



wtcb.be
Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Contact

EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF

2018/3



**Duurzaamheid
van beton**
p6-7

Mozaïeken
p14-15

**Water-
besparende wc's**
p20-21

**Bouw-
industrialisatie**
p28-29



Shutterstock

Inhoud

2018/3

Digital Construction Brussels: take 2! 3



Scheurvorming in gebouwen door
het krimpen of zwellen van plastische gronden 4



Betonconstructies ontwerpen op levensduur 6



Pannendaken: aandacht voor de kielgoten 8



De waterdichte aansluiting van
beglaasde balustrades op platte daken 10



ETICS op houtskeletbouw:
aansluiting aan de muurvoet 12



Mozaïeken: specialistenwerk in klein formaat 14

In de kijker 16



Hulpstoffen voor cementgebonden dekvloeren
en hun impact op de droogtijd 18



Ontwerp en dimensionering van de
afvoer van waterbesparende wc's 20



Lawaai van mechanische ventilatiesystemen:
studie van een concreet geval 22



Warmtegeleidbaarheid en
markering van isolatiematerialen 24



Scheidingswanden uit akoestisch
verbeterde gipsplaten en profielen 26



Van BIM naar bouwindustrialisatie 28



Opticost: naar een optimalisatie
van de bouwkosten (deel 2) 30

Digital Construction

Brussels: take 2!

Op **24 en 25 oktober** zal de tweede editie plaatsvinden van het salon dat volledig in het teken staat van de digitale oplossingen voor de bouwsector. De **Confederatie Bouw en het WTCB** hebben opnieuw alles uit de kast gehaald om een brede waaier aan digitale oplossingen voor te stellen die de dagelijkse opdrachten van de bouwbedrijven kunnen vergemakkelijken. Naast de talrijke **stands** waar de fabrikanten hun oplossingen in een gezellige sfeer voorstellen, zullen er op dit evenement ook verschillende **presentaties** gegeven worden en **workshops** doorgaan die de bouwprofessionelen in staat moeten stellen om een beter beeld te krijgen van de opportuniteiten die de digitale revolutie in petto heeft, zoals:

- ERP en mobiele toepassingen
- e-facturatie en e-procurement (onlineprocedures voor openbare aanbestedingen)
- voorstelling van BIM en de BIM-processen
- drones en 3D-scanning.

Verder zullen er ook **twee demonstratieruimten** ingericht worden waar alle mogelijkheden die drones, virtual en augmented reality, 3D-scanning en 3D-printing te bieden hebben, uit de doeken gedaan worden.

Het is geen geheim: de bouwsector evolueert voortdurend. Hiervoor is er echter nood aan een betere organisatie en een actievere samenwerking tussen de verschillende bouwberoepen en moet men kunnen anticiperen op problemen die zich op de bouwplaats kunnen voordoen. De digitale oplossingen kunnen hierbij goed van pas komen. Mis dit uitzonderlijke evenement dus niet en kom ontdekken wat de digitalisering allemaal voor u kan doen. Het salon **Digital Construction Brussels** gaat door in **Tour & Taxis in Brussel**. Voor meer praktische informatie over dit evenement kunt u terecht op de website www.digitalconstructionbrussels.be.



**DIGITAL
CONSTRUCTION
Brussels**

Plastische gronden (in het bijzonder kleigronden) bezitten de eigenschap om te gaan zwellen of krimpen bij een wijzigend watergehalte. Deze bewegingen leiden regelmatig tot scheurvorming in ondiep gefundeerde constructies. Wat zijn de oorzaken van dit verschijnsel? Welke voorzorgen kan men treffen om het te vermijden en welke maatregelen kan men nemen om het gebouw te stabiliseren met het oog op een herstelling van de schade? Dit artikel tracht een antwoord te bieden op deze vragen.

Scheurvorming in gebouwen door het krimpen of zwellen van plastische gronden

1 Volumeveranderingen in kleigronden

Een variatie in het watergehalte van kleigronden brengt volumeveranderingen met zich mee. Zo zal er bij een **afnemend watergehalte een krimpbeving** ontstaan en bij een **stijgend watergehalte een zwelbeweging**. Dergelijke volumeveranderingen kunnen bij zeer plastische gronden aanleiding geven tot verticale bewegingen die kunnen oplopen tot wel 10 % van de dikte van de beschouwde grondlaag.

De krimp- of zwellingsgevoeligheid van kleigronden kan afgeleid worden uit de **plasticiteitsindex**: hoe hoger deze index, hoe gevoeliger de grondsoort. Zo zijn tertiaire kleien, zoals de Formaties van Boom en Kortrijk, zeer gevoelig voor volumeveranderingen. De kaart in nevenstaande afbeelding toont de plaatsen in België waar er op geringe diepte onder het maaiveld tertiaire kleien kunnen voorkomen. De kans dat deze volumeveranderingen zich voordoen in meer recent afgezette (quartaire) kleien of leemgronden is kleiner, maar niet uitgesloten.

Wanneer de volumeveranderingen optreden in de lagen onder de funderingsaanzet, kunnen ze leiden tot aanzienlijke differentiële zettingen van het gebouw, met scheurvorming tot gevolg. Ook het **funderingstype** speelt hierbij een belangrijke rol. Zo zijn klassieke

strookfunderingen zettingsgevoeliger dan een algemene funderingsplaat.

2 Oorzaken van de scheurvorming

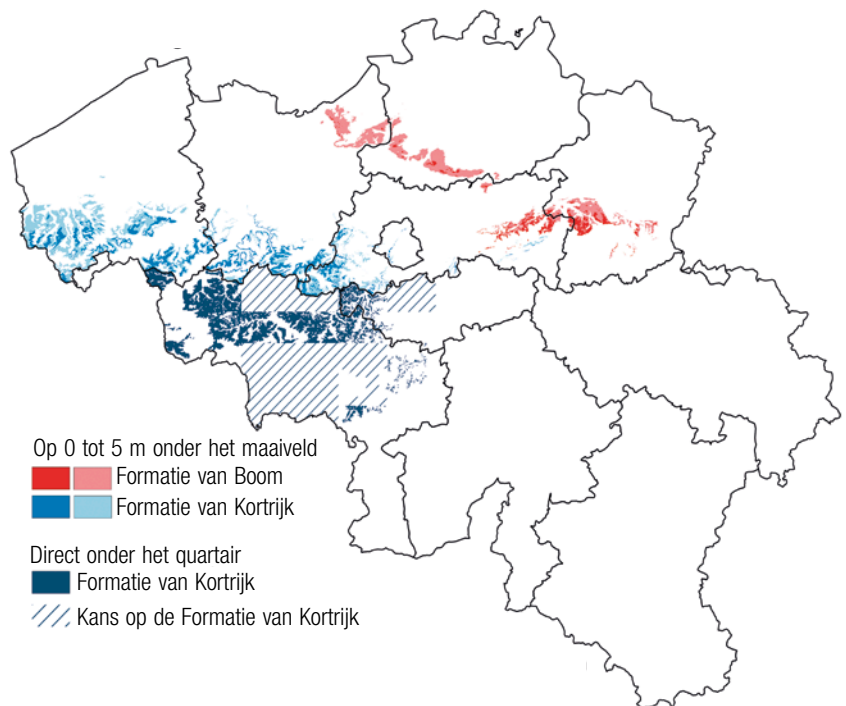
2.1 Invloed van seizoenschommelingen

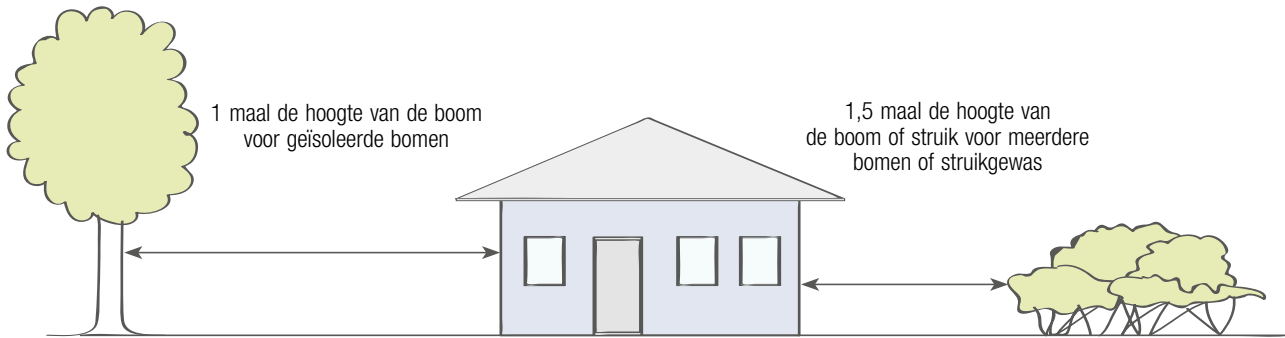
Doordat de bovenste grondlagen in de zomer uitdrogen en in de winter

opnieuw bevochtigd worden, kan het watergehalte van de grond variëren tot op een diepte van ongeveer 1,5 meter. Op grotere dieptes is het watergehalte nagenoeg constant.

Een langdurige droogte kan leiden tot een verschillend watergehalte in de grond aan de omtrek en onder het centrale deel van het gebouw. Dit heeft op zijn beurt een **differentiële krimpbeving** van de grond tot gevolg die scheur-

1 | Plaatsen in België waar er op geringe diepte tertiaire plastische klei van de Formaties van Boom en Kortrijk kan voorkomen (bronnen: G3Dv2 DOV en SPW-DGARNE).





2 | Te voorziene minimale afstand tussen de bomen en het gebouw.

vorming in het gebouw kan veroorzaken wanneer de funderingen op minder dan 1,5 meter diepte aangebracht zijn.

2.2 Invloed van vegetatie

De nabijheid van bomen kan vooral in de zomer voor een belangrijke bijkomende uitdroging van de grond zorgen. Het snoeien of rooien van bomen kan dan weer een belangrijke herbevochtiging en dus zwelling van de grond met zich meebrengen. De invloed van een boom op het watergehalte van de grond reikt tot een afstand van 1 tot 1,5 maal de hoogte van de boom en tot 5 meter onder het maaiveld. Deze invloed kan meerdere jaren na het snoeien of rooien van de bomen voelbaar zijn.

Wanneer er slechts aan één zijde van het gebouw bomen staan, kunnen er differentiële zettingen ontstaan die scheuren in het gebouw kunnen veroorzaken. Dit probleem treedt echter vaak pas jaren na de bouw op, wanneer de bomen een zekere hoogte bereikt hebben.

3 | Voorzorgsmaatregelen

Om eventuele schade te vermijden, moet men bij het ontwerp en ook bij de latere aanplanting van bomen een aantal voorzorgen nemen.

In eerste instantie dient men bij elk project een eenvoudig **grondonderzoek** (sonderingen) uit te voeren. Hiervoor verwijzen we naar de richtlijnen uit de norm NBN EN 1997-2 en de 'Standaardprocedures voor grondonderzoek – Algemene bepalingen' van de Belgische Groepering voor Grondmechanica en Geotechniek (BGGG). Indien blijkt dat de bodem klei- of leemgrond bevat en de

fundering van het gebouw in deze lagen aangezet wordt, dan is een uitgebreider grondonderzoek aangewezen om het krimp- of zwellingsrisico in te schatten. Men dient ook na te gaan of er op het terrein recent bomen geveld werden.

Verder moet men er in de mate van het mogelijke voor zorgen dat de **fundering van het gebouw overal op dezelfde diepte aangezet wordt**.

Wat de aanzet van funderingen op staal in zeer plastische gronden zoals klei of leem betreft, is het bovendien aangeraden om een **diepte van minstens 1,5 meter** in acht te nemen.

Tot slot moet men **voldoende afstand voorzien tussen de bomen en het gebouw** (minstens 1 tot 1,5 maal de hoogte van de boom, zie afbeelding 2). Wanneer deze afstand niet gerespecteerd kan worden, valt het aan te raden om de funderingsaanzet te verdiepen of een ander funderingsconcept toe te passen (putfunderingen of palen).

4 | Maatregelen ter stabilisatie van het gebouw

Wanneer het gebouw schade opgelopen heeft door de volumeveranderingen in de grond, moet men het in eerste instantie trachten te stabiliseren. Dit kan door:

- de oorzaak van de veranderingen in het watergehalte van de grond aan te pakken
- de fundering te verdiepen tot een stabielere grondlaag.

In het eerste geval kan men ervoor opteren om de **bomen te snoeien** in de winter, waarbij men erop rekent dat een gedeelte van de wortels zal afsterven. Bij sommige boomsoorten (bv. populie-

ren of kerselaars) zal de kruin hierdoor echter sneller teruggroeien en zullen de wortels ook niet afsterven. Soms is het zelfs aangewezen om de **bomen te rooien**. Er kan dan wel schade ontstaan aan aanpalende gebouwen doordat de grond opnieuw gaat zwellen.

Een andere oplossing kan erin bestaan om de **wortels te snoeien en een barrière aan te brengen** zodat ze niet meer in de richting van het gebouw kunnen groeien. Bij bestaande bomen is dit evenwel moeilijker realiseerbaar en kan men bovendien de stabiliteit van de boom in het gedrang brengen.

Ook een **kunstmatige bevochtiging** is geen doeltreffende oplossing. Door de lage doorlatendheid van de klei zal het water de diepere grondlagen waar de boom het water aan onttrekt, immers niet kunnen bevochtigen. Deze oplossing vraagt bovendien om grote waterhoeveelheden, waardoor ze ecologisch minder verantwoord is.

Wanneer het snoeien of rooien van de bomen geen oplossing biedt, moet men de **fundering verdiepen**. Dit kan bijvoorbeeld door een ondermetseling (zie **Infocfiche 72.1**), een onderschoeiing door middel van beschoeide sleuven (zie **Infocfiche 72.2**) of door het aanbrengen van micropalen of jetgroutkolommen onder de bestaande fundering. Dergelijke ingrepen vereisen een grondige en gespecialiseerde studie van onder meer de toestand van het gebouw, de grondkarakteristieken en de toepasbaarheid van de techniek. |

A. Van der Auwera, ing., adviseur, afdeling Technisch advies, WTCB
N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB





De effectieve levensduur van betonconstructies is vaak moeilijk in te schatten. Soms wordt er reeds schade aan constructies vastgesteld voordat ze hun verwachte levensduur bereikt hebben. Daarom werd er binnen het DurOBet-project een kwantitatieve en probabilistische methode uitgewerkt om de duurzaamheid van betonconstructies in België nauwkeurig te kunnen beoordelen.

Betonconstructies ontwerpen op levensduur

Huidige regels

Bij het ontwerp volgens de Eurocode 2 (NBN EN 1992-1-1 ANB) wordt er een **minimale betondekking** opgelegd (d.i. de afstand tussen het wapeningsoppervlak en het dichtstbijzijnde betonoppervlak), naargelang van de omgeving waarin de constructie zich zal bevinden. De omgevingsklasse wordt vervolgens doorgegeven aan de betoncentrale, die het beton volgens **strikte samenstellingseisen** (onder andere een maximale water-cementfactor en een minimaal cementgehalte) vervaardigt overeenkomstig de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001. Indien al deze eisen gerespecteerd worden, zou een standaard ontwerplevensduur van 50 jaar behaald moeten kunnen worden. Voor een ontwerplevensduur van 100 jaar moet de betondekking met 10 mm verhoogd worden. Hoewel de aldus ontworpen en uitgevoerde constructies meestal wel een voldoende lange levensduur behalen, is de effectieve levensduur onzeker. Deze kan korter, maar ook veel langer zijn dan de verwachte 50 jaar.

