

2020/2

Druksterkte van
beton

p4-5

Houten
gevelbekledingen

p12-13



Kitvoegen

p18-19

Shutterstock

Inhoud

2020/2

Samen staan we sterk!.....	3
Hoe de druksterkte van beton controleren bij geschillen?	4
Beoordeling van de toestand van betonconstructies: waarom, wanneer en hoe?	6
Corrosie van warme daken met een zinken dakbedekking.....	8
Blaasvorming in de bekledingen van platte daken	10
Naar brandveilige houten gevelbekledingen	12
Bepaling van de uitzetting van beglazingen in zomerse omstandigheden.....	14
ETICS met harde bekledingen: wat zijn de gebruiksgrenzen?.....	16
Tegelwerken: welke kit voor welke toepassing?	18
Zijn transparante behandelingen voor zichtbeton doeltreffend?.....	20
Berekening van de warmtebelasting van gebouwen: herziening van de norm.....	22
Moeten drinkwaterinstallaties vóór hun ingebruikname gespoeld worden?	24
FAQ.....	26





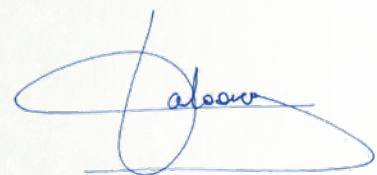
Samen staan we sterk!

De crisis zonder weerga die we momenteel doormaken, drukt ons nog maar eens met de neus op de feiten: we leven in een onvoorspelbare wereld waarin alles met elkaar verbonden is en waarin de veranderingen elkaar razendsnel – en soms zeer abrupt – opvolgen. Om zich aan deze groeiende complexiteit aan te passen, moeten alle ondernemingen blijf geven van **veerkracht en creativiteit**, ook het WTCB.

We waren oorspronkelijk van plan om het hier te hebben over de opportuniteiten van de nieuwe technologieën en over de cruciale rol die de bouwsector kan spelen in de Green Deal en de milieuproblematiek. In het licht van de huidige coronacrisis zijn we ons er echter terdege van bewust dat jullie op dit ogenblik waarschijnlijk andere bekommernissen hebben. Zo zullen velen onder jullie zich op het moment van dit schrijven afvragen **welke maatregelen te treffen om de goede werking van jullie onderneming te kunnen blijven garanderen**. Volgens een studie van Graydon die in de kranten De Tijd en L'Écho gepubliceerd werd (uitgaven van 21 maart 2020), is de bouw immers één van de sectoren die het meest te lijden hebben onder deze situatie, gelet op het feit dat hij vaak onvoldoende gewapend is om het hoofd te bieden aan een economische crisis.

Een goed jaar geleden heeft jullie Onderzoekscentrum een actieplan op poten gezet met één doel voor ogen: jullie partner zijn in innovatie en verandering. Dit plan, dat we **Give Me Five** genoemd hebben, omvat vijf prioriteiten die erop gericht zijn om meer toegevoegde waarde te creëren voor onze leden. Sinds het begin van de lockdown hebben we daarom al verschillende acties ondernomen om beter te definiëren welk type informatie en ondersteuning jullie nodig hebben in deze bijzondere tijden. Hiervoor hebben we een beroep gedaan op onze Technische Comités om hun verwachtingen te weten te komen. In het besef dat de technische aspecten die gewoonlijk in onze publicaties behandeld worden momenteel niet tot jullie hoofdprioriteiten behoren, hebben we een platform opgericht waarlangs we andere nuttige informatie, afkomstig van onze partners, met jullie kunnen delen. Dit platform is terug te vinden op onze website www.wtcb.be in een specifieke rubriek die eveneens aangerijkt zal worden met nuttige technische gegevens. Verder hebben we onze catalogus met virtuele opleidingen aangevuld met een aantal nieuwe modules die onze ingenieurs tijdens de lockdown voor jullie in elkaar gestoken hebben. Aarzel dus niet om feedback te geven, opdat wij ons aanbod zouden kunnen blijven aanpassen aan jullie behoeften.

Hoewel deze pandemie een beproeving is voor iedereen, zijn we er ten stelligste van overtuigd dat we deze samen – en sterker – te boven zullen komen.



O. Vandooren
Directeur-generaal

Hoe de druksterkte van beton controleren bij geschillen?

Sinds haar publicatie in 2007 wordt de norm **NBN EN 13791** vaak gebruikt wanneer er twijfel bestaat over de mechanische sterkte van beton. Wanneer men immers vroegtijdige scheuren of beschadigingen vaststelt in het beton, kan men aan de hand van deze norm de conformiteit van de sterkteklasse van het geleverde en gestorte beton controleren en vergelijken met die van het bestelde beton. Door de vele kritiek op deze norm drong de herziening ervan zich echter op.

V. Dieryck, ir., senior projectleider, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB

V. Pollet, ir., coördinatrice van de directie Onderzoek en ontwikkeling, WTCB

De Europese norm NBN EN 13791 bespreekt enkele meetprocedures en criteria voor de in-situbeoordeling van de druksterkte van beton. In deze norm komen twee toepassingen aan bod, namelijk:

- de **inschatting van de karakteristieke sterkte van betonelementen**. Deze procedure moet uitgevoerd worden in geval van een herbestemming of renovatie van een bestaande betonconstructie waarvan men de druksterkte niet kent
- de **beoordeling van de druksterkteklasse van het geleverde en gestorte beton** ten opzichte van die van het bestelde beton. Deze procedure moet toegepast worden wanneer er twijfel bestaat over de druksterkte van het geleverde beton of over de uitvoeringskwaliteit (bv. toevoeging van water op de bouwplaats of gebrek aan bescherming van het beton in de winter), met andere woorden wanneer men de druksterkteklasse van het bestelde beton kent, maar wenst na te gaan of het

geleverde beton hieraan voldoet. Deze procedure komt gedeeltelijk aan bod in dit artikel.

Tot op heden bestond de beoordelingsmethode bij geschillen erin om rechtstreekse druksterktemetingen uit te voeren op boorkernen. In de herziene versie van de norm wordt deze methode echter niet langer als enige referentie beschouwd. Zo laat deze voortaan toe om deze metingen te combineren met onrechtstreekse metingen, zoals de niet-destructieve bepaling van de terugslagwaarde met behulp van een sclerometer.

1 Proeven op boorkernen: afmetingen van de proefstukken

Hoewel de norm een lengte-diameterverhouding van 2:1 of 1:1 oplegt (zie afbeelding 1), houdt ze geen rekening met de invloed van de diameter van de betonnen boorkernen op de mechanische sterkte. Ze voorziet echter wel in het gebruik van een correctiefactor. De in ontwikkeling zijnde technische aanbeveling FprCEN/TR 17086 – die de basis zal vormen van de norm – stelt dat de druksterkte van een boorkern met een diameter en een hoogte van 100 mm overeenstemt met die van een kubus met een zijde van 150 mm. Het WTCB raadt dan ook aan om met deze afmetingen te werken.

2 Benodigd aantal boorkernen en sclerometermetingen

De conformiteitsbeoordeling mag alleen uitgevoerd worden op beton waarvan de maturiteit overeenstemt met de voorziene verhardingsomstandigheden voor de bepaling van de druksterkteklassen, namelijk een ouderdom van 28 dagen bij 20 °C. Als de verhardingstemperatuur minder dan 20 °C bedraagt, moet men even wachten alvorens de beoordeling uit te voeren.

1 | Druksterkteproef op een boorkern met een lengte-diameterverhouding van 1:1.



