bij het belopen ervan en zelfs aanleiding geven tot schade wanneer ze bereden worden door materieel met kleine, harde wieltjes. Daarom zijn er objectieve beoordelingsmethoden en criteria nodig om op voorhand duidelijke afspraken te kunnen maken en aldus discussies op de bouwplaats te kunnen beslechten.

Toelaatbare niveaunderschillen

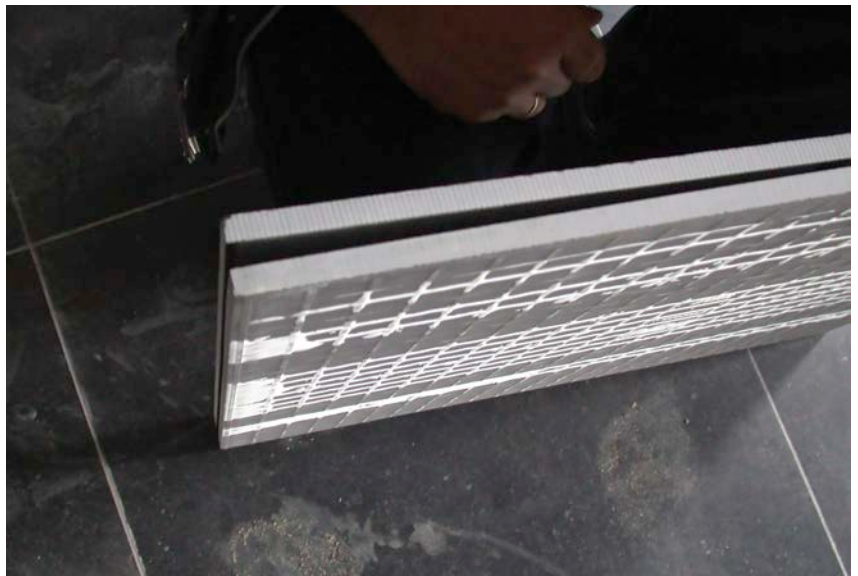
tussen gelijmde keramische vloertegels

Invloedsparameters

Niveaunderschillen tussen vloertegels zijn niet alleen het gevolg van de zorg die besteed wordt aan de plaatsing. Er zijn immers nog talloze andere invloedsparameters die hierin een rol spelen.

Denken we hierbij in eerste instantie maar even aan de vlakheid van de dekvloer. Zo zal het bij een plaatsing met een dunbedmortellijm slechts in zeer beperkte mate mogelijk zijn om de oneffenheden in de ondergrond weg te werken. Het gebruik van een dubbele verlijming of van een mortellijm die aangebracht kan worden in grotere diktes, zal in deze context een iets beter resultaat opleveren.

Ook de vlakheidsafwijkingen van de tegels zelf, gemeten langs de tegelranden, kunnen tot niveaunderschillen in de afgewerkte tegelvloer leiden. De tegeltoleranties staan vermeld in de norm NBN EN 14411 ‘Keramische tegels. Definities, classificatie, eigenschappen, conformiteitsbeoordeling en merken’. Voorgrootformaattegels kunnen de vlakheidsafwijkingen van de randen redelijk ruim zijn (tot 2 mm, zie foto). Wanneer er hoge eisen gesteld worden aan het vlakheidsniveau van de afgewerkte vloer, zal het dan ook noodzakelijk zijn om te opteren voor tegels die voldoen



Keramische grootformaattegel met een belangrijke afwijking op de vlakheid

aan strengere toleranties (zie tabel op de volgende pagina).

Het gekozen voegpatroon oefent eveneens een niet te onderschatten invloed uit op de niveaunderschillen tussen twee aangrenzende tegels. Dit geldt met name wanneer de gebruikte tegels aanzienlijke vlakheidsafwijkingen vertonen. Als er geopteerd wordt voor een kruisend voegpatroon, kan men zelfs bij een perfecte plaatsing op een volledig vlakke ondergrond

niet voorkomen dat de onvlakheden van de tegels niveaunderschillen doen ontstaan ter hoogte van de kruising van de voegen.

We willen erop wijzen dat het gebruik van tegels met afgeschuinde of afgeronde randen er enerzijds voor kan zorgen dat de gebeurlijke niveaunderschillen minder in het oog springen en anderzijds dat het risico op schade en struikelen afneemt. Ook de toepassing van brede voegen draagt hiertoe bij.

De vlakheidsafwijkingen van de tegels kunnen tot niveaunderschillen in de afgewerkte tegelvloer leiden.



De toelaatbare niveauverschillen moeten het mogelijk maken om goede ontwerpkeuzes te maken.

Criteria

Naargelang van de vlakheidsklasse van de ondergrond, de vlakheidstoleranties op de tegels en de gekozen plaatsingsmethode (met doorlopende of kruisende voegen), kunnen er verschillende tolerantieklassen voor de afgewerkte tegelvloer onderscheiden worden. Dit maakt het mogelijk om de ontwerpkeuzes af te stemmen op het gewenste eindresultaat. Zo zou men strengere eisen kunnen opleggen bij vloerbetegelingen waarop rollend materieel ingezet wordt (bv. grootkeukens, winkelruimtes ...) of waar niveauverschillen voor hinder kunnen zorgen (bv. zorginstellingen).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de toleranties op de vlakheid van een gelijkde vloerbetegeling uit keramische tegels, evenals van de toelaatbare niveauverschillen tussen de aangrenzende tegels.

Behoudens andersluidende bepalingen in de contractuele documenten, wordt

er in de regel gebruikgemaakt van de 'standaard' tolerantieklasse. Wanneer de opdrachtgever echter de voorkeur geeft aan de 'strengere' tolerantieklasse, moet er eveneens een dekvloer uitgevoerd worden die voldoet aan de vlakheidsklasse 1 (3 mm/2 m) en dient men gebruik te maken van tegels die beperkte maatafwijkingen vertonen. De geschiktheid van de gekozen tegels en de aanwezige ondergrond moet vooraf door de tegelzetter nagegaan worden. We willen erop wijzen dat de tegeltoleranties uit onderstaande tabel soms beduidend strenger zijn dan de toelaatbare afwijkingen uit de norm NBN EN 14411.

Een uitvoering volgens de 'ruime' tolerantieklasse (bv. wanneer de gekozen tegels en/of de aanwezige ondergrond grote vlakheidsafwijkingen vertonen) is enkel mogelijk mits het akkoord van de opdrachtgever. In dit geval worden de tegels bij voorkeur met brede voegen geplaatst (> 6 mm) om het storende effect van de mogelijke niveauverschillen te reduceren.

