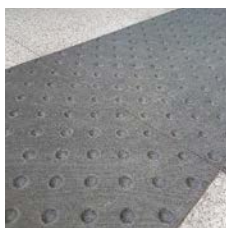


2019/2



Doorstempelen
van vloerplaten

p4-5



Podotactiele
tegels

p18-21

Cementtegels

p22-23

Vochtremmende
coatings

p24-25

Impemo

Inhoud

2019/2

Uw WTCB-Contact in een nieuw jasje..... 3



Doorstempelen van betonnen vloerplaten:
aandacht voor de lastenverdeling 4



Pannendaken: meer dan alleen maar sier? 6



Herziening van de TV 215:
veranderingen op til voor het dampscherm 8



Zeven vragen over de CE-markering
van brandwerende deuren beantwoord 10



Borstweringen en windbelastingen 14



Pleisterwerken: vóór of na de dekvloer? 16



Podotactiele tegels uit natuursteen: de te volgen stappen 18



De plaatsing van cementtegels: enkele voorzorgen 22



Hoe de geschikte coating kiezen voor het vochtscherm? 24



Warmteterugwinapparaten: hun prestaties op de proef gesteld 26



Hoe dimensioneer ik mijn sanitairwarmwaterproductie-installatie? 28

FAQ 30





Uw WTCB-Contact in een nieuw jasje

Een van de hoofdmissies van het WTCB bestaat erin om de bouwsector in het algemeen en de bouwondernemingen in het bijzonder te informeren. Hoewel we dit op verschillende manieren doen, blijven de publicaties ons communicatiemiddel bij uitstek. Zo ook de artikels die opgesteld worden onder leiding van de Technische Comités en gepubliceerd worden in de WTCB-Contact. Het is u waarschijnlijk niet ontgaan dat dit magazine een grondige facelift gekregen heeft.

Een eerste belangrijke wijziging betreft de periodiciteit: uw magazine WTCB-Contact zal voortaan **tweemaandelijks** verschijnen. Door deze manier van werken, willen we onze contacten met u vermenigvuldigen. In de praktijk blijft het eerste nummer van het jaar een thematische uitgave. In 2019 viel de eer te beurt aan brandveiligheid. De volgende magazines zullen de ene keer artikels bevatten die rechtstreeks verband houden met de verschillende bouwberoepen (zoals het nummer dat u nu in handen heeft) en de andere keer artikels die meerdere bouwberoepen aanbelangen (bijvoorbeeld over bedrijfsbeheer). Uiteraard mag ook de WTCB-website, waarop u alle artikels 24 uur op 24 en 7 dagen op 7 kan consulteren, niet uit het plaatje ontbreken. Sommige artikels zullen bovendien aangevuld worden met een langere versie waarin bepaalde aspecten meer in detail behandeld worden. De laatste pagina van het magazine zal ten slotte afwisselend voorbehouden zijn voor de rubrieken IN DE KIJKER en FAQ.

De tweede verandering heeft betrekking op de **lay-out**. Wij hebben namelijk het plan opgevat om onze teksten ruimer op te maken en rijkelijker te illustreren om de inhoud van de artikels nog aantrekkelijker te maken. Er zal ook vaker gebruikgemaakt worden van 3D-beelden die dichter aanleunen bij de werkelijkheid en eenvoudiger te begrijpen zijn.

Tot slot willen we erop wijzen dat ook de strijd voor een **duurzamere wereld** tot onze stokpaardjes behoort. Zo maken we al vele jaren gebruik van papier dat uitsluitend afkomstig is van duurzaam beheerde bossen en hebben we sinds kort ook geopteerd voor een 100 % biologisch afbreekbare verpakking. ◆

Doorstempelen van betonnen vloerplaten: aandacht voor de lastenverdeling

Betonnen gebouwen met meerdere verdiepingen worden tegenwoordig zodanig snel opgetrokken dat de reeds uitgevoerde bouwlagen doorgaans doorstempeld moeten worden. De dragende vloerplaat beschikt immers vaak nog niet over een toereikende sterkte om in haar eentje de belastingen op te nemen die door de nieuw te storten vloerplaat en de tijdelijke draagstructuur teweeggebracht worden.

B. Parmentier, ir., afdelingshoofd, afdeling Structuren, WTCB

V. Dieryck, ir., senior projectleider, afdeling Beton, bouwchemie en mineralogie, WTCB

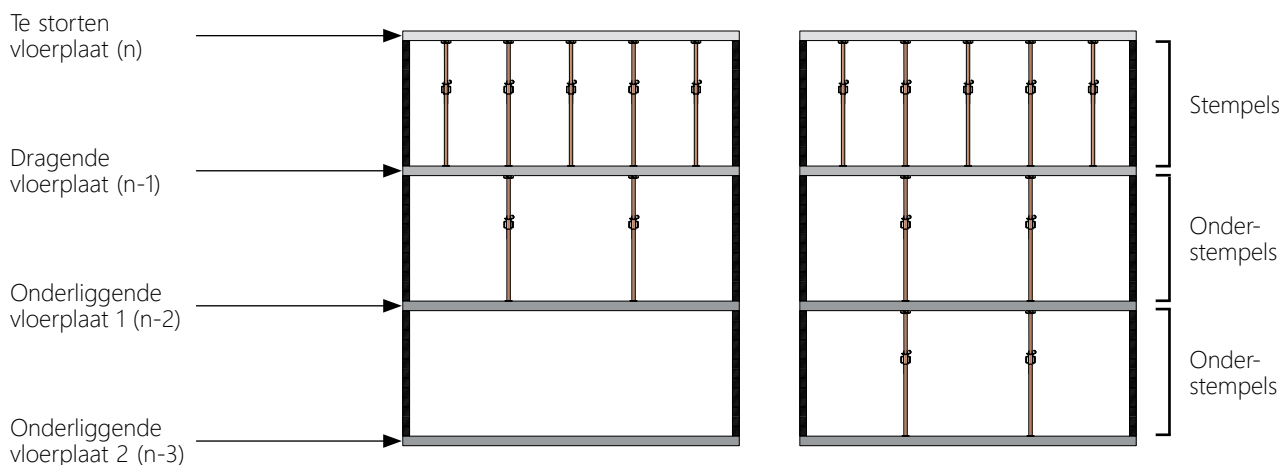
Principe van het doorstempelen

Het doorstempelen bestaat erin om bepaalde voorlopige stempels, '**onderstempels**' genoemd (zie onderstaande afbeelding), onder de dragende vloerplaat te laten staan. Dit heeft als doel om de door de uitvoering van de nieuwe vloerplaat teweeggebrachte belastingen naar de onderliggende vloerplaten over te dragen en over een voldoende groot draagvlak te spreiden. Bij het doorstempelen moeten er twee parameters in beschouwing genomen worden:

- de ontkistingstermijn van de nieuwe vloerplaat
- het aantal te doorstempelen bouwlagen onder de dragende vloerplaat.

Eenmaal de dragende vloerplaat ontkist is, kan er doorstempeld worden:

- ofwel door de onderstempels en de onderliggende vloerplaten zo te dimensioneren dat ze de belastingen van alle bovenliggende vloerplaten kunnen opnemen
- ofwel door de valkoppen van de onderstempels los te draaien, waardoor de dragende vloerplaat zal doorbuigen en haar eigengewicht komt te dragen, en deze vervolgens weer vast te draaien (dit wordt herstempelen genoemd). De onderstempels zijn in dit geval louter onderhevig aan de belastingen van de te storten vloerplaat. Men moet doorgaans de twee onder de dragende vloerplaat liggende bouwlagen doorstempelen (zie onderstaande afbeelding).



Principe van het doorstempelen.



Overdracht van de uitvoeringsbelastingen naar de onderliggende vloerplaten.

Beschouwde bouwlaag	Doorstempelde bouwlagen	
	Eén doorstempelde bouwlaag	Twee doorstempelde bouwlagen
Te storten vloerplaat (n)	–	–
Dragende vloerplaat (n-1)	70 %	65 %
Onderliggende vloerplaat 1 (n-2)	30 %	23 %
Onderliggende vloerplaat 2 (n-3)	–	12 %

Optimalisatie en rendement

De economische rentabiliteit van het doorstempelen berust op het compromis tussen:

- de prijs van de geprefabriceerde betonelementen
- de huurprijs van het stempelmaterieel
- de loonkosten van de arbeiders die de valkopen installeren.

Hoewel de vermindering van het aantal onderstempels in de meeste gevallen economischer is – maar vooral ook nodig is om de verdere werken niet te belemmeren –, mag men hier ook niet te ver in gaan om te vermijden dat de vloerplaten tijdens de uitvoeringsfase te veel zouden **doorbuigen**.

Ondanks het feit dat de inkorting van de ontlastingstermijn een beter rendement oplevert, brengt ze ook een voortijdige belasting van de gestorte vloerplaat met zich mee (des te meer wanneer de stempels weggehaald zijn). Zo zal de doorbuiging op lange termijn met ongeveer 10 % toenemen als men van een ontlasting op 5 dagen overgaat naar een ontlasting op 3 dagen. Aangezien dit een aanzienlijke vervorming vertegenwoordigt, moet men bepaalde stempels laten staan en/of de langetermijneffecten van het wegnemen ervan zorgvuldig laten beoordelen door een studiebureau.

Verdeling van de belastingen

Het aantal onder de dragende vloerplaat **te doorstempelen bouwlagen** kan beoordeeld worden door de verdeling van de belastingen over elke vloerplaat in te schatten. Hierbij moet er nagegaan worden of deze belastingen voor elk ervan toelaatbaar zijn. Het aantal te voorziene stempels ligt uiteraard hoger dan gewoonlijk omdat bepaalde stempels moeten blijven staan. Het heeft evenwel geen zin om alle stempels te behouden: het volstaat in principe immers vaak om op één en twee derde van de overspanning van de vloerplaat een onderstempel met een aangepast draagvermogen te voorzien.

De verdeling van de belastingen over de onderliggende vloerplaten kan aan de hand van verschillende methoden berekend worden. Over het algemeen zal deze verdeling beïnvloed worden door:

- de stijfheid van de bestaande structuur (aanwezigheid van muren, centrale kern ...)

- de stijfheid van de stempels
- de belastingen in elke vloerplaat
- de eventuele voorspanning van de stempels
- de bijkomende belastingen op de dragende vloerplaat (opgeslagen materialen ...).

Het is fout om te denken dat de verdeling van de belastingen over de onderliggende vloerplaten proportioneel is (bv. twee vloerplaten die elk 50 % van de uitvoeringsbelastingen opnemen). Bovenstaande tabel geeft een overzicht van de resultaten van de vereenvoudigde en doorgaans 'veilige' methode die in de 'Formwork'-gids opgenomen is. Aan de hand van deze methode, die gebaseerd is op een in het jaar 2000 uitgevoerd onderzoek, kan men het aantal stempels en te doorstempelen bouwlagen bepalen. Andere – zij het complexere – methoden maken het mogelijk om de belastingen in de vloerplaten en de stempels nauwkeuriger te beoordelen.

Uit de tabel blijkt dat, al naargelang men één of twee bijkomende bouwlagen onderstempelt, respectievelijk 70 % en 65 % van de uitvoeringsbelastingen rechtstreeks naar de dragende vloerplaat (bouwlaag n-1) overgedragen worden. Het overige percentage wordt naar de onderliggende vloerplaten afgedragen. Dit betekent dat de dragende vloerplaat voldoende sterk moet zijn om zowel haar eigengewicht als 70 % of 65 % van de door het storten teweeggebrachte belastingen op te nemen. De **fasering van de werken** moet bepaald worden in samenspraak met het studiebureau, dat het draagvermogen van de vloerplaat en de gevoeligheid voor vervorming op lange termijn moet nagaan in functie van de verschillende werffasen.

We willen erop wijzen dat de uitvoeringsbelastingen de gebruiksbelastingen (de belastingen waarvoor de vloer gedimensioneerd werd) tijdelijk met 10 tot 20 % kunnen overschrijden. Ook hier is het de taak van het studiebureau om na te gaan of deze situatie aanvaardbaar is in functie van de leeftijd van het beton.

Indien een van de vloerplaten waarnaar de belastingen overgedragen worden, stijver is dan de andere (bv. funderingsplaat), moet er bijzondere aandacht besteed worden aan de op deze vloer geplaatste onderstempels. In dat geval zijn de belastingen die doorgegeven worden aan de onderstempels immers groter, waardoor ze kunnen knikken, in het bijzonder wanneer er slechts één bouwlaag doorstempeld wordt. ◆

Pannendaken: meer dan alleen maar sier?

Bij de oplevering van dakwerken wordt het uitzicht van een pannendak vaak in vraag gesteld. Aangezien de referentiedocumenten hiervoor slechts weinig eisen bevatten, blijft de controle van het uitzicht van de dakbedekking vaak zeer subjectief.

D. De Bock, ing., adviseur, afdeling Technisch advies, WTCB

Hoewel de verschillende normen met betrekking tot dak-elementen (bv. pannen en leien) wel een aantal toleranties vastleggen voor het uitzicht ervan, bevatten ze slechts weinig informatie over de controle van dit uitzicht in situ.