Voormelde eisen zijn gebaseerd op proeven en ervaring en hebben dus **geen diepgaande wetenschappelijke basis**. Het cementtype wordt bijvoorbeeld maar beperkt in rekening gebracht, ook al is het bekend dat dit een grote invloed heeft op de duurzaamheid van het beton. Ook de omgevingen worden slechts summier omschreven.

De huidige regels maken het voor de ontwerper en de betoncentrale **onmogelijk**

DurOBet-project

Het DurOBet-project 'Duurzaam Ontwerpen van Beton: chloride-indringing en carbonatatie' kwam tot stand in het kader van een TETRA-project, met de steun van het Agentschap Innoveren en Ondernemen en in samenwerking met de KULeuven, Odisee en de universiteit van Gent. De resultaten van het project werden gepubliceerd in een eindverslag 'DurOBet: Duurzaam Ontwerpen van beton'. Voor meer informatie over dit project kunt u terecht op de website www.wtcb.be/go/projects.

om optimalisaties uit te voeren in het ontwerp en/of de betonsamenstelling.

Zo is de ontwerper, zelfs in het geval van een constructie uit ultrahogesterktebeton, waarvan men weet dat het duurzamer is, gebonden aan de eis voor de minimale betondekking. De betoncentrale dient op haar beurt de samenstellingseisen uit de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001 te respecteren, ook al is ze in staat om een alternatieve betonsamenstelling te leveren (bv. met een lager cementgehalte en een ander bindmiddel) met een voor de gespecificeerde omgevingsklasse gelijkwaardige of betere duurzaamheid.

Prestatiegerichte benadering

Daar waar de Eurocode 2 geen alternatieven toestaat voor de betondekking, laten de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001 voor de betonsamenstelling wel een prestatiegerichte benadering toe, waarbij de duurzaamheidseisen

uitgedrukt worden in de vorm van **prestatiegebonden parameters**. In België ontbreekt hiervoor echter een toepasingskader.

Door gebruik te maken van **rekenmodellen** kunnen de belastingen, die op de constructie inwerken (bv. de carbonatatie van het beton of de indringing van chloriden (*)), berekend worden. Wanneer deze groter worden dan de weerstand van de constructie (bv. de betondekking of het kritische chloridegehalte), 'faalt' de constructie en is het einde van haar levensduur bereikt.

In de FIB-Bulletins 34 en 76 (uitgegeven door de *Fédération Internationale du Béton*) worden rekenmodellen voorgere-

(*) Zie de *WTCB-Dossiers 2007/3.2* en *2008/4.12* voor meer informatie hieromtrent.



steld voor de carbonatatie van beton en de indringing van chloriden. **Deze modellen werden in het kader van het DurOBet-project verder verfijnd en uitgebreid naar de Belgische context.** Ze werden opgesteld op basis van een groot aantal proeven en bevatten tal van factoren die statistisch benaderd worden, waaronder de prestatiegebonden betonparameters zoals de schijnbare chloridemigratiecoëfficiënt D_{RCM} (te bepalen volgens de NT Build 492) en de carbonatatiecoëfficiënt k_{NAC} (te bepalen volgens de norm NBN EN 13295).

Met deze rekenmodellen kan men, in functie van onder meer de omgeving en de prestatiegebonden betonparameters, voor om het even welke ouderdom en met een bepaalde waarschijnlijkheid de carbonatatie diepte of het chloridegehalte op een bepaalde diepte in het beton berekenen. Rekening houdend met de gewenste levensduur kan men aan de hand van deze berekeningen ook de te hanteren minimale betondekking bepalen. Omgekeerd kan men voor een bepaalde vastgelegde betondekking tevens de grenswaarden voor de prestatiegebonden betonparameters berekenen om een bepaalde levensduur te behalen.

Doordat er eisen opgelegd worden aan de prestaties van het beton en niet

Er werd een Belgische prestatiegerichte methode uitgewerkt voor een duurzaam betonontwerp.

langer aan de betonsamenstelling, kan de betoncentralen zelf een formulering voorstellen die aan deze parameters voldoet.

Besluit

Binnen het huidige normenkader hebben de ontwerper van een betonconstructie en de betonleverancier slechts beperkte mogelijkheden om het ontwerp en de betonsamenstelling te optimaliseren op het vlak van de duurzaamheid. Ze zijn immers gebonden aan regels die vooral berusten op ervaring en die niet toelaten om de effectieve levensduur in te schatten.

Tijdens het DurOBet-project werd er een prestatiegerichte methode uitgewerkt met als doel om de levensduur van Belgische betonconstructies nauwkeuriger te kunnen voorspellen. Op basis van geijkte modellen en randvoorwaarden

zoals de betondekking is het mogelijk om de minimale prestaties te berekenen waaraan een beton zou moeten voldoen en kunnen betonconstructies ontworpen worden die met een gekende waarschijnlijkheid een gekozen levensduur zullen bereiken. |

B. Dooms, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Betontechnologie, WTCB
G. Deschutter, prof. dr. ir., gewoon hoogleraar en R. Caspeele, prof. dr. ir., docent, Labo Magnel voor Betononderzoek, UGent
P. Minne, ing, hoofdlector, faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen, Technologiecluster Bouw, KU Leuven
B. Craeye, dr. ir., docent, Faculteit Toegepaste Ingenieurswetenschappen, EMIB, UAntwerpen en lector, departement IW&T, DUBiT, Odisee Hogeschool



De kielgoot is de inspringende hoek die gevormd wordt door de snijlijn van twee dakschilden. Het is een delicaat detail omdat het regenwater er samenvloeit, terwijl de dakbedekking en het onderdak er onderbroken zijn. Het risico op infiltraties wordt op deze plaats nog vergroot doordat de helling er kleiner is (zo'n 25 %) dan op de aangrenzende dakschilden. Dit artikel bespreekt de aandachtspunten die bij de uitvoering van open kielgoten (niet bedekt met pannen) in aanmerking genomen moeten worden.

Pannendaken: aandacht voor de kielgoten

Bij het ontwerp en de uitvoering van de kielgoten moeten er twee afdichtingen voorzien worden:

- een **onderste afdichting**, ter hoogte van de kielgootbodem
- een **bovenste afdichting**, aansluitend op de dakbedekking.

Uitvoering van de onderste afdichting

We beginnen met de beschrijving van de onderste afdichting, omdat deze bij de uitvoering van het dak als eerste gerealiseerd moet worden.

Deze afdichting is van cruciaal belang, omdat ze in zekere zin dienstdoet als **noodafdichting** wanneer de bovenste afdichting tekortschiet.

De kielgootbodem moet op een ononderbroken ondergrond geplaatst worden, ongeacht het materiaal waarmee hij bekleed is (soepele afdichting of gevormd element uit kunststof). Deze ondergrond bestaat meestal uit een vochtbestendige **bebording** (zie ❶ in afbeelding 1). Bij sarkingdaken kunnen de isolatieplaten eventueel dienstdoen als ondergrond.

Vervolgens moet het stijve of soepele **onderdak** (zie ❷) op de aangrenzende dakschilden aangebracht worden. Dit onderdak moet dan op zijn plaats gehouden worden door de **tengellatten** (zie ❸), die ver genoeg van de kielgoot afgesneden moeten worden, opdat het

water ongehinderd zou kunnen wegstromen. Om de continuïteit van de onderste afdichting te verzekeren, moet men erop toezien dat het onderdak de bekleding van de kielgootbodem over minstens 150 tot 200 mm overlapt.

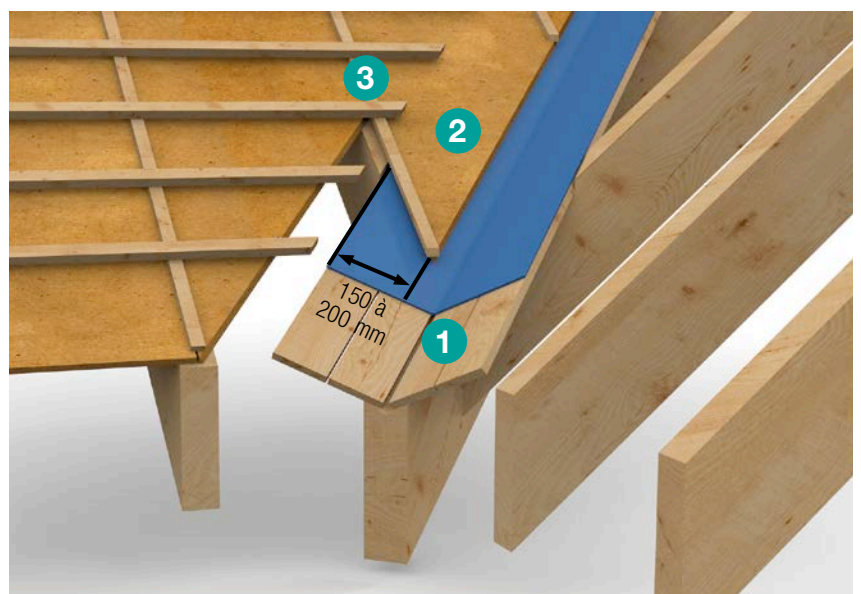
Uitvoering van de bovenste afdichting

De kielgoten worden meestal opengelaten, wat leidt tot een duidelijke onderbreking in het dakbedekkingsmateriaal. De waterdichtheid moet dan ook verzekerd worden door een **kielgootbekken**

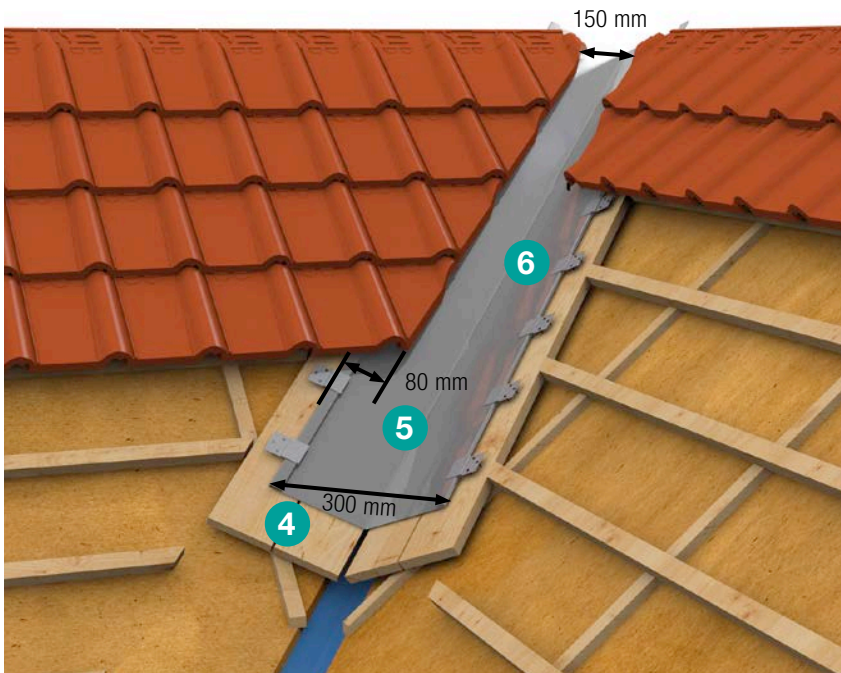
dat doorgaans opgebouwd is uit metaal (zink, koper, aluminium of roestvast staal), maar soms ook uit kunststof.

Dit bekken moet eveneens op een ononderbroken ondergrond geplaatst worden:

- ofwel **op een tweede bebording die op de tengellatten aangebracht wordt** (langs de onderzijde geventileerde kielgoten; zie ❹ in afbeelding 2):
 - **bij een metalen kielgoot** is dit bekken vaak opgebouwd uit 425 mm brede stukken waarvan de uiteinden over ongeveer 20 mm omgeplooid worden om waterinfiltratie door



1 | Stap 1: uitvoering van de onderste afdichting van een langs de onderzijde geventileerde kielgoot.



2 | Stap 2: uitvoering van de bovenste afdichting van een langs de onderzijde geventileerde kielgoot.

3 | De pannen moeten gezaagd worden, hun bovenhoek moet afgesneden worden en ze moeten op de bebording bevestigd worden.

opstuwung te vermijden (zie 5). Deze stukken moeten elkaar over minstens 60 mm overlappen en moeten een beperkte lengte hebben om hun vrije uitzetting te vrijwaren. Om de bevestiging op de bebording te verzekeren, moeten er in de omplooiing klampen aangebracht worden (zie 6). De bebording moet bovendien dunner zijn dan de latten om een overdikte ter hoogte van de klampen te vermijden

– bij een kunststof kielgoot bestaat het bekken vaak uit één stuk, voorzien van zijprofielen die vermijden dat het water over de rand heen zou lopen en die de bevestiging op de bebording mogelijk maken

- ofwel **rechtstreeks op de bebording of de platen van de kielgootbodem** waarop voorafgaandelijk de onderste afdichting aangebracht werd (verzonken kielgoten):

– de zijranden van het bekken moeten begrensd worden door een panlat (d.i. een smalle lat met een vierkante doorsnede) die op de uiteinden van de tengellatten en evenwijdig met de kielgootlijn genageld wordt. De randen van het bekken moeten langs de panlat naar boven omgeplooid worden om te vermijden dat het regenwater zijdelings zou wegstromen

– aangezien het kielgootbekken niet geventileerd is, moet de dakbedekker een compatibele bekleding aanwenden.

Ongeacht het geval moet de nuttige breedte van het bekken bepaald worden in functie van de helling en de oppervlakte van de aangrenzende dakschilden. Ze bedraagt minstens 2 x 150 mm.

De oplossing met de langs de onderzijde geventileerde, niet-verzonken kielgoot is de meest voorkomende. Zij vergemakkelijkt immers de aansluiting op de goot of op andere onderdelen van het dakschild (bv. kielgoten van dakkapellen waarvan het water sowieso op de dakpannen van het hoofddakschild terecht komt).

Afwerking

De pannen naast de kielgoot moeten evenwijdig met de kielgootlijn gezaagd worden. Ze moeten zo geplaatst worden dat ze de kielgoot aan weerszijden over minstens 80 mm bedekken (gemeten loodrecht op de kielgootlijn).

Pannen waarvan de neus afgezaagd is, moeten met roestvaste of koperen haken, nagels of draad op de bebording of de aangrenzende pannen bevestigd

worden. Stukken die kleiner zijn dan een halve pan kunnen vóór de plaatsing eventueel op de aangrenzende pannen verlijmd worden. Het eindresultaat moet rechtlijnig zijn. Men dient er bovendien op toe te zien dat de bovenhoek van de elementen die de kielgoot bedekken, afgesneden wordt om te vermijden dat het afgevoerde water langs de bovenrand zou afstromen en de ondergrond zou gaan bevochtigen.

Wanneer de dakpannen sterk gewelfd zijn, is het aangeraden om een raster of een kam aan te brengen om bladeren, insecten of vogels tegen te houden. Tot slot willen we erop wijzen dat de overblijvende nuttige breedte ongeveer 150 mm moet bedragen om de opstapeling van bladeren te vermijden en de reiniging van de kielgoot mogelijk te maken. |

D. Langendries, ir., senior projectleider, afdeling Gebouwschil, schrijnwerk en materialen, WTCB

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

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening 'Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en Innoviris.