Besluit

Duidelijke afspraken omtrent de toelaatbare niveauverschillen tussen aangrenzende tegels maken het mogelijk de ontwerpkeuzes (tegeltipe, vlakheid van de ondergrond en voegpatroon) af te stemmen op de gestelde verwachtingen en kunnen voorkomen dat er discussies ontstaan na de uitvoering van de werken.

Voor bijkomende informatie kan men terecht bij de Normen-Antennes 'Toleranties en uitzicht' ('Eye Precision') en 'Afwerkingen', gefinancierd door de FOD Economie (www.normen.be).

T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB
J. Van Den Bossche, ing., hoofdadviser, afdeling Technisch advies, WTCB
J. Wijnants, ing., afdelingshoofd, afdeling Technisch advies, WTCB

Tolerantie-klasse	Toleranties op de afgewerkte vloer		Vereisten aan de ondergrond, de tegels en de plaatsingsmethode		
	Vlakheid	Niveauverschil	Dekvloer	Tegeltolerantie (°)	Voegpatroon
Ruim (°)	5 mm / 2 m	2 mm	- Vlakheidsklasse 2 voor tegels tot 300 x 300 mm² - Vlakheidsklasse 1 voor grotere tegels	Max. 1,4 mm	Doorlopende voegen
				Max. 1,2 mm	Kruisende voegen
Standaard	4 mm / 2 m	1,5 mm	- Vlakheidsklasse 2 voor tegels tot 300 x 300 mm² - Vlakheidsklasse 1 voor grotere tegels	Max. 1,0 mm	Doorlopende voegen
				Max. 0,8 mm	Kruisende voegen
Streng	3 mm / 2 m	1 mm	Vlakheidsklasse 1	Max. 0,6 mm	Doorlopende voegen
				Max. 0,4 mm	Kruisende voegen

(°) Enkel mits akkoord van de opdrachtgever. In voorkomend geval worden de tegels best met brede voegen uitgevoerd om het storende effect van de niveauverschillen te reduceren.
 (°) Aanbevolen vlakheidstolerantie voor tegels tot 1.200 x 1.200 mm².

Toleranties op de vlakheid van een gelijkde vloerbetegeling uit keramische tegels en toelaatbare niveauverschillen tussen de aangrenzende tegels





In het ideale geval – en teneinde discussies en geschillen tussen klanten, leveranciers en uitvoerders te vermijden – zou de eindkleur van een verf vóór het begin van de werken op eenduidige wijze gedefinieerd moeten kunnen worden. Recentelijk voerden het WTCB, het CoRI (*Coatings Research Institute*) en twee andere universitaire partners een prenormatieve studie uit met het oog op de bepaling van de beste methode voor de karakterisering en de beschrijving van het eindresultaat van de gebruikte afwerkingsmaterialen, waaronder verfsystemen. Het uitzicht van deze laatste en de toleranties die erop van toepassing zijn, maken immers vaak het onderwerp uit van vragen die aan de afdeling Technisch advies van het WTCB voorgelegd worden.

Naar een objectievere beoordeling van kleuren en de toelaatbare afwijkingen

Het uitzicht van een materiaal kan doorgaans gedefinieerd worden op basis van zijn kleur – die voornamelijk bepaald wordt door zijn bestanddelen (de pigmenten in het geval van verven) – zijn matte of glanzende karakter en zijn oppervlaktestructuur (glad of gestructureerd).

Wat verven betreft, kan de gewenste kleur op verschillende manieren bepaald worden:

- de eerste maakt gebruik van kleurkaarten (RAL ⁽¹⁾, Pantone-kleurenwaaier ...). Het gaat hier in zekere zin om catalogi van specifieke kleuren. Er bestaan officiële kaarten, maar eveneens tal van kleine kleurenwaaiers die door de verffabrikanten voorgesteld worden. Hierbij is echter voorzichtigheid vereist, aangezien deze kleuren slechts indicatief en dus geen geaccrediteerde referentie zijn
- de tweede manier bestaat erin de kleur te meten aan de hand van spectrofotometers of kleurmeters, waarvan er tegenwoordig verschillende draagbare en eenvoudig op de werf te gebruiken modellen bestaan. De kleur wordt dan omschreven door middel van drie coördinaten die doorgaans aange-

duid worden door $L^*a^*b^*$ of Y, x, y in functie van het op het toestel gekozen systeem ⁽²⁾ ⁽³⁾.

In beide gevallen is het van primordiaal belang om voor het beoogde resultaat een tolerantie, dat wil zeggen een toelaatbare kleurafwijking, af te spreken. Bij gebreke aan een op voorhand vastgelegde en goedgekeurde tolerantie zouden met het blote oog waargenomen kleurafwijkingen tot geschillen kunnen leiden.

Toelaatbare kleurafwijkingen

Er wordt vaak gezegd dat wanneer de waarde van de delta- E^* -parameter groter is dan één eenheid, de kleurverschillen zichtbaar worden. Deze parameter, die berekend wordt op basis van de gemeten $L^*a^*b^*$ -coördinaten, stemt overeen met een globale evaluatie van het verschil tussen twee kleuren. Tijdens de recentelijk gevoerde prenormatieve studie heeft een uitgebreide proeven campagne op licht- en donkerkleurige verven en op verven met een hoge verzadiging ⁽⁴⁾ (zie afbeeldingen 2 en 3) aangetoond dat deze waarde veel te hoog is en dat

kleurverschillen al waargenomen kunnen worden bij delta- E^* -waarden van 0,5 eenheid (zie afbeelding 1). Uit deze studie blijkt eveneens dat deze delta- E^* -waarde verschilt naargelang van de kleur. Een nieuwe formule voor de berekening van de kleurverschillen, CIE 2000 (ΔE_{00}) genaamd, maakt het mogelijk om voor verschillende kleuren meer homogene waarden te bekomen.

Andere invloedsfactoren

Moderne spectrofotometers en kleurmeters geven automatisch de kleurcoördinaten ($L^*a^*b^*$) weer, maar ook de variaties (delta E^* en ΔE_{00}) ten opzichte van de gewenste en voorgeprogrammeerde kleur.

Ondanks de meettoestellen en aangepaste formules, blijft de vergelijking van de kleuren van verschillende materialen een oefening waarin vele factoren tussenkomen die een invloed hebben op de kleur.