We willen er bovendien op wijzen dat de esthetische beoordeling van een bouwelement niet in om het even welke omstandigheden uitgevoerd mag worden. Zo moet het uitzicht van een hellend dak volgens ons in **normale omstandigheden** geëvalueerd worden, dat wil zeggen vanop de grond, op een minimale afstand van 5 m en bij diffuus licht.

Beoordeling van het algemene uitzicht van het dak

De praktijk leert ons dat het algemene uitzicht van een dak in sterke mate beïnvloed wordt door de peilafwijkingen op de ondergrond (daktimmerwerk) en door de doorbuiging van de houten elementen. Om de beoordeling van het algemene uitzicht van een dak deels te objectiveren, definieert de **TV 240** op basis van enkele normatieve documenten een aantal toleranties (zie ook de [WTCB-Dossiers 2015/2.27](#)). Hierbij moet er opgemerkt worden dat de dimensionale schommelingen van de ondergrond meer in het oog zullen springen naarmate de dakpannen vlak en glanzend zijn.



1 | Afwerking van de dakranden met gevelpannen.



2 | Afwerking van de dakranden met een specifiek profiel.

Het uitzicht van het dak is eveneens afhankelijk van de dak-elementen zelf. Zo worden dakpannen uit gebakken aarde geproduceerd aan de hand van natuurlijke grondstoffen waarvan de kleur zo verschillend kan zijn dat ze een aanzienlijke invloed hebben op het uitzicht van de producten. Bepaalde uiterlijke bijzonderheden zijn bovendien inherent aan het productieproces. Deze staan ter informatie vermeld in de normen NBN EN 1304 (dakpannen uit gebakken aarde) en NBN EN 490 (betonpannen). Hoewel er geen precieze criteria bestaan in verband met de toegelaten kleurverschillen tussen de pannen van eenzelfde dak, is het wel aangeraden om enerzijds producten van dezelfde partij te gebruiken en anderzijds elementen uit verschillende verpakkingen goed te mengen.

Volgens de twee addenda bij de **TV 240** worden beschadigingen die in normale omstandigheden niet zichtbaar zijn en die de functionaliteit van het dak niet in het gedrang brengen (bv. sluitingen) aanvaard. Dit geldt ook voor de beschadigingen die wel zichtbaar zijn, maar waarvan de oppervlakte kleiner is dan $0,5 \text{ cm}^2$. Beschadigingen tot $1,5 \text{ cm}^2$ moeten bijgewerkt worden met behulp van een aangepaste verf, die doorgaans door de fabrikant meegeleverd wordt. Wanneer de beschadigingen groter zijn dan $1,5 \text{ cm}^2$, moeten de pannen verwijderd en vervangen worden.

Beoordeling van het uitzicht van de aansluitingsdetails

Gelet op de brede waaier aan producten die door de fabrikanten voorgesteld worden, kan het uitzicht van hellende daken aanzienlijk verschillen. Dit geldt ook voor de aansluitingsdetails. Zo worden de slabben niet meer uitsluitend in zink of lood uitgevoerd, maar kunnen ze ook opgebouwd zijn uit materialen waarvan de kleur dicht aanleunt bij die van de dakelementen.

Door te opteren voor dakpannen met een variabel dagvlak vermijdt men om de rechtstreeks onder de nokpannen gelegen elementen te moeten verzagen. Voor rechthoekige dakschilden stellen de fabrikanten doorgaans smallere producten voor waarvan het uitzicht identiek is aan dat van de pannen die in de rest van het dakschild gebruikt worden. Zodoende kan men vermijden dat deze elementen langs de randen verzaagd moeten worden.

Niet-rechthoekige dakschilden hebben ook een invloed op het uitzicht. Aangezien de pannen verticaal geplaatst worden, moet een groot aantal ervan verzaagd worden. Wanneer de snede evenwel zichtbaar is vanop de grond en het uitzicht ervan afsteekt tegen dat van de bovenzijde van de pannen, moeten de sneden ook 'bijgewerkt' worden (volgens hetzelfde principe als voor de beschadigingen van $0,5$ tot $1,5 \text{ cm}^2$). Volgens de **TV 175** (die nog steeds geldt voor de dakdetails) kunnen de dakranden op verschillende manieren afgewerkt worden, onder meer door de toepassing van gevelpannen of een specifiek profiel (zie afbeeldingen 1 en 2 op de vorige pagina).

Tot slot geeft de renovatie van rijhuizen vaak aanleiding tot aanzienlijke esthetische wijzigingen. Zo moet er voor de plaatsing van een onderdak, dat niet altijd oorspronkelijk aanwezig is, een tengellat toegevoegd worden. Zelfs wan-



3 | Aansluiting tussen een gerenoveerd dak (links) en een bestaand dak (rechts) met behulp van een roeflat.

neer de dakwerker gelijkaardige dakpannen aanwendt als deze van de aanpalende huizen, kan hij door het niveauverschil geen continue aansluiting met de belendende dakelementen verwezenlijken. In dat geval moet hij renovatieprofielen of roeflatten toepassen (zie afbeelding 3).

Aanbevelingen voor de contractuele documenten

Om af te sluiten, willen we erop wijzen dat de contractuele documenten (offertes, plannen en bijzondere bestekken) – bij gebrek aan precieze esthetische criteria in de referentiedocumenten – van cruciaal belang zijn voor de beoordeling van het eindresultaat.

Wanneer er bijzondere eisen gesteld zouden worden met betrekking tot het uitzicht van het dak, is het dus primordiaal dat er vooraf een aantal redelijke evaluatiecriteria vastgelegd worden. Indien er geen beroep gedaan wordt op een architect, raden we de dakwerkers aan om de uitvoering van de details op voorhand met hun klanten te bespreken om beter aan hun verwachtingen te kunnen voldoen. ■

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Toleranties en uitzicht (Eye Precision), gesubsidiëerd door de FOD Economie.

Herziening van de TV 215: veranderingen op til voor het dampscherm

Door de vele evoluties in het domein van de platte daken drong de herziening van de **TV 215** zich op. Vermits deze herziening bijna afgewerkt is, kunnen we reeds een tipje van de sluier oplichten, meer bepaald omtrent het hoofdstuk over het dampscherm. Welke nieuwigheden zult u hierin terugvinden? (*)

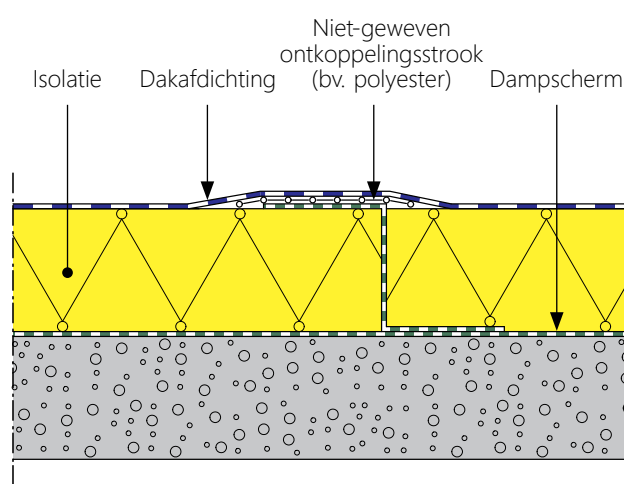
E. Noïrfalisse, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Isolatie- en dichtingsmaterialen, WTCB
A. Tilmans, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Hygrothermie, WTCB

Functie van het dampscherm

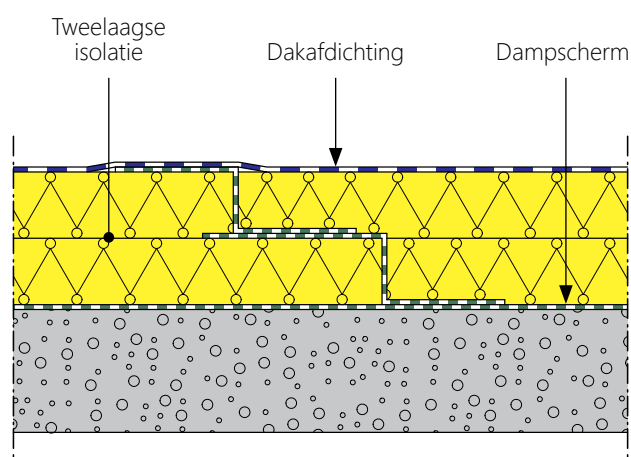
De functiebeschrijving van het dampscherm werd bijgewerkt door onder meer:

- zijn **rol als luchtscherm** te benadrukken en te wijzen op de mogelijks aanzienlijke vochttoevoer ten gevolge van een gebrekkige luchtdichtheid
- de aspecten met betrekking tot het gebruik van het dampscherm als **tijdelijk afdichtingsmembraan** tijdens de werken te ontwikkelen, vermits deze situatie vaak voorkomt en veelal bepalend is voor de keuze en de uitvoering van het dampscherm. Zo zijn polyethyleenfolies en louter met een glasvlies gewapende membranen op een ondergrond van geprofileerde staalplaten niet geschikt voor dit gebruik

- de **compartimentering van de isolatie** te detailleren (d.w.z. de verdeling van deze laag in compartimenten door de dakafdichting en het dampscherm met elkaar te verbinden, teneinde de omvang van een eventuele infiltratie te beperken). Naast het klassieke compartimenteringsschema voor twee verenigbare materialen, zal het herziene hoofdstuk ook schema's bevatten voor twee onverenigbare materialen (zie afbeelding 1) en voor de compartimentering van een tweelaagse isolatie (zie afbeelding 2). Om de efficiëntie van de compartimentering te verbeteren, willen we eraan herinneren dat het aangeraden is om deze op de *as-built*plannen aan te duiden en maatregelen te treffen om eventuele waterlekken op te sporen (zie **TV 229**, bijlage 4).



1 | Compartimentering indien de dakafdichting en het dampscherm onverenigbaar zijn.



2 | Compartimentering van een tweelaagse isolatie.

(*) Dit artikel heeft voornamelijk betrekking op warme daken en omkeerdaken. Het gaat dus niet dieper in op specifieke configuraties zoals compactdaken (zie de **WTCB-Dossiers 2012/2.6**).



WTCB

Eigenschappen van het dampscherm

Ook de fysische eigenschappen van de materialen komen in de herziening aan bod, te beginnen met de toelichting van enkele noties die vaak een zekere verwarring zaaien, zoals:

- de coëfficiënt voor de waterdampdiffusieweerstand μ
- de diffusiedikte μd (of S_d)
- de gecorrigeerde diffusiedikte $(\mu d)_{corr}$ (ook wel de equivalente diffusiedikte genoemd $(\mu d)_{eq}$), die rekening houdt met de invloed van de uitvoering.

De herziening van de TV 215 vermeldt enkele μ - en μd -waarden voor gebruikelijke materialen. Het is evenwel moeilijk om de $(\mu d)_{corr}$ -waarde van een uitgevoerd product te bepalen. Zo kan een onderbreking (bv. doorboring door een bevestiging of plooi in een overlapping) bij gebruik van een polyethyleenfolie of andere dunne membranen aanleiding geven tot een groot verschil tussen de μd - en de $(\mu d)_{corr}$ -waarde. Om deze reden zal een polyethyleenfolie maximaal tot de dampschermklasse E2 ($5 \text{ m} \leq (\mu d)_{corr} < 25 \text{ m}$) kunnen behoren, zelfs wanneer ze over een hoge μd -waarde beschikt. Bij bitumineuze materialen is het verschil tussen de μd - en de $(\mu d)_{corr}$ -waarde in principe kleiner.

Kwaliteit van het dampscherm

Wat de kwaliteit van het dampscherm betreft, geeft tabel 14 van de huidige TV 215 een overzicht van de voor warme daken te gebruiken dampschermklassen (E1 tot E4) in functie van de eigenschappen van de dakvloer en de binnenklimaatklasse. Deze tabel kan gebruikt worden als alternatieve oplossing voor meer gedetailleerde berekeningen. Voor gebouwen waar de jaarlijkse gemiddelde dampdruk groter is dan 3.000 Pa is het evenwel aangeraden om sowieso over te gaan tot een dergelijke berekening.

Voormelde tabel is gebaseerd op berekeningen volgens de Glasermethode. In het kader van de herziening van de TV 215 werd hij echter aangepast op basis van dynamische berekeningen. Verder werden de rekenhypotheseën bijgeschaafd om beter te beantwoorden aan de werkelijkheid (bv. een plat dak, beschaduwd door een naar het noorden gerichte muur, die zich dus ten zuiden van het dak bevindt, in plaats van een dak met een helling van 45° met een noordelijke oriëntatie). Er werd beslist om de aanbevelingen enkel aan te passen wanneer ze strenger mochten blijken dan de geldende.

Voor **houten dakvloeren of dakvloeren uit geprofileerde staalplaten** bleken de dynamische berekeningen iets minder streng te zijn. Bijgevolg werd er hiervoor geen enkele wijziging aangebracht in de tabel.