Bij de plaatsing van beglaasde balustrades op de dakopstanden van platte daken wordt de dakafdichting doorgaans doorboord. Deze doorboring wordt dan afgedicht met een kit of met bevestigingen met een dichtingsring. We stellen echter vast dat een dergelijke afdichting door de werking van de balustrade na verloop van tijd aanleiding kan geven tot vochtproblemen. In dit artikel worden er oplossingen aangereikt om deze problemen te vermijden (*).

De waterdichte aansluiting van beglaasde balustrades op platte daken

Een bouwknop met tal van eisen

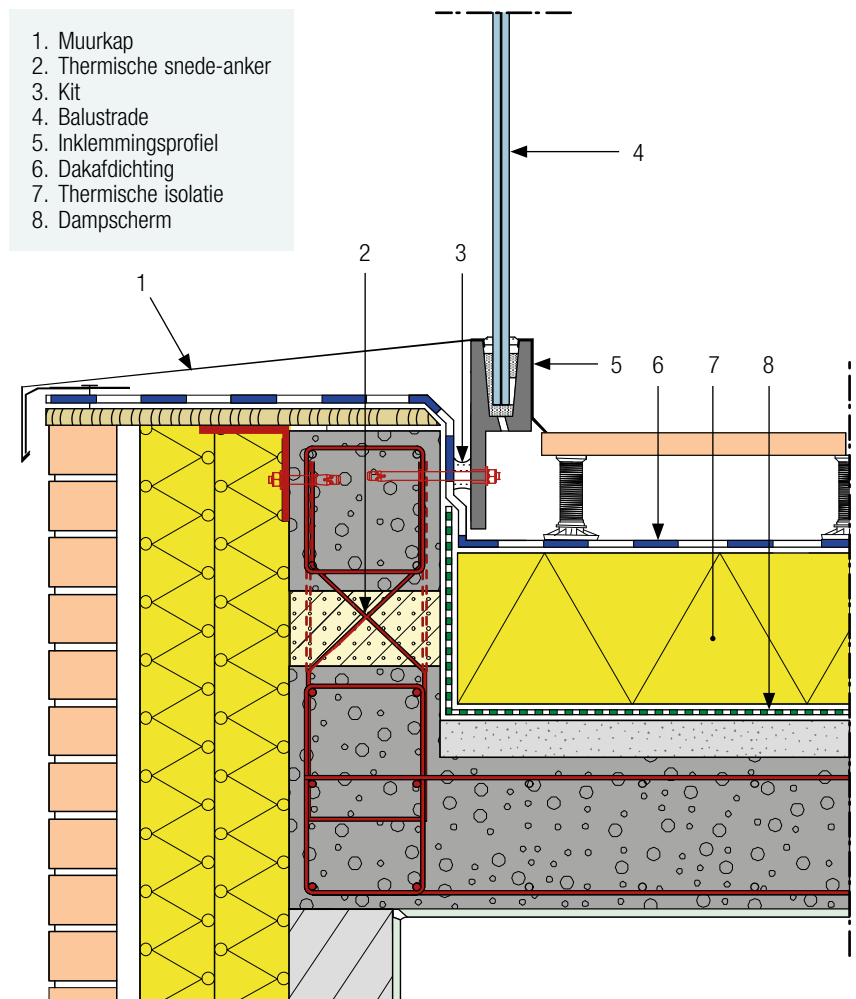
Naast het voorkomen van vochtproblemen door de gemaakte doorboringen goed af te dichten, moet men **vermijden dat de dakafdichting omzeild kan worden**. Hiertoe dient de opstand van de dakafdichting overal minstens 15 cm hoger te komen dan het niveau van het afgewerkte dakvlak (zie TV 244). Bij een terrasafwerking met open voegen, zoals tegels op tegel dragers of houten terrassen, wordt deze afstand gemeten vanaf de afdichting en moet de opstand van deze afdichting minstens 5 cm hoger komen dan de vloerafwerking.

We onderscheiden twee types van balustrades:

- balustrades met stijlen
- balustrades met continue inklemingsprofielen die om de 20 à 30 cm bevestigd worden.

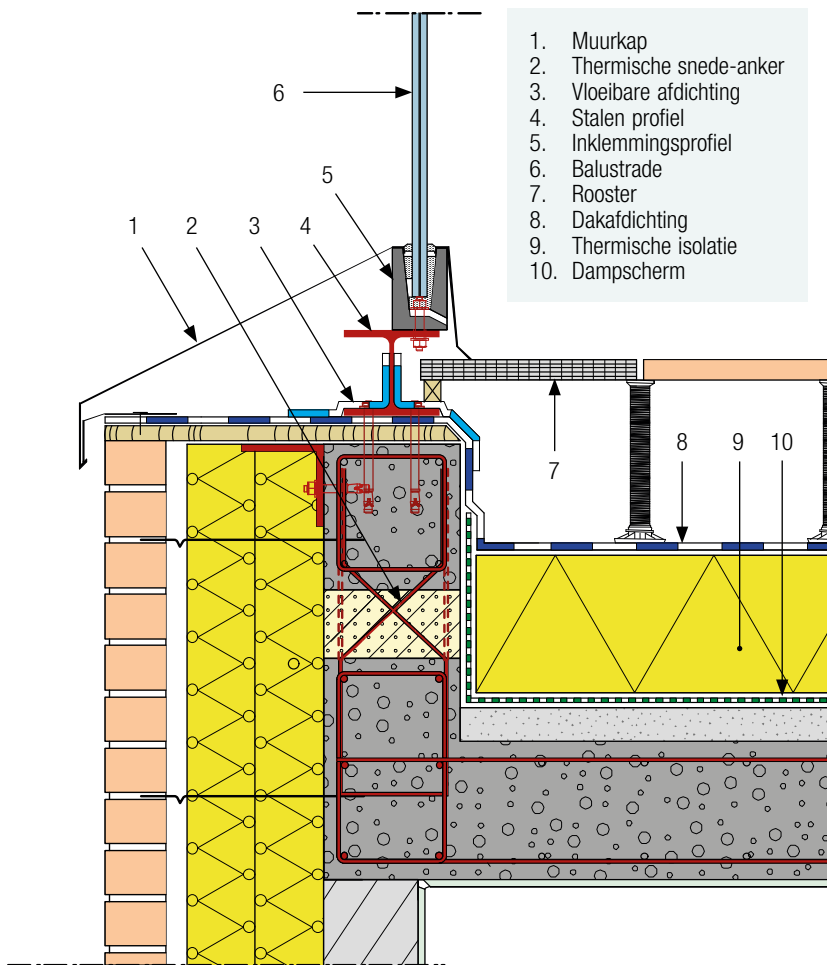
Een balustrade dient te weerstaan aan de **statische en dynamische belastingen** die vermeld staan in de norm NBN B 03-004. Dit impliceert dat ze in een dragende structuur, zoals beton, of in metalen profielen bevestigd moet worden.

Voornamelijk bij beglaasde balustrades met inklemingsprofielen is de **vlakheid van de ondergrond** van belang om de profielen correct te kunnen uitlijnen. Men dient er eveneens op toe te zien dat



1 | Zijdelingse bevestiging van de balustrade met doorboring van de afdichting.

(*) De in dit artikel vermelde principes zijn eveneens van toepassing op niet-beglaasde balustrades.



2 | Bevestiging van de balustrade bovenop de dakopstand met inklemmingsprofielen.

de **drainering van de inklemmingsprofielen** niet belemmerd wordt.

Een balustrade dient eveneens te beantwoorden aan de eisen uit voormelde norm met betrekking tot de **minimale beschermingshoogte**.

Ook de **continuïteit van de thermische isolatie** van de dakopstand moet verzekerd worden om koudebruggen te vermijden.

Vermits er verschillende bouwprofessionelen (ruwbouwaannemer, afdichter en glaswerker) betrokken zijn bij de realisatie van deze detaillering, moet men rekening houden met de **fasering van de werken**.

Van ideale naar alternatieve oplossingen

De **ideale detaillering** is deze waarbij de dakafdichting niet doorboord moet worden, bijvoorbeeld door de balustrade tegen de buitenkant van de dakopstanden te bevestigen.

Wanneer de dakafdichting toch doorboord moet worden, gebeurt deze doorboring bij voorkeur in een **verticaal vlak** (zie afbeelding 1). Het inklemmingsprofiel moet dan tot tegen de dakzijde van de dakopstand bevestigd worden. De doorboring moet op haar beurt afgedicht worden met behulp van een aan de dakafdichting aangepaste kit en vervolgens door een profiel of muurkap

van rechtstreekse neerslag afgeschermd worden.

Wanneer men de balustrade **bovenop de dakopstand** aanbrengt (zie afbeelding 2), wordt de afdichting in een horizontaal vlak doorboord.

Voor de twee voormelde types van balustrades is er in de **TV 264** een detaillering voorzien waarbij er voor de waterdichtheid van de doorboringen op de kit gerekend wordt. De waterdichte aansluiting zou echter evenzeer met behulp van een **vloeibare afdichting** gerealiseerd kunnen worden.

Om na te gaan of de vloeibare afdichting geschikt is voor de waterdichte verbinding met de dakafdichting en de stijlen of de stalen profielen van de balustrade (verenigbaarheid, eventuele noodzaak van een primer, overlappingslengte), dient men de nodige inlichtingen in te winnen bij de fabrikant van de vloeibare afdichting.

Bepaalde fabrikanten bieden ook **geprefabriceerde oplossingen** aan om deze aansluiting te verwezenlijken, waarbij er in de mate van het mogelijke met voormelde eisen rekening gehouden wordt.

Wanneer de **inklemmingsprofielen bovenop de dakopstand** geplaatst worden, dient men er rekening mee te houden dat deze profielen en de dakafdichting zichtbaar blijven, tenzij men ze met behulp van een bekleding of een afdekkap afschermt. De opstand van de dakafdichting dient immers steeds hoger te komen dan de terrasafwerking. Zoals in de **TV 244** toegelicht wordt, zou men deze opstand kunnen reduceren wanneer er tegen de dakopstanden een voldoende open structuur, zoals een rooster, voorzien wordt om een vlotte waterafvoer te waarborgen. De terrasafwerking dient niettemin steeds onder het niveau van de opstand van de dakafdichting te blijven. |

*E. Mahieu, ing., afdelingshoofd, afdeling Interface en consultancy, WTCB
F. Caluwaerts, ing., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Technisch advies, WTCB
V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Dak- en gevelelementen, WTCB*

De ideale detaillering is deze waarbij de dakafdichting niet doorboord moet worden.



Via de WTCB-Mail (zie www.wtcb.be) blijft u op de hoogte van de verschijning van de lange versie van dit artikel: WTCB-Dossiers 2018/3.5

Bepleveringen op buitenisolatie (ETICS) worden al sinds een aantal jaren gebruikt als afwerkingstechniek voor houtskeletbouw. We willen eraan herinneren dat de duurzaamheid van de eentrapsdichting die door een ETICS tot stand gebracht wordt, afhankelijk is van een goed ontwerp, de correcte uitvoering van de detailleringen, een doordachte keuze van de samenstellende wandonderdelen en een periodiek onderhoud (vooral van de soepele voegen). Dit artikel bespreekt enkele essentiële punten bij de uitvoering van de muurvoet.

ETICS op houtskeletbouw: aansluiting aan de muurvoet

In België bestaan er vooralsnog **geen technische goedkeuringen (ATG)** voor de toepassing van ETICS op houtskeletbouw wanden. Bijgevolg moet men zijn toevlucht nemen tot de aanbevelingen uit de **TV 257** en de **WTCB-Dossiers 2014/4.5** waarin onder meer het hygrothermische ontwerp van de wand, de materiaalkeuze en de eisen voor de dragende wand aan bod komen.

De laatste jaren heeft het WTCB **tal van schadegevallen aan muurvoeten** vastgesteld (vergroening, schimmelontwikkeling ...; zie afbeelding 1). Aangezien een houten structuur gevoeliger is voor vocht dan een traditionele massieve structuur, moet men vochtbestendige materialen aanwenden om belangrijke schade te voorkomen. Het constructiehout moet behandeld worden tegen insecten en/of schimmels, afhankelijk van de gebruiksklasse (zie de **WTCB-Dossiers 2013/1.4**).

Men dient eveneens bijzondere aandacht te besteden aan **het ontwerp en de uitvoering van de muurvoet**. Aangezien houten wanden niet onder het niveau van de afgewerkte buitenvloer uitgevoerd mogen worden, moet de nivelleringsregel volgens de technische specificaties STS 23-1 minstens 20 cm boven het grondniveau geplaatst worden. Wanneer er een ETICS toegepast wordt, is het aangeraden om deze

regel minstens 30 cm boven de grond te plaatsen en rondom het gebouw een zone met grind te voorzien die minstens 30 cm breed is (zie nrs. 4 en 9 in afbeelding 2). Hierdoor kan men het risico op opspattend water tegen de gevel beperken, de afwatering van het oppervlaktewater bevorderen, plantengroei op afstand houden en de kans op schokken ten gevolge van werkzaamheden in de tuin vermijden.

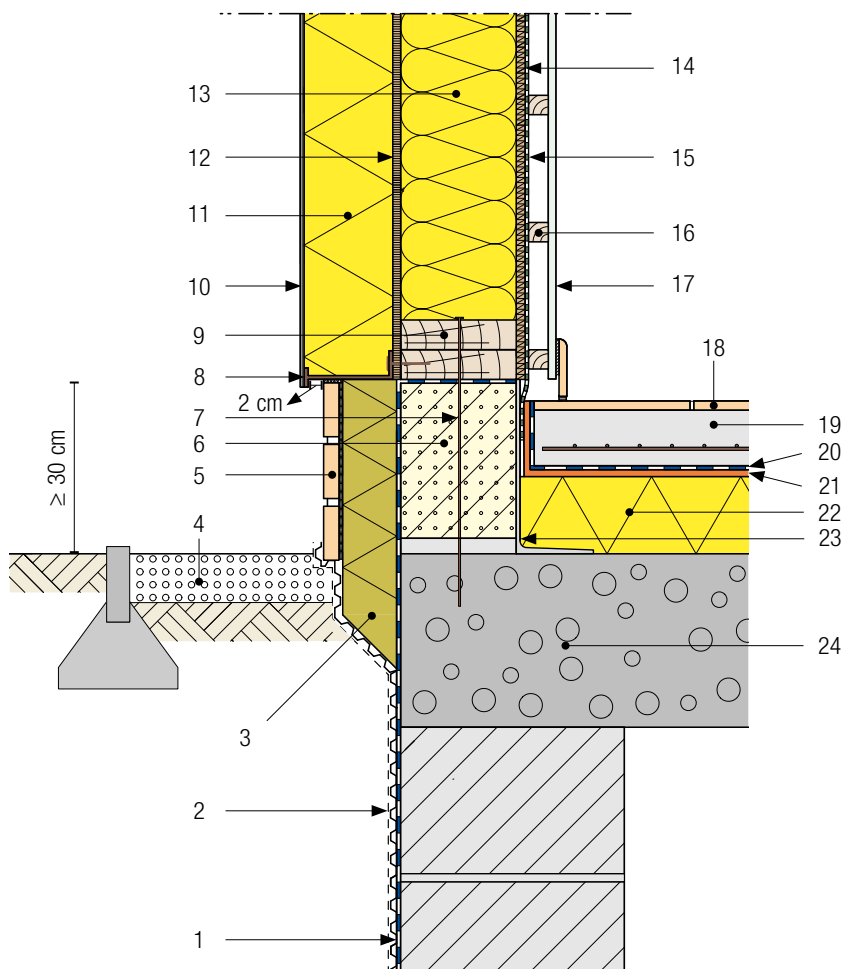
Omwille van uitvoeringsredenen (meer bepaald de bevestiging van het startprofiel – zie nr. 8 – op de nivelleringsregel) is het **belangrijk om voormelde afstand van 30 cm eveneens aan te houden tussen de afgewerkte buitenvloer en het startprofiel**. Hierdoor zal bovendien het risico op scheurvorming in de bepleistering verkleinen. Hiertoe wordt de nivelleringsregel doorgaans op thermisch isolerende bouwblokken geplaatst.