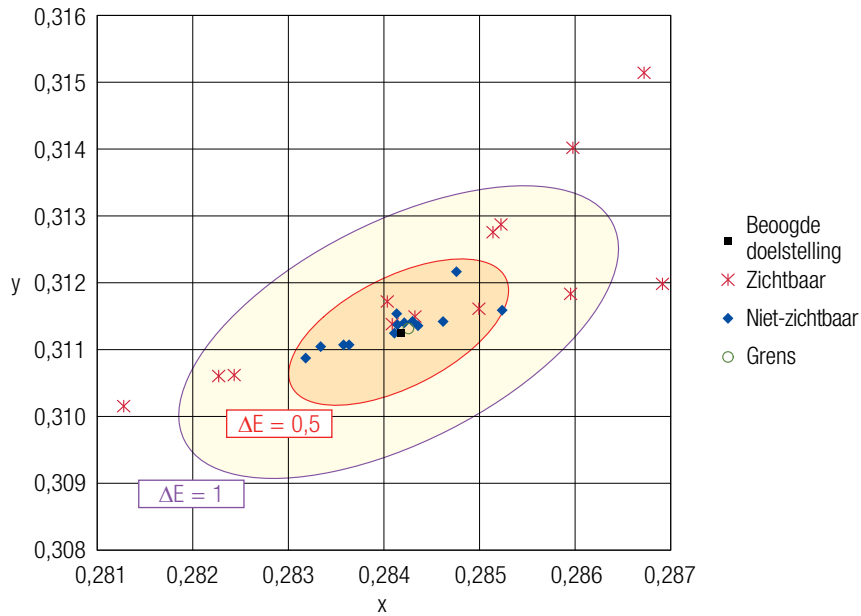
Denken we hierbij maar even aan het fenomeen van metamerie, dat optreedt wanneer de in de verf aanwezige pigmenten verschillen en dat ten gevolge

⁽¹⁾ RAL (*Reichsausschuß für Lieferbedingungen*) is een kleurensysteem dat in 1927 ontwikkeld werd door het Duitse Instituut voor Kwaliteitsborging en Certificering.

⁽²⁾ We willen erop wijzen dat er lichte variaties waargenomen kunnen worden tussen de waarden die door verschillende toestellen verkregen werden. Deze kunnen onder andere te wijten zijn aan de afmeting van het meetoppervlak. Teneinde de invloed van deze factor te beperken, geniet het de voorkeur om voor alle metingen hetzelfde toestel te gebruiken.

⁽³⁾ Voor meer informatie verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2014/4.10](#).

⁽⁴⁾ Dit zijn pure tinten die in de regel geen wit, zwart of grijs, noch een complementaire kleur bevatten.



1 | Voorbeeld van beoordelingsresultaten van waarneembare kleurafwijkingen in de ruimte Y,x,y en de berekening van de betreffende delta-E*-waarden

van een wijziging van de verlichting leidt tot een kleurafwijking.

Een tweede factor die de visuele waarneming van om het even welk object beïnvloedt, is de glans. Het matte, zijdeglanzende of glanzende karakter van een verf veroorzaakt immers een kleurverschil dat afhankelijk is van de hoek waaronder men het object aanschouwt. Het is dan heel moeilijk om de kleuren van de onderdelen met een verschillende glans, zoals een matte muur en een zijdeglanzende of glanzende raamkader, overeen te doen stemmen. In dit geval moeten de meetomstandigheden voor elke situatie herzien en aangepast worden.

Hetzelfde fenomeen treedt op wanneer de geleverde ondergronden een verschillende ruwheid vertonen. Deze derde factor kan het eindresultaat van de bekleding, en bijgevolg de kleur ervan, beïnvloeden.

Besluit

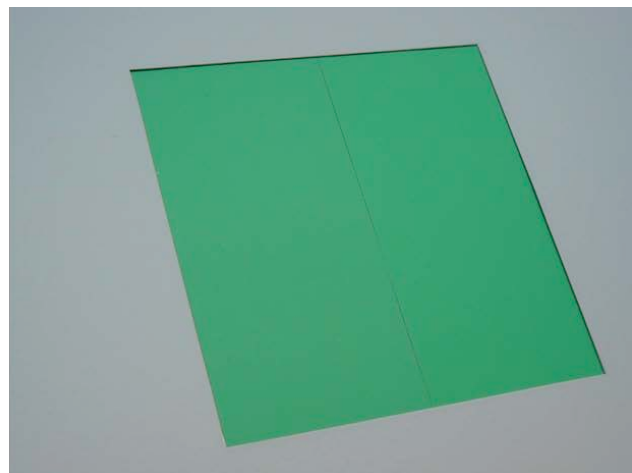
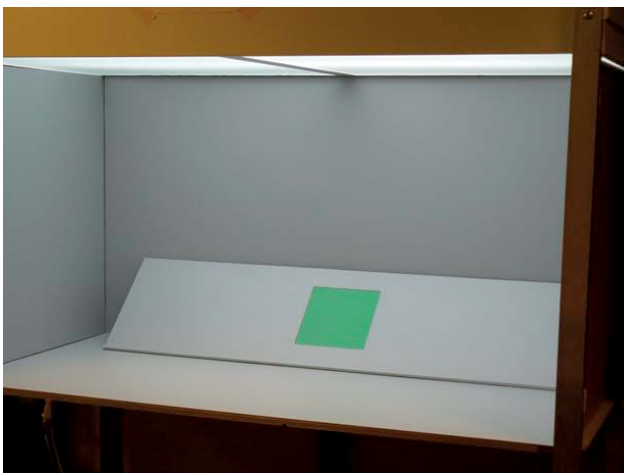
Teneinde het aantal geschillen in verband met de kleur te beperken, is het onontbeerlijk om niet alleen zo goed mogelijk het gewenste resultaat te definiëren, maar ook om een tolerantie vast te leggen die door de klant en de leverancier als aanvaardbaar beschouwd zal worden.

De recentelijk gevoerde studie toont louter op basis van kleurmetingen aan dat de doorgaans aanvaarde afwijkingen voor in gebouwen toegepaste verven te aanzienlijk zijn en zichtbaar zijn met het blote oog. Daarom werd er een preciezere bepaling van deze tolerantieniveaus uitgewerkt. Voor de volledigheid zou de invloed van andere parameters zoals de glans of de oppervlaktestructuur ook in aanmerking genomen moeten worden. Deze resultaten zouden op termijn als basis moeten kunnen dienen voor de opstelling van 'tolerantieclassen' – gaande van bijvoorbeeld 'heel streng' tot 'weinig streng' – die het mogelijk maken om enerzijds de afwijkingen tijdens de fabricatie te beperken en anderzijds om op een meer eenduidige manier de overeenkomst tussen de vraag en het eindresultaat na te gaan.

In afwachting van de publicatie van de definitieve resultaten van deze prenormatieve studie en het voorstel voor toelaatbare tolerantiewaarden voor de verschillende kleuren, kan het meer systematische gebruik van testzones met representatieve afmetingen een eerste oplossing bieden voor deze problematiek.

M.-C. Van Eecke, ir., CoRI
E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Hout en coatings, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de
Technologische Dienstverleningen Suremat
en COM-MAT, met de financiële steun
van het Waalse Gewest.