Voor **dakvloeren uit 'nieuw' beton** (of nieuwe cementgebonden afschotlagen die een zekere hoeveelheid bouwvocht kunnen bevatten) leverden de dynamische berekeningen voor de binnenklimaatklassen I tot III en een dampscherm van de klasse E3 ($25 \text{ m} \leq (\mu d)_{corr} < 200 \text{ m}$) condensatiehoeveelheden van iets meer dan 200 g/m² op, zoals tegenwoordig aanbevolen wordt. Theoretisch impliceert dit dat men een dampscherm van de klasse E4 ($(\mu d)_{corr} \geq 200 \text{ m}$) zou moeten toepassen. Men zou in dit geval echter ook kunnen blijven gebruikmaken van een dampscherm van de klasse E3 aangezien:

- de maximale condensatiehoeveelheid slechts lichtjes overschreden wordt (ongeveer 250 g/m² aan condensaten)
- de toepassing van een μd -waarde van 100 m (tussentijdse waarde) dichter aanleunt bij de werkelijkheid dan de ondergrens van 25 m
- de impact van een eventuele (zwakke) condensatiehoeveelheid waarschijnlijk kleiner zal zijn, gelet op de huidige isolatiediktes.

Voor de binnenklimaatklasse IV blijft een dampscherm van de klasse E4 van toepassing.

Voor **dakvloeren uit 'droog' beton** (renovatie) stelt een voetnoot in tabel 14 dat er voor de binnenklimaatklassen I tot III geen dampscherm voorzien hoeft te worden. Uit de dynamische berekeningen is evenwel gebleken dat men in aanwezigheid van een binnenklimaatklasse III en een isolatie uit minerale wol de voorkeur dient te geven aan een dampscherm van de klasse E1. Bijgevolg is het aangeraden om in het geval van een dakvloer uit droog beton en een binnenklimaatklasse III voortaan een dampscherm van deze klasse toe te passen. Verder werden er maar weinig wijzigingen aangebracht in de tabel.

In de rest van de tekst werden er wel nog een aantal aanpassingen doorgevoerd. Zo werd er een korte beschrijving van de intussen verschenen zelfklevende dampschermen en hygrovariabele dampremmen toegevoegd. Voor meer details verwijzen we naar de herziene TV die binnenkort zal verschijnen. ◆

Zeven vragen over de CE-markering van brandwerende deuren beantwoord

Weldra zal het mogelijk zijn om een CE-markering aan te brengen op niet-aangedreven brandwerende deuren. Welke producten zullen over een dergelijke markering moeten beschikken? Wanneer zal de markering verplicht zijn? Wat zijn de praktische gevolgen voor de plaatsers en schrijnwerkers?

E. Winnepenninckx, ing., departementshoofd, departement Normalisatie, specificaties en kwaliteit van producten en systemen, WTCB
Y. Martin, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en gebouwschil, WTCB
C. Cornu, ir.-arch., hoofdadviseur, dienst Kwaliteit van producten en systemen, WTCB



1 Wat is de CE-markering en waarvoor dient ze?

De CE-markering van bouwproducten stelt fabrikanten in staat om hun producten in alle lidstaten van de Europese Economische Ruimte (*) op de markt te brengen. Ze vermeldt ook de productprestaties voor de gereguleerde eigenschappen, die bepaald worden volgens de geharmoniseerde Europese productnormen.

2 Welke producten moeten over een CE-markering beschikken?

De producten die onder de in tabel A vermelde geharmoniseerde normen vallen (zie volgende pagina), moeten over een CE-markering beschikken. Deze normen hebben betrekking op brandwerende deurgehelen (zie afbeelding 1 op de volgende pagina), dat wil zeggen het vaste kader (ook wel omlijsting genoemd), de deurvleugel(s), het hang- en sluitwerk, de nodige voegen en de eventuele volle of beglaasde zij- en bovenpanelen.

Dit betekent dus dat brandwerende deurvleugels en -kaders die apart verkocht worden, op basis van voormelde normen niet over een CE-markering kunnen beschikken.

(*) De Europese Economische Ruimte (EER) omvat de 28 lidstaten van de Europese Unie, IJsland, Liechtenstein en Noorwegen.



1 | Brandwerende deurgehelen (enkele vleugel).

3 Wanneer is de CE-markering mogelijk en wanneer is ze verplicht?

Het aanbrengen van de CE-markering wordt pas mogelijk wanneer zowel de geharmoniseerde Europese norm met betrekking tot de basiseigenschappen als deze met betrekking tot de brandwerende eigenschappen in het Publicatieblad van de Europese Unie vermeld worden. Dit document legt de data van de co-existentieperiode vast gedurende dewelke fabrikanten de CE-markering mogen aanbrengen. Na verloop van deze periode wordt de markering verplicht en mogen fabrikanten hun producten niet langer zonder markering op de markt brengen.

Vermits de norm NBN EN 14351-2 met betrekking tot binnendeuren nog niet in het Publicatieblad vermeld werd, is

het onmogelijk om te voorspellen wanneer de CE-markering voor deze deuren verplicht zal worden. Bij de publicatie van dit artikel verwachten wij de vermelding van deze norm in het Publicatieblad niet vóór de herfst van 2020. Dit impliceert dat de CE-markering pas verplicht zal worden na een co-existentieperiode van vermoedelijk twee à drie jaar.

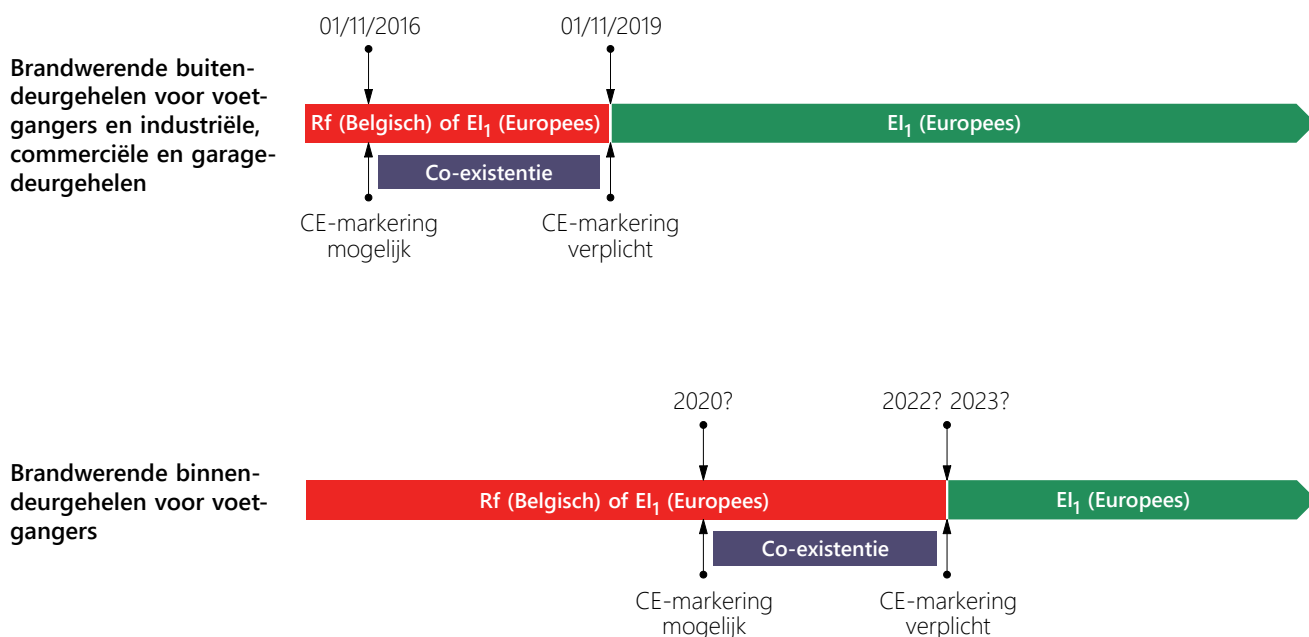
4 Tot wanneer kan men brandwerende deurgehelen en -vleugels die onder de Belgische Rf-classificatie vallen, op de markt brengen?

Zodra de CE-markering verplicht is, zullen brandwerende deurgehelen in België aan de Europese EI₁ 30- of EI₁ 60-klasse moeten beantwoorden. Vanaf 1 november 2019 zal dit het

A | Geldende normen voor brandwerende deurgehelen.

Type niet-aangedreven deurgehelen	Geldende normen		Datum waarop de CE-markering verplicht wordt (*)
	Voor de basiseigenschappen	Voor de brandwerende eigenschappen	
Brandwerende binnendeurgehelen voor voetgangers	NBN EN 14351-2 (nog niet vermeld in het Publicatieblad van de Europese Unie)	NBN EN 16034	Niet gekend (waarschijnlijk ten vroegste in 2022)
Brandwerende buitendeurgehelen voor voetgangers	NBN EN 14351-1	NBN EN 16034 (co-existentieperiode: van 01/11/2016 tot 31/10/2019)	01/11/2019
Brandwerende industriële, commerciële en garagedeurgehelen	NBN EN 13241		

(*) Beide geldende normen moeten in het Publicatieblad van de Europese Unie vermeld worden.



2 | Co-existentperiode voor de CE-markering van brandwerende deur- en -ramen en voorziene gevolgen voor de Belgische en Europese brandweerstandsklassen.

geval zijn voor brandwerende buitendeur- en -ramen voor voetgangers en brandwerende industriële, commerciële en garagedeur- en -ramen (zie afbeelding 2). We willen erop wijzen dat deze datum betrekking heeft op de plaatsingsdatum van het deurgeheel en dus niet op die van de bouwtoelating of de offerte.

Zoals in de tweede vraag reeds vermeld werd, kunnen apart verkochte brandwerende deurvleugels volgens de in tabel A vermelde geharmoniseerde normen niet voorzien worden van een CE-markering. Niettemin zouden de brandwerende deurvleugels van buitendeur- en -ramen vanaf 1 november 2019 beoordeeld moeten worden door een proef, uit te voeren volgens de Europese norm (EI₁ 30 of EI₁ 60), en niet langer volgens de Belgische norm (Rf ½h of Rf 1h).

Vermits de norm NBN EN 14351-2 nog niet vermeld werd in het Publicatieblad van de Europese Unie, zijn de data van de co-existentperiode van de Belgische en Europese klassen voor de brandwerende binnendeur- en -ramen en -vleugels voor voetgangers momenteel nog niet gekend.

5 Wie is verplicht om een CE-markering aan te brengen?

De Bouwproductenverordening (BPV) geldt alleen wanneer een bouwproduct voor 'distributie' of 'gebruik' op de

markt van de Europese Unie 'geleverd' wordt of wanneer het op deze markt 'beschikbaar' gemaakt wordt (eerste terbeschikkingstelling).

Bijgevolg is de BPV niet van toepassing (of 'lijkt ze niet van toepassing te zijn' volgens de diensten van de Europese Unie) wanneer een aannemer een bouwproduct fabriceert en vervolgens in een bouwwerk integreert zonder het als een product op de markt gebracht te hebben.

Eenvoudig gesteld maakt de wetgeving inzake overeenkomsten zowel op Europees als op Belgisch niveau een onderscheid tussen:

- **dienstenovereenkomsten**, die alleen de uitvoering of zowel het ontwerp als de uitvoering van een werk omvatten
- **verkoopovereenkomsten**, die de aankoop, de leasing, de huur of de huurkoop van producten behelzen, maar die in ondergeschikte orde ook de plaatsing en de installatie zouden kunnen bestrijken.

Volgens het WTCB geldt de BPV uitsluitend voor activiteiten die onder verkoopovereenkomsten vallen. Als we uitgaan van deze hypothese, zou het aanbrengen van de CE-markering door plaatsers die volgens een dienstenovereenkomst aan de slag zijn, als illegaal beschouwd kunnen worden. In het geval van een dienstenovereenkomst zou het met andere woorden mogelijk kunnen zijn dat aannemers niet gemachtigd zijn om de CE-markering aan te brengen. Hoewel deze interpretatie nog niet bevestigd werd, is het voor de plaatsers veiliger

om geen CE-markering aan te brengen. Dit zou immers als oneerlijke concurrentie beschouwd kunnen worden.

6 Wat zijn de praktische gevolgen voor de fabrikant, de verdeler en de schrijnwerker?

Tabel B geeft een overzicht van de verschillende scenario's die men in de praktijk zou kunnen tegenkomen.

7 Moeten de gebruikers eisen dat er een CE-markering aangebracht wordt?

Neen. Het aanbrengen van een CE-markering behoort tot de verantwoordelijkheden van de fabrikant. De markering regelt de communicatie tussen de fabrikanten en de overheden die toezicht houden op de markt. De Bouwproductenverordening biedt de gebruikers geen enkele bijkomende (wettelijke) garantie.

De gebruikers moeten voor brandwerende deuren wel bepaalde prestaties (bv. EI₁ 30 of EI₁ 60, dimensionale toleranties, duurzaamheid, mechanische weerstand, hygrothermische belastingen) en eventueel een zeker betrouwbaarheidsniveau (bv. BENOR/ATG-certificatie) eisen, opdat er voldaan zou kunnen worden aan de vereisten voor de bouwwerkzaamheden.