1 | Analyse van de beschadigingen aan de muurvoet.



1. Waterscherm
2. Noppenfolie
3. Vochtbestendige sokkelisolatie
4. Grind (drainage)
5. Steenstrip
6. Isolierend bouwblok
7. Mechanische bevestiging (verankering)
8. Startprofiel
9. Nivelleringsregel
10. Bepleistering (ETICS)
11. Isolatieplaat (ETICS)
12. Draagplaat van het ETICS
13. Isolatie van het houtskelet
14. Windverband
15. Damp- en luchtscherm
16. Latwerk (leidingspouw)
17. Afwerkingsplaat
18. Vloerbedekking
19. Dekvloer
20. Eventueel membraan
21. Eventuele akoestische isolatie
22. Thermische isolatie van de vloer
23. Luchtscherm
24. Draagvloer



2 | Ontwerp van de aansluiting van het ETICS aan de muurvoet van een houtskeletbouw.

Om de muurvoet te beschermen tegen opstijgend vocht, moet er onder de nivelleringsregel een **waterscherm** aangebracht worden (zie nr. 1). Dit bestaat doorgaans uit een 2 tot 3 mm dik bitumineus membraan of uit een membraan uit polyethyleen, polypropyleen of EPDM. Dit waterscherm moet breder zijn dan de nivelleringsregel om de waterdichtheid aan de buitenzijde van de wand te kunnen verzekeren en, indien nodig, de lucht- en waterdampdichtheid aan de binnenzijde te kunnen garanderen.

Voor de sokkel is het aangeraden om een **isolerende plint te plaatsen die opgebouwd is uit een schok- en vochtbestendig materiaal** (bv. geëxtrudeerd polystyreen of XPS) en om als afwerking een harde bekleding aan te wenden, zoals natuursteen of steenstrips (zie nr. 5).

De verbinding tussen het ETICS en de isolerende plint moet verzekerd worden door een **startprofiel** (zie nr. 8) en moet zo uitgevoerd worden dat:

- de continuïteit van de isolatielagen gewaarborgd is
- het water niet kan infiltreren ter hoogte van de verbinding
- het zichtbare vlak van de bepleistering van het ETICS ongeveer 2 cm uitspringt ten opzichte van de plint.

Het startprofiel kan ofwel mechanisch bevestigd worden aan de nivelleringsregel, ofwel tussen de sokkelisolatie en de eerste isolatielaag van het ETICS aangebracht worden. Het moet ook voorzien zijn van een druiplijst. De verbinding tussen het profiel en de sokkelisolatie moet afgedicht worden door middel van een zwelband. |

Aangezien een houten structuur gevoelig is voor vocht, moet men geschikte materialen aanwenden.

*M. Lignian, ing., hoofdadviseur,
afdeling Technisch advies, WTCB*



Mozaïeken winnen alsmaar meer aan populariteit. Het plaatsen van mozaïektegels vraagt evenwel om een specifieke werkwijze waarbij er bijzondere aandacht besteed moet worden aan de ondergrond en de uitvoering. In dit artikel komt u te weten hoe de ondergrond voorbereid moet worden en welke regels men moet respecteren bij de eigenlijke plaatsing van de tegels.

Mozaïeken: specialistenwerk in klein formaat

1 Soorten mozaïektegels

Bij gebrek aan een specifieke productnorm voor mozaïektegels, verstaat men in dit artikel onder deze term tegels met een **maximaal oppervlak van 49 cm²**.

Daar waar de afzonderlijke mozaïektegeltjes vroeger één voor één geplaatst werden, zijn ze vandaag de dag **verkrijgbaar op vel**. Dit vel kan bestaan uit een netje uit kunststof of een kunststofverbinding op de achterzijde van de tegel, dan wel uit een papier- of kunststofvel op de zichtzijde ervan. De afmetingen van deze vellen bedragen doorgaans 30 op 30 cm of 30 op 60 cm.

De tegeltjes zijn beschikbaar in verschillende **materialen** met elk een brede waaier aan kleuren, schakeringen en afwerkingen (zie afbeelding 1):

- glas: glaspasta, kristalmozaïek of tegels met goudinleg
- keramiek: volkeramische tegeltjes en zelliges (d.z. handgemaakte Marokkaanse tegeltjes uit geëmailleerde gebakken aarde)
- email
- natuursteen (ook keien)
- metaal
- schelpen
- paarlemoer.

Naast in verschillende materialen, komen de mozaïektegeltjes ook voor in uiteenlopende **vormen**:

- scherven op net of afzonderlijke scherven voor een onregelmatige plaatsing (*opus incertum*)
- drie-, vier- of veelhoeken
- ronde tegels

- keien die eventueel afgevlakt worden
- pauwenstaarten
- ...

De **dikte** van de mozaïektegeltjes bedraagt doorgaans zo'n 2 mm voor paarlemoer, 4 mm voor glas en 5 tot 10 mm voor natuursteen en keramiek.

Fresco's of tekeningen worden vaak aangeleverd op rol of tapijt, waarbij de fabrikant ook een legplan voorziet.

2 Voorbereidende werken

De materialen moeten op een **droge plaats** opgeslagen worden en beschermd worden tegen regen en vocht. Het vocht

uit de omgeving (bv. regen, dauw, verdampend water van plassen) kan er immers voor zorgen dat het papieren vel of het netje uit kunststof loskomt van de tegels.

In principe kunnen mozaïeken op alle **ondergronden** geplaatst worden. Deze ondergronden moeten echter wel aan strenge eisen voldoen om te komen tot een kwaliteitsvolle betegeling. Daarom moet op voorhand nauwkeurig beschreven worden aan welke vereisten de ondergrond precies moet beantwoorden, welke voorbereidende werken hiervoor nodig zijn en wie ze moet realiseren.

Indien de gewenste afwerkingsgraad niet vastgelegd wordt in de contractuele



Gérard Mahaux

1 | Er bestaat een grote verscheidenheid aan mozaïektegels.



bepalingen, gaat men uit van een normale afwerkingsgraad. Deze is echter onvoldoende voor bekledingen met mozaïektegels.

2.1 Verbeteren van de vlakheid

Omwille van de zeer kleine afmetingen van de mozaïektegeltjes en van de buigzaamheid van het net of het papier, zullen afwijkingen in de vlakheid van de ondergrond duidelijk zichtbaar zijn in de betegeling. De dunne lijmlaag onder de tegeltjes maakt het doorgaans evenmin mogelijk om deze afwijkingen op te vangen.

Vlakheidsafwijkingen zullen bij mozaïekwerken vooral **op esthetisch vlak** voor ongemakken zorgen. Zo kunnen ze bij scheerlicht of tegenlicht zeer sterk in het oog springen.

De vlakheid van een **dekvloer** voor mozaïek moet voldoen aan de strengste uitvoeringseis (zie **TV 189**), meer bepaald maximum 3 mm onder de lat van 2 m.

Indien de ondergrond uit een **beples-tering** bestaat, moet deze uitgevoerd worden volgens de speciale afwerkingsgraad S1.1 (zie **TV 201** en **TV 227**) om het aantal onregelmatigheden te beperken.

Bij een ondergrond met een ontoereikende vlakheid moet er een **egalisatielaag** aangebracht worden om de afwijkingen te verkleinen of weg te werken. Hierbij moet men er echter wel op toezien dat de lijm, de egalisatielaag en de ondergrond verenigbaar zijn.

2.2 Uniformiseren van kleur

Bij **mozaïeken met een zekere transparantie** hebben de kleuren van de ondergrond, het plaatsingsmateriaal en het voegmateriaal een zeer grote invloed op het uiteindelijke uitzicht van de afgewerkte betegeling. Daarom moeten de bouwheer en de aannemer hierbij een weldoordachte materiaalkeuze maken.

Het is belangrijk om de kleurverschillen in de ondergrond weg te werken, vooral wanneer de mozaïekwerken op verschillende aanliggende ondergronden uitgevoerd worden.

2 | Plaatsing van mozaïektegels.



Gérard Mahaux

Afwijkingen in de vlakheid van de ondergrond zullen duidelijk zichtbaar zijn in de betegeling.

Voor het **opvoegen van tekeningen** moet men opteren voor een transparant voegproduct zodat het kleurpatroon van de tegels volledig tot zijn recht kan komen.

2.3 Aanbrengen van een waterdichting

In natte ruimten moet er onder de mozaïekbetegeling een waterdichting voorzien worden. In wellnessruimten, zoals hamams, moet de opbouw van de wanden en de vloeren grondig bestudeerd worden, gelet op het mogelijke risico op damptransport.

3 | Uitvoering van de mozaïek

De **keuze van het plaatsingsmateriaal** is afhankelijk van het materiaal van de mozaïeken. Doorgaans wordt er geopteerd voor een tegelijm.

Het plaatsingsmateriaal mag **niet te dik** aangebracht worden. Bij het indrukken van het mozaïekvel zal de overtollige lijm immers tussen de tegels naar boven

komen, wat het opvoegen bemoeilijkt en voor een kleurverschil kan zorgen. Bijgevolg moet de lijmkam aangepast worden aan de dikte van de mozaïektegeltjes (vaak een getande lijmkam van 3 of 4 mm).

Bij het plaatsens van de vellen moet men **bijzonder minutieus** te werk gaan. Zo moet de afstand tussen twee mozaïekvellen gelijk zijn aan de breedte van de voegen tussen de afzonderlijke tegeltjes om de verbinding tussen de aangrenzende vellen te verbergen. Zolang het plaatsingsmateriaal niet verhard is, kunnen er nog kleine correcties doorgevoerd worden.

De plaatsing van mozaïeken vraagt tot slot om **specifiek gereedschap**, zoals een aangepaste lijmkam (zie hierboven), een tang, een haakse slijper met diamantschijf, een klein truweel en een vlakke (rubberen) spaan. |

T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB

IN DE KIJKER

Nieuwe aanvullingen op de WTCB-website

Ontdek de pagina 'Diensten'...

De nieuwe WTCB-website werd begin 2018 gelanceerd en wordt regelmatig aangevuld. Zo is de rubriek 'Diensten' volledig vernieuwd. Deze pagina is bereikbaar door op de onthaalpagina (www.wtcb.be) op de link '**Ontdek in deze video de talloze diensten die wij u aanbieden**' te klikken of door in uw zoekmotor bijvoorbeeld 'WTCB-diensten' in te geven.

Op deze pagina vindt u een **korte beschrijving van al onze diensten** op het gebied van technische bijstand, de laboratoria, de hulp die wij aan de bouwprofessionelen verlenen op het vlak van normalisatie en innovatieondersteuning en nog veel meer. Houdt u niet van lezen? Geen probleem, een filmpje toont u alles wat u moet weten.

The screenshot shows the 'Diensten' (Services) page on the WTCB website. The page features a navigation bar with the WTCB logo, contact information, account options, search, and share buttons. Below the navigation bar, there is a search bar and a 'Diensten' dropdown menu. The main content area is titled 'Diensten' and contains several service cards:

- Beheer, ICT, BIM**: Digitale ondersteuning en toepassingen voor uw bouwbedrijf.
- Bibliotheek**: Breng een bezoek aan onze bibliotheek en bekijk de meer dan 100.000 artikels, boeken en tijdschriften.
- Bouwproducten (TechCom)**: Vraag hulp in uw zoektocht naar geschikte bouwproducten aan onze Dienst Bouwproducten.
- WTCB.be 2018**: A video thumbnail showing a film strip with the text 'WTCB.be 2018' and 'YouTube'.
- Laboratoria**: Onze laboratoria voeren proeven uit in alle domeinen van de bouwsector.
- Normalisatie**: U kan bij ons terecht met uw vragen over bouwnormen.
- Publicaties »**: Neem contact op met de dienst voor de verkoop van WTCB-publicaties.
- Technische bijstand**: Onze ingenieurs beantwoorden elke dag vragen van bouwprofessionelen.

The screenshot shows the website for 'Laboratorium Betontechnologie' on the WTCB platform. The header includes the WTCB logo and navigation links for 'Contacteer ons', 'Account', 'Zoek', and 'Deel'. Below the header, there are dropdown menus for 'Diensten', 'Laboratoria', 'Betontechnologie', and 'Maak uw keuze'. The main content area features the title 'Laboratorium Betontechnologie' followed by a paragraph describing its activities, a second paragraph detailing its equipment and accreditation, and a third paragraph mentioning its contribution to the sector. A video player is embedded, showing a title card for 'LABO-BE Betontechnologie'. To the right, there is a 'Contacteer ons' sidebar with contact information for Julie Piérand and Bram Doms, a phone number, and buttons for 'Vraag proef aan' and 'Proefstation'. Below this is a 'Nuttige links' section and a small image of a concrete specimen.

... en de vernieuwde pagina 'Laboratoria'

De **rubriek 'Laboratoria'** werd bovendien in een nieuw jasje gestoken. Ze is bondiger geworden en richt zich vooral op de praktische aspecten. Op deze pagina worden **onze 20 door BELAC geaccrediteerde laboratoria** beschreven, die alle bouwgerelateerde aspecten omvatten. Bepaalde laboratoria worden eveneens voorgesteld in een filmpje, zoals het laboratorium 'Betontechnologie'. Via de knop 'Maak uw keuze' vindt u een lijst van de frequent uitgevoerde proeven en van de uitrustingen waarover het laboratorium in kwestie beschikt.

Aarzel niet om contact op te nemen met onze medewerkers, indien u niet zou vinden wat u zoekt. Dit kan telefonisch of via het onlineformulier. Indien een bepaalde proef niet door ons uitgevoerd kan worden, verwijzen wij u met veel plezier door naar andere laboratoria. Wij blijven uiteraard tot uw beschikking om de resultaten te analyseren.



De droging van cementgebonden dekvloeren neemt een zekere tijd in beslag, die vaak moeilijk ingekort kan worden. Indien men deze droogtijd niet in acht neemt, kunnen er beschadigingen aan de latere vloerafwerking optreden (bv. opwelling van het parket of blaasvorming in de elastische vloerbekleding). Nochtans worden er alsmaar meer hulpstoffen ontwikkeld die de droging van de dekvloeren kunnen versnellen. Het WTCB heeft verschillende van deze producten onderzocht en beproefd. Dit artikel gaat dieper in op het principe en de prestaties van deze hulpstoffen.