WTCB

De onderzochte betonconstructie moet onderverdeeld worden in **proefzones**. Elk van deze zones moet opgebouwd zijn uit een of meerdere structurele of geprefabriceerde betonelementen die gelijkaardige kenmerken vertonen. Het is immers geweten – of het wordt toch verondersteld – dat het beton uit eenzelfde zone uit dezelfde bestanddelen bestaat en over een identieke sterkteklasse beschikt. Elke proefzone moet op haar beurt opgedeeld worden in **proefvlakken** die geselecteerd worden voor verder onderzoek.

De druksterkte moet gemeten worden volgens de norm NBN EN 12504-1.

De meting van de terugslagwaarde moet uitgevoerd worden volgens de norm NBN EN 12504-2 met behulp van een sclerometer (zie afbeelding 2). Hierbij moet men voor elk proefvlak de mediaan van minstens negen geldige metingen bepalen.

De lange versie van dit artikel zal dieper ingaan op de toe te passen beoordelingscriteria en zal een aantal voorbeelden bespreken. Hierin zullen eveneens de correcties aan bod komen die doorgevoerd moeten worden om rekening te houden met de ouderdom van het beton en de temperatuur tijdens de verharding. Zo stelt de Eurocode 2 dat de in-situdruksterkte tot 15 % kleiner kan zijn dan de genormaliseerde druksterkte. Deze daling is te wijten aan het feit dat hierbij ook de uitvoering en – deels – de verhardingsomstandigheden op de bouwplaats (bv. verdichting of nabehandeling) in aanmerking genomen worden.



WTCB

2 | Meting van de terugslagwaarde met behulp van een sclerometer.

2.1 Proeven op boorkernen alleen

Elke proefzone moet onderverdeeld worden in volumes van zo'n 30 m³. Wanneer een volume van minder dan 30 m³ in één dag geleverd wordt, kan het als een uniek volume beschouwd worden. Tabel A geeft een overzicht van het minimumaantal te beproeven boorkernen voor elk volume.

2.2 Proeven met de sclerometer in combinatie met proeven op boorkernen

Aan de hand van sclerometermetingen kunnen variaties in de hardheid van het betonoppervlak aan het licht komen en kunnen de delen van de proefzones geïdentificeerd worden waar de boorkernen genomen moeten worden. De gemeten terugslagwaarden worden dus niet gebruikt om de druksterkte te berekenen. Als men het aantal boorkernen wenst te verminderen, moeten er talrijke onrechtstreekse metingen uitgevoerd worden (zie tabel B). Deze combinatie van proeven heeft echter niet veel nut wanneer het kleine volumes betreft.

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

A | Minimumaantal boorkernen in functie van het aantal te beproeven volumes in geval van proeven op boorkernen alleen.

Aantal volumes van zo'n 30 m ³ in de proefzone	Minimumaantal boorkernen met een diameter en een hoogte van 100 mm voor elk volume
1	3
2 tot 4	2
5 tot 6	2

B | Minimumaantal boorkernen en proefvlakken in geval van proeven met de sclerometer in combinatie met proeven op boorkernen.

Aantal volumes van 30 m ³ in de proefzone	Minimumaantal proefvlakken voor de sclerometermetingen	Minimumaantal boorkernen
1	9	Eén boorkern voor de twee proefvlakken waarvoor de meting met de sclerometer de laagste waarden opleverde.
2 tot 4	12	Drie boorkernen: één boorkern voor het proefvlak uit de proefzone waarvoor de meting met de sclerometer de laagste waarde opleverde en een andere boorkern voor de twee proefvlakken die de mediane terugslagwaarde het dichtst benaderen.
5 tot 6	20	



Beoordeling van de toestand van betonconstructies: waarom, wanneer en hoe?

Bij de renovatie van betonnen gebouwen en structuren is het vaak ook nodig om betonschade te herstellen. Om te komen tot een duurzame herstelling, dient in eerste instantie de toestand van de betonconstructie beoordeeld te worden. Maar waarom is deze beoordeling zo belangrijk, op welk tijdstip moet ze uitgevoerd worden en welke werkwijze moet er hierbij gehanteerd worden?

B. Dooms, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Betontechnologie, WTCB

1 Fasen van een betonherstelling

Een betonherstelling bestaat in grote lijnen uit:

- **de beoordeling van de toestand van de betonconstructie (diagnose)**
- **de selectie van de geschikte herstmethode(n)**
- **de uitvoering van de herstellingswerken** (zie TV 231 voor een volledige beschrijving van de methodologie voor de herstelling en bescherming van beton).

De kwaliteit en de duurzaamheid van de uiteindelijke herstelling hangen niet alleen in grote mate af van de goede benadering en uitvoering van elk van deze drie fasen afzonderlijk, maar ook van hun onderlinge afstemming. Zo is een vaak voorkomende fout dat de herstellingswerken al beschreven worden in het lastenboek, terwijl de werkelijke toestand van de betonconstructie niet of onvoldoende gekend is. Enkele mogelijke gevolgen hiervan zijn:

- de toepassing van een **ongeschikte herstmethode**, waardoor de herstelling enkel beschouwd kan worden als 'oplapwerk' en snel zal falen
- een grove **onderschatting van de schadeomvang**, waardoor de betrokken aannemer niet over de nodige middelen beschikt om een duurzame herstelling uit te voeren volgens de regels van de kunst.

2 Doel van de beoordeling

De norm NBN EN 1504-9 stelt dat elke betonherstelling gebaseerd moet zijn op de resultaten van een vooraf uitgevoerde beoordeling van de toestand van de betonconstructie. Deze heeft tot doel om:

- **de oorzaken van de zichtbare schade te identificeren.** Vermits vele schadeoorzaken zich op een gelijkaardige manier manifesteren, is het belangrijk om de precieze oorzaak van de schade te achterhalen en de herstel- en beschermmethoden en -producten hierop af te stemmen
- **een idee te krijgen van de werkelijke omvang van de**

schade. Meestal is slechts een fractie van de werkelijk optredende schade zichtbaar. Het is echter cruciaal om een gedetailleerd beeld te krijgen van de schade om de omvang (en de prijs) van de herstellingswerken beter te kunnen ramen

- **het risico op toekomstige schade in te schatten.** Hietoe kan het nuttig zijn om ook op plaatsen waar het beton (nog) niet beschadigd is, de toestand van de betonconstructie te beoordelen.

3 Tijdstip van de beoordeling

De beoordeling van de betonconstructie dient plaats te vinden voordat de herstellingswerken beschreven worden en de hiertoe benodigde materiaalhoeveelheden bepaald

Het ontnemen van boorstof voor de bepaling van het chloridegehalte.





worden. Dit betekent dat de beoordeling van de toestand van de betonconstructie **nooit in hetzelfde lastenboek** opgenomen mag worden als de herstelling zelf.

4 Werkwijze voor de beoordeling

De beoordeling van de toestand van een betonconstructie moet door een **gespecialiseerd studiebureau** gebeuren en behelst over het algemeen vier stappen.

4.1 Vooronderzoek

In deze fase wordt er **relevante informatie** verzameld over de betonconstructie (bv. bouwplannen, historiek en gebruiks- en omgevingsomstandigheden). Tijdens een **eerste bezoek** kan de dringendheid van de interventie ingeschat worden.

4.2 Basisonderzoek

In eerste instantie wordt er een **globale visuele inspectie** uitgevoerd, waarbij de zichtbare schade in kaart gebracht wordt.