Vermits de CE-markering verplicht is, hoeven de gebruikers (plaatsers, aanbesteders, voorschrijvers en gebouw-eigenaars) deze niet te eisen. Indien men voor offertes of bestekken bijvoorbeeld eist dat de producten over een CE-markering beschikken, dan:

- sluit men alle producten uit die van de (geharmoniseerde) normen afwijken, meer bepaald de innovatieve en/of unieke producten en brandwerende binnendeuren die niet als volledige deurgehelen op de markt gebracht worden (maar bijvoorbeeld wel als deurvleugel)
- worden de plaatsers of schrijnwerkers die brandwerende deuren fabriceren en plaatsen, buiten spel gezet. Zij zijn immers niet verplicht om een CE-markering aan te brengen en zouden hiervoor zelfs een verbod kunnen krijgen (volgens onze interpretatie, zie vraag 5).

Voor openbare aanbesteders zouden er wettelijk gezien zelfs risico's verbonden kunnen zijn aan de eis om producten met een CE-markering te gebruiken. Hierdoor zouden ze immers ongewild bepaalde economische spelers kunnen verhinderen om in te gaan op openbare aanbestedingen. 

Dit artikel werd opgesteld in samenwerking met J. De Saeleleer (FOD Binnenlandse Zaken), de Confederatie Bouw, de Bouwunie, BCCA en BUTgb, in het kader van de Normen-Antenne Manueel bediende en aangedreven gevelelementen, gesubsidieerd door de FOD Economie.

B | Hoe worden brandwerende deurgehelen en hun onderdelen op de markt gebracht en geplaatst?

Situatie	Is de CE-markering verplicht?	Verantwoordelijke voor de CE-markering	Verantwoordelijke voor de plaatsing ⁽¹⁾
De fabrikant levert het deurgeheel dat klaar is om geïnstalleerd te worden en dit, in één of meerdere stukken. Hij kan de onderdelen bij leveranciers aankopen.	Ja	Fabrikant	Plaatser
De verdeler of schrijnwerker koopt de deurvleugels, kaders, dichtingsproducten en het hang- en sluitwerk bij verschillende leveranciers aan en brenkt ze op de markt als een brandwerend deurgeheel .	Ja	Verdeler of schrijnwerker ⁽²⁾	Plaatser
De plaatser koopt de deurvleugels, kaders, dichtingsproducten en het hang- en sluitwerk bij verschillende leveranciers aan en plaatst ze op de bouwplaats .	Neen ⁽³⁾	–	Plaatser
De plaatser koopt de deurvleugels, dichtingsproducten en het hang- en sluitwerk bij verschillende leveranciers aan, fabricceert zelf de kaders en plaatst ze op de bouwplaats .	Neen ⁽³⁾	–	Plaatser

⁽¹⁾ Hij/zij moet ervoor zorgen dat de plaatsing volgens de Belgische reglementaire eisen, de regels van de kunst en de specifieke eisen voor de betreffende bouwplaats verloopt.

⁽²⁾ Er wordt een andere term gebruikt om een onderscheid te maken tussen de verantwoordelijkheden van de schrijnwerker en die van de plaatser. De schrijnwerker kan ook de plaatser zijn.

⁽³⁾ Volgens de interpretatie van het WTCB, die nog niet bevestigd werd door de Europese Commissie.

Borstweringen en windbelastingen

Doorgaans zijn de windbelastingen doorslaggevend bij de dimensionering van borstweringen voor buitentoepassingen die opgebouwd zijn uit panelen. Om hier meer over te weten te komen, werd er een prenormatieve studie uitgevoerd. Hieruit bleek dat de windbelastingen in vele gevallen verminderd zouden kunnen worden, behalve voor de hoekzones en de bovenste verdieping, waarvoor de huidige waarden volledig gerechtvaardigd zijn.

T. Lonfils, dr. ir., projectleider, laboratorium Structures, WTCB

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

Algemene principes voor de beoordeling van borstweringen

Een borstwering moet voldoen aan de eisen uit de norm NBN B 03-004. Volgens deze norm moeten de borstweringen zowel beoordeeld worden onder dynamische (schokproeven) als statische belastingen. In dit laatste geval moet er bij de dimensionering niet alleen rekening gehouden worden met de belastingen ten gevolge van het eigengewicht, maar ook met de gebruiksbelastingen en de windbelastingen.

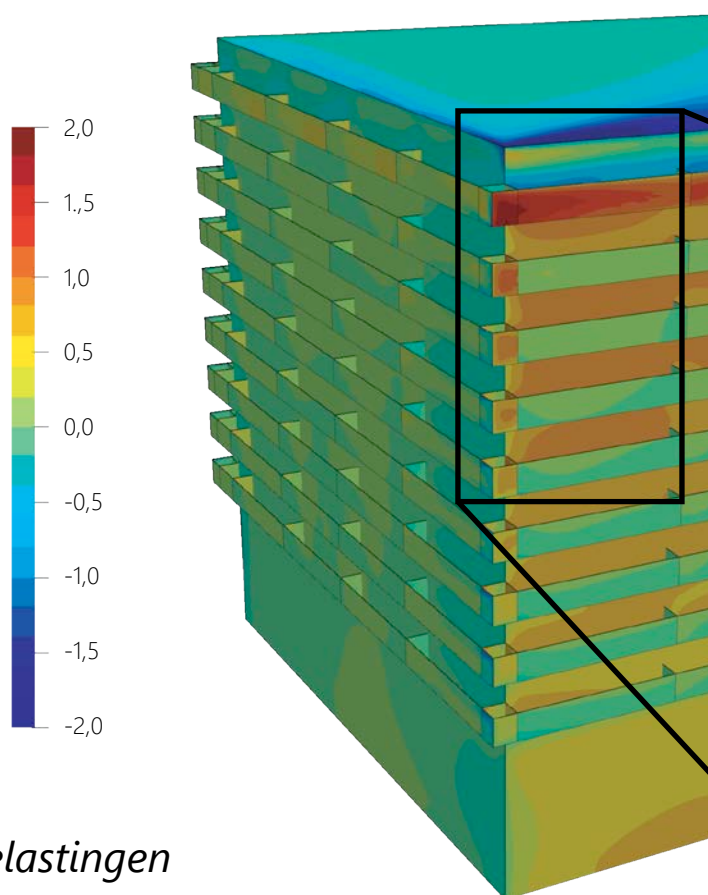
Voormelde norm definieert:

- de belastingen in functie van de gebruikscategorieën van de gebouwen (A: residentiële gebouwen, B: kantoor-gebouwen, C: gebouwen die bestemd zijn om publiek te ontvangen en D: handelspanden)
- de belastingscombinaties
- de verschillende combinatie- en veiligheidscoëfficiënten (zie de [WTCB-Dossiers 2018/4.5](#)).

De norm stelt bovendien ook zeven windblootstellingsklassen voor. Elke klasse omvat de verschillende combinaties van referentiesnelheid van de wind (23 tot 26 m/s), referentiehoogte van het gebouw en ruwheidscategorie van het terrein (zone I tot IV) waarvoor de dynamische piekdruk $q_p(z_e)$ dezelfde is.

In de meeste gevallen zijn de in de nationale bijlage van de norm NBN EN 1991-1-4 gedefinieerde windbelastingen doorslaggevend bij de dimensionering van borstweringen uit (doorgaans glazen) panelen voor buitentoepassingen. In wat volgt gaan we na of deze belastingen wel degelijk aan de realiteit beantwoorden.

Aan de hand van een digitale simulatie van de luchtstroming rond een gebouw kunnen de drukcoëfficiënten van de blootgestelde oppervlakken ingeschat worden.



Een gebouw vermindert de windbelastingen die op de borstwering inwerken.

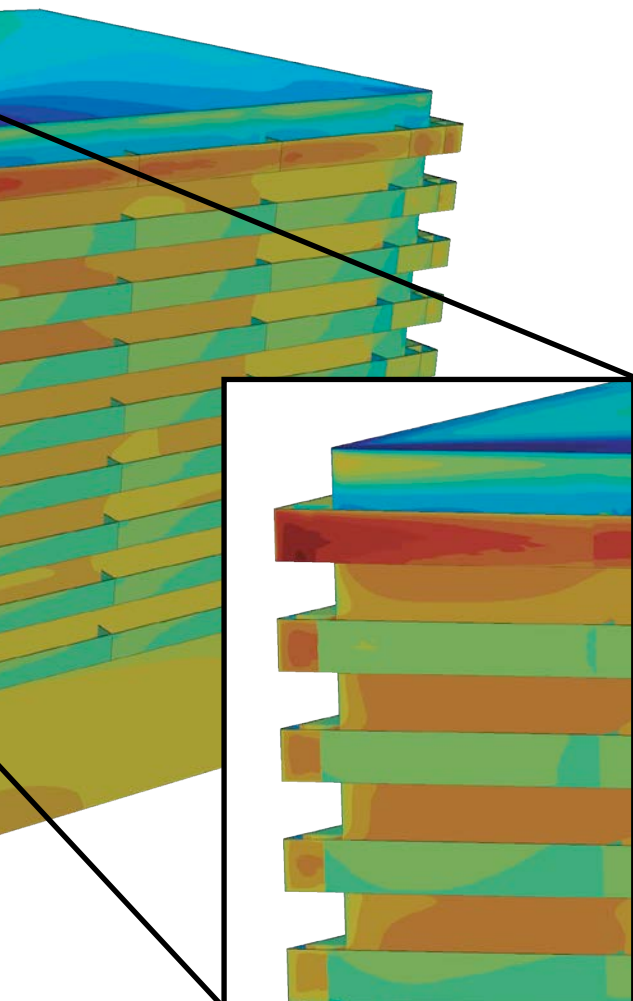
Hoe representatievere windbelastingen in acht nemen?

Volgens de norm NBN EN 1991-1-4 wordt de in aanmerking te nemen nettowinddruk (w_k) als volgt berekend:

$$w_k = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} \cdot c_{prob}^2$$

waarbij:

- $q_p(z_e)$: de **dynamische piekdruk**. Deze wordt bepaald op het hoogste punt van het gebouw
- $c_{p,net}$: de **nettodrukcoëfficiënt**. De norm NBN EN 1991-1-4 en, meer in het bijzonder, haar nationale bijlage schrijven bepaalde drukcoëfficiënten voor om rekening te houden met de windbelastingen op borstweringen. Doorgaans worden waarden van 2,0 aangeraden
- c_{prob}^2 : de **waarschijnlijkheidscoëfficiënt**. Deze beschouwt een aangepaste terugkeerperiode van 25 jaar en bedraagt 0,9216.



In de meeste gevallen zijn de windbelastingen in onderdruk (negatieve $c_{p,net}$) doorslaggevend bij de dimensionering, omdat ze samengaan met de in de norm NBN B 03-004 gedefinieerde gebruiksbelastingen. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de dimensionering van borstweringen verwijzen we naar de [WTCB-Dossiers 2018/4.5](#).

Het WTCB heeft een aantal onderzoeken uitgevoerd om de situaties te bepalen waarin de **drukcoëfficiënten vermindert** zouden kunnen worden. Hoewel borstweringen onderhevig kunnen zijn aan aanzienlijke windbelastingen, zorgt het gebouw voor een afname van deze belastingen. Een gebouw vermindert met andere woorden de windbelastingen die op de borstwering inwerken en vervult dus een beschermende functie. De hoekzones moeten daarentegen met bijzondere aandacht behandeld worden, omdat de belastingen op deze plaats intenser zijn.

Om de (on)gunstige omstandigheden nauwkeuriger te kunnen definiëren, heeft het WTCB in eerste instantie een meetcampagne op ware grootte uitgevoerd in zijn proefstation te Limelette. Hiertoe werd de borstwering van een proefgebouw uitgerust met sensoren om de ruimtelijke verdeling van de nettodrukcoëfficiënten gedurende een jaar te registreren. Op die manier konden de digitalesimulatiemodellen gevalideerd worden.

In tweede instantie werd er een digitaal onderzoek gevoerd dat zich meer toespitste op concrete situaties. Hierbij werden er een twintigtal configuraties, waaronder eengezinswoningen en appartementsgebouwen, in beschouwing genomen. Nevenstaande afbeelding illustreert een van de bestudeerde gevallen voor een appartementsgebouw met negen balkonrijen. Hieruit blijkt duidelijk dat de hoekzones en de bovenste verdieping onderhevig zijn aan de meest intense windbelastingen.

Dankzij deze aanpak kon het WTCB de **impact van de topologie van de borstweringen** (bv. diepte van het balkon en aanwezigheid van wanden) op de windbelastingen bestuderen en een relevanter wetenschappelijk kader creëren om de nettodrukcoëfficiënten te bepalen. Ter informatie: voor de hoekzones zijn deze begrepen tussen -1,75 en 1,75. Als men deze zones buiten beschouwing laat, zijn deze coëfficiënten gelegen tussen -1,0 en 1,5. Aan de hand van deze simulaties zou men dus kunnen overwegen om de aanbevolen drukcoëfficiënten (momenteel 2,0) te verlagen. De moeilijker te bepalen dynamische belastingen, veroorzaakt door de toename van de turbulentie, worden in dit artikel daarentegen niet in beschouwing genomen en zouden het voorwerp moeten uitmaken van een specifieke studie.