Hulpstoffen voor cementgebonden dekvloeren en hun impact op de droogtijd

Het gebruik van hulpstoffen voor cementgebonden dekvloeren biedt tal van voordelen:

- de **mogelijkheid om het initiële watergehalte te verlagen** zonder de consistentie te wijzigen, wat leidt tot:
 - een **aanzienlijke verhoging van de droogsnelheid**
 - een **verkorting van de uitvoeringstermijnen** op de bouwplaats
- een **verbetering van de mechanische prestaties**.

Vóór de plaatsing van de vloerafwerking moet men steeds het watergehalte van de dekvloer meten en nagaan of er voldaan wordt aan de criteria uit de TV's 189, 218 en 241.

Schatting van de droogtijd

Traditionele dekvloeren bestaan uit (min of meer vochtig) zand, cement, water en, eventueel, hulpstoffen. Voor de hydratatie van het cement is er slechts een beperkte hoeveelheid water uit dit mengsel vereist. Het restwater, dat nodig is om de gewenste (zogenoemde aardvochtige) consistentie te bekomen, zal nadien verdampen.

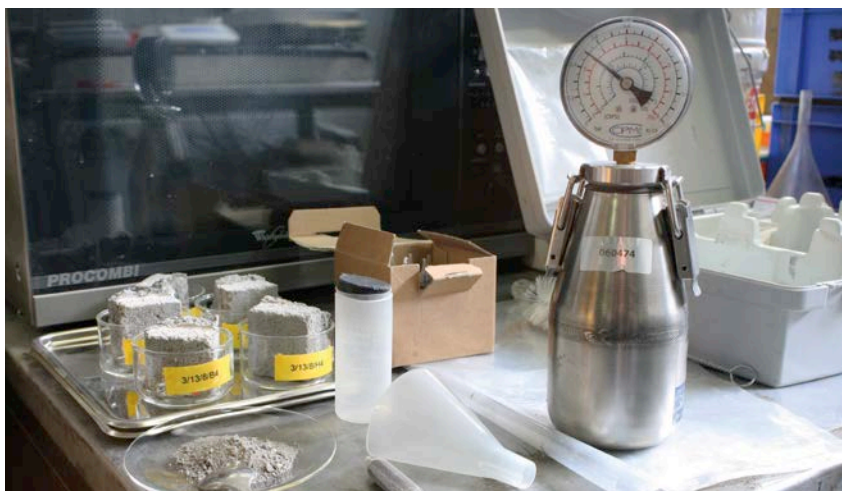
De **verdwijning van het restwater**, waarvan het gehalte op de bouwplaats gemeten kan worden met een carbidefles (zie afbeelding 1), neemt een zekere tijd in beslag. Voor de droogtijd van een dekvloer moet men over het algemeen

ongeveer een week per centimeter dikte rekenen. Dit is echter afhankelijk van de samenstelling van de dekvloer en de omgevingsvoorwaarden (temperatuur, vochtigheid, ventilatie ...). Ondanks de vele ventilatie- en verwarmingsvoorzieningen die men op het terrein kan treffen, bedraagt de droogtijd doorgaans meerdere weken tot zelfs maanden indien de omstandigheden ongunstig zijn.

Bestaande oplossingen

Op de markt bestaan er zowel **hulpstoffen** als **gebruiksklare mengsels met hulpstoffen** (*) die tot doel hebben om de droging van de dekvloer te versnellen en dus de uitvoeringstermijnen in te korten. Het principe van deze hulpstoffen, die onder meer opgebouwd zijn uit lignosulfonaten of polycarboxylaatethers, berust grotendeels op hun plastificerende effect dat toelaat om de waterhoeveelheid in het mengsel te beperken, zonder de consistentie ervan te wijzigen.

Het WTCB heeft zowel de hulpstoffen (in de door de fabrikanten aanbevolen hoeveelheden) als de gebruiksklare mengsels beproefd op enkele cementgebonden



1 | Voorbeeld van een carbidefles die gebruikt wordt om het watergehalte te meten.

(*) Aan deze gebruiksklare mengsels, die de verschillende grondstoffen in poedervorm bevatten, moet er op de bouwplaats louter nog water toegevoegd worden.



Samenstelling van de referentiedekvloer.

Bestanddeel	Hoeveelheid
Cement CEM II/B-M (S-V) 32,5 N	250 kg
Rijnzand 0/4	1.600 kg (1 m ³)
Water (waaronder het water uit het zand)	158 l

dendekvloertegeltjes (40 x 40 x 6 cm). Vervolgens werd de droging van deze tegeltjes, waarvan enkel de bovenzijde blootgesteld werd aan de omgevingsomstandigheden, gedurende meerdere weken geanalyseerd. Daarna werden de hierbij verkregen resultaten vergeleken met deze van een referentiedekvloer (waarvan de samenstelling weergegeven wordt in de bovenstaande tabel).

Bij de **drogingsbevorderende hulpstoffen** kon het initiële watergehalte verlaagd worden, zonder dat het mengsel zijn zogenoemde aardvochtige consistentie verloor, die onontbeerlijk is voor een correcte uitvoering. Deze vermindering kan oplopen tot niet minder dan 30 % (zie afbeelding 2).

Voor deze hulpstoffen werd er tijdens de laboratoriumproeven ook een aanzienlijke verlaging van de droogtijd vast-

gesteld. Hoewel het drooggedrag van de tegeltjes gelijkaardig is aan dat van de referentiedekvloer, zorgt het lagere initiële watergehalte er immers voor dat de droogtijd veel korter wordt. Op die manier kan de drempelwaarde van 2 %, die in acht genomen moet worden om een elastische vloerbekleding (linoleum of pvc) te mogen plaatsen, sneller bereikt worden. In dezelfde omstandigheden (omgevingstemperatuur van 20 °C en relatieve vochtigheidsgraad van 60 %) moet men zes weken tellen voordat de referentiedekvloer droog is en slechts één week, of zelfs minder, voordat de dekvloer met de meest performante hulpstoffen droog is (zie afbeelding 2).

De **gebruiksklare mengsels** ter versnelling van de droging, vertoonden een verschillend gedrag, gekenmerkt door een drastische verlaging van het water-

gehalte vanaf de eerste dagen. Deze producten leverden de snelste droging op, zelfs bij zeer hoge initiële watergehaltes.

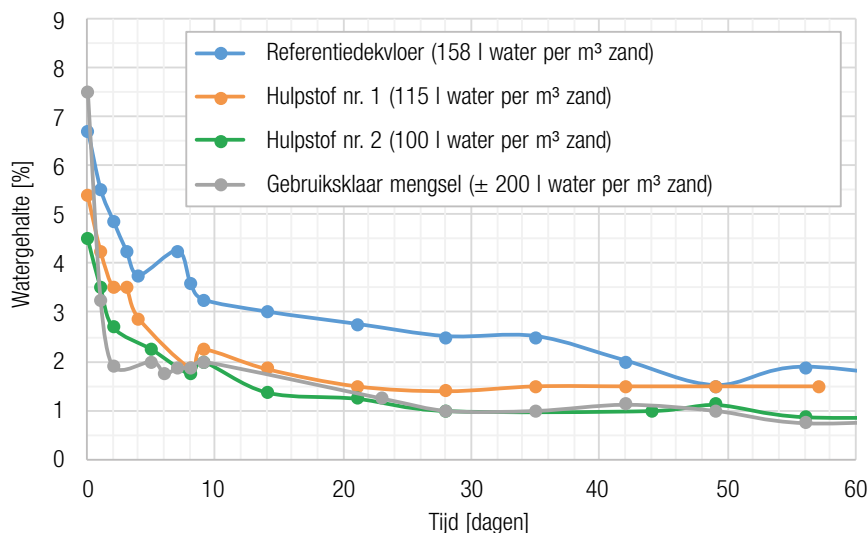
Uit proeven, uitgevoerd op tegeltjes die in minder gunstige omstandigheden bewaard werden (omgevingstemperatuur van 10 °C en relatieve vochtigheidsgraad begrepen tussen 60 en 80 %), konden gelijkaardige conclusies getrokken worden, zij het met iets langere droogtijden.

Mechanische prestaties

Naast de opvolging van de droging, moet men ter plaatse of in het laboratorium proeven uitvoeren om de goede mechanische prestaties van de dekvloer na te gaan.

Deze prestaties zijn onder meer afhankelijk van de aard en de plaatsingstechniek van de toekomstige vloerafwerking. De TV's 189 en 241 raden bij een ouderdom van 28 dagen een minimale oppervlaktecohesie aan van 0,5 N/mm² (gemeten door het lostrekken van op de dekvloer verlijmd metalen schijfjes) en een druksterkte van 8 N/mm² (gemeten op kubussen met een zijde van 50 mm of op boorkernen met een diameter van 50 mm).

Uit de verkregen resultaten is gebleken dat deze drempelwaarden doorgaans behaald worden. Aangezien de – al dan niet gebruiksklare – mengsels met hulpstoffen gemakkelijker verdicht kunnen worden, mag men zich er immers aan verwachten dat de mechanische prestaties op de bouwplaats zowel op korte als op lange termijn verbeteren. Dit kon reeds in zekere mate vastgesteld worden bij de in het laboratorium aangemaakte dekvloeren.



2 | Impact van enkele hulpstoffen op de droogtijd van een dekvloer bij een omgevingstemperatuur van 20 °C en een relatieve vochtigheidsgraad van 60 %.

Dit onderzoek kadert in een breder onderzoeksproject, gesubsidieerd door de FOD Economie en het NBN, met als oogmerk om de invloed van de samenstelling van de dekvloer op de mechanische prestaties en de droging ervan te onderzoeken, de doeltreffendheid van dampremmende coatings te beoordelen en de toelaatbare vochtcriteria te herzien, in het bijzonder voor de plaatsing van elastische vloerbekledingen.

J. Piérard, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Betontechnologie, WTCB
E. Nguyen, ir., projectleider en
E. Cailleux, ir., adjunct-laboratoriumhoofd,
laboratorium Hout en coatings, WTCB

Om verstoppingsproblemen bij waterbesparende wc's (spoelvolume < 6 liter) te voorkomen, moeten de afvoerinstallatie en dus ook de verzamelleidingen correct ontworpen en gedimensioneerd worden. Op basis van recente onderzoeken en praktijkervaringen konden er een aantal aanbevelingen geformuleerd worden die in dit artikel kort besproken worden.

Ontwerp en dimensionering van de afvoer van waterbesparende wc's

Algemene principes

Het spoelvolume van een wc moet toelaten om:

- de pot grondig te spoelen
- de fecaliën en het papier ver genoeg in de afvoerleiding te transporteren.

De **spoeling** van de wc is niet alleen afhankelijk van de gebruikte waterhoeveelheid, maar ook van de vorm van de pot. Daarom dient men er bij de vervanging van wc's met een spoelvolume van 6 of 9 liter door waterbesparende wc's op toe te zien dat niet alleen het reservoir, maar het toestel in zijn geheel (pot en reservoir) vervangen wordt. Indien dit niet gebeurt, bestaat het risico dat er meerdere spoelbeurten nodig zijn om de pot schoon te spoelen, wat de verwachte waterbesparingen tenietdoet.

Een kleiner spoelvolume kan eveneens tot gevolg hebben dat de vaste materialen over te korte afstanden **getransporteerd** worden. Hierdoor kunnen er verstoppingen ontstaan.

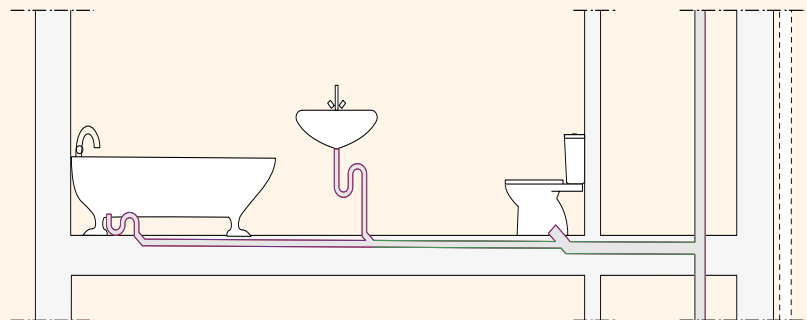
Ontwerp van de afvoerinstallatie

Om een goed transport van de fecaliën en het papier te garanderen, moet men:

- **de diameters van de afvoerleidingen correct dimensioneren:** niet te groot en niet te klein. Een te grote diameter zorgt immers voor een beperking van de watersnelheid, met een slechte afvoer van de vaste materialen tot gevolg. Bij een te kleine diameter kunnen de vaste materialen dan weer vast komen

Wat is een verzamelleiding?

Een verzamelleiding voert het afvalwater af dat afkomstig is van de aansluitleidingen van meerdere lozingstoestellen of eventueel van andere verzamelleidingen (zie onderstaande afbeelding).



Schematische weergave van de aansluitleidingen (paars) en verzamelleidingen (groen).

te zitten en verstoppingen veroorzaken

- **de leidinglengte beperken.** Bij een wc met een spoelvolume van 6 liter of meer wordt aanbevolen om de lengte van de aansluitleiding te beperken tot 10 meter. Bij een wc met een kleiner spoelvolume zou deze lengte niet groter mogen zijn dan 5 à 6 meter
- **voor de verzamelleidingen een toereikende helling voorzien:** minstens 1 % en in het geval van waterbesparende wc's liefst 2 %
- **het aantal leidingbochten in het tracé beperken** en deze waar nodig uitvoeren met twee bochten van 45° in plaats van met een bocht van 90°.

We willen benadrukken dat een wc met een groot spoelvolume (≥ 6 liter) niet vervangen mag worden door een wc met een klein spoelvolume (< 6 liter) zonder eerst te controleren of er wijzigingen aan de bestaande afvoerinstallatie doorgevoerd moeten worden.

Dimensionering van de verzamelleidingen

Om de diameter van de verzamelleiding te dimensioneren, moet men eerst het piekdebiet berekenen. Hiermee kan men vervolgens, uitgaande van de toe-



A | Afvoercapaciteit van verzamelleidingen.

Rekendiameter [mm]	Helling van de verzamelleiding	
	1 %	2 %
	Afvoercapaciteit van verzamelleidingen [l/s]	
50	–	0,50
56	0,50	0,60
60	0,70	0,85
70	1,20	1,50
80 ⁽¹⁾	1,60	1,85
90 ⁽²⁾	1,80	2,20
100	2,50	3,50
125	3,90	5,50
150	7,70	10,90
200	14,20	20,10
225	19,40	27,50

(¹) Geen wc's.
(²) Maximaal twee wc's.

gepaste helling, een rekendiameter voor de verzamelleiding kiezen die geschikt is om dit piekdebiet af te voeren (zie tabel A).

De rekendiameter is een materiaalafhankelijke waarde die opgegeven wordt in de dimensioneringstabellen van de leidingen. Voor elk type buismateriaal komt er met de rekendiameter een welbepaalde productdiameter (nominale diameter) overeen. Deze kunt u terugvinden in tabel 1 van de recent gepubliceerde **TV 265**.

Tabel B geeft de resultaten weer van de dimensionering van een verzamelleiding in een kantoorgebouw waarop twee wc's aangesloten zijn. De tabel vermeldt de

diameters die voor drie verschillende spoelvolumes gebruikt moeten worden indien de afvoerinstallatie uit polyethyleen bestaat.