Vervolgens worden de **locaties voor verder onderzoek** geselecteerd. Hoewel er geen regels bestaan voor de keuze van deze locaties, dient dit doordacht te gebeuren in functie van onder meer:

- de resultaten van de visuele inspectie
- de omvang van de betonconstructie
- de gevolgen van de eventuele schade
- het beschikbare budget.

De resultaten moeten uiteindelijk toelaten om een globaal beeld te krijgen van de toestand van de betonconstructie.

Vermits wapeningscorrosie de meest voorkomende vorm van betonschade is, bestaan de basisproeven uit:

- het opzoeken van holklinkende of loskomende zones
- de bepaling van de terugslagwaarde van het beton
- de detectie van de wapening (bv. ligging en betondekking)
- de bepaling van de carbonatatie diepte
- de bepaling van het chloridegehalte (zie afbeelding).

4.3 Aanvullende proeven

In de meeste gevallen volstaat het basisonderzoek om een betrouwbaar beeld te krijgen van de schadetoestand van een betonconstructie. Indien dit niet het geval is, kunnen er aanvullende proeven uitgevoerd worden (bv. een microscopische analyse, drukproeven en potentiaalmetingen). Vermits de meeste van deze proeven echter een zekere specialisatiegraad vereisen en redelijk duur zijn, is het aangeraden om de relevantie ervan na te gaan.

4.4 Beoordelingsrapport

De bevindingen dienen op een gedetailleerde en overzichtelijke wijze gerapporteerd te worden. Hierbij is het aangeraden om de verschillende proeflocaties op een gedetailleerd grondplan aan te duiden en te verduidelijken door middel van foto's. In het beoordelingsrapport moeten tevens de correcte eenheden gebruikt worden en de gebruikte referentienormen aangegeven worden.

5 Interpretatie van de beoordeling

Door verbanden te leggen tussen de diverse waarnemingen en de resultaten van de verschillende proeven, kan een **gespecialiseerd bedrijf** – op basis van het beoordelingsrapport – de optredende schademechanismen, hun oorzaak en de verwachte evolutie identificeren. Op die manier krijgt men ook een nauwkeuriger beeld van de werkelijke omvang van de te herstellen schade en kan men de meest geschikte herstel- of beschermstrategie kiezen.

6 Besluit

Een duurzame betonherstelling moet gebaseerd zijn op een vooraf uitgevoerde beoordeling van de toestand van de betonconstructie. Voor de uitvoering van deze beoordeling en de interpretatie van de resultaten ervan dient men een beroep te doen op een gespecialiseerd bedrijf. Op de website van het BCCA kan men een lijst terugvinden met bedrijven die gecertificeerd zijn voor de uitvoering van de betonherstelling zelf of voor de interpretatie van de resultaten van een beoordeling van de toestand van een betonconstructie. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het VISiv-traject 'Nieuwe technologieën, producten en inzichten voor een duurzame herstelling van betonstructuren', met de steun van het VLAIO.



Corrosie van warme daken met een zinken dakbedekking

De afdeling Technisch advies en consultancy van het WTCB stelt sinds kort een stijging vast van het aantal schadegevallen aan warme daken met een zinken dakbedekking. Uit de onderzoeken die wij hieromtrent gevoerd hebben, blijkt dat de aan de onderzijde van het zink aangebrachte coating slechts een beperkte bescherming biedt, wat het risico op corrosie in aanwezigheid van vocht doet toenemen.

E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwchemie, WTCB

D. Langendries, ir., senior projectleider, afdeling Materialen, daken en milieuprestatie, en communicatieverantwoordelijke Onderzoek en ontwikkeling, WTCB

Een zinken dakbedekking op een doorlopende ondergrond kan tegenwoordig volgens twee principes uitgevoerd worden: met of zonder ventilatie.

Geventileerde daken worden op traditionele wijze uitgevoerd. Wanneer het zink in deze configuratie in contact komt met het in de lucht aanwezige CO_2 , vormt het van nature een patina dat bescherming biedt tegen corrosie.

Bij niet-geventileerde dakopbouwen – ook wel ‘warme daken’ genoemd – staat de zinken dakbedekking (zie afbeelding 1, nr. 1) rechtstreeks in contact met de infrastructuur. Dit type ontwerp maakt het mogelijk om:

- de **vorming van condensaten onder de metalen dakbedekking te beperken**
- de **energieprestaties te verbeteren** door de luchtbewegingen rondom de isolatielaag te verminderen.

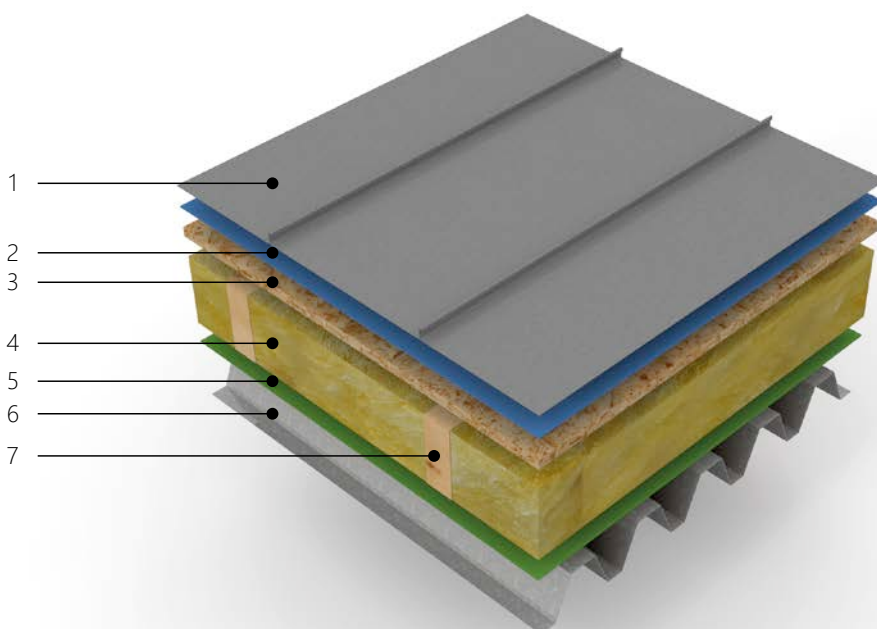
Verschillende configuraties zijn mogelijk (zie [TV 266](#), tabel 12). Zo kan de ondergrond ofwel opgebouwd zijn uit houten platen die op een stijve of halfstijve isolatie geplaatst worden, dan wel uit platen uit cellenglas. Ongeacht de gekozen configuratie wordt de doorgang van lucht aan de onderzijde van het zink haast onmogelijk gemaakt. Om het metaal te beschermen tegen corrosie, moet er bijgevolg een beschermende bekleding (organische coating) aangebracht worden op de onderzijde van het zink. De dikte en de samenstelling van deze bekleding verschillen naargelang van de fabrikant.

In-situ vaststellingen

De afdeling Technisch advies en consultancy van het WTCB heeft recentelijk meerdere schadegevallen aan warme daken vastgesteld. Uit inspecties ter plaatse is gebleken dat deze

1 | Voorbeeld van een niet-geventileerde dakopbouw.

1. Metalen dakbedekking
2. Onderdak
3. Houten ondergrond
4. Thermische isolatie
5. Lucht- en dampscherm
6. Dakvloer en draagstructuur
7. Secundaire structuur



beschadigingen te wijten waren aan de corrosie van het zink, die aan de onderzijde van de dakbedekking ontstaat en zich vervolgens verder ontwikkelt en dit, ondanks de aanwezigheid van een beschermende coating. Deze processen leiden doorgaans tot aanzienlijke schade (zie afbeelding 2). Zo ontwikkelde de corrosie zich in bepaalde gevallen snel en werden de beschadigingen pas 18 maanden na de uitvoering van het dak zichtbaar.