Aan de hand van dit onderzoek konden de omstandigheden bepaald worden waarin de ligging van de borstwering ten opzichte van het gebouw een vermindering van de windbelastingen met zich meebrengt. De door de norm NBN EN 1991-1-4 en haar nationale bijlage aanbevolen waarde van 2,0 is gerechtvaardigd voor de borstweringen van balkons die zich in de hoekzones en op de bovenste verdieping van een gebouw bevinden. Behalve voor deze gevallen zou de nettodrukcoëfficiënt op basis van een bijkomende studie dus vermindert kunnen worden. Er wordt momenteel een methode ontwikkeld om deze vermindering in te kunnen schatten. ♦



Pleisterwerken: vóór of na de dekvloer?

Pleisterwerken vinden traditioneel plaats na de installatie van de leidingen, kanalen en elektriciteitskabels en vóór de uitvoering van de vloeropbouw. De plafonneerders stellen zich evenwel de vraag of de fasering van de werken niet gereorganiseerd moet worden om beter te beantwoorden aan de nieuwe bouwmethoden en -eisen.

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

Enkele nodige aanpassingen

De laatste jaren moesten de bouwprocessen en -technieken aangepast worden om rekening te houden met de energie-reglementeringen – onder meer inzake de luchtdichtheid van gebouwen – en om nieuwe technologieën te integreren. Vroeger moesten er voor de speciale technieken immers enkel waterleidingen en elektriciteitskabels in de vloer voorzien worden. Tegenwoordig komen daar onder meer ook vloerverwarmingsbuizen, ventilatiekanalen en kabels voor domotica bij.

In bepaalde situaties zou het interessant kunnen zijn om de **fasering van de werken te reorganiseren**. De tabel op de volgende pagina geeft een overzicht van de risico's die gepaard gaan met de traditionele fasering en met twee alternatieve faseringen. Ter vereenvoudiging werd er geen rekening gehouden met de eerste fase, namelijk de plaatsing van de speciale technieken. Een andere oplossing bestaat

erin om de speciale technieken tussen de pleisterwerken en de isolatie van de vloer uit te voeren. Deze variant komt in dit artikel evenwel niet aan bod.

Voor- en nadelen van een reorganisatie van de werken

Zoals in de tabel weergegeven wordt, zijn **het risico op vallen en op het beschadigen** van de verschillende op de vloer aanwezige speciale technieken de voornaamste nadelen van de traditionele fasering. Wanneer de afwerkingen (bv. binnenschrijnwerk en vensterbanken) aangebracht zijn, moet de plafonneerder bovendien vaak een tweede keer tussenkomen om de deuken die veroorzaakt werden door de verschillende bouwberoepen te herstellen en bij te werken. Hoewel dit ook het geval is bij de andere faseringen, is het risico op beschadigingen hier wel kleiner omdat er na de pleisterwerken minder interventies vereist zijn.

Aanzienlijke obstructie van de vloer tijdens de pleisterwerken.





Risico's die gepaard gaan met de verschillende faseringen (schaal van 0 tot 3, van minst tot meest risicovol).

In beschouwing te nemen voor- en nadelen		Traditionele fasering	Alternatieve fasering nr. 1	Alternatieve fasering nr. 2
		• Pleisterwerken • Isolatie van de vloer • Uitvoering van de dekvloer	• Isolatie van de vloer • Uitvoering van de dekvloer • Pleisterwerken	• Isolatie van de vloer • Pleisterwerken • Uitvoering van de dekvloer
Tijdens de pleisterwerken	Risico op vallen	3	1	2
	Risico op de beschadiging van de speciale technieken	3	0	1
	Risico op de beschadiging van de isolatie of de dekvloer	0	3	3
	Aantal te voorzien beschermingsmaatregelen	Beperkt	Aanzienlijk	Gematigd
Na de pleisterwerken	Drogingsomstandigheden van de bepleistering	Minder gunstig	Gunstig	Minder gunstig
	Risico op de beschadiging van de bepleistering door de verschillende bouwberoepen	3	1	2

We willen eraan herinneren dat een **langdurige blootstelling van een materiaal aan vocht** (ook luchtvochtigheid) aanleiding kan geven tot schimmelontwikkeling, een aantasting van het oppervlak of – in extreme gevallen – een beschadiging van de bepleistering. De problemen die te wijten zijn aan het feit dat er bij de uitvoering en de droging van de dekvloer veel vocht vrijkomt, kunnen vermeden worden door te opteren voor de eerste alternatieve fasering, omdat de pleisterwerken hierbij als laatste uitgevoerd worden.

Indien men voor een van de twee alternatieve faseringen kiest, moet de plafonneerder rekening houden met een aantal nogal ongewone moeilijkheden en voorzorgen. Het betreft hier voornamelijk **beschermingsmaatregelen** die genomen moeten worden om de vloeropbouw niet te beschadigen of te bevuilden. Zo zouden er onder de poten van de steigers drukverdeelplaten aangebracht moeten worden om te vermijden dat het oppervlak van de dekvloer beschadigd zou raken (alternatief nr. 1) of dat het voor de isolatie gebruikte gespoten polyurethaan doorponst zou worden (alternatief nr. 2). Om de dekvloer niet te bevuilden (bv. afzettingen en stof) en de hechting van de latere afwerking niet in het gedrang te brengen, moet er ook een dekzeil voorzien worden.

Bij de eerste alternatieve fasering moet er voor de dekvloer een zekere **droogtijd** in acht genomen worden alvorens met de pleisterwerken aan te vangen en dit, om te vermijden dat het oppervlak van de dekvloer beschadigd zou raken. Volgens de **TV 189** is de stapeling van materiaal en materieel bij cementgebonden dekvloeren toegelaten na 15 dagen (7 dagen bij anhydrietgebonden dekvloeren), voor zover dit goed verdeeld gebeurt en er geen puntbelastingen optreden. Een volledige ingebruikname is mogelijk na 28 dagen (15 dagen bij anhydrietgebonden dekvloeren).

Voorafgaandelijke voorwaarden

Alvorens de plafonneerder de werken aanvat, moet de opdrachtgever hem alle nuttige aanduidingen verschaffen in verband met het te bepleisteren oppervlak. Dit wordt bepaald door rekening te houden met de dikte van de verschillende lagen (egalisatie, isolatie, dekvloer, afwerking) en de eventuele aanwezigheid van een vochtscherm. Het is niet toegelaten om dit scherm te overbruggen met een capillair materiaal (bv. een gipsgebonden bepleistering). Dit risico is relatief beperkt bij het eerste alternatief.

Aangezien de luchtdichtheid bij muren uit metselwerk gewaarborgd wordt door de binnenbepleistering, moet men de continuïteit van het luchtscherm aan de muurvoeten en ter hoogte van de doorboringen doorheen de gebouwschil (warmwaterverdeellicingen, verwarmingsleidingen en collectoren) verzekeren. De **TV 255** reikt hiervoor verschillende oplossingen aan. Dit punt moet – ongeacht de fasering – in aanmerking genomen worden bij de coördinatie van de werken.

Wat de voorbereidende werkzaamheden en de randvoorwaarden voor de pleisterwerken betreft, stellen de **TV's 199** en **201** een aantal specifieke aanbevelingen voor die in acht genomen moeten worden wanneer men voor een van de twee alternatieve faseringen opteert.

Coördinatie en voorzorgsmaatregelen

Men kan verschillende faseringen overwegen die elk hun voor- en nadelen hebben. Deze moeten geval per geval beoordeeld worden. Over het algemeen dient men er evenwel op toe te zien dat de verschillende bouwberoepen goed gecoördineerd worden. ◆



Podotactiele tegels uit natuursteen: de te volgen stappen

De laatste twaalf jaren hebben alle Gewesten van ons land een eigen regelgeving opgesteld inzake de toegankelijkheid van openbare gebouwen en hun omgeving voor personen met beperkte mobiliteit. Dit artikel gaat dieper in op de signalisatie van gevaren en meer in het bijzonder op het gebruik van zogenaamde podotactiele tegels.

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

Om zich op een autonome en veilige manier te kunnen verplaatsen, hebben slechtzienden nood aan voorzieningen die hun aandacht vestigen op gevaarzones (bv. trap, roltrap of perronrand) of wachtzones (bv. loket). Een van de maatregelen die hiertoe getroffen kan worden en die kadert in een bredere context van duurzame mobiliteit en vergrijzing van de Europese bevolking, is de uitvoering van podotactiele tegels.

Definitie van podotactiele tegels

Het gaat hier om tegels die een zeker reliëf vertonen of opgebouwd zijn uit een materiaal met een andere kleur dan die van de aangrenzende vloerbedekking.

Daar waar podotactiele tegels vroeger enkel in beton te verkrijgen waren op de Belgische markt, zijn er sinds een tiental jaren ook nieuwe producten beschikbaar, onder meer uit natuursteen. Wanneer deze steen correct gekozen wordt,

WTCB



- 1 | Er bestaan verschillende soorten podotactiele tegels, al naargelang de informatie die naar de gebruiker overgebracht moet worden.

*Podotactiele tegels moeten goed hechten,
voelbaar zijn met de voet en de stok en zichtbaar zijn.*

biedt hij meerdere voordelen, zoals:

- een goede slijtsterkte van het reliëf en een goede hechting van de geleidelijnen
- een goede verenigbaarheid met de aangrenzende vloerwerken (stenen en tegels uit beton of natuursteen, of zelfs uit baksteen), voor zover men opteert voor tegels met dezelfde dikte als de reeds aanwezige modulaire elementen
- een zekere esthetiek.

Soorten podotactiele tegels

Er bestaan tegenwoordig verschillende soorten podotactiele tegels, die elk een andere functie hebben (zie afbeelding 1):

- **geleidetegels** (geribd), die de gebruiker doorheen open ruimten, zoals stations of winkelcentra, leiden, waar men snel gedesoriënteerd zou kunnen raken
- **waarschuwingstegels** (met noppen), die de aandacht vestigen op de nabijheid van een risicozone

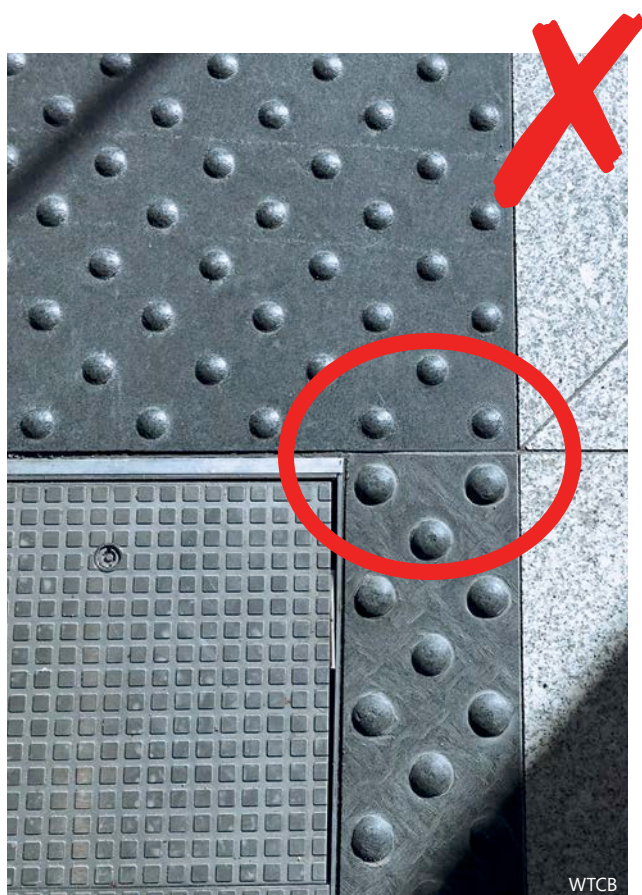
- **informatietegels** (soepel), die de aanwezigheid van specifieke zones aanduiden (bv. bushokje of lift) of wijzen op een richtingverandering.

Deze drie tegeltypes moeten goed aan de ondergrond hechten en zowel met de voet als de stok waargenomen kunnen worden. Ze moeten ook zichtbaar zijn, door een kleur te gebruiken die contrasteert met de aangrenzende vloerbedekking.

Wat het gebruikte materiaal betreft, is natuursteen enkel geschikt voor toepassing als geleidetegel en waarschuwingstegel. Aangezien de informatietegels soepel moeten zijn, bestaan ze doorgaans uit rubber.

Uitvoering van podotactiele tegels

De aannemer die belast is met de uitvoering van de tegels, moet het bijzondere bestek raadplegen waarin de te bekle-



2 | De noppen van aangrenzende tegels moeten perfect op één lijn liggen en dezelfde afmetingen hebben.

den oppervlakken en het uit te voeren tegeltype vermeld staan. Tenzij anders aangeduid, moet de plaatsing identiek zijn aan die van de aangrenzende tegels en voldoen aan de volgende principes:

- de tegels moeten zo geplaatst worden dat de reliëf-elementen ongeveer 0,5 cm boven het niveau van de omringende vloer uitsteken
- de noppen van twee aangrenzende tegels moeten perfect op één lijn liggen (zie afbeelding 2)
- men moet erop toezien dat de lijn van de waarschuwingstegels steeds loodrecht staat op die van de geleidetegels

- de geleidetegels mogen in geen geval naar een roltrap leiden. In dat geval moeten er waarschuwingstegels voorzien worden
- de waarschuwingstegels moeten zich op 40 cm van de perronrand, 60 cm van de eerste traprede en rechtstreeks tegen de plaat van het roltrapmechanisme bevinden
- vóór een liftdeur moet er op een afstand van 40 tot 60 cm een informatietegel geplaatst worden.