Uit deze tabel kan men afleiden dat de kans op verstoppingen bij de vervanging van twee wc's met een spoelvolume van 6 liter door twee wc's met een spoelvolume van 4 liter waarschijnlijk kleiner is wanneer de helling van de verzamelleiding 2 % bedraagt, omdat de nominale diameter dan dezelfde blijft. De vervanging van wc's met een spoelvolume van 9 liter door exemplaren met een spoelvolume van 6 liter lijkt om dezelfde reden minder problemen op te leveren bij een verzamelleiding met een helling van 1 % dan bij een helling van 2 %. ■

Opmerking

De toepassing van wc's met een spoelvolume van minder dan 6 liter vergt nog meer diepgaand onderzoek.

Dit is ook de reden waarom de dimensionering van afvoerinstallaties met waterbesparende wc's niet opgenomen is in de **TV 265** over de afvoer van afvalwater.

*L. Vos, ir.-arch., onderzoeker,
laboratorium Waternet, WTCB*

B | Benodigde diameters bij het aansluiten van twee wc's op een verzamelleiding uit polyethyleen in een kantoorgebouw.

Spoelvolume van de wc	Aansluitwaarde [l/s] ⁽¹⁾	Piekdebiet [l/s] ⁽²⁾	Helling van de verzamelleiding			
			1 %		2 %	
			Rekendiameter [mm]	Nominale diameter [mm]	Rekendiameter [mm]	Nominale diameter [mm]
4 à 4,5 l	1,8 ⁽³⁾	1,8	90	90	80	90
6 à 7,5 l	2,0	2,0	100	110	90	90
9 l	2,5	2,5	100	110	100	110

(¹) Dit is het maximale debiet dat door een lozingstoestel geloosd wordt.
(²) Conform de regels geformuleerd in hoofdstuk 5 van de **TV 265** wordt het piekdebiet in dit kantoorgebouw gelijkgesteld aan de aansluitwaarde van de wc.
(³) Conform de Duitse norm DIN 1986-100.

De bewoners van een woning kunnen geluidshinder ondervinden door het aanwezige mechanischeventilatiesysteem. Men kan evenwel bepaalde maatregelen treffen om deze hinder te beperken (zie TV 258). Zo maakt de in dit artikel voorgestelde studie duidelijk dat bepaalde kleine aanpassingen een aanzienlijke invloed kunnen hebben op de akoestische prestaties.

Lawaai van mechanischeventilatiesystemen: studie van een concreet geval

Een veelvoorkomend probleem

De afdeling Technisch advies van het WTCB krijgt vaak vragen over het door de mechanischeventilatiesystemen veroorzaakte lawaai in woningen. In bepaalde extreme gevallen kan het zelfs zo storend worden, dat de bewoners het systeem volledig uitzetten, wat de **binnenlucht-kwaliteit in het gedrang kan brengen**.

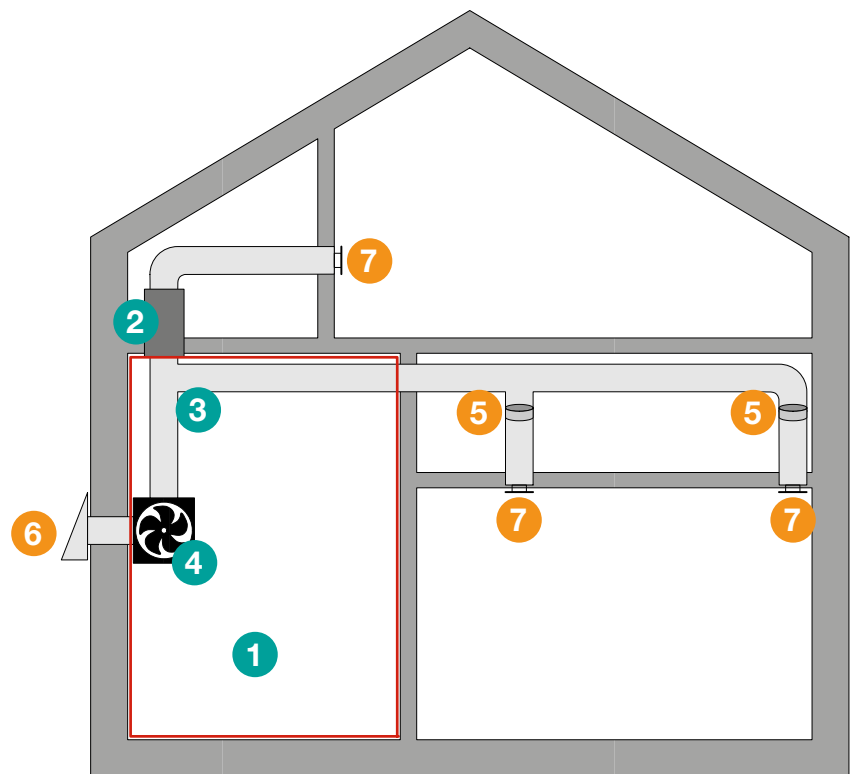
De TV 258 reikt een aantal basisaanbevelingen aan ter beperking van het door de mechanischeventilatiesystemen veroorzaakte lawaai. Deze aanbevelingen bieden op zich evenwel geen garantie op succes, omdat ook andere gebreken (bv. grote drukverliezen of een slechte afstelling) een negatieve invloed kunnen hebben op de uiteindelijke akoestische prestaties.

Initiële situatie

Het WTCB heeft tijdens een van zijn onderzoeken een bestaande installatie in een individuele woning bestudeerd en geoptimaliseerd.

In de initiële situatie, waarbij de installatie zodanig afgesteld was dat ze in staat was om de door de EPB-regelgeving geëiste nominale debieten te leveren, was het geluidsniveau bijzonder storend in de leefruimten (woonkamer en slaapkamers).

Niettemin leek het geïnstalleerde ventilatiesysteem van redelijk goede kwaliteit te zijn en waren bepaalde aanbevelin-



1 | Schematische weergave van het toevoernetwerk: van 1 tot 4, de goede elementen van de initiële situatie en van 5 tot 7, de verbeterpunten.

gen uit de TV 258 met betrekking tot de geluidsdemping in aanmerking genomen bij het ontwerp (zie afbeelding 1):

- de ventilatiegroep bevond zich in een **aparte technische ruimte** (zie 1)
- bepaalde delen van het netwerk waren voorzien van **geluidsdempers** (zie 2).

We moeten er echter wel op wijzen dat het deel van het netwerk dat de woonkamer en twee van de slaapkamers bediende, niet uitgerust was

met primaire geluidsdempers (*), wat nochtans wel aangeraden wordt in de TV

- de leidingen waren zo gedimensioneerd dat **de lichtsnelheden beperkt** werden (zie 3)

(* Primaire geluidsdempers laten toe om het in de afvoer- en toevoerkanalen geïnjecteerde ventilatorlawaai te dempen.



2 | Mof uit kunststofschuim die oorspronkelijk gebruikt werd achter de ventielen van de woonkamer.

- de **ventilatiegroep was zorgvuldig uitgekozen** (zie 4).

Gerealiseerde optimalisaties en verkregen resultaten

Om de invloed van enkele – op het eerste zicht kleine – aanpassingen op de akoestische prestaties aan te tonen, heeft het WTCB een aantal pistes bestudeerd op basis van de TV 258, meer bepaald:

- het **verwijderen van de moffen** uit kunststofschuim die zich achter de ventielen van de woonkamer bevinden (zie 5 in afbeelding 1, alsook afbeelding 2) en die aanzienlijke drukverliezen met zich mee kunnen brengen
- de **vervanging van de luchttoevoeren luchtafvoeropeningen** door componenten die minder drukverliezen teweegbrengen (zie 6 in afbeelding 1, alsook afbeelding 3)
- de **vervanging van de ventielen van de trajecten waar de meeste drukverliezen optreden** (zie 7)
- een **nieuwe afstelling van de ventielen**, waarvan sommige zeer gesloten leken te zijn (deze afstelling kan uitgevoerd worden met behulp van de Optivent-rekentool die beschikbaar is op www.wtcb.be) (zie 7).

Deze aanpassingen hebben gezorgd voor een aanzienlijke vermindering van het in de verschillende ruimten in nominale stand gemeten lawaai. Deze vermindering bedroeg:

- 11 dB in de woonkamer
- 7, 10 en 12 dB in de drie slaapkamers.

Het lawaai kan verminderd worden door enkele kleine aanpassingen ter beperking van de drukverliezen.

Er kon ook een **beduidende daling van het door de ventilatiegroep opgenomen elektrische vermogen** (43% in nominale stand) vastgesteld worden.

Te trekken lessen

We willen erop wijzen dat de aan het systeem aangebrachte wijzigingen relatief klein waren. Zo is het ventilatienetwerk hetzelfde gebleven en werden de ventilatoren en de ventilatiegroep niet vervangen. Dit neemt niet weg dat de doorgevoerde wijzigingen – hoe klein ook – een indrukwekkend effect hadden op de gemeten geluidsniveaus.

Uit dit concrete geval is gebleken dat **enkele details een sterke invloed kunnen hebben op de akoestische prestaties van het ventilatiesysteem** en dit, ondanks een relatief goed beginontwerp. Dit wordt perfect geïllustreerd door de plaatsing van moffen uit kunststofschuim achter de ventielen van de woonkamer (zie afbeelding 2). Hoewel dit met de juiste bedoelingen gedaan werd, namelijk om de geluidshinder te beperken, veroorzaakten deze elementen een dermate groot drukver-

lies dat het in dit geval gunstiger was om ze weg te halen. Verder brachten de initieel geplaatste luchttoevoer- en luchtafvoeropeningen ongeveer vijf keer meer drukverliezen met zich mee dan de componenten die na de optimalisatie gebruikt werden (zie afbeelding 3).

Het is dus cruciaal om deze drukverliezen in het algemeen te beperken met het oog op:

- de vermindering van het stromingslawaai ter hoogte van de ventielen
- de daling van de ventilatorsnelheid, zonder het debiet te wijzigen. Ventilatoren die trager draaien, produceren immers minder lawaai.

De toevoeging van een primaire geluidsdemper, zoals aanbevolen wordt in de TV 258, op het kanaalstuk dat de woonkamer en de twee slaapkamers bedient, zou de akoestische prestaties van het ventilatiesysteem nog kunnen verbeteren. |

S. Caillou, dr. ir, adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB
A. Dijkmans, dr. ir., projectleider, laboratorium Akoestiek, WTCB



3 | De luchttoevoer- en luchtafvoeropeningen: links, de oorspronkelijk voorziene component en rechts, de geoptimaliseerde component.



De warmtegeleidbaarheid is een essentiële eigenschap van een isolatiemateriaal. Deze bepaalt immers de energieprestatie van de wanden en dus – onrechtstreeks – van het gebouw. In de praktijk heerst er bij de persoon die de thermische berekeningen uitvoert of bij de aannemer die het isolatiemateriaal kiest, echter vaak nog twijfel over de in aanmerking te nemen warmtegeleidbaarheidswaarde. De fabrikant stelt zich op zijn beurt onder meer vragen bij de stappen die hij moet ondernemen om deze waarde correct te declareren, het benodigde aantal metingen en de voor- en nadelen van de verschillende markeringen. Dit artikel tracht antwoorden aan te reiken op enkele veelgestelde vragen (*).

Warmtegeleidbaarheid en markering van isolatiematerialen

Geldt een door een erkend laboratorium opgesteld meetrapport van de warmtegeleidbaarheid van een isolatiemateriaal als bewijs voor de aflevering van een EPB-certificaat?

Neen. Ongeacht de context, moet de warmtegeleidbaarheidswaarde representatief zijn voor het materiaal op lange termijn en rekening houden met de variabiliteit van de productie. Bijgevolg mag deze waarde niet bepaald worden op grond van één enkele proef, maar moet ze het resultaat zijn van een statistische berekening op basis van een reeks proeven die een groot deel van de productie vertegenwoordigen.

Hoeveel metingen moeten er uitgevoerd worden om een rekenwaarde vast te stellen?

De verschillende markeringen eisen over het algemeen minstens tien metingen, waarvan er ten minste vier door een onafhankelijk erkend laboratorium uit-

gevoerd moeten worden. Deze metingen dienen als basis voor de voornoemde statistische berekening. Opdat deze berekening zinvol zou zijn, moeten de voor de metingen gebruikte proefstukken representatief zijn voor het verkochte product.

Is de CE-markering verplicht voor alle isolatiematerialen?

Neen. De Bouwproductenverordening verplicht de fabrikanten van producten die onder een geharmoniseerde norm vallen, om deze te voorzien van een prestatieverklaring (DOP of *Declaration of Performance*) en om er een CE-markering op aan te brengen wanneer ze op de markt gebracht worden. Dit geldt onder meer voor de courante isolatiematerialen zoals minerale wol, polyurethaanschuim, geëxpandeerd of geëxtrudeerd polystyreen en houtvezel. Voor de minder courante isolatiematerialen die niet onder een geharmoniseerde norm vallen, is het mogelijk (maar niet verplicht) om de CE-markering op een alternatieve manier te verkrijgen, meer bepaald via een Europese technische beoordeling (ETA of *European Technical Assessment*).

Moet een isolatiemateriaal in de EPB-productendatabank (de EPBD-databank) opgenomen zijn om conform te

zijn aan de EPB-regelgeving?

Neen. Hoewel de registratie van een product in de EPBD-databank tal van voordelen biedt (bv. zichtbaarheid op de markt en recht op bepaalde isolatiepremies), is deze niet verplicht. Het gaat hier om een vrijwillige stap met als doel om gemakkelijker toegang te krijgen tot de informatie die nodig is voor de berekening van de energieprestatie van gebouwen (in het geval van isolatiematerialen: de warmtegeleidbaarheid).

Wat zijn de voornaamste verschillen tussen de CE-markering, de EPBD-databank en de technische goedkeuring (ATG)?

- Een **eerste belangrijk verschil** bestaat erin dat de CE-markering verplicht is (indien het isolatiemateriaal onder een geharmoniseerde norm valt), terwijl de registratie in de EPBD-databank en de aanvraag van een ATG op vrijwillige basis gebeuren.
- Een **tweede verschil** betreft de betrouwbaarheid van de gedeclareerde gegevens:
 - de fabrikant is doorgaans als enige verantwoordelijk voor het volledige proces van de prestatieverklaring in het kader van de CE-markering (nemen van proefstukken, berekening van de gedeclareerde waarde, controle van de productie ...). De betrouwbaarheid van de gegevens



(*) Om de tekst niet te verzwaren, spitst dit artikel zich toe op de warmtegeleidbaarheid van isolatiematerialen. De in dit artikel besproken principes zijn echter ook geldig voor de warmteweerstand.



Synthese van de eigenschappen van de markeringen voor thermische-isolatiematerialen.