De frequentie van de schadegevallen roept tal van vragen op, enerzijds met betrekking tot de beschermende coating die aan de onderzijde aangebracht wordt en anderzijds omtrent de mogelijke invloed van bepaalde ondergronden. Zo zou de duurzaamheid van deze laatste in vraag gesteld kunnen worden, met name in aanwezigheid van vocht. Hoewel dit vocht slechts een beperkte impact lijkt te hebben bij geventileerde daken, kan de schade wel aanzienlijk worden bij warme daken.

WTCB-onderzoek

Het WTCB heeft verschillende (natuurlijke of geprepatineerde) zinken dakbedekkingen met een beschermende coating aan de onderzijde onderzocht die bestemd waren voor de uitvoering van warme daken. De uitgevoerde proeven bestonden erin om:

- de coatings aan de onderzijde te karakteriseren
- de pH van de verschillende onderdelen van de dakopbouw te beoordelen
- de corrosieweerstand van de beschermende bekledingen te beoordelen aan de hand van versnelde-corrosiesimulaties.

Voor deze simulaties werden er twee types proeven uitgevoerd:

- **laboratoriumproeven** om het gedrag van de dakbedekking in te schatten in geval van rechtstreeks contact met een laboratoriumoplossing enerzijds of met een oplossing die ontstaat door een maceratie van de verschillende onderdelen van de dakopbouw (rotswol, PUR, OSB en multiplex) anderzijds. De pH-waarde van de laboratoriumoplossingen werd bepaald op basis van voorafgaandelijke metingen op de dakelementen
- **proeven op maquettes**, opgebouwd uit een zinken dakbedekking, een onderdak en een ondergrond uit OSB, multiplex of cellenglas. Deze proeven leunen dicht aan bij de ter plaatse aangetroffen configuraties. Om de in-situ corrosieomstandigheden na te bootsen, werd er ofwel tussen de dakbedekking en het onderdak, dan wel in de ondergrond water ingebracht.

Naargelang van de configuratie werden de proeven uitgevoerd bij 23, 60 en/of 70 °C. Dit zijn namelijk de temperaturen die in de zomer behaald kunnen worden op een zinken dakbedekking.

Resultaten

Het WTCB-onderzoek heeft aangetoond dat de aan de onderzijde van het zink aangebrachte coating slechts een geringe bescherming biedt tegen corrosie in aanwezigheid van vocht in het dak. Zo volstaat het louter contact met gedistilleerd water, dat een gelijkaardige samenstelling



2 | Voorbeeld van schade door de corrosie van het zink.

heeft als regenwater, om reeds na enkele weken te leiden tot blaasvorming in de coating en tot de corrosie van het zink. Deze fenomenen worden nog versneld door:

- een **stijging van de temperatuur**, wat de grotere schade op dakschilden met een zuidelijke of zuidwestelijke oriëntatie verklaart
- een **verzuring van de pH** die zich kan voordoen in stedelijke omgevingen of bij contact met bepaalde materialen van de dakopbouw (bv. OSB).

De meest reactieve dakbedekkingen zijn deze die opgebouwd zijn uit natuurlijk zink. Doordat geprepatineerd zink voorzien is van een dunne laag zinkfosfaat die dienstdoet als een bijkomende barrière, beschikt het immers over een grotere corrosieweerstand. Deze vertraagde reactie doet echter niets af aan het feit dat er wel degelijk schade optreedt.

Bij de proeven op **houten platen** werd er systematisch schade vastgesteld. Deze schade was bijzonder groot bij OSB. Het is geweten dat niet-beschermd zink niet in rechtstreeks contact geplaatst mag worden met houten platen en andere verlijmd houtderivaten (zie TV 266, tabel 10). Uit ons onderzoek blijkt dat de coating aan de onderzijde van de dakbedekkingen en het onderdak niet volstaan om corrosie te vermijden.

Op dit moment laten enkel de ondergronden uit **cellenglas** toe om het risico op schade in te perken. Tijdens de proeven op dit materiaal werden er namelijk geen corrosieverschijnselen waargenomen.

Er zijn nog een aantal andere proeven aan de gang om de oorsprong van bepaalde corrosieverschijnselen te achterhalen. Ter beoordeling van de invloed van gestructureerde onderdaken op het corrosierisico werden er ten slotte ook enkele grootschalige maquettes ontwikkeld, die uitgerust werden met vocht- en temperatuursensoren. ◆

Opgelet!

Gelet op de bekomen resultaten raden wij momenteel uit voorzorg af om niet-geventileerde dakopbouwen te plaatsen, tenzij ze over een gebruiksgeschiktheidsattest beschikken (bv. opbouwen op cellenglas).

Blaasvorming in de bekledingen van platte daken

Het is niet uitzonderlijk dat er in de bekleding van een plat dak blaasvorming optreedt. Dit verschijnsel kan verschillende oorzaken hebben. Om de precieze oorzaak te kunnen achterhalen, moet men in eerste instantie nagaan in welke laag van de dakopbouw de blazen ontstaan.

E. Mahieu, ing., afdelingshoofd, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB

1 Soorten blaasvorming

In de [TV 253](#) met betrekking tot parkeerdaken worden er drie types blaasvorming onderscheiden, al naargelang van de plaats waar en het ogenblik waarop het verschijnsel zich voordoet:

- **blaasvorming van de eerste generatie** ontstaat onder of in de afdichting
- **blaasvorming van de tweede en de derde generatie** treedt op in de afwerklaag of tussen de afwerklaag en de afdichting ten gevolge van een warmtebelasting tijdens of na het aanbrengen van de afwerklagen (bv. gietasfalt).

In dit artikel bespreken we enkel het eerste type blaasvorming. Voor meer informatie over de twee andere types

verwijzen we naar de [TV 253](#). Het plaatselijk loskomen van de dakafdichting ten gevolge van de windkrachten (meestal in de rand- en hoekzones van het dak) komt in dit artikel evenmin aan bod.

Blaasvorming kan op verschillende plaatsen optreden:

- in de toplaag van de afdichting
- tussen twee afdichtingslagen
- tussen de thermische isolatie en de dakafdichting
- tussen de thermische isolatie en haar cachering (d.i. de oppervlakteafwerking van de isolatieplaat) (zie afbeelding 1).

1.1 Blaasvorming in de toplaag van de afdichting

Wanneer er zich in de afdichting zelf blazen vormen, is dit te wijten aan een materiaalprobleem. Zo kan de aanwezigheid van vocht bij de fabricage van de afdichting aanleiding geven tot blaasjes in het bovenste gedeelte van de toplaag (ter hoogte van de wapening). Daar waar dit verschijnsel – dat ook wel ‘puistvorming’ genoemd wordt – vroeger vaak de kop opstak bij het gebruik van viltwapeningen, komt het bij de huidige dakafdichtingen nog maar zelden voor.

1.2 Blaasvorming tussen twee afdichtingslagen

Vermits lucht- en vochtinsluitingen tussen twee afdichtingslagen of tussen de afdichting en de ondergrond door toedoen van temperatuurverschillen tot blaasvorming kunnen leiden, moet een toplaag in de regel volvlakkig op zijn onderlaag verkleefd of gevlamlast worden.