2 en 3 | Observatieproef tussen twee geleverde platen die tegen elkaar geplaatst zijn onder een lichtbron D65 (natuurlijk licht) ter bepaling van de waarneembaarheid van kleurafwijkingen.

Kachels en inbouwhaarden met houtblokken of pellets kunnen de ruimte waarin ze opgesteld zijn rechtstreeks verwarmen door straling en convectie. Met het oog op hun goede werking is er echter wel een goed gedimensioneerde luchttoevoer en een aangepaste rookgasafvoer noodzakelijk teneinde de kwaliteit van de verbranding te waarborgen, de uitstoot van vervuilende stoffen te verminderen en de voortijdige vervuiling van de rookgaskanalen tegen te gaan.

Verbrandingsluchttoevoer voor plaatselijke verwarming met hout

Luchtdichtheid van de verbrandingskring

Plaatselijke-verwarmingstoestellen met hout kunnen geclassificeerd worden volgens de manier waarop ze de verbrandingslucht onttrekken. De verschillende toestellen en hun luchtdichtheidsniveau worden weergegeven in tabel B op de volgende pagina.

Het strekt tot aanbeveling om een toestel van het gesloten of luchtdichte type te installeren dat de verbrandingslucht door middel van een luchttoevoerkanaal rechtstreeks uit de buitenomgeving onttrekt. Dit toesteltype laat niet alleen toe om het risico op een interactie met ventilatiesystemen met mechanische afzuiging te beperken, maar verhindert tegelijkertijd ook de mogelijke terugslag van rookgassen naar de leefruimten. Gelet op het feit dat het luchtdichtheidsniveau van toestellen van het gesloten type ongekend is, kan men echter moeilijk hun werkelijke gedrag bij mechanische afzuiging voorspellen. Bovendien kan hun luchtdichtheidsniveau variëren naargelang van het model, in functie van

de gehanteerde technieken. De meeste gesloten toestellen die tegenwoordig op de markt verkrijgbaar zijn kunnen niet als luchtdicht beschouwd worden.

Dimensionering van de luchttoevoer

Wanneer de verbrandingslucht rechtstreeks uit de buitenomgeving onttrokken wordt door middel van een aan het toestel van het gesloten of luchtdichte type aangesloten luchttoevoerkanaal, moet de plaatsing ervan gebeuren volgens de aanbevelingen van de fabrikant, meer bepaald voorwat betreft het type, de minimale diameter, de maximale lengte en het maximaal toelaatbare aantal bochten.

De meeste huidige toestellen zijn van het open type en onttrekken de verbrandingslucht uit de opstellingsruimte. Deze laatste moet dan ook over een opening naar buiten toe beschikken die gedimensioneerd is in functie van het vermogen van het toestel. Hoewel dit vroeger soms wel gebeurde, mag er tegenwoordig in geen geval gerekend worden op de luchtinfiltraties door de gebouwschil om

een toereikend debiet te garanderen. De luchtdichtheid van recente gebouwen laat immers niet meertoe om de nodige debieten te verzekeren en die van bestaande gebouwen kan sterk verbeterd worden door latere renovatiewerken, zoals de vervanging van de ramen, het aanbrengen van een buitenisolatie of de verwezenlijking van de binnenafwerking.

De luchttoevoeropening van een toestel van het open type moet uitgevoerd worden in een buitenwand en dit, liefst zo dicht mogelijk bij de kachel of de inbouwhaard om tochtthinder te vermijden. Ze moet bovendien uitgerust worden met een rooster dat het binnendringen van kleine dieren verhindert. Om veiligheids- en gezondheidsredenen, strekt het tot aanbeveling dat deze opening niet-afsluitbaar is. Deze aanbeveling, die voortvloeit uit de keuze voor een toestel van het open type, heeft een voorzienbare impact op de luchtdichtheid van het gebouw en dient bijgevolg in rekening gebracht te worden bij het vastleggen van het gewenste luchtdichtheidsniveau.

In de praktijk bestaat een luchttoevoeropening uit een buitenrooster, uit een kanaal dat de buitenwand doorboort en eventueel uit een decoratief binnenrooster of een intern kanaal (bv. ingewerkt in de dekvloer) dat uitmondt in de nabijheid van de kachel of de inbouwhaard. Dit geheel

 Het gebruik van toestellen van het gesloten of luchtdichte type geniet de voorkeur.

A | Nominaal verbrandingsluchtdebiet in functie van het vermogen van het toestel

Nominaal vermogen [kW]	5	7,5	10	12,5	15
Nominaal verbrandingsluchtdebiet [m³/h]	20	30	40	50	60
Diameter van het rooster [mm] (voorbeeld 1)	125	125	150	160	200
Diameter van het rooster [mm] (voorbeeld 2)	115	145	145	190	190

B | De verschillende toestellen en hun luchtdichtheidsniveau

Beschrijving	Schema	Werkingsprincipe
Open haarden, waarbij de verbrandingsluchtoevoer op geen enkele manier gecontroleerd kan worden. Deze toestellen hebben een zwak energetisch rendement en worden in dit artikel niet verder besproken.		Open type (niet luchtdicht). De verbrandingslucht wordt onttrokken uit de opstellingsruimte.
Kachels en inbouwhaarden die uitgerust zijn met een bij een normale werking gesloten laaddeur. Sommige wanden kunnen opgebouwd zijn uit glazen elementen om de vlammen te kunnen zien. De verbrandingskamer is bovendien voorzien van een regelapparaat voor de luchttoevoer waarmee het mogelijk is om de werking van het toestel af te stellen.		Open type (niet luchtdicht). De verbrandingslucht wordt rechtstreeks onttrokken uit de opstellingsruimte.
		Gesloten type waarvan het luchtdichtheidsniveau ongekend is. De verbrandingslucht wordt onttrokken uit de buitenomgeving door middel van een luchttoevoerkanaal.
		Luchtdicht type: gesloten type waarvan de luchtdichtheid beproefd en aangetoond werd. De verbrandingslucht wordt onttrokken uit de buitenomgeving door middel van een luchttoevoerkanaal.

van onderdelen moet in staat zijn om het nominale verbrandingsluchtdébit, nodig voor een goede verbranding, bij een drukverschil van 3 Pa te laten passeren.

Om hun goede werking veilig te stellen, vereisen kachels of inbouwhaarden een luchtdébit van ongeveer 4 m³/h per kilowatt nuttig vermogen. Het luchtdébit dat nodig is in functie van het vermogen van het toestel wordt weergegeven in tabel A op de vorige pagina.