Eigenschap		CE-markering	EPBD-databank	ATG	
Algemene principes	Verplichte of vrijwillige markering	Verplicht	Vrijwillig	Vrijwillig	
	Kwaliteitsmerk	X	X	✓	
	Geldig voor alle isolatiematerialen	✓ ⁽¹⁾	✓	✓	
	Vermelde eigenschappen	Eigenschappen uit de regelgeving	Enkel de warmtegeleidbaarheid en de warmteweerstand	Alle eigenschappen die relevant zijn voor het voorziene gebruik	
	In aanmerking nemen van het voorziene gebruik	X	X	✓	
	Eisen met betrekking tot de eigenschappen	X	X	✓	
	Productiecontrole in de fabriek	Door de fabrikant	✓	✓	✓
		Initiële controle door een derde partij	X	X	✓
Voortdurende controle door een derde partij (certificatie)		X	X	✓	
Bepaling van de warmtegeleidbaarheid en de warmteweerstand	Statistische benadering		✓	✓	
	Minimum aantal meetresultaten		10	10	
	Minimum aantal meetresultaten door een onafhankelijk erkend laboratorium		4	4	
	Verantwoordelijke voor het nemen van de proefstukken		Fabrikant	Fabrikant	
	Controle van de bepaling van de warmtegeleidbaarheid of de warmteweerstand		X	✓ ⁽²⁾	✓
	Betrouwbaarheid van de warmtegeleidbaarheid of de warmteweerstand		Min of meer betrouwbaar	Min of meer betrouwbaar ⁽³⁾	Zeer betrouwbaar

(1) Voor producten die niet onder een geharmoniseerde norm vallen, kan dit via een Europese technische beoordeling (ETA) gebeuren.
 (2) Voor de producten die niet over een CE-markering beschikken.
 (3) In geval van tussenkomst van het neutrale controleorganisme.

is bijgevolg nagenoeg equivalent aan die van de gegevens in een technische productfiche, dat wil zeggen dat ze afhankelijk is van de ernst van de fabrikant

- de beoordeling van de warmtegeleidbaarheid van de isolatiematerialen die niet over een CE-markering beschikken, maar wel opgenomen zijn in de EPBD-databank, wordt gecontroleerd door een derde partij, ook wel ‘neutraal controleorganisme’ genoemd. Dit verhoogt de betrouwbaarheid van de gepubliceerde gegevens
- een door een onafhankelijk erkend organisme, zoals de *Belgian Construction Certification Association*

(BCCA), toegekend certificaat garandeert dat de in de ATG gedeclareerde prestaties gedurende de volledige geldigheidsduur van het certificaat behaald worden.

- Een **derde verschil** heeft betrekking op de eigenschappen die in de markeringen vermeld worden:
 - de CE-markering omvat de essentiële producteigenschappen (die door de nationale regelgeving geëist worden)
 - de EPBD-databank houdt enkel rekening met de eigenschappen die nodig zijn om een EPB-certificaat te verkrijgen (warmtegeleidbaarheid en/of warmteweerstand van het isolatiemateriaal)
 - de ATG heeft een breder bereik

omdat ze alle technische eigenschappen omvat die van belang zijn voor een welbepaald gebruik van het product. Ze legt bovendien drempelwaarden op.

Bovenstaande tabel geeft een overzicht van de verschillen tussen de markeringen.

*A. Tilmans, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Hygrothermie, WTCB
 G. Flamant, ir., oud-WTCB-medewerker*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Energie en binnenklimaat, gesubsidieerd door de FOD Economie.



Om de akoestische prestaties van hun scheidingswanden te verbeteren, hebben verschillende gipsplaatproducenten akoestisch verbeterde gipsplaten en profielen op de markt gebracht. Deze oplossingen kunnen de geluidsisolatie tot wel 12 dB verbeteren. In dit artikel gaan we dieper in op deze nieuwe platen en profielen en op de akoestische verbeteringen die ze opleveren.

Scheidingswanden uit akoestisch verbeterde gipsplaten en profielen

1 Traditionele oplossingen

Vaak worden lichte scheidingswanden opgebouwd uit **gipsplaten op een metalen stijl- en regelwerk**. Het type beplating en stijlwerk wordt dan gekozen in functie van de gewenste prestaties (stabiliteit, stootvastheid, brandgedrag, vochtbestendigheid, thermische en akoestische isolatie ...). Voor meer informatie over de opbouw van deze wanden, hun akoestische prestaties en hun

werkingsprincipes verwijzen we naar de TV 233 en de WTCB-Dossiers 2011/4.18.

Bij deze traditionele oplossingen is het mogelijk om de **geluidsisolatie te verbeteren** door:

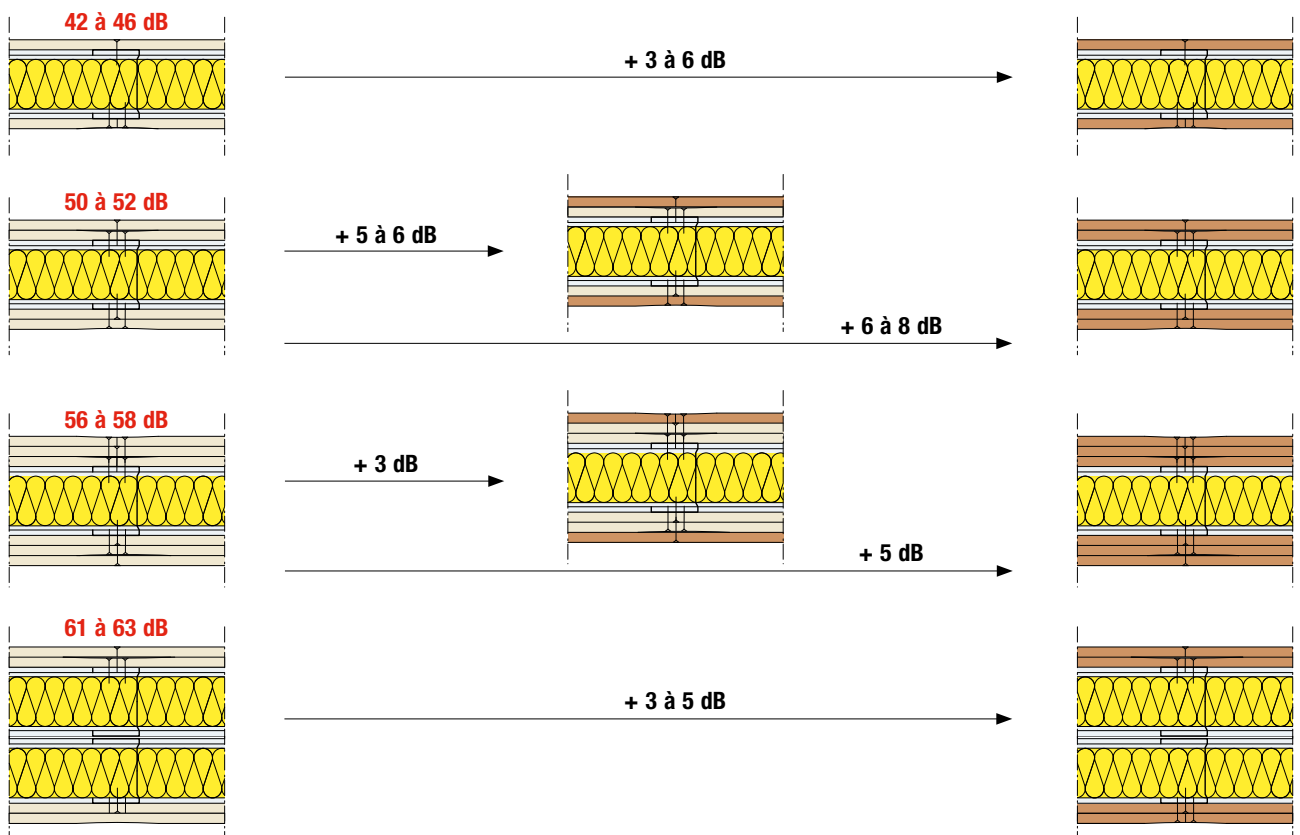
- het aantal gipsplaten en de massa ervan te verhogen
- beide deelwanden zo veel mogelijk te ontkoppelen door:
 - de stijlafstand te vergroten
 - verende profielen aan te wenden

- een gescheiden stijl- en regelwerk te voorzien
- een soepele, poreuze spouwvulling toe te passen.

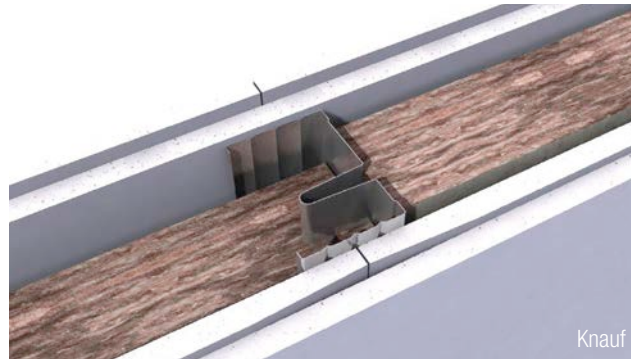
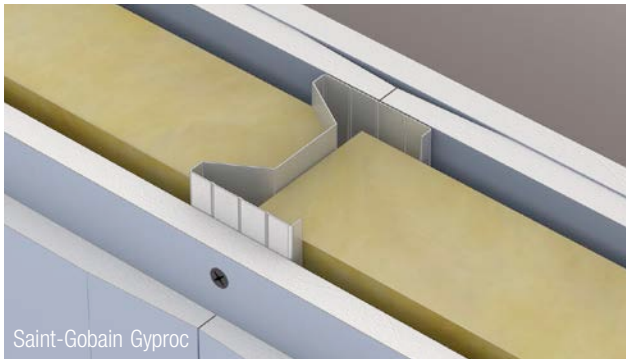
2 Akoestisch verbeterde oplossingen

2.1 Gipsplaten

Recent werden er een groot aantal



1 | Verbetering van de geluidsverzwakkingsindex R_w van scheidingswanden met akoestisch verbeterde gipsplaten (bruin) en profiel dieptes van 50 tot 100 mm ten opzichte van de waarden voor scheidingswanden met standaard gipsplaten (wit) en dezelfde profiel dieptes. (waarden in de linker-kolom gecorrigeerd op 23 augustus 2018)



2 | Akoestisch verbeterd Σ-profiel (links) en M-profiel (rechts) met een verhoogde vering.

nieuwe plaattypes op de markt gebracht die aanzienlijk betere akoestische prestaties vertonen. Dergelijke akoestisch verbeterde gipsplaten worden gekenmerkt door een **hogere massa** (12 tot 17,5 kg/m² voor een 12,5 mm dikke plaat in vergelijking met 9 kg/m² voor een standaard gipsplaat), zonder daarbij hun buigstijfheid noemenswaardig te verhogen. Vaak zijn dergelijke platen ook stootvaster.

Afbeelding 1 vat de akoestische verbeteringen samen die verwacht kunnen worden wanneer standaard gipsplaten vervangen worden door akoestisch verbeterde platen. De resultaten uit deze afbeelding (evenals deze in afbeelding 3) zijn gebaseerd op de door verschillende gipsplaatfabrikanten aangeleverde technische documentatie en zijn geldig voor volledig met soepele, poreuze materialen gevulde spouwen.

Een akoestische verbetering van 3 dB zal door de bewoners net hoorbaar zijn, een verbetering van 6 dB zal goed hoorbaar zijn en een verbetering van 10 dB komt ongeveer overeen met een subjectieve halvering van het geluid.

2.2 Profielen

De akoestisch verbeterde gipsplaattypes worden op de markt vaak aangeboden in combinatie met akoestisch verbeterde metalen stijlprofielen. Deze laatste kenmerken zich door een **grotere vering** (zie afbeelding 2) en/of een **verminderde plaatcontactoppervlakte**.

De te verwachten akoestische verbeteringen bij gebruik van dergelijke profie-

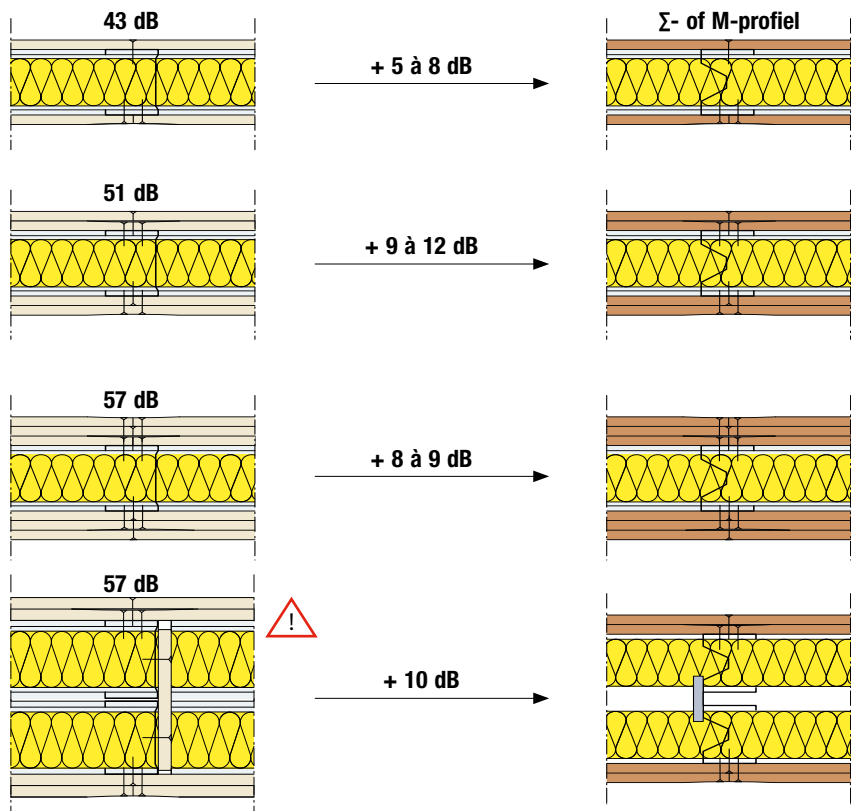
len, zijn terug te vinden in afbeelding 3.

De in de afbeelding weergegeven waarden gelden voor 75 mm diepe profielen. Bij 50 mm diepe profielen zal de akoestische verbetering zo'n 2 dB kleiner zijn,

terwijl deze bij 100 mm diepe profielen met circa 1 dB zal toenemen.

L. De Geetere, dr. ir., afdelingshoofd, en A. Dijkmans, dr. ir., projectleider, afdeling Akoestiek, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het project 'Innovatieve details in de binnenaafwerking', gesubsidieerd door het VLAIO, en de Technologische Dienstverlening 'Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling', gesubsidieerd door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



3 | Verbetering van de geluidsverzwakkingsindex R_w van scheidingswanden met akoestisch verbeterde gipsplaten (bruin) en akoestisch verbeterde profielen met een profiel diepte van 75 mm ten opzichte van de waarden voor scheidingswanden met standaard gipsplaten (wit) en standaard metalen profielen met dezelfde profiel diepte. (tekening links onderaan gecorrigeerd op 23 augustus 2018)



Om te komen tot een efficiënter bouwproces, moet de bouwfilosofie aangepast worden. Niet alleen BIM speelt hierin een belangrijke rol, maar ook de bouwindustrialisatie die tot doel heeft om de verschillende fasen van het bouwproces te optimaliseren. Het gebruik van nieuwe technologieën biedt hiertoe vele mogelijkheden.

Van BIM naar **bouwindustrialisatie**

Nood aan een verandering in de bouwfilosofie

In de bouwsector heerst nog vaak de idee dat elk bouwwerk een volledig uniek gegeven is, waarbij elk detail voor elk project opnieuw uitgedacht moet worden. Doordat knopen en aansluitingen niet gestandaardiseerd zijn en niet altijd even goed gedetailleerd zijn op plannen, stuit men bij de uitvoering regelmatig op problemen. De hiervoor uitgedachte ad-hocoplossingen op de werf blijken vaak arbeidsintensief te zijn en brengen de kwaliteit, de planning en de veiligheid in het gedrang. Deze werkwijze maakt het bovendien moeilijk om te beantwoorden aan de toenemende eisen op het vlak van isolatie, luchtdichtheid, akoestiek, stabiliteit en zo meer. Om het bouwproces beter te kunnen beheersen, is er dus nood aan een verandering van deze praktijken.