De enige uitzondering hierop wordt gevormd door renovaties waarbij er een nieuwe afdichting aangebracht wordt op een oudere afdichting die vocht kan bevatten. In dit geval mag het nieuwe membraan veiligheidshalve niet volvlakkig gevlamlast worden en geniet het de voorkeur om te opteren voor:

- een losliggende plaatsing met ballast
- een partieel hechtende plaatsing
- een koude plaatsing.

1 | Blaasvorming tussen de thermische isolatie en haar cachering.



1.3 Blaasvorming tussen de thermische isolatie en de afdichting

Tussen de isolatie en de afdichting kan er blaasvorming ontstaan door:

- **het uitzetten van een niet-volvlakkig hechtende afdichting.** Wanneer de dakafdichting niet 100 % volvlakkig op de isolatie verkleefd wordt (zoals het geval is bij bepaalde plaatsingsmethoden), kunnen de niet-hechtende zones uitzetten, waardoor er blazen ontstaan. Dergelijke blaasvorming zal het meest uitgesproken zijn bij warm weer en afnemen tijdens koudere periodes
- **ingesloten solventen** (bv. lijmen of primers) die niet volledig verdampt zijn wanneer de afdichting aangebracht wordt (zie afbeelding 2)
- **het volvlakkig vlamlassen van een afdichting op een PU-isolatie** (wat in feite niet toegelaten is). Om blaasvorming door uittredend en/of uitzettend blaasgas ten gevolge van de warmtebelasting bij het lassen te vermijden, moet een dergelijke plaatsing partieel gebeuren (zie ook tabel 27 van de TV 215). Bij een koude verlijming van de dakafdichting kan een volvlakkige hechting daarentegen wel in overweging genomen worden
- **de aanwezigheid van ingesloten vocht.** In zones met een minder goede hechting kan de verhoging van de bij opwarming ontstane dampspanning blaasvorming veroorzaken. Daarom moeten vochtinsluitingen vermeden worden door onmiddellijk na het plaatsen van de isolatie de dakafdichting aan te brengen. Op ondergronden die vocht kunnen bevatten, zoals een cementgebonden isolatiesysteem, moet de dakafdichting in partiële hechting geplaatst worden
- **de aanwezigheid van ingesloten lucht.** Bij cellenglas-isolatieplaten die in warm bitumen geplaatst worden, moeten de voegen tussen de platen over hun volledige hoogte opgevuld worden en moeten luchtinsluitingen vermeden worden.

Bij soepele kunststofafdichtingen die volvlakkig hechten kan er ook tijdens de plaatsing een kleine blaas- of rimpelvorming ontstaan, die moeilijk vermeden kan worden.

Een geringe plooi- of blaasvorming in de dakafdichting kan evenmin uitgesloten worden bij toepassing van zelfklevende folies die ongelijkmatig aangedrukt worden.

Tot slot is het ook niet uitzonderlijk dat er blaas- of rimpelvorming ontstaat doordat er tussen de isolatieplaten kleine hoogteverschillen bestaan waardoor de voegen zich doorheen de dakafdichting aftekenen (zie hiervoor de FAQ op onze website en op p. 26 van deze Contact).

1.4 Blaasvorming tussen de thermische isolatie en haar cachering

Blaasvorming kan ook veroorzaakt worden door het loskomen van de cachering van het isolatiemateriaal, wat op zijn beurt te wijten kan zijn aan een fabricage- of uitvoeringsfout.

De isolatie en de dakafdichting moeten geplaatst worden volgens de voorschriften in hun gebruiksgeschiktheidsattest (bv. ATG). Zo moet de plaatsingswijze van de afdichting afgestemd worden op de cachering van het isolatiemateriaal.



2 | Blaasvorming tussen de isolatie en de afdichting ten gevolge van ingesloten solventen.

Indien er een correcte plaatsingstechniek toegepast werd en de cachering van de isolatieplaten toch loskomt, ligt dit aan een materiaalprobleem.

2 Gevolgen van blaasvorming

In de meeste gevallen vormt blaasvorming eerder een esthetisch dan een functioneel probleem. Zo brengt ze bij de huidige dakafdichtingen geen versnelde veroudering met zich mee. Wanneer er hierdoor plasvorming ontstaat, heeft dit in de regel evenmin gevolgen voor de duurzaamheid van het dak.

In sommige gevallen kan de duurzaamheid van het dichtingssysteem echter wel in het gedrang komen, namelijk:

- **wanneer de blaasvorming aanleiding kan geven tot beschadigingen**, zoals bij frequente beloping van het dak of door het opentrekken van de naadverbindingen. De blazen kunnen eventueel hersteld worden door ze open te snijden, te drogen en dicht te kleven of te lassen
- **wanneer de blaasvorming te uitgebreid wordt.** Dit kan immers een weerslag hebben op de windweerstand van het dichtingssysteem. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het loskomen van de cachering van het isolatiemateriaal, met een gebrekkige hechting van de dakafdichting over een aanzienlijke oppervlakte tot gevolg. Om hieraan te verhelpen, kan men:
 - het dak van een ballastlaag voorzien. Hierbij moet men er echter wel op toezien dat de dakvloer dit bijkomende gewicht kan dragen en dat de minimale opstandhoogtes gerespecteerd worden
 - de dakafdichting mechanisch bevestigen tot in de dakvloer. Hierbij moeten de door de schroeven veroorzaakte doorboringen nadien echter wel terug afgedicht worden (bv. door een extra afdichtingslaag of -strook) en moet men rekening houden met het feit dat deze bevestigingen bijkomende warmteverliezen veroorzaken. ◆

Naar brandveilige houten gevelbekledingen

Behalve bij eengezinswoningen en industriële gebouwen moeten de gevelbekledingen van gebouwen voldoen aan een aantal reglementaire eisen met betrekking tot de brandreactie. Wat de houten gevelbekledingen betreft, heeft een proefcampagne het mogelijk gemaakt om enkele nieuwe oplossingen te valideren die beantwoorden aan de brandeisen voor lage gebouwen zoals kleine kantoorgebouwen.

Y. Martin, ir., coördinator Strategie en innovatie en coördinator van de Technische Comités, WTCB

S. Eeckhout, ing., senior projectleider, afdeling Akoestiek, gevels en schrijnwerk, WTCB

I. Wuijens, ir., expert gevelbekleding, WOOD.BE

L. De Boever, ir., manager R&D, WOOD.BE

in samenwerking met Warringtonfire, een laboratorium dat brandreactieproeven uitvoert.

De **brandreactie** van een gevelbekleding drukt haar **brandbaarheidsgraad** uit en wordt bepaald op basis van laboratoriumproeven op een gevelsysteem en zijn uitvoeringswijze (bv. al dan niet opengewerkte bekleding, geventileerde luchtspouw, bevestigingstype en materialen die achter de luchtspouw gelegen zijn).

Rekening houdend met de uiteindelijke gebruiksvoorwaarden (zie de [WTCB-Dossiers 2019/1.2](#)) moeten de gevelbekledingen van lage gebouwen (d.w.z. met een hoogte van minder dan 10 m) beantwoorden aan de brandreactieklasse D-s3, d1. Bij middelhoge en hoge gebouwen moeten de houten gevelbekledingen een brandvertragende behandeling krijgen om de eis B-s3, d1 te kunnen behalen.

Uiteraard moeten de in de [TV 243](#) vermelde plaatsingsvoorwaarden (bv. ventilatie en slankheidsfactor) steeds nageleefd worden.

Beperkingen van de oplossingen bij ontstentenis

De Europese Commissie heeft voor bepaalde configuraties van houten gevelbekledingen een aantal klassen bij ontstentenis gedefinieerd, zonder dat men hoeft over te gaan tot een proef. Voor deze klassen gelden er **strikte plaatsingsvoorwaarden** (zie onderstaand kader). Aangezien deze voorwaarden niet altijd uitvoerbaar zijn in de praktijk, moet er echter vaak van afgeweken worden.