Tabel A geeft een overzicht van enkele gewestelijke verschillen met betrekking tot de plaatsing van waarschuwingstegels bij trappen.

A | Gewestelijke verschillen met betrekking tot de plaatsing van waarschuwingstegels (met noppen) bij trappen.

Eigenschappen van de tegels	Vlaanderen	Brussels Hoofdstedelijk Gewest	Wallonië
Ligging	Bovenaan de trap	Bovenaan de trap	Boven- en onderaan de trap
Breedte	Breedte van het obstakel	–	Breedte van het obstakel
Diepte	60 cm	60 cm	60 cm
Afstand ten opzichte van de risicozone	60 cm van de eerste trede	50 cm van de eerste trede	60 cm van de eerste trede

Elk uitgevoerd podotactiel materiaal moet aan dezelfde duurzaamheidseisen voldoen als de rest van de betegeling, in het bijzonder met betrekking tot de slijtsterkte en de vorstbestendigheid (zie TV 228, § 4.5.1 en 4.5.2).

De hoogte, breedte en tussenafstand van de ribben en noppen moeten in het bijzondere bestek gedefinieerd worden. Men kan er ook de volgende documenten op naslaan: het voetgangersvademecum voor het Brussels Hoofdstedelijk

Gewest, het vademecum 'Toegankelijk publiek domein' voor Vlaanderen en de technische specificaties CEN/TS 15209 voor Wallonië. Dit laatste document en de eerder in Frankrijk gebruikte norm ISO 21542 geven een preciezere definitie van de dimensionale eigenschappen.

Tabel B geeft een overzicht van de voornaamste dimensionale eigenschappen van de tegels in functie van het Gewest en het gebruikte referentiedocument. 

B | Voornaamste dimensionale eigenschappen van de tegels in functie van het Gewest en het gebruikte referentiedocument.

Eigenschappen van de tegels	Vlaanderen (vademecum)	Brussels Hoofdstedelijk Gewest (vademecum)	Wallonië	
			CEN/TS 15209	ISO 21542
Geleidetegels (geribde tegels)				
Reliëftype of kleur	Kleur, gedefinieerd in het bestek (bij ontstentenis, wit)	–	R1 (ribben)	–
Breedte van de zijkanen	550 tot 650 mm	–	550 tot 650 mm	- Breedte 1: > 270 mm - Breedte 2: > 250 mm
Afstand tussen de tegels	–	–	–	> 30 mm
Hoogte van de ribben	4,5 tot 5,5 mm	4,5 tot 5,5 mm	–	4 tot 5 mm
Breedte van de ribben, bovenaan gemeten	–	–	–	17 tot 30 mm
Breedte van de ribben, onderaan gemeten	16 tot 20 mm	16 tot 18 mm	–	10 tot 11 mm breder dan bovenaan
Afstand tussen de ribben	18 tot 30 mm	18 tot 20 mm	–	–
Waarschuwingstegels (noppentegels)				
Reliëftype of kleur	Kleur, gedefinieerd in het bestek (bij ontstentenis, wit)	–	B2a, B2b (noppen)	–
Hoogte van de noppen	4,5 tot 5,5 mm	4,5 tot 5,5 mm	–	3 tot 5 mm
Diameter van de noppen, bovenaan gemeten	–	–	–	12 tot 25 mm
Diameter van de noppen, onderaan gemeten	23 tot 27 mm	23 tot 27 mm	–	22 tot 35 mm (± 1 mm)
Hartafstand tussen de noppen	50 tot 60 mm	50 tot 60 mm	–	Proportioneel met de diameter van hun top



De plaatsing van cementtegels: enkele voorzorgen

Het gebruik van cementtegels als binnenvloerbedekking zit de laatste tijd weer in de lift. Vermits dergelijke tegels op ambachtelijke wijze vervaardigd worden en vaak een patroon vertonen, vragen ze om een bijzondere plaatsing en behandeling. Hoog tijd dus om een aantal specifieke richtlijnen voor deze tegels onder de aandacht te brengen.

T. Vangheel, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB
J. Van den Bossche, ing., senior hoofdadviseur, afdeling Technisch advies, WTCB

Vorbereidende werkzaamheden

Als de tegels volgens een bepaald patroon gelegd moeten worden, is het noodzakelijk om op voorhand een **legplan** op te stellen. Om het patroon goed tot zijn recht te laten komen, werkt men best vanuit het midden van de ruimte (symmetrieas) of vanaf de uitzettingsvoegen.

De ondergrond moet **proper, vetvrij, voldoende vlak en droog** (massavochtgehalte $\leq 4\%$) zijn. Een vochtige ondergrond verhoogt immers de kans op het ontstaan van uitbloeiingen aan het tegeloppervlak en op het schotelen van de tegels.

Om een goede hechting te verzekeren, is het tevens belangrijk om vóór de plaatsing vuil en stof van de cementtegels te verwijderen.

Plaatsing van de tegels

Daar waar cementtegels vroeger doorgaans in de mortel of rechtstreeks in de verse dekvloer geplaatst werden, raden de tegelfabrikanten tegenwoordig aan om de tegels op

een verharde dekvloer te **verlijmen**. Hiervoor opteert men best voor een flexibele, voor natuursteen geschikte lijm (bv. een witte cementgebonden lijm van klasse S1 of S2, zie de [WTCB-Dossiers 2012/3.11](#)) om de kans op vlekvorming te beperken. Gelet op hun ambachtelijke karakter moet men er rekening mee houden dat cementtegels vrij grote maatafwijkingen kunnen vertonen. Zo kunnen sommige tegels ongeveer 1 à 1,5 mm in dikte verschillen. Om een toereikend contactoppervlak tussen de tegels en de lijm te bekomen (minstens 80 %), wordt er aangeraden om een dubbele verlijming toe te passen of om gebruik te maken van middel- of dikbedlijmen. De lijm wordt doorgaans met een lijmkam van 6 à 10 mm aangebracht.

De tegels moeten **met de hand gepositioneerd en aangedrukt** worden. Er mag in geen geval gebruikgemaakt worden van een hamer om de tegels in te kloppen. Dit zou ze immers kunnen doen breken. Aangezien de afwijkingen op de lengte en breedte van de tegels doorgaans beperkt zijn, kunnen deze met een dunne voeg (± 2 mm) geplaatst worden, waardoor de patronen mooi tot hun recht komen.

Na de plaatsing moeten de tegels zo snel mogelijk met zuiver water **gereinigd** worden. Gelet op de aanzienlijke

*Gelet op hun aanzienlijke porositeit
moeten cementtegels geïmpregneerd worden
om ze te beschermen tegen de indringing van vocht en vuil.*



porositeit van cementtegels ($\leq 10\%$), is het belangrijk om het reinigingswater regelmatig te verversen om vlekvorming in de tegels te vermijden.

Opvoegen

Wanneer de betegeling volledig droog is, kan ze opgevoegd worden. Hiervoor moet men opteren voor een **voegmortel** die geschikt is voor natuursteen en die in kleine breedte aangebracht kan worden. Het gebruik van gepigmenteerde voegen moet vermeden worden, vermits dit tot vlekvorming in de tegels zou kunnen leiden.

Het overtollige voegsel dat op de tegels achtergebleven is, dient met regelmatig verversd zuiver water verwijderd te worden. Eventuele uitbloeiingen of andere vlekken moeten geëlimineerd worden door de tegels lichtjes op te schuren en/of door een geschikt pH-neutraal reinigingsproduct aan te wenden (het gebruik van zure reinigingsproducten is uit den boze). Hierbij is het aangewezen om advies in te winnen bij de tegelfabrikant en/of een gespecialiseerde fabrikant van reinigingsproducten en om het product eerst op een niet-geplaatste tegel en/of op een minder in het zicht gelegen plaats uit te proberen.

Behandeling van de tegels

Gelet op haar aanzienlijke porositeit moet de betegeling **geïmpregneerd** worden ter bescherming tegen de indringing van vocht en vuil. Op het moment van de impregnatie dienen de tegels volledig droog en proper te zijn. Om te controleren of de betegeling droog is, kan men 's avonds op een deel ervan een kunststoffolie aanbrengen en deze langs de omtrek afplakken met een geschikte, niet-vlekvormende

Opmerking

De in dit artikel besproken richtlijnen moeten beschouwd worden als algemeen geldende aanbevelingen. Bijgevolg is het steeds aangewezen om de specifieke plaatsingsrichtlijnen van de tegelfabrikant op te volgen. Zo raden bepaalde fabrikanten aan om de tegels vóór de plaatsing of het invoegen reeds een eerste maal te impregneren. In dat geval dient de vloer volledig droog te zijn.

kleefband. Wanneer men de volgende ochtend vaststelt dat er zich op de onderzijde van de folie condensdruppels gevormd hebben, dan is dit een teken dat de vloer nog vochtig is en dat men dus nog even moet wachten alvorens de tegels te impregneren.

Het impregneermiddel moet tot verzadiging van de tegels aangebracht worden. Overtollig impregneermiddel moet meteen met een droge doek van het tegeloppervlak verwijderd worden om te vermijden dat er zones met een verschillende tint zouden ontstaan.

Onderhoud

Bij het periodieke onderhoud van de vloer moet men specifieke onderhoudsproducten aanwenden die de bescherming tegen de indringing van vocht en vuil in stand houden. Ook hier is het gebruik van zure reinigingsproducten uit den boze. 





Hoe de geschikte coating kiezen voor het vochtscherm?

Bij de plaatsing van een vloerbekleding kan het interessant zijn om op de dekvloer een vochtremmende coating toe te passen. Hierdoor kan de vloerbekleding op een vochtige dekvloer aangebracht worden. Dergelijke coatings kunnen echter niet verhinderen dat er vochttransport optreedt, wat problematisch kan zijn in aanwezigheid van een vochtgevoelige lijm.

E. Nguyen, ir., projectleider, laboratorium Hout en coatings, WTCB

E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB

Eigenschappen

De op de markt verkrijgbare coatings bestaan doorgaans uit epoxyprimers met twee of drie componenten. Hoewel geen enkele huidige norm toelaat om de intrinsieke eigenschappen van deze producten te beoordelen, zou men ervan uit kunnen gaan dat ze onder de normen NBN EN 1504-2 of NBN EN 13813 vallen, die respectievelijk handelen over beschermingscoatings voor beton en dekvloermaterialen. In het kader van een prenormatieve studie heeft het WTCB de voornaamste prestaties van drie producten geëvalueerd. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen resultaten.

We kunnen vaststellen dat de onderzochte coatings een zeer geringe waterdoorlatendheid vertonen. Hun waterdampdiffusieweerstand is daarentegen redelijk hoog, ook al

ligt deze nog wel lager dan die van een echt dampscherm (μd of $S_d > 25$ m).

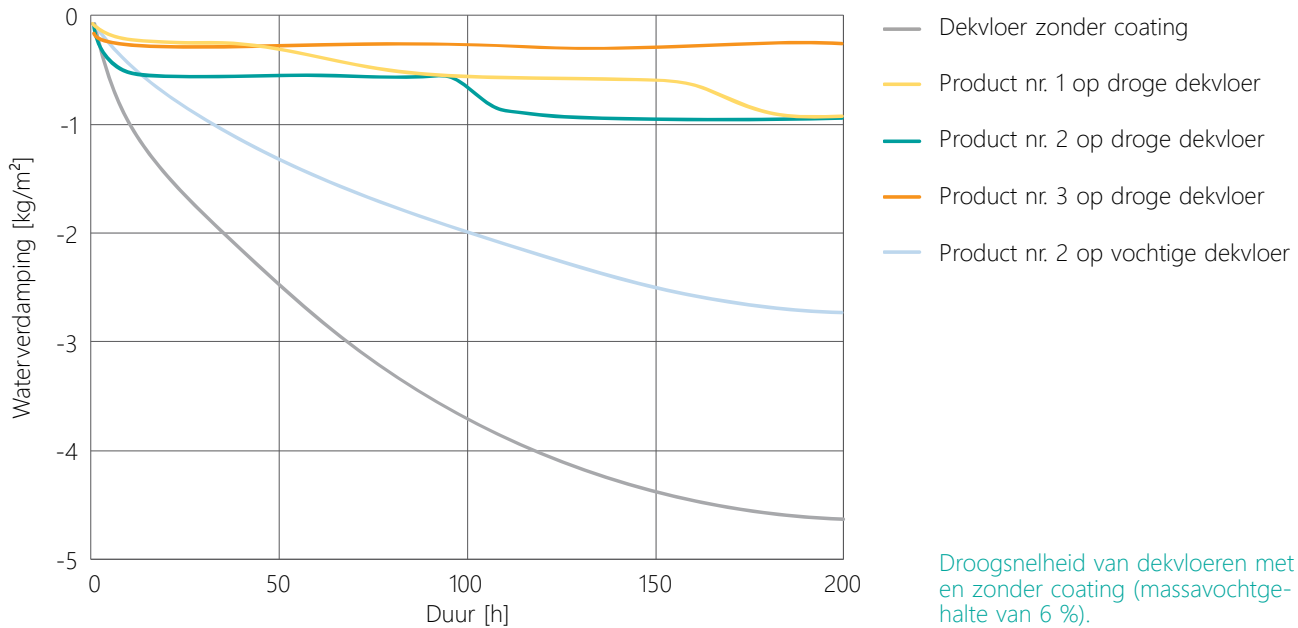
Gedrag op een vochtige ondergrond

De gebruiksgrenzen van de onderzochte coatings worden niet altijd duidelijk omschreven. Behalve voor product nr. 3, waarvan de efficiëntie gegarandeerd is voor dekvloeren met een massavochtgehalte tot 6 %, raden de technische fiches van de andere producten het gebruik ervan enkel af op ondergronden met waterstagnatie aan het oppervlak.