De meeste ventilatieroosterfabrikanten geven het débit (q) aan dat gerealiseerd kan worden bij een drukverschil van 2 Pa (q_{2Pa}). Het débit bij een drukverschil van 3 Pa (q_{3Pa}) ligt ongeveer 20 % hoger.

Tabel A vermeldt als voorbeeld eveneens de diameters van twee verschillende soorten roosters waarmee het juiste débit bekomen kan worden. We stellen vast dat deze in ontwerp verschillende roosters een andere afmeting hebben voor eenzelfde débit. In het kader van de twee besproken voorbeelden is er steeds een diameter van meer dan 115 mm vereist.

Besluit

Toestellen van het gesloten of luchtdichte type kunnen de verbrandingslucht door middel van een luchttoevoerkanaal rechtstreeks uit de buitenomgeving onttrekken, wat een meer aangepaste oplossing

vormt voor recente luchtdichte gebouwen. Voor toestellen van het open type is het aanbevolen om een niet-afsluitbare opening aan te wenden. In de meeste gevallen kan de opening enkel gedimensioneerd worden op basis van de door de buitenroosterfabrikant aangeleverde informatie. Indien de situatie complexer is (bv. wanneer het luchttoevoerkanaal veel bochten vertoont of een aanzienlijke lengte heeft), moeten de drukverliezen nauwkeuriger bepaald worden. In de lange versie van dit artikel wordt er hiervoor een rekentool voorgesteld.

X. Kuborn, ir., projectleider, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB



Vanaf 26 september 2015 zullen de Ecodesign- en energie-etiketteringsrichtlijnen, die we intussen reeds kennen van talloze andere producten zoals autobanden en ijskasten, eveneens van kracht worden voor toestellen voor de productie van sanitair warm water (SWW). Dit impliceert dat toestellen die niet aan deze richtlijnen voldoen vanaf dan niet meer verkocht mogen worden. In dit artikel gaan we dieper in op de veranderingen die deze richtlijnen teweegbrengen voor onze SWW-installaties.

Ecodesign en energie-etikettering voor SWW-productietoestellen

1 Europese richtlijnen

De Europese Ecodesignrichtlijn (2009/125/EG) werd in 2009 ingevoerd en heeft betrekking op het ecologische ontwerp van energiegerelateerde producten. De energie-etiketteringsrichtlijn (2010/30/EU) trad op zijn beurt in werking in 2010 en betreft de vermelding van het energieverbruik van dergelijke producten. Beide richtlijnen werden nadien nog aangevuld met Gedelegeerde Verordeningen – respectievelijk nr. 812/2013 en nr. 814/2013 – die de eisen voor onder meer warmwatertanks behandelen.

1.1 Ecodesign

Voor kleine tot middelgrote SWW-productietoestellen (dit zijn toestellen

met een nominale warmteafgifte tot 400 kW) verplicht de Ecodesignrichtlijn dat het productierendement bepaald moet worden aan de hand van een 24-urentest en dit, rekening houdend met het capaciteitsprofiel (van 3XS tot 4XL) waarvoor het toestel ontworpen is. Deze profielen zijn op hun beurt gelinkt aan de grootte van de sanitaire installatie. Zo worden in eengezinswoningen profielen gaande van S tot en met L gebruikt. Vanaf september 2015 zullen er per capaciteitsprofiel minimale rendementen opgelegd worden. De eisen hieromtrent zullen in 2017 en 2018 nog verstrengen (zie tabel).

Er zullen eveneens een aantal bijkomende eisen gesteld worden, zoals akoestische eisen voor warmtepompen die buiten opgesteld staan en eisen

met betrekking tot de NO_x-emissies. Voor opslagvaten tot 2000 liter zullen er vanaf 2017 eveneens maximale waarden opgelegd worden voor de warmhoudverliezen.

1.2 Energie-etikettering

Voor kleinere SWW-toestellen en warmwatertanks (tot 70 kW en 500 liter) die bestemd zijn voor toepassing in woningen, wordt er op basis van de Ecodesignresultaten een klasse van energetische efficiëntie – gaande van G (zeer energieverspillend) tot A+++ (zeer energiezuinig) – toegekend. Deze klasse wordt door middel van een verplicht op het toestel aan te brengen etiket aangegeven (zie voorbeelden in afbeelding 2).

Capaciteitsprofiel	Minimale rendementen		
	2015	2017	2018
3XS	22 %	32 %	–
XXS	23 %	32 %	–
XS	26 %	32 %	–
S	26 %	32 %	–
M	30 %	36 %	–
L	30 %	37 %	–
XL	30 %	37 %	–
XXL	32 %	37 %	60 %
3XL	32 %	37 %	64 %
4XL	32 %	38 %	64 %

Evolutie van de minimale rendementen per capaciteitsprofiel



1 | Proefopstelling voor het meten van de SWW-productierendementen volgens het Ecodesignprincipe



De energie-efficiëntieclassen A+ tot en met A+++ zijn enkel haalbaar voor duurzame toestellen of pakketten, zoals zonneboilers.

2 Recent onderzoek

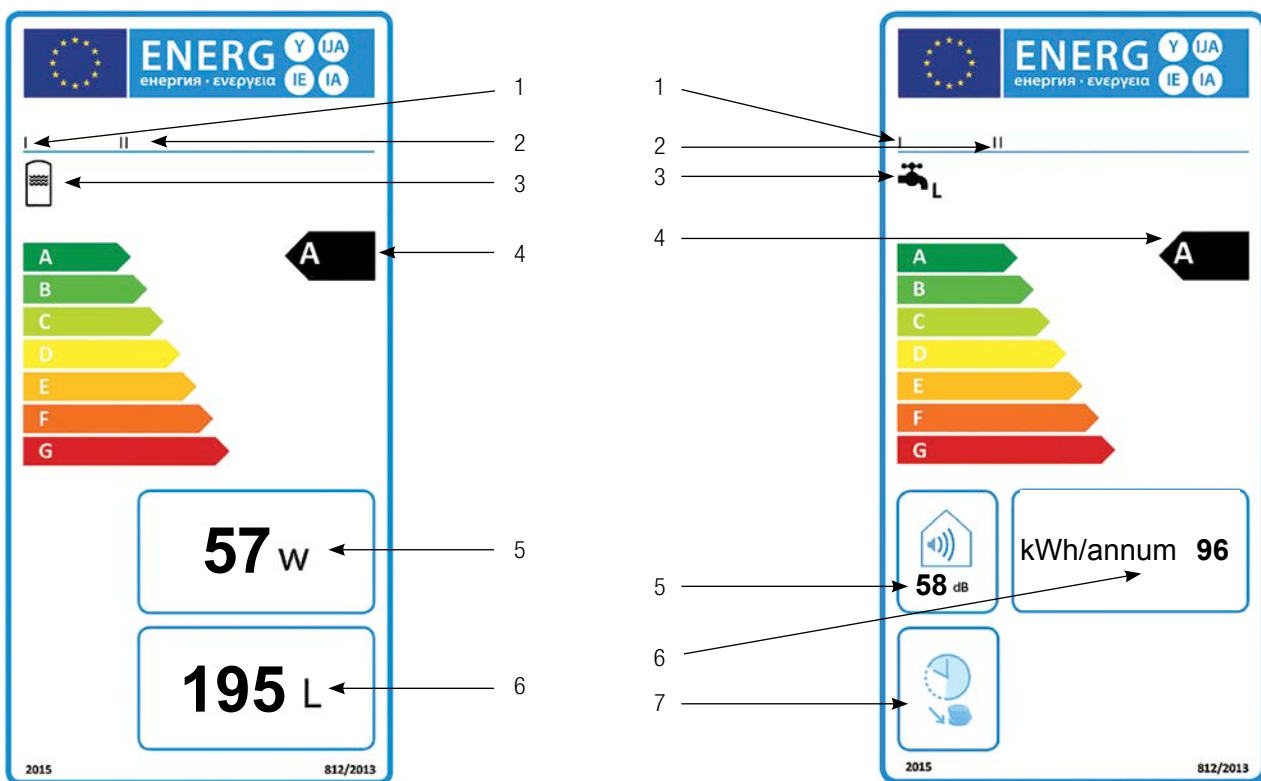
In het kader van het TETRA-project SSW (IWT120145, zie www.tetra-sww.be) werd er aan de Universiteit Antwerpen een proefopstelling ontwikkeld ter bepaling