Aan de hand van een proefcampagne die de afgelopen jaren op tal van configuraties uitgevoerd werd, was het mogelijk om nieuwe oplossingen uit te werken voor houten gevelbekledingen die geen brandvertragende behandeling kregen, opdat deze toch zouden kunnen voldoen aan de geldende eis voor lage gebouwen (klasse D-s3, d1 of beter). Deze oplossingen worden voorgesteld in de twee kaders op de volgende pagina. 

Klasse bij ontstentenis

Een houten gevelbekleding met tand en groef of met overlapping behoort tot de klasse D-s2, d0, voor zover er aan de volgende voorwaarden voldaan wordt:

- de gevelbekleding moet 'gesloten' zijn (met tand en groef of met overlapping)
- de bekleding moet minstens 18 mm dik zijn
- het hout moet een dichtheid van minstens 390 kg/m³ vertonen
- de luchtspouw moet geventileerd zijn
- de achter deze spouw gelegen materialen (plaatmateriaal, isolatie) moeten onbrandbaar zijn (klasse A2-s1, d0 of beter).

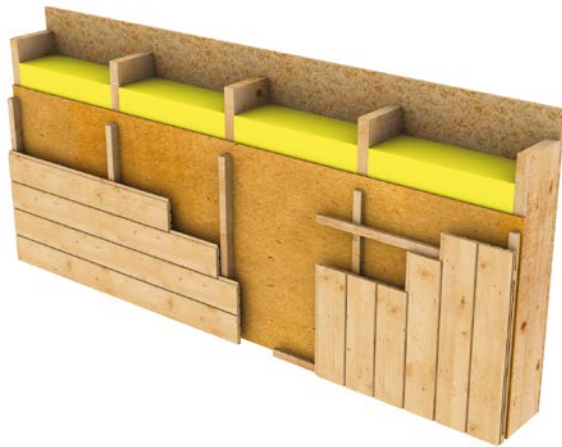
We willen erop wijzen dat de voorwaarden voor een opengewerkte gevelbekleding in de praktijk moeilijk haalbaar zijn, omdat de afstand tussen de planken in dit geval vaak groter is dan de breedte ervan.

Niet-opengewerkte houten gevelbekledingen

Uit de uitgevoerde proefcampagne bleek dat een niet-opengewerkte houten gevelbekleding de **klasse D-s2, d0** kan behalen en zodoende aan de voorschriften voor lage gebouwen kan beantwoorden, als er aan de volgende voorwaarden voldaan wordt:

- de gevelbekleding moet **met tand en groef of met overlapping** uitgevoerd zijn
- de densiteit van het hout moet begrepen zijn **tussen 380 en 600 kg/m³** (gemeten bij 15 % houtvochtigheid)
- de planken moeten **minstens 18 mm dik zijn** voor een **breedte van 130 mm**. Het is ook mogelijk om grotere breedtes te voorzien, op voorwaarde dat de slankheidsfactor (d.i. de verhouding tussen de breedte en de dikte) identiek blijft
- de bekleding moet mechanisch op de houten latten en tengellatten bevestigd worden en dit, **verticaal of horizontaal**
- ter hoogte van de latten en tengellatten moet er een **geventileerde luchtspouw** met een totale dikte van minstens 40 mm voorzien worden. Bij een horizontale plaatsing is een minimale totale dikte van 38 mm, die in de praktijk zeer courant is, toegelaten
- de ondergrond achter de geventileerde luchtspouw moet opgebouwd zijn uit **plaatmaterialen op basis van hout** (klasse D-s2, d0 of beter, minimale dikte van 10 mm, minimale densiteit van 510 kg/m³) of uit **onbrandbare plaatmaterialen en ondergronden** (klasse A2-s1, d0, minimale dikte van 10 mm, minimale densiteit van 510 kg/m³). Achter de ondergrond of het plaatmateriaal mag er een brandbare isolatie aangebracht worden, voor zover het plaatmateriaal tot de beschermingsklasse K₂ 10 behoort (zie de [WTCB-Dossiers 2019/1.2](#)) en zodoende de onderliggende lagen beschermt.

Een regenscherm (< 1 mm) heeft geen significante impact op de brandreactieklasse van het niet-opengewerkte gevelbekledingssysteem.

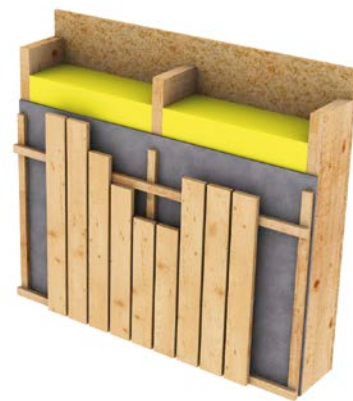


Opengewerkte houten gevelbekledingen

Vermits het hout bij opengewerkte gevelbekledingen aan verschillende zijden blootgesteld is aan brand, is het moeilijker om de vereiste brandreactieklasse te behalen. De hieronder voorgestelde configuratie voor opengewerkte gevelbekledingen is onderhevig aan relatief strikte voorwaarden. Deze eerste configuraties zouden in de toekomst nog aangevuld en uitgebreid kunnen worden door andere proeven.

Een opengewerkte gevelbekleding kan de **klasse D-s2, d0** behalen en zodoende aan de voorschriften voor lage gebouwen beantwoorden, als er aan de volgende voorwaarden voldaan wordt:

- de gevelbekleding moet opgebouwd zijn uit **lariks** met een minimale densiteit van **655 kg/m³** (gemeten bij 15 % houtvochtigheid)
- de planken moeten **minstens 21 mm dik zijn** voor een **breedte begrepen tussen 90 en 100 mm**
- de bekleding moet **verticaal geplaatst** worden en mechanisch bevestigd worden op de houten latten en tengellatten
- tussen de planken moet er een **open voeg** met een maximale breedte van **10 mm** uitgevoerd worden
- ter hoogte van de latten en tengellatten moet er een **geventileerde luchtspouw** met een totale dikte van minstens 40 mm voorzien worden
- de ondergrond achter de geventileerde luchtspouw moet opgebouwd zijn uit **onbrandbare plaatmaterialen en ondergronden** (klasse A2-s1, d0 of beter, minimale dikte van 12 mm, minimale densiteit van 525 kg/m³) of uit **cementgebonden spaanplaten** (klasse B-s2, d0 of beter, dikte van 12 tot 16 mm, minimale densiteit van 1.000 kg/m³). Achter de ondergrond of het plaatmateriaal mag er een brandbare isolatie aangebracht worden, voor zover dit plaatmateriaal tot de beschermingsklasse K₂ 10 behoort (zie de [WTCB-Dossiers 2019/1.2](#))
- er mag ook een **regenscherm** (klasse B-s2, d0 of beter) aangebracht worden.



Bepaling van de uitzetting van beglazingen in zomerse omstandigheden

In de [WTCB-Dossiers 2018/2.7](#) werden er enkele specifieke schadegevallen bij kleine isolerende beglazingen in winterse anticyclonale omstandigheden besproken. De laatste tijd hebben er zich ook een aantal nieuwe schadegevallen voorgedaan bij drievoudige beglazingen met kleine afmetingen waarvan de gaslagen groter zijn dan 12 mm ... zij het deze keer in zomerse omstandigheden!