De coatings werden op **droge dekvloeren** (vochtgehalte < 3 %) aangebracht. Eenmaal het product droog en verhard was, werden de dekvloeren bevochtigd tot ze een vochtgehalte van 6 à 8 % bereikt hadden (simulatie van toevallige

Voornaamste eigenschappen van drie beproefde coatings.

Eigenschappen	Product nr. 1	Product nr. 2	Product nr. 3
Aard	Mortel met drie componenten	Epoxyprimer met drie componenten	Epoxyprimer met twee componenten
Toepassingswijze	Een laag van minstens 2 mm dik, aangebracht met een metalen kam	Twee lagen, aangebracht met een rol	Twee lagen, aangebracht met een rol
Productverbruik	4.500 g/m ²	• 400 à 500 g/m² (laag 1) • 400 à 500 g/m² (laag 2)	• ± 350 g/m² (laag 1) • ± 250 g/m² (laag 2)
Waterdoorlatendheid (w)	0,04 kg/(m ² .h ^{0,5})	0,006 kg/(m ² .h ^{0,5})	0,03 kg/(m ² .h ^{0,5})
Waterdampdiffusieweerstand (μd of S_d)	1 m	1,3 m	4,7 m



vochtinfiltraties). Met uitzondering van het vlak waarop de coating aangebracht werd, werden alle vlakken van de dekvloer waterdicht gemaakt met behulp van visqueenfolies en werd de droging in de omgevingsomstandigheden opgevolgd. De in bovenstaande grafiek weergegeven resultaten tonen aan dat de droging van de dekvloer sterk vertraagd wordt door de aanwezigheid van de coating. Zo stabiliseert de waterverdamping bij een dekvloer zonder coating zich na acht dagen op zo'n 5 kg/m², terwijl ze bij een dekvloer met coating niet boven 1 kg/m² uitstijgt.

Vervolgens werden de coatings aangebracht op **vochtige dekvloeren** met een vochtgehalte van 6 % (simulatie van een toepassing op een vochtige ondergrond). Hierbij werd hetzelfde protocol gehanteerd om de droging op te volgen. Volgens de technische fiches mag product nr. 3 na 8 u belopen worden. Voor de twee andere producten mag dit na 24 u. Na het verstrijken van deze termijn, konden we vaststellen dat:

- de producten nr. 1 en 3 de droging van de dekvloer aanzienlijk vertragen
- er bij product nr. 2 een aanzienlijke hoeveelheid vocht doorheen de coating blijft passeren. Dit impliceert dat de verharding en de prestaties van deze coating waarschijnlijk beïnvloed werden door de aanwezigheid van vocht in de dekvloer.

Hechting van vloerbekledingen

De efficiëntie van de coatings ten opzichte van de hechting van een elastische vloerbekleding werd beoordeeld op dekvloeren met een vochtgehalte van 6 en 8 %. Hiertoe werd er op deze dekvloeren vooraf een coating aangebracht die in ideale omstandigheden kon verharden. Vervolgens werden de dekvloeren bevochtigd en voorzien van een verlijmd pvc-bekleding. De hechting van de bekleding werd na zeven

dagen geëvalueerd, met andere woorden na de termijn van drie dagen die de lijm nodig heeft om zijn maximale sterkte te bereiken. Deze resultaten werden ten slotte vergeleken met de resultaten, bekomen voor een droge dekvloer.

Bij alle beproefde coatings kon er een **vermindering van de hechting** vastgesteld worden:

- voor de dekvloeren met een vochtgehalte van 6 % bedraagt deze vermindering zo'n 25 % voor product nr. 3 en 90 % voor de twee andere producten
- ook voor de dekvloeren met een vochtgehalte van 8 % is de hechting van de producten nr. 1 en 2 zeer zwak. Voor product nr. 3 kan men een vermindering met bijna 75 % optekenen. Dit gedrag wordt zonder twijfel veroorzaakt door een aanzienlijke vertraging van de verharding van de vochtgevoelige lijm, die te wijten is aan het feit dat er nog te veel vocht doorheen de coating passeert.

Nog te definiëren gebruiksgrenzen

De bekomen resultaten tonen aan dat de beproefde coatings voornamelijk tot gevolg hebben dat de verdamping van het in de dekvloer aanwezige water vertraagt. De mate waarin dit gebeurt, is afhankelijk van de productprestaties. Men moet evenwel rekening houden met het feit dat:

- de prestaties van de coatings in het gedrag kunnen komen wanneer er op het moment van hun toepassing te veel vocht in de ondergrond aanwezig is
- de coatings geen bescherming bieden aan vochtgevoelige lijmen, zoals deze die gebruikt worden bij de plaatsing van soepele vloerbekledingen.

De gebruiksgrenzen zouden dus beter gedefinieerd moeten worden. Om de resultaten van de studie aan te vullen, zal er hieromtrent nog een uitgebreider onderzoek uitgevoerd worden. ■



Warmteterugwinapparaten: hun prestaties op de proef gesteld

Naast vraaggestuurde ventilatie is balansventilatie met warmteterugwinning een van de meest courante technieken ter beperking van warmteverliezen door ventilatie. Het rendement van de gebruikte warmtewisselaar heeft evenwel een grote invloed op de globale prestaties van dit ventilatietype. Welk rendement mag men in werkelijke omstandigheden verwachten?

S. Pecceu, ir., projectleider, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB

S. Caillou, dr. ir, adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Verwarming en ventilatie, WTCB

Het principe van een balansventilatiesysteem berust op een volledig mechanische luchttoevoer en -afvoer (systeem D volgens de norm NBN D 50-001). Vermits deze systemen doorgaans uitgerust zijn met een warmtewisselaar, spreekt men ook van warmteterugwinningssystemen.

De aan de vochtige ruimten onttrokken warme lucht wordt gebruikt om de verse buitenlucht door middel van een warmtewisselaar voor te verwarmen. Deze voorverwarmde

verse lucht wordt vervolgens in de droge ruimten van het gebouw geblazen. Dankzij deze techniek worden de warmteverliezen door de ventilatie beperkt en het energieverbruik voor de verwarming verminderd. Een andere techniek die hier courant voor toegepast wordt, is de vraaggestuurde ventilatie.

Het rendement van de warmteterugwinapparaten kan bepaald worden door in gestandaardiseerde omstandigheden laboratoriumproeven uit te voeren. Het WTCB heeft op zijn beurt het rendement van meerdere warmteterugwinapparaten in werkelijke omstandigheden in situ kunnen meten.

1 | Voorbeeld van een balansventilatiesysteem.



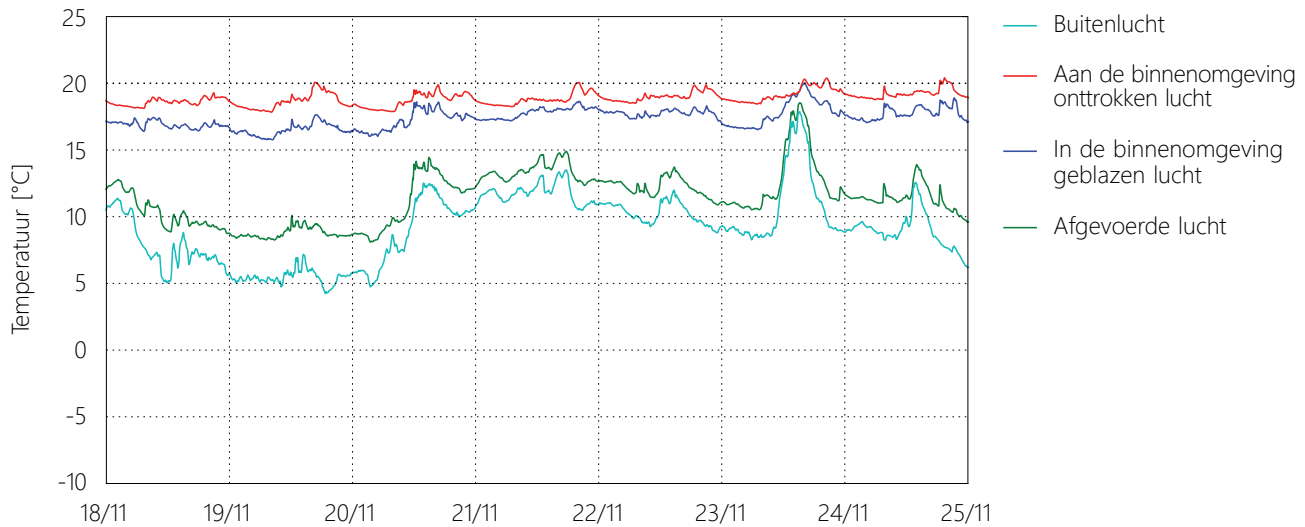
1 Beoordeling van de prestaties

De globale energieprestaties van het ventilatiesysteem kunnen beoordeeld worden op het niveau van:

- het **rendement van de ventilatiegroep zelf**: kunnen de in-situresultaten vergeleken worden met de resultaten van de laboratoriumproeven?
- de **globale efficiëntie**: welke elementen hebben een invloed op de prestaties van de volledige installatie?

2 In situ gemeten rendement van de ventilatiesystemen

De grafiek op de volgende pagina geeft de temperaturen weer die gedurende een week aan de in- en uitgangen van een van de beproefde systemen gemeten werden. Hieruit blijkt dat het op basis van deze temperaturen berekende rendement gedurende de betreffende periode relatief constant blijft: het bedraagt 80 % (tegenover 84 % in het laboratorium). Het verschil is dus vrij klein.



2 | Temperaturen die gedurende een week aan de in- en uitgangen van een van de beproefde installaties gemeten werden.

Voor het merendeel van de in de meetcampagne bestudeerde ventilatiegroepen ligt het rendement tussen de 70 en de 90 %. Over het algemeen leunen de in-situresultaten dicht aan bij deze die in het laboratorium gemeten werden. De lange versie van dit artikel zal hier dieper op ingaan.

3 Factoren die de globale efficiëntie van het systeem beïnvloeden

De globale efficiëntie van de warmteterugwinning is niet beperkt tot het thermische rendement van het warmteterugwinapparaat. Hieronder worden enkele essentiële factoren besproken die een rechtstreekse invloed kunnen hebben op de prestaties en dus ook op de energiebesparing op gebouwniveau.

3.1 Onbalans tussen de afvoer- en toevoerdebieten

Naarmate de onbalans tussen de afvoer- en toevoerdebieten toeneemt, vermindert het rendement. Als het rendement van een warmtewisselaar in balans 80 % bedraagt en de onbalans tussen de debieten 20 % (bv. 200 m³/h bij de afvoer en 250 m³/h bij de inblazing), zal het uiteindelijke in-situ rendement gelijk zijn aan 64 %.

Bijgevolg is het aangeraden om de afvoer- en toevoerdebieten bij het ontwerp op elkaar af te stemmen en de initiële balans tussen beide te verzekeren door de debieten bij de indienststelling correct af te stellen (zie TV 258). Om deze balans ook op termijn te behouden, worden bepaalde ventilatiesystemen uitgerust met een automatisch regelsysteem, dat bovendien gevaloriseerd wordt in de EPB-berekening (zie www.epbd.be en de lange versie van dit artikel).

3.2 Isolatie van bepaalde luchtkanalen

Door 'koude' kanalen doorheen verwarmde ruimten of 'warme' kanalen doorheen niet-verwarmde ruimten te laten passeren, vermindert de globale efficiëntie van de warmteterugwinning. Zo kan een 3 m lang, niet-geïsoleerd kanaal met een diameter van 200 mm in een typische installatie (debiet van 250 m³/h) 10 % van de terug te winnen energie verloren doen gaan.

Bijgevolg is het ten stelligste aangeraden om bepaalde kanalen te isoleren. In de TV 258 worden er hiervoor enkele praktische oplossingen aangereikt. De technische specificaties STS P 73-1 beschrijven op hun beurt verschillende isolatieklassen en de bijbehorende isolatiediktes.

3.3 Luchtdichtheid van de kanalen

De aanwezigheid van lekken impliceert dat een deel van de voorverwarmde lucht buiten het beschermde volume van het gebouw verloren kan gaan en/of dat de luchtverversing in bepaalde ruimten niet gewaarborgd is. Het is dus eveneens noodzakelijk om luchtdichte kanalen aan te wenden. Ook hiervoor worden er praktische oplossingen voorgesteld in de TV 258.