van de SWW-productierendementen volgens het Ecodesignprincipe (zie afbeelding 1).

De rendementen die behaald werden met deze Ecodesigncapaciteitsprofielen werden vervolgens vergeleken met de rendementen die voortkwamen uit de capaciteitsprofielen die afgeleid werden uit een aantal recente WTCB-metingen. Uit deze vergelijking kwam naar voren dat de behaalde resultaten in grote mate

overeenkwamen. Het is hierbij echter wel van groot belang dat het toestel correct gedimensioneerd is, met andere woorden dat het aangepast is aan de omvang van de sanitaire installatie. Bij overgedimensioneerde toestellen worden de op het etiket aangegeven rendementen in de regel immers niet behaald.

B. Bleys, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Watertechnieken, WTCB



1. De naam van de leverancier of het handelsmerk
2. De typeaanduiding van het toestel
3. De wateropslagfunctie
4. De energie-efficiëntieklasse
5. Het warmhoudverlies (in Watt)
6. Het opslagvolume van de warmwatertank (in liter)

1. De naam van de leverancier of het handelsmerk
2. De typeaanduiding van het toestel
3. De waterverwarmingsfunctie, inclusief het opgegeven capaciteitsprofiel
4. De energie-efficiëntieklasse
5. Het geluidsvermogensniveau
6. Het jaarlijkse elektriciteitsverbruik (in kilowattuur)
7. Voor conventionele waterverwarmingstoestellen die uitsluitend in de daluren kunnen werken

2 | Voorbeelden van energie-etiquetten voor een warmwatertank (links) en een SWW-productietoestel (rechts)

Sanitaire installaties in gebouwen zijn vaak een bron van ongewenst lawaai. In dit artikel worden enkele eenvoudige ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen besproken die het lawaai in watertoevoerinstallaties kunnen beperken. In een aantal toekomstige artikelen zullen we dan weer dieper ingaan op waterafvoerinstallaties, leidingkokers en de trillingsontkoppeling van technische uitrustingen.

Richtlijnen ter beperking van het lawaai in watertoevoerinstallaties

Oorzaken

Lawaai in watertoevoerinstallaties wordt voornamelijk veroorzaakt door het optreden van turbulentie in de kranen (bv. van lavabo's, douches, baden en wc's) en in mindere mate ook in de leidingen ter hoogte van sectiewijzigingen, bochten of vertakkingen (zie [WTCB-Tijdschrift 1981/1](#)). Dit leidt tot drukvariaties in het water die de leidingen en de gebouwstructuur aan het trillen brengen. Hierdoor kan er geluid afgestraald worden naar aangrenzende of zelfs verder afgelegen ruimten. Ook een plotse onderbreking van de stroming (bv. door het dichtslaan van een automatische klep) kan schokgolven in de leidingen doen ontstaan. Dit fenomeen, dat in de regel gepaard gaat met een kort geluid, wordt aangeduid als waterslag (zie de [WTCB-Dossiers 2010/3.15](#)).

Ontwerprichtlijnen

De hinder, tweegebracht door voormelde turbulente stromingen, kan vermeden worden door de stromingssnelheid te verlagen: voor kelderverdiepingen en technische ruimten wordt er een waarde van 2 m/s vooropgesteld, voor verticale kokers van 1,5 m/s en voor bewoonde ruimten van 1 m/s (zie de [WTCB-Dossiers 2010/3.15](#)). Indien dit niet mogelijk zou blijken, kan men wel nog steeds zijn toevlucht nemen tot de hierna vermelde oplossingen.

Eerst en vooral moet de waterdruk aan de kranen zo laag mogelijk gehouden worden (maximaal 3 bar). Hierbij moet men er wel op toezien dat de minimale druk die vereist is voor de goede werking van de kranen bij piekverbruik niet overschreden wordt. Deze minimale

druk is afhankelijk van de aard van de kranen.

Daarnaast dient de voorkeur uit te gaan naar het gebruik van kranen van de akoestische klasse 1 (d.i. de stilste klasse volgens de norm NBN EN 817) en dient men sterke richtingsveranderingen in het leidingennetwerk te vermijden door bijvoorbeeld gebruik te maken van vloeiende bochten in plaats van kniestukken (reductie van ± 5 dB).

Verder willen we er nog op wijzen dat vernauwende fittingen (bv. bij perskopelingen in Alu-PEX) door het optreden van cavitatie aanleiding kunnen geven tot een extreme verhoging van het geproduceerde lawaainiveau, waardoor ze vanuit een akoestisch oogpunt te mijden zijn, tenzij de stromingssnelheden lager zijn dan 1 m/s.