E. Dupont, ing., adjunct-diensthoofd, dienst Specificaties, WTCB

Uitleg bij het fenomeen

Er zijn twee belangrijke verschillen op te merken:

- in **winterse anticyclonale omstandigheden** trekt het gas in de gaslagen van isolerende beglazingen samen omwille van de hoge atmosferische druk en de lage temperaturen. Dit leidt tot een verhoging van de belastingen op de beglazingen. De dichtingsvoegen zijn hier minder onderhevig aan omdat ze samengedrukt worden
- in **zomerse anticyclonale omstandigheden** geeft de combinatie van (voornamelijk) de zonnestraling en (in mindere mate) de temperatuur aanleiding tot een toename van de belastingen op de beglazingen en op de

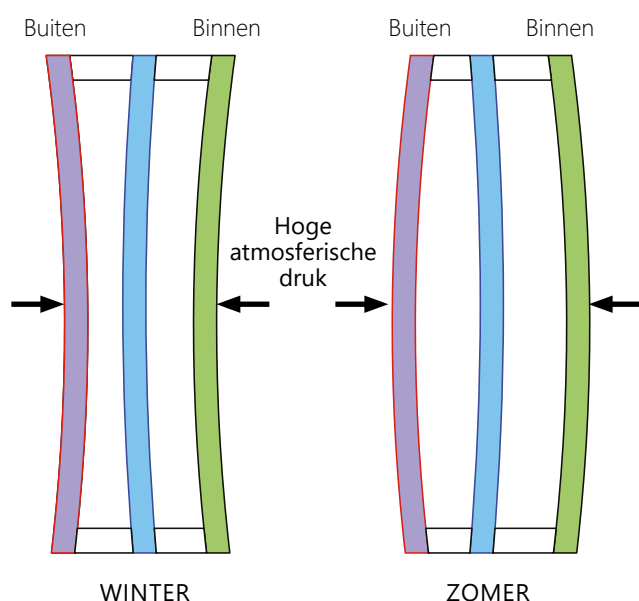
hermetische afdichtingen en dit, ondanks het feit dat de hoge atmosferische druk in dit geval wel gunstig is.

Onderstaande afbeelding illustreert het gedrag van een beglazing in de winter en in de zomer.

Herziening van de norm

De norm NBN S 23-002-2 met betrekking tot glaswerk werd onlangs herzien en houdt rekening met de recente ontwikkelingen binnen de Europese technische normalisatiecomités (CEN TC 129 – *Glass in buildings* en CEN TC 250 – *Structural Eurocodes*).

Vermits de schadegevallen in zomerse omstandigheden relatief nieuw zijn, hebben de verschillende comités voorsnog geen rekenparameters kunnen vastleggen om ze te vermijden. In een nota in bijlage B bij de norm wordt er echter wel gepreciseerd dat het bij sterk absorberende beglazingen (zonneabsorptiefactor $\alpha_e \geq 45\%$) aangeraden is om **de temperatuur in de gaslagen nauwkeurig te berekenen**. In deze nota wordt er echter niet dieper ingegaan op de voorwaarden voor deze berekening.



Gedrag van de beglazing bij de samentrekking van het gas in de winter en de uitzetting ervan in de zomer.

Invloedsfactoren in de zomer

In de zomer wordt de druk in de gaslagen beïnvloed door:

- **de lengte van de korte zijde van de beglazing:** de lengtes begrepen tussen 300 en 600 mm zijn de meest kritieke
- **de zonneabsorptiefactor van de beglazing (α_e):** vermits een zonneabsorptie van meer dan 45 % tot een problematische temperatuur kan leiden, moet hier bijzondere aandacht aan besteed worden
- **de dikte van de tussenlagen:** aangezien de druk in de gaslagen afhankelijk is van het erin vervatte gasvolume, moet de som van de diktes van de gaslagen van kleine beglazingen bij voorkeur beperkt worden tot 24 mm of 2 x 12 mm

Zomerse anticyclonale omstandigheden.

Rekenparameters	Zomerse anticyclonale omstandigheden
Buitentemperatuur	29 °C
Binnentemperatuur	27 °C
Zonnestraling	• Gevel: 750 W/m² • Plat dak: 920 W/m² • Hellend dak: 1.040 W/m²
Minimale atmosferische druk tijdens de afdichting	97.500 Pa
Maximale atmosferische druk tijdens de afdichting	102.500 Pa
Druk op tijdstip 't'	102.500 Pa
Minimale referentietemperatuur tijdens de afdichting	18 °C
Maximale referentietemperatuur tijdens de afdichting	23 °C
Hoogte van de installatieplaats	0 m
Hoogte van de productieplaats	150 m

- **de stijfheid van de isolerende beglazing:** de elementen die de vervormbaarheid van de beglazing verhinderen – zoals kruishout, op de beglazing verlijmd klein hout of zeer stijve beglazingen (bv. kogelwerend glas) – verhogen de inwendige druk in de beglazing, wat beschadigingen met zich mee kan brengen (bv. dichtingsverliezen of de breuk van de beglazing).

In zomerse omstandigheden is de berekening delicaat, vermits er – naast de absorptiefactor – nog twee andere essentiële parameters gecombineerd moeten worden om de temperatuur in de gaslagen te kunnen bepalen, namelijk **de zonnestraling en de buitenluchttemperatuur**.

Aangezien de combinatie van de uiterste waarden voor deze twee parameters tot onrealistische belastingen zou leiden, heeft men deze kritieke combinatie – naar analogie met de andere in de norm NBN S 23-002-2 beschouwde belastingen – aan een grondig onderzoek onderworpen op basis van de klimaatgegevens van België. Zo werd er een tool ontwikkeld die het mogelijk maakt om deze parameters op om het even welk moment van het jaar te combineren. Om een redelijke combinatie te bekomen, zou men de volgende elementen in beschouwing moeten nemen:

- de maximale zonnestraling, waarbij er een onderscheid gemaakt wordt tussen het geval van een verticale gevel, een plat dak en een hellend dak
- de buitenluchttemperatuur die overeenstemt met het gemiddelde van de maximale dagtemperaturen van de warmste maand.

Hieronder volgen enkele details over deze drie gevallen:

- **verticale gevel:** in geval van een westelijke oriëntatie van 80° op 22 juli om 18 u zijn de meest ongunstige omstandigheden gecombineerd: een zonnestraling van 752 W/m² en een buitenluchttemperatuur van 29 °C. Een oostelijke oriëntatie is ietwat gunstiger, omdat de ochtendtemperaturen hierbij frisser zijn. Een zuidelijke oriëntatie is niet kritiek, vermits de zon op de momenten dat men de hoogste temperaturen meet, heel hoog aan de hemel staat en dus

een kleinere impact heeft (590 W/m²)

- **plat dak:** bij de maximale blootstelling om 14 u bedraagt de zonnestraling 920 W/m² en de buitenluchttemperatuur 29 °C
- **hellend dak:** bij een pal zuidelijke oriëntatie en een helling van 30° treft men om 14 u een combinatie van de meest kritieke parameters aan: 1.040 W/m² en 29 °C.

Hoewel het aangeraden is om de spectrale waarden van de beglazingen en de projectvoorwaarden van het beschouwde project toe te passen, is het dus ook mogelijk om tabel 20 van de norm NBN S 23-002-2 aan te vullen met bovenstaande tabel.