3.4 Beschermingssysteem tegen bevriezing

De warmtewisselaar wordt door middel van bijvoorbeeld een bypass of een verwarmingsweerstand beschermd tegen bevriezing. Deze bescherming kan evenwel de globale efficiëntie van het systeem lichtjes doen dalen. In een regio met een gemiddeld klimaat wordt dit rendementsverlies op jaarbasis op ongeveer 5 % geschat. ■



Hoe dimensioneer ik mijn sanitairwarmwaterproductie-installatie?

Het is niet zo eenvoudig om een sanitairwarmwaterproductie-installatie correct te dimensioneren. Zo moet men enerzijds het gewenste comfort en het verbruik van de gebruikers verzekeren, waardoor er vaak overgedimensioneerd wordt. Anderzijds wordt het steeds belangrijker om energiezuinige installaties te ontwerpen, wat dan net weer een zo nauwkeurig mogelijke dimensionering vereist.

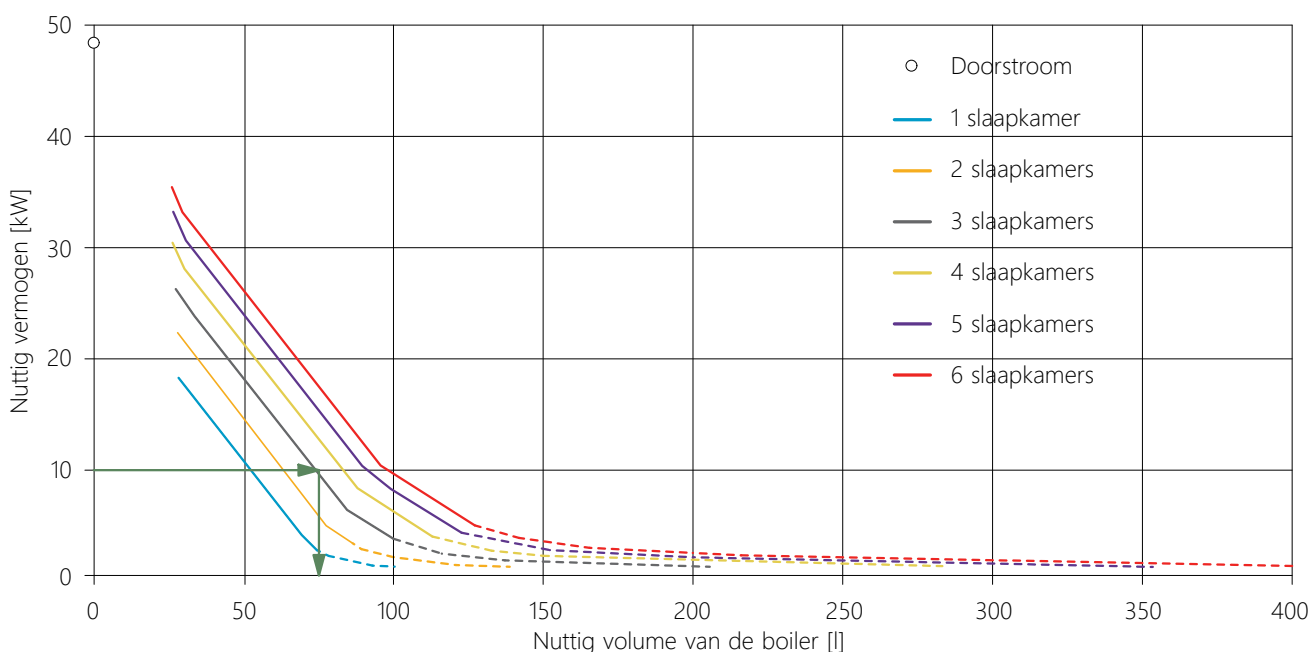
B. Bleys, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Watertechnieken, WTCB

Types sanitairwarmwaterproductie

We onderscheiden twee types sanitairwarmwaterproductie:

- productie in **doorstroom**, waarbij het warme water ogenblikkelijk aangemaakt wordt en niet opgeslagen wordt. Dergelijke installaties worden gedimensioneerd op basis van het piekdebiet, dat afhankelijk is van het gebouwtype en de erin aanwezige sanitaire uitrusting, en vereisen hogere vermogens dan de toestellen met opslag
- productie met **opslag of accumulatie**. Dergelijke instal-

laties zijn voorzien van een geïntegreerde of afzonderlijke opslagtank, waardoor ze een lager vermogen vergen om eenzelfde verbruik te dekken. Deze toestellen worden gedimensioneerd op basis van het gebouwtype, de erin aanwezige sanitaire uitrusting en het aantal personen dat de installatie zal gebruiken. Aangezien dit aantal vaak varieert tijdens de levensduur van de installatie, is het aangewezen om een schatting te maken van de maximale bezetting (bv. op basis van het aantal slaapkamers in de woning).



PV-curven voor een eengezinswoning met één badkamer en voor water op 60 °C.



Te gebruiken dimensioneringsmethoden

Tot voor kort bestond er in België geen norm voor de te gebruiken dimensioneringsmethode. Eind 2017 kwam daar verandering in met de publicatie van de norm NBN EN 12381-3. Aangezien de in deze norm vermelde standaardwaarden echter niet altijd tot een nauwkeurige dimensionering leiden, moet de norm aangevuld worden met een nationale bijlage.

In afwachting van deze bijlage kunnen de installaties gedi-mensioneerde worden volgens:

- de norm **DIN 1988-300** voor de productie van sanitair warm water in doorstroom. Een recente WTCB-meet-campagne heeft immers aangetoond dat de volgens de methode uit deze norm berekende piekdebieten voor appartementsgebouwen het dichtst aanleunen bij de effectief gemeten debieten (zie de [WTCB-Dossiers 2013/3.14](#)). Deze norm voorziet vrij hoge piekdebieten en vermogens voor eengezinswoningen. De volgens de norm NBN EN 12381-3 berekende piekdebieten liggen evenwel nog veel hoger
- de norm **DIN 4708-2** voor de productie van sanitair warm water met opslag. De methode uit deze norm is tot op heden van toepassing in Duitsland en wordt ook in België courant gebruikt.

PV-curven voor eengezinswoningen

Om een sanitairwarmwaterproductie-installatie te dimensioneren, moet men het vereiste **nuttige vermogen (P)** van het productietoestel (d.i. de hoeveelheid warm water die per tijdseenheid door de installatie afgegeven wordt) en eventueel het **nuttige volume (V)** van een boiler (*) (d.i. het volume dat steeds op temperatuur gehouden wordt) bepalen. Alle combinaties van vermogen en volume die voldoen om aan één bepaalde sanitairwarmwatervraag te beantwoorden, vormen samen een PV-curve (zie afbeelding op de vorige pagina). Dergelijke curven kunnen gebruikt worden om het vermogen voor de productie van sanitair warm water af te stemmen op het vermogen dat nodig is voor ruimteverwarming en dit, door het opslagvolume aan te passen. Op die manier wordt de ketel niet overgedimensioneerd.

Op basis van de normen DIN 4708-2 en DIN 1988-300 werden er PV-curven berekend voor eengezinswoningen met een standaarduitrusting (één tot zes slaapkamers, één badkamer met een douche of bad en een wastafel en één gootsteen in de keuken) en een watertemperatuur van 60 °C.

De PV-curven vermelden:

- het nuttige vermogen voor de productie van sanitair warm water in doorstroom (bolletje op de verticale as in de grafiek)

Rekenvoorbeeld

We gaan uit van een eengezinswoning met drie slaapkamers. Om deze woning te verwarmen, is er een **nuttig vermogen van 10 kW** nodig. In de grafiek op de vorige pagina kan men aflezen dat dit vermogen ook volstaat voor de productie van sanitair warm water, voor zover er geen circulatieleidingen voor sanitair warm water zijn en men een boiler plaatst met een **nuttig volume van 75 l**. Indien men opteert voor een boiler waarbij de temperatuursensor zich in het midden bevindt, is er een **reëel volume van 150 l** vereist.

- het nuttige vermogen in functie van het nuttige boiler-volume en het aantal slaapkamers.

Wanneer het snijpunt van het nuttige vermogen en het nuttige volume zich in de grafiek op een PV-curve bevindt, is het toestel goed gedimensioneerd om in de sanitairwarm-watervraag van de betreffende woning te kunnen voorzien. Als het erboven ligt, is het overgedimensioneerd en omgekeerd. De methode uit de norm DIN 4708-2 werd bovendien geëxtrapoleerd naar grotere volumes om bijvoorbeeld ook toegepast te kunnen worden op warmtepompen met een beperkt vermogen (zie stippellijnen).

Omzetting naar reëel vermogen en volume

Het nuttige boilervolume moet omgerekend worden naar het reële boilervolume, rekening houdend met de plaats van de temperatuursensor die de inschakeling van de waterverwarming bedient. Zo moet het nuttige volume van een boiler waarbij de temperatuursensor zich in het midden bevindt en waarvan enkel de bovenste helft continu op temperatuur gehouden wordt, verdubbeld worden om tot het reële volume te komen.

Het nuttige vermogen dient bovendien nog vermeerderd te worden met de stilstandsverliezen (defaultwaarde uit bijlage B van de norm NBN EN 12381-3 of productspecifieke waarden uit de Ecodesigngegevens) en eventueel met de continue distributieverliezen van een circulatiesysteem.

Volgende stappen

Momenteel wordt er voor de opstelling van de nationale bijlage bij de norm NBN EN 12381-3 nog onderzocht of men kleiner kan dimensioneren zonder aan comfort in te boeten. Hierbij worden ook de ontwikkelingen in het buitenland op de voet gevolgd. Tot nog toe werden er echter ook in onze buurlanden nog geen nationale bijlagen gepubliceerd. ◆

(*) De term 'boiler' (letterlijk toestel voor de productie van warm water of verwarmingsketel) wordt in België soms verkeerdelijk gebruikt in de zin van reservoir of opslagtank.

FAQ

Hoe de pagina 'FAQ' terugvinden op de WTCB-website?

De snelste manier om deze pagina te bereiken, bestaat erin om in uw zoekmotor 'FAQ' en 'WTCB' in te geven. Eenmaal u de pagina bereikt heeft, kunt u uw zoekopdracht verfijnen aan de hand van de alfabetisch geïndexeerde zoektermen. Bepaalde van deze labels maken het bovendien mogelijk om de FAQ's op bouwberoep te filteren (bv. dakbedekkingen).



Metalen spouwvakken: roestvast of verzinkt staal?

Volgens de Eurocode 6 is het gebruik van spouwvakken met een dunne zinklaag (bv. 60 g/m²) – wat tegenwoordig vaak gebeurt – niet aan te bevelen in spouwmuren. Als we de aanbevelingen uit de Eurocode 6 (zie tabel C.1 van de NBN EN 1996-2) vergelijken met de op de Belgische markt verkrijgbare producten, dringt het gebruik van roestvaststalen vakken zich op (inox '316' of '304', naargelang van de blootstellingsklasse van het metselwerk). Alternatieven zijn uiteraard niet uitgesloten, voor zover ze beantwoorden aan de richtlijnen uit de Eurocode 6.



Meer informatie: [WTCB-Dossiers 2016/2.4](#) (§ 3)

Wat is de maximale lengte van een 'doodlopende' leiding (d.w.z. een waterleiding waarin er permanente waterstagnatie optreedt) in een watertoevoerinstallatie?

Indien ze niet te voorkomen zijn, moeten doodlopende leidingen zo dicht mogelijk tegen de hoofdleiding afgesloten worden (op een maximale afstand van 10 cm of 5x de leidingdiameter). Dergelijke leidingen moeten echter zoveel mogelijk vermeden worden (gelet op het risico op legionellaontwikkeling).



Meer informatie: [Infofiche 38](#) (§ 38.13)

WTCB-publicaties



WTCB-Dossiers

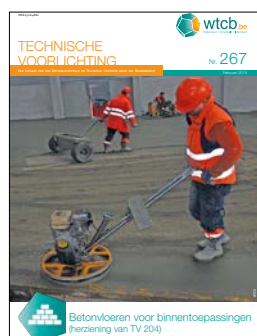
- 2017/3.7** ETICS op ETICS: een energetisch gunstige oplossing
- 2017/4.10** Calciumsulfaatgebonden gietdekvloeren: de dekvloeren van de toekomst?
- 2018/3.5** De waterdichte aansluiting van beglaasde balustrades op platte daken
- 2018/4.15** Welke eisen gelden er in 2018 voor natuurleien?

Monografieën

- Nr. 27** Smart Buildings for Smart Cities. Zei u smart?
- Nr. 28** Naar een circulaire economie in de bouw. Inleiding tot de principes van de circulaire economie in de bouwsector
- Nr. 29** 3D-opmetingen in het BIM-tijdperk. Vastleggen van de realiteit in hoge resolutie
- Nr. 30** De classificatiesystemen en BIM

Technische Voorlichtingen

- TV 267** Betonvloeren voor binnentoepassingen (herziening van TV 204) (vervangt de TV 204)



Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

- op onze website:
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via abonnement 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: Olivier Vandooren, 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 95.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

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

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

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

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

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut voor 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 750 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

Brussels Greenbizz

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