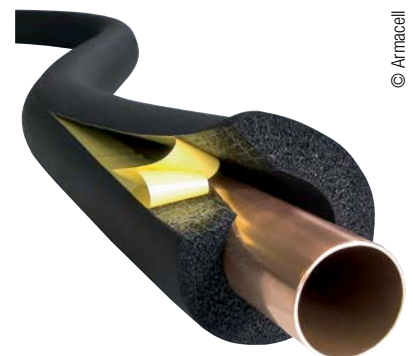
© Flamcogroup

1 | Montagebeugel met rubberen inlage



© KME

2 | Isolatiemantel uit zachte gekartelde kunststof



© Armacell

3 | Slang uit soepel isolatieschuim



4 | Bevestiging van kranen en leidingen in de spouw van een voorzetwand

Het optreden van waterslag kan dan weer vermeden worden door (zie de [WTCB-Dossiers 2010/3.15](#)):

- de leidinglengte van het tappunt tot aan de eerstvolgende vertakking te beperken
- de stromingssnelheid over deze lengte te verminderen (bv. door een grotere diameter voor deze aansluitleiding te kiezen)
- het gebruik van snelsluitende toestellen te vermijden (bv. automatische afsluiters, sommige ééngreepsmengkranen) en te opteren voor (relatief) traagsluitende alternatieven
- een correct gedimensioneerde en gemonteerde waterslagdemper nabij de kraan of de klep te plaatsen (bv. bij een wasmachine).

Tot slot strekt het tot aanbeveling om waterleidingen steeds aan zware wanden te bevestigen. Een fixatie aan woningscheidende wanden is daarentegen uit den boze om hinder bij de burens te vermijden.

Uitvoeringsrichtlijnen

Ook bij de uitvoering moeten er bepaalde richtlijnen gerespecteerd worden.

Zo is het vanuit akoestisch oogpunt minder aangewezen om de leidingen in de wanden in te werken. Een bevestiging aan de wand met behulp van beugels met een soepele inlage (zie afbeelding 1) geniet in deze context de voorkeur. In vergelijking met starre beugels zorgen dergelijke soepele beugels immers voor een reductie van 4 tot 7 dB bij massieve wanden.

Indien de leidingen toch in een massieve wand geïntegreerd worden, dient men ze van een aangepaste mantel te voorzien. Bij koperen leidingen volstaat hiervoor een fabrieksmatig aangebrachte kunststofmantel (reductie van ± 6 dB, zie afbeelding 2). Het gebruik van slangen uit een soepel isolatieschuim biedt echter nog een betere reductie (reductie van ± 13 dB, zie afbeelding 3). Het is bovendien van groot belang om bijzondere aandacht te besteden aan de vertakkingen, kniestukken en koppelingen. Deze moeten namelijk bijkomend omwikkeld worden met een soepel poreus materiaal, om te vermijden dat er na het in metselen of inpleisteren van de leiding contactbruggen zouden ontstaan tussen de leiding en de wand.

Een andere mogelijkheid bestaat erin om de leidingen te monteren in de spouw van een van de basiswand losgekoppelde voorzetwand. Deze techniek wordt vaak bij renovatiewerken toegepast. In dit geval strekt het tot aanbeveling om de eindstukken van de leidingen aan het stijlwerk van de voorzetwand te bevestigen (bv. door middel van montageplaten) en elk star contact met de basiswand te vermijden (zie afbeelding 4).

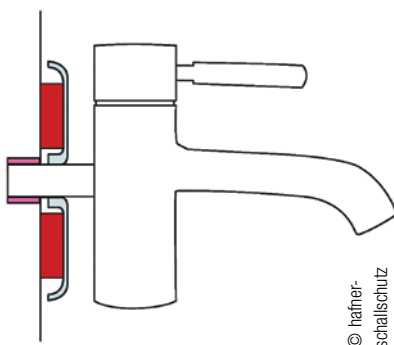
De leidingdoorvoeren door wanden of vloeren dienen op hun beurt omhuld te worden met een soepel materiaal (al dan niet met brandwerende eigenschappen, zie de [TV 254](#)), zodat er ook in dit geval geen star contact met de wanden of vloeren kan ontstaan.

Verder kan het aanbrengen van een flexibele slang tussen de leiding en de kraan leiden tot een vermindering van zo'n 4 dB bij massieve wanden, op voorwaarde dat de kraan en het sanitaire toestel waarop deze gemonteerd is trillingsontkoppeld worden van de rest van de bouwkundige constructie (zie afbeeldingen 5 en 6).

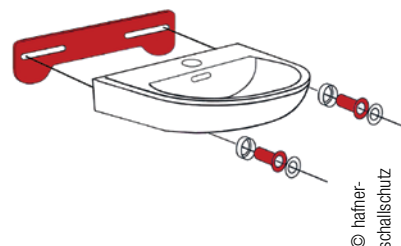
Tot slot is het belangrijk om voldoende expansiemogelijkheden in ingewerkte metalen warmtapwaterleidingen te voorzien om het tikken van de leiding door thermische uitzetting te vermijden.

L. De Geetere, dr. ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Akoestiek, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverleningen 'Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door InnovIRIS, en COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables', met de financiële steun van het Waalse Gewest.



5 | Trillingsontkoppelde bevestiging van een kraan



6 | Trillingsontkoppelde bevestiging van een wastafel

Om de winstgevendheid van zijn projecten te garanderen, moet de aannemer een goed inzicht hebben in de kosten die ze met zich meebrengen. Een regelmatige nacalculatie of kostenbewaking is hierbij van essentieel belang.

Nacalculatie van de projectkosten

In tegenstelling tot de boekhoudkundige opvolging van de kosten en de opbrengsten, gebeurt de nacalculatie tijdens de uitvoering van de werken. Dit geeft de aannemer de mogelijkheid om, wanneer hij verschillen tussen de in de offertefase gebudgetteerde en de werkelijke werfkosten vaststelt, het project tijdig bij te sturen door de werforganisatie aan te passen of te opteren voor een andere werkmethode. Bovendien stelt deze methode de aannemer in staat om de oorzaken van deze verschillen (prijsstijgingen, onjuiste inschatting van de rendementen ...) op eenvoudige wijze te achterhalen.

Hoe kosten nacalculeren?

Om te komen tot een goede nacalculatie, dient men alle kosten – dat wil zeggen zowel de directe als de indirecte kosten – in rekening te brengen.

Nacalculatie van de directe kosten

Voor de nacalculatie van de directe kosten (de materiaalkosten, de arbeidskosten, de machinekosten en de onderaannemingskosten) worden de in de offertefase gebudgetteerde kosten vergeleken met de werkelijk in de uitvoeringsfase gemaakte kosten. De registratie van onder andere de gepresteerde uren en het verbruik worden manueel of digitaal verwerkt en geanalyseerd. Teneinde een vlotte informatiedoorstroom te bewerkstelligen, is er een aangepaste werkmethode nodig en dient men te kunnen steunen op een goede wederzijdse communicatie. Voor een overzicht van de bouwsoftwaretoepassingen die hierbij gebruikt kunnen worden, verwijzen we naar de software databank van het WTCB (www.wtcb.be/go/techcomsoft).