Het voorbeeld van andere sectoren

Om deze verandering te bewerkstelligen, kunnen we **inspiratie opdoen in andere industriële sectoren, zoals de automobielsector**. Over een tijdspanne van 100 jaar is de auto, die aanvankelijk exclusief voor rijken, ambachtelijk en stuk voor stuk geproduceerd werd, geëvolueerd naar een industrieel kwalitatief product dat betaalbaar is voor een breed publiek. Dit werd mogelijk door bij het ontwerp, de voorbereiding en de

uitvoering systeemoplossingen toe te passen en de productie van bepaalde onderdelen uit te besteden.

Dezelfde **industriële logica** zou ook op de bouwsector toegepast kunnen worden, door gebruik te maken van beproefde oplossingen, nieuwe technologieën en geprefabriceerde onderdelen. Hierbij kunnen de volgende doelstellingen naar voren geschoven worden:

- **het opteren voor materialen en uitvoeringsmethoden die de beheersing van de procesactiviteiten bevorderen**
- **het nastreven van meer ketenwerking**, rekening houdend met de samenhang van de activiteiten en de randvoorwaarden van de klanten en de leveranciers
- **het continu streven naar verbetering** door het actief doorlopen van een verbetertraject: ontwerp, planning, uitvoering, check en terugkoppeling.

Voorwaarden voor een geïndustrialiseerd model

Bouwindustrialisatie heeft tot doel om **de samenwerking te optimaliseren** door gebruik te maken van nieuwe technologieën, zoals virtual en augmented reality, 3D-scanning, drones, robots en cobots (d.z. collaboratieve robots die ontworpen zijn om samen te werken met mensen) en BIM als centraal platform dat deze nieuwe technologieën in de bouw kan verbinden. Ook hulpmiddelen zoals *lean* en geprefabriceerde oplossin-

gen kunnen helpen bij de procesbeheersing. Door een nauwere samenwerking tussen de bouwpartijen en het gebruik van gestandaardiseerde verbindingen tussen op de bouwplaats geassembleerde elementen (bv. de aansluiting tussen balken en kolommen, ramen en muren) kunnen er op de bouwplaats gekende en betrouwbare oplossingen toegepast worden. Door de veelheid aan randvoorwaarden en actoren is dit echter geen eenvoudige zaak. Daarom

Bouwindustrialisatie vraagt om een nauwere samenwerking tussen de verschillende partijen.





zouden de bouwbedrijven hun krachten beter bundelen in bredere **teams**.

De onderstaande afbeelding geeft schematisch de vier hoofdfasen van een (bouw)industriële proces weer. De eerste cruciale fase is de **samenwerking vanaf de ontwerpfase** zodat de leveranciers en de uitvoerders reeds bij het ontwerp informatie over de producten en hun uitvoering kunnen verschaffen. Op die manier kunnen er verstandigere keuzes gemaakt worden en kunnen gebouwen efficiënter gerealiseerd worden.

De tweede fase is de **voorbereiding**. Wanneer de werkzaamheden goed voorbereid zijn, dient de werf louter nog als een montageplaats, waar enkel goed gekende details, producten en concepten samenkomen en ad-hoc oplossingen uit den boze zijn. Hierbij kan prefabricage van pas komen (bv. passtukken op maat, voorgezaagd plaatmateriaal of voorgeboorde gevelbekleding) en kun-

Cluster Bouwindustrialisatie en off-site production

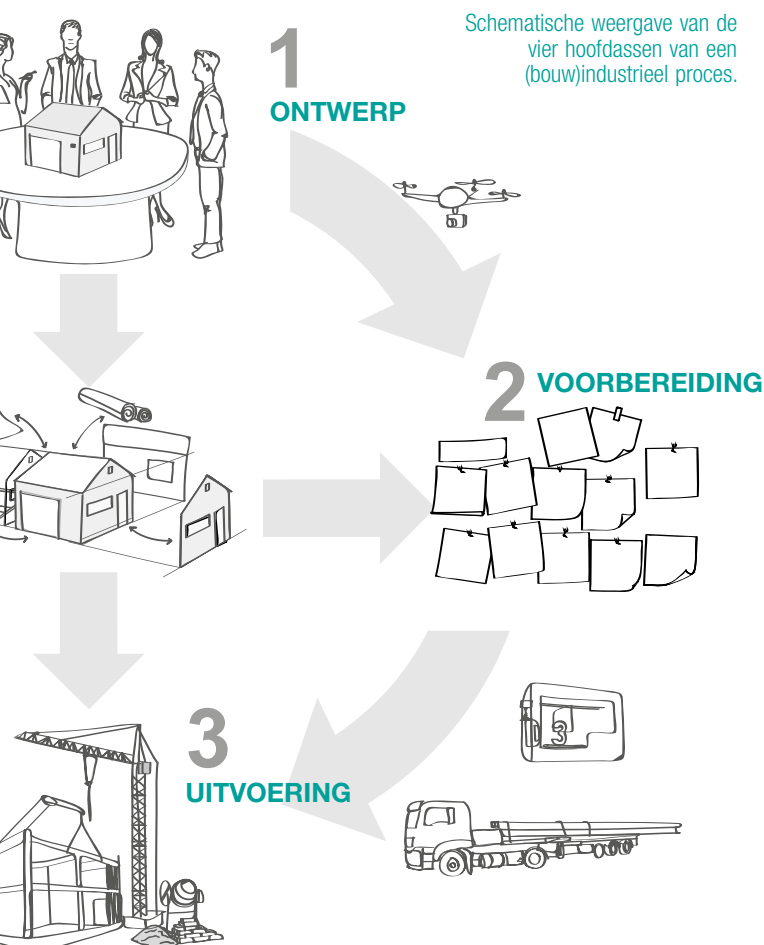
Deze cluster heeft als missie om het totale bouwproces van ontwerp tot uitvoering en onderhoud te beheersen zodat de prijs, de uitvoeringskwaliteit en de duurzaamheid in de hand gehouden kunnen worden zoals in elk industrieel proces. Hiertoe verenigt hij bouwbedrijven die willen samenwerken rond nieuwe technologieën en hierin een voortrekkersrol willen spelen. Voor meer informatie verwijzen we de geïnteresseerde lezer naar de website www.bouwindustrialisatie.be.

nen augmented reality en BIM helpen om montage-instructies te visualiseren op de werf.

Om in te spelen op deze nieuwe tendensen, heeft het Technisch Comité BIM & ICT van het WTCB zijn activiteiten uitgebreid en zal het zich voortaan ook

over het thema bouwindustrialisatie buigen.

N. Cauberg, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Bouw 4.0, WTCB
L. François, ir., senior projectleider, afdeling Geotechniek, WTCB



1. Samenwerking vanaf de ontwerpfase

De wens van de bouwheer wordt samen met de architect, de leveranciers en de uitvoerders vertaald naar een totaalconcept: een unieke combinatie van bestaande en beproefde oplossingen.

2. Voorbereiding

- Plan op basis van informatie die up-to-date is, zodat de wijzigingen beheersbaar blijven (BIM).
- Plan *lean*: vermijd stilstand op de werf en creëer een constante flow van materiaal en arbeid door een collaboratieve planning waarbij het opstarten van een bepaalde fase/actie vooral bepaald wordt door de vereiste opleverdatum van de volgende fase, ook wel *pull-planning* genoemd.
- Vermijd problemen op de werf door complexe onderdelen of knopen *off-site* te produceren.

3. Uitvoering

- Bouwen wordt assembleren/monteren. De bouwknopen zijn reeds bekende oplossingen en de assemblagetechnieken maken deel uit van het ontwerp.
- Kwaliteit, veiligheid en duurzaamheid zijn optimaal.

4. Opvolging

- Volg de staat van vordering op zodat de volgende activiteit opgestart kan worden.
- Controleer de werkzaamheden zodat er continu verbeterd kan worden.
- Monitor en onderhoud zodat producten en diensten continu verbeterd kunnen worden (verzamen van data).

Het Opticost-onderzoek had als doel om enerzijds de technische aspecten van een project te bestuderen die een invloed kunnen hebben op de bouwkosten, en anderzijds de organisatorische aspecten te onderzoeken die de werkkosten van een onderneming kunnen verminderen. De resultaten voor de collectieve woongebouwen werden reeds voorgesteld in de WTCB-Dossiers 2017/2.16. In dit artikel gaan we dieper in op de analyse van de individuele woningen. Hieruit is gebleken dat de keuze van het bouwsysteem weinig doorslaggevend is, maar wel een invloed heeft op de werkkorganisatie.

Opticost: naar een optimalisatie van de bouwkosten (deel 2)

Technisch-economische aspecten

Net zoals bij de voor de collectieve woongebouwen gebruikte methode werd er een vergelijking gemaakt van de bouwkosten voor een individuele referentiewoning met een bruto-oppervlakte van 148 m² die bestond uit een gelijkvloers, een verdieping en een dak. Zo kon er voor negen bouwsystemen – opgebouwd uit onder meer metselwerk uit geëxpandeerde kleiblokken, geprefabriceerde blokken of elementen uit baksteen of beton, houtskeletelementen en platen uit massief CLT-hout – een gedetailleerde berekening en analyse gemaakt worden van de directe kosten en hun verdeling over de verschillende loten en middelen.

Uit deze analyse is gebleken dat deze systemen, die voornamelijk betrekking hebben op het lot 'Ruwbouw', geen grote kostenverschillen teweegbrengen. De keuze voor een bouwsysteem zou dus eerder op andere factoren gebaseerd moeten worden, zoals de uitvoeringstermijn, de milieu-impact, de onderhoudskosten en het energieverbruik.

Organisatorische aspecten

Naast de technisch-economische aspecten kan ook een betere bedrijfsorganisatie zorgen voor een vermindering van de kosten van een bouwproject. We stellen immers vast dat de meeste problemen die men op de bouwplaats tegenkomt en die een grote impact hebben op de kosten, voornamelijk te wijten zijn aan een gebrek aan communicatie, voorbereiding en coördinatie. Deze lacune

kan tegenwoordig echter weggewerkt worden door tal van werkmethode en hulpmiddelen, die niet alleen voordelen bieden voor grote ondernemingen, maar waar ook kmo's veel baat bij hebben. Enkele van deze hulpmiddelen zijn:

- **ERP- en CRM-software:** vermindering van de dubbele gegevensinvoer en verbetering van de interne en externe communicatie
- het **Last Planner System** en **Micro Zoning:** bevordering van de coördinatie tussen de bouwberoepen, verkorting en/of stabilisatie van de uitvoeringstermijnen, verbetering van de kwaliteit en de planning van de bestellingen ...
- **Value Stream Mapping:** optimalisatie van de bedrijfsprocessen
- **reportingtools:** optimalisatie van de rapporteringstijd en de controle op de bouwplaats
- de **5S-methode** en **visueel management** (zie de [WTCB-Dossiers 2018/2.15](#)): vermindering van de onnodige verplaatsingen van de arbeiders, bevordering van de communicatie tussen de bouwberoepen, verhoging van de veiligheid ...
- **geolokaliseringstools:** verbetering van de opvolging van de prestaties, beveiliging van het materieel, stroomlijning van het gebruik van de voertuigen en het materieel ...
- **prefabricage:** beheersing van de uitvoeringstermijnen, beperking van de uitvoeringsfouten, verbetering van de werkomstandigheden ...
- **BIM:** virtueel bouwen van een gebouw, anticiperen op problemen ...

De productiviteit van een onderneming zal over het algemeen ook afhangen van

haar vermogen om de werkmethode te vereenvoudigen en te standaardiseren en het gebruik ervan voor elk project te systematiseren met als doel om zo weinig mogelijk tijdverlies te lijden. Zo zou men bijvoorbeeld een standaard bouwdetail kunnen definiëren voor de uitvoering van de afdichting aan de muurvoet en dit detail voor alle werven kunnen systematiseren. Op die manier kan de onderneming:

- tijd winnen bij de voorbereiding en de uitvoering van een werf (minder improvisatie ter plaatse)
- het aantal uitvoeringsfouten beperken
- een continue verbetering vergemakkelijken.

Al deze methoden en tools – die onder meer voortkomen uit de *lean*-filosofie – hebben dezelfde doelen voor ogen, meer bepaald de beperking van de kosten en de verbetering van de kwaliteit en de werkomstandigheden.

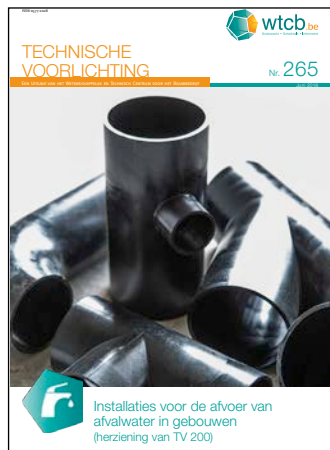
Als men wil komen tot een optimalisatie van de projectkosten, worden de nauwe samenwerking tussen de verschillende betrokkenen, BIM en de toepassing van het *lean*-management op de digitalisering grote organisatorische uitdagingen. Deze uitdagingen kunnen enkel aangegaan worden als de bedrijven de tools geleidelijk aan implementeren in hun werkomgeving. |

M. Huerdo Fernandez, arch., senior hoofdadviseur, afdeling Bouw 4.0, WTCB
F. Suain, ir., senior hoofdadviseur, en
D. Pirlot, m. c. f. w., afdelingshoofd, afdeling Beheer en kwaliteit, WTCB

WTCB-publicaties

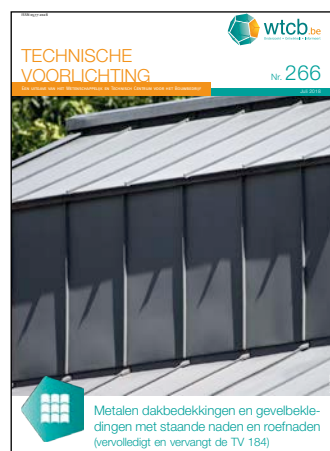
Technische Voorlichtingen

TV 265 Installaties voor de afvoer van afvalwater in gebouwen (herziening van TV 200)



Deze Technische Voorlichting is gewijd aan het ontwerp en de dimensionering van afvalwaterafvoerinstallaties die werken onder invloed van de zwaartekracht en dit, in woningen en hiermee vergelijkbare gebouwen.

TV 266 Metalen dakbedekkingen en gevelbekledingen met staande naden en roefnaden (vervolledigt en vervangt de TV 184)



Deze Technische Voorlichting is gewijd aan de twee klassieke uitvoeringswijzen van dakbedekkingen en gevelbekledingen uit metalen bladen en stroken aangebracht op een doorlopende ondergrond: de techniek van de staande naden en de techniek van de houten roeflat.

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) of kan u steeds bij ons terecht per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/716.42.11) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met S. Eeckhout.
- 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 55 jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met de bijdragen 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 Comit es 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 18.000 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. 011/79 95 11
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

BRUSSELS GREENBIZZ

Dieudonné Lef vrestraat 17, B-1020 Brussel
tel. 02/233 81 00