Uitvoormelde registraties kan eenvoudig afgeleid worden in hoeverre de werke-

lijke kosten afwijken van de geraamde kosten, in welke posten van het project deze afwijkingen zich voordoen en wat hiervan de belangrijkste oorzaken zijn. Doorgaans gaat het om:

- een afwijking van de rendementen (bv. verkeerde inschatting van de rendementen, slechte weersomstandigheden, wijziging van de uitvoeringsmethode ...)
- een afwijking van de producthoeveelheden (bv. foutieve opmeting, meerwerken op vraag van de klant ...)
- een afwijking van de prijzen (bv. wijziging van de materiaalprijzen, loonindexatie ...).

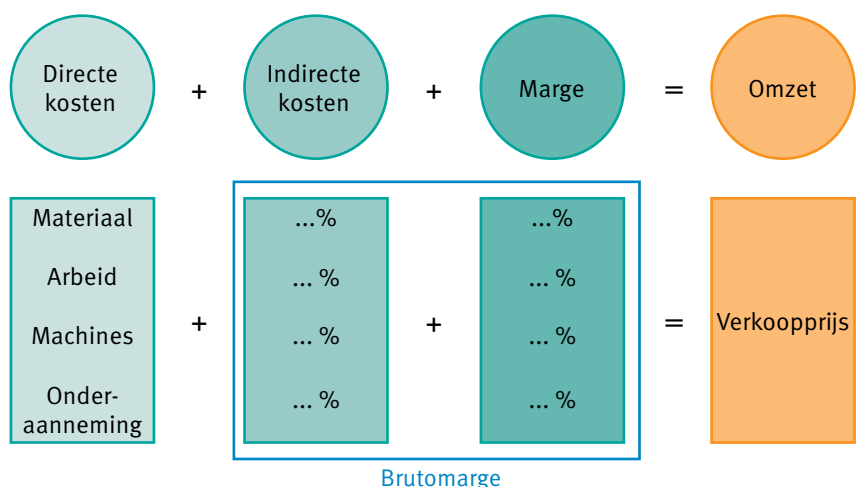
De opvolging van de werkelijke directe kosten heeft als oogmerk om na te gaan of de vooropgestelde brutomarge (verkoopprijs – gebudgetteerde directe kosten) in de lijn ligt van de werkelijke brutomarge (werkelijk te factureren bedrag – werkelijke directe kosten). De brutomarge wordt gedefinieerd als het verschil tussen de verkoopprijs en de directe kosten (zie onderstaande afbeelding).

Nacalculatie van de indirecte kosten

Bij de nacalculatie dient men eveneens de indirecte kosten in aanmerking te nemen. Deze kunnen immers een aanzienlijk percentage van het totale omzetcijfer van het bouwbedrijf uitmaken. Gelet op het feit dat de indirecte kosten niet rechtstreeks toegewezen kunnen worden aan de projecten (zie de [WTCB-Dossiers 2014/4.16](#)), moet de opvolging ervan op periodieke basis (bv. op kwartaal- of maandbasis) gebeuren. Door de gebudgetteerde indirecte kosten aan de werkelijke indirecte kosten te toetsen, kan de aannemer namelijk een beter zicht krijgen op de toeslagpercentages die hij in zijn offertes dient te gebruiken.

T. Vissers, ing., adviseur, afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken, WTCB

Voor meer informatie hieromtrent kan u terecht bij de adviseurs van de afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken van het WTCB (gebe@bbri.be of 02/716 42 11).



Samenstelling van de verkoopprijs

WTCB-Publicaties

WTCB-Dossiers

- 2015/2.19** Milieu-impact van platte daken
- 2015/2.16** Nieuwe regels voor luchtdichtheidstesten in gebouwen
- 2015/2.11** Plaatsing van dunne XL- en XXL-tegels
- 2015/2.5** Gietasfalt op parkeerdaken: opgedane kennis en ervaring van de werkgroep
- 2014/4.5** ETICS op houtskeletbouw

Infofiches

- Nr. 72.2** Onderschoeien van bestaande funderingen door middel van beschoeide sleuven
- Nr. 72.1** Ondermetselen van bestaande funderingen

Opleiding

9 september 2015 Kwaliteitskadervoor erkenning van luchtdichtheidsmeters - Deel 1 te Brussel

Infosessies 3D-sturing

Zie artikel '3D-machinesturing voor de werf van de toekomst' op pagina 6.

- 20 en 27 oktober 2015 te Gits
- 17 en 24 november 2015 te Herentals
- 19 en 26 januari 2016 te Zottegem

Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

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

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

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/655.79.74) 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, B-1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

www.wtcb.be

Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan vijftig jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met het lidgeld van 85.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

Een industrietak zonder innovatie is als cement zonder water. Het WTCB heeft er daarom voor gekozen om zijn onderzoeksactiviteiten zo nauw mogelijk te laten aansluiten bij de noden van de sector. De Technische Comités die de WTCB-onderzoeken sturen, zijn samengesteld uit bouwprofessionelen (aannemers en experts) die dagelijks op het terrein staan.

Met de hulp van verschillende officiële instanties stimuleert het WTCB bedrijven om steeds verder te innoveren. De begeleiding die we aanbieden, is afgestemd op de actuele maatschappelijke uitdagingen en van toepassing op diverse domeinen.

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

Op vraag van overheden of privébedrijven werkt het WTCB ook mee aan diverse ontwikkelingsprojecten (contractresearch). Zo is het Centrum niet alleen nauw betrokken bij de activiteiten van de nationale (NBN), Europese (CEN) en internationale (ISO) normalisatie-instituten, maar ook bij instanties zoals de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUTgb). Al deze projecten geven ons meer inzicht in de bouwsector, waardoor we sneller kunnen inspelen op de noden van de verschillende bouwberoepen.

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut de weg van de informatica. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatiereeksen of bouwnormen terugvindt.

Goede informatieverspreiding kan echter niet enkel elektronisch. Een persoonlijk contact is vaak nog steeds de beste aanpak. Jaarlijks organiseert het Centrum ongeveer 650 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 26.000 verstrekte adviezen per jaar.

MAATSCHAPPELIJKE ZETEL

Lombardstraat 42, B-1000 Brussel
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

KANTOREN

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

- technisch advies – publicaties
- beheer – kwaliteit – informatietechnieken
- ontwikkeling – valorisatie
- technische goedkeuringen – normalisatie

PROEFSTATION

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

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

DEMONSTRATIE- EN INFORMATIECENTRUM

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

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

BRUSSELS MEETING CENTRE

Poincarélaan 79, B-1060 Brussel
tel. 02/529 81 29