Afhankelijk van de samenstelling van de beglazing en de blootstelling ervan aan de weerslelementen, kan de druk in de gaslagen van kleine of stijve beglazingen aanzienlijk worden. Bij een klassieke drievoudige beglazing (4/16/4/16/4) van 0,5 m op 1 m zal de temperatuur in de buitengaslaag in de in bovenstaande tabel vermelde zomerse omstandigheden bijvoorbeeld 51 °C bedragen en de druk 2.250 Pa, wat overeenstemt met een wind die gedurende meerdere uren onafgebroken aan 216 km/u blaast. De beglazing zal hier dus niet tegen bestand zijn. Indien men voor de buitenbeglazing opteert voor een absorberende beglazing, kan de druk oplopen tot 3.302 Pa, hetzij het equivalent van een wind die blaast aan 262 km/u.

In deze situatie bestaat er een **groot risico op breuk of dichtingsverlies** bij beglazingen (of de onderdelen ervan die uitgerust zijn met klein hout) waarvan de kleinste afmeting begrepen is tussen 400 en 550 mm en waarvan de som van de diktes van de gaslagen groter is dan 24 mm. Het is dus aangeraden om:

- bij het ontwerp zo veel mogelijk te vermijden om dubbele of drievoudige beglazingen toe te passen waarvan de afmetingen begrepen zijn tussen 400 en 600 mm en waarvan de som van de diktes van de gaslagen meer dan 24 mm bedraagt
- bij deze beglazingen geen zeer absorberend glas en verstijvende elementen, zoals klein hout, aan te wenden. ◆

ETICS met harde bekledingen: wat zijn de gebruiksgrenzen?

Het principe van in situ verlijmde harde bekledingen op een buitenisolatie, ook wel ETICS met harde bekledingen genoemd, werd al beschreven in de [WTCB-Dossiers 2015/4.9](#) en [2015/4.15](#). Ten laatste volgend jaar zal er ook een Technische Voorlichting gepubliceerd worden rond dit onderwerp. Dit artikel gaat dieper in op de grenzen van hun toepassingsgebied, die reeds bij het ontwerp in aanmerking genomen moeten worden.

Y. Grégoire, ir., verantwoordelijke sectorale publicaties, afdeling Publicaties en documentatie, WTCB

Maximale gevelhoogte

De gevelhoogte moet beperkt worden met het oog op:

- **de veiligheid van personen:** tabel A van de [WTCB-Dossiers 2015/4.9](#) geeft de beperking van de gevelhoogte weer in functie van het formaat en de oppervlakttemassa van de harde bekleding. Deze tabel zal in de toekomstige TV herzien worden om rekening te houden met de inmiddels opgedane ervaring
- **de brandreactieprestaties en de mogelijke risico's bij brand** (zie het Koninklijk Besluit van 7 december 2016 'Basisnormen')
- **het risico op waterinfiltratie bij slagregen.** Zowel bij ETICS op houtbouw als bij ETICS zonder grondpleister op andere ondergronden (zonder externe controle van de uitvoering) mag de waterdichtheidsdruk niet groter zijn dan 450 Pa. Aan de hand van tabel 11 van de [TV 257](#) kan men de toegelaten gevelhoogte bepalen in functie van de windzone en de terreinruwheids categorie. Hieruit blijkt dat **voormelde toepassingen** uitgesloten zijn in de ruwheids categorieën 0 (kuststreek) en I (platteland)
- **de windbelasting.** Voor een statische dimensionering bedraagt de maximale waarde, berekend volgens de norm NBN EN 1991-1-4 en haar nationale bijlage, 2.000 Pa (zie tabel D5 van de [TV 257](#)). Als deze waarde hoger ligt, kan het nodig zijn om een bijkomende studie uit te voeren (bv. dynamische proef of windtunnelproef).



A | Aanbevelingen met betrekking tot de zonneabsorptiefactor.

Dikte van de harde bekleding	Geveloriëntatie	
	Oost-Zuid-West	Noordwest-Noord-Noordoost
	Zonneabsorptiefactor α_e (helderheidsindex HI)	
≥ 20 mm	$\leq 0,85$ (HI ≥ 10)	Geen beperkingen
< 20 mm	$\leq 0,7$ (HI ≥ 25)	



B | Voorbeelden van steenstrips van gebakken klei in verschillende kleuren.

Steenstrips in verschillende kleuren			
	Wienerberger	Wienerberger	Wienerberger
Zonneabsorptiefactor	0,36	0,75	0,90
Helderheidsindex	60	14	8
Gebruiksbeperking	Geen beperking	Uitgesloten op een gevel met een oostelijke, zuidelijke of westelijke oriëntatie als de dikte van de bekleding < 20 mm	

Donkerkleurige harde bekledingen

De kleur van een harde bekleding moet gekozen worden in functie van de oriëntatie en de dikte van de gevel. Bij donkerkleurige bekledingen zou de temperatuur aan de achterzijde van de bekleding immers tot meer dan 70 °C kunnen oplopen. Tabel A op de vorige pagina geeft een overzicht van de aanbevelingen hieromtrent.

Hoewel er geen eenduidig verband bestaat tussen de zonneabsorptiefactor α_e (NBN EN 410) en de **helderheidsindex HI**, worden er hiervoor in tabel A toch enkele criteria opgegeven, die bepaald werden op basis van de opgedane ervaring.

Om zich ervan te vergewissen dat men een goede keuze gemaakt heeft, moet men er de technische fiche van het materiaal op naslaan (zie tabel B).

Minimaal voegpercentage

Naast de toegelaten minimale en maximale voegbreedte moet men vanaf de binnenklimaatklasse II ook een minimaal voegpercentage in acht nemen en dit, in het bijzonder bij zeer weinig waterdampdoorlatende harde bekledingen. Deze maatregel laat toe om – gelet op het risico op inwendige condensatie aan het raakvlak met de isolatie – de **waterdampdiffusieweerstand van de afwerking te beperken** en de **droging van de wand te bevorderen**.

Om een toereikend voegpercentage te bekomen, moet het **formaat van de bekleding beperkt worden** opdat de voegbreedte binnen aanvaardbare grenzen zou blijven.

Zo is er voor bepaalde courante bekledingen een minimaal voegpercentage van 7 % vereist, wat voor een bekleding van 600 x 300 mm overeenkomt met een breedte van 15 mm. Voor een bekleding van 1.200 x 600 mm bedraagt deze breedte 30 mm. Het spreekt voor zich dat een dergelijke breedte zowel op technisch (*) als op esthetisch vlak zelden toegelaten is.

Maximaal formaat van de harde bekleding

In de voorgaande paragraaf werden er reeds enkele redenen aangehaald waarom het formaat van de bekleding – gelet op het condensatierisico – beperkt moet worden, in het bijzonder bij een relatief waterdampdichte bekleding.

Bovendien zijn grote formaten zeer moeilijk uit te voeren (samendrukking van de lijmrillen) en beschikt men vooralsnog slechts over weinig ervaring op dit gebied. Daarnaast bestaat er ook nog enige onzekerheid over de **droging van de lijm** en dus over de prestaties ervan wanneer het vocht slechts moeizaam doorheen de voegen kan verdampen (wat het geval is bij waterdampdichte bekledingen van groot formaat).

Op basis van de huidige kennis is het daarom aangeraaden om het **formaat van de bekleding te beperken tot 2.000 cm²**, tenzij anders vermeld wordt in de technische goedkeuring. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het project ETICSiv 'Doorgedreven implementatie van innovaties binnen ETICS met harde bekledingen', gesubsidieerd door het VLAIO.

(*) Voor mortelvoegen is de maximale nominale voegbreedte doorgaans begrepen tussen 12 en 15 mm.

Tegelwerken: welke kit voor welke toepassing?

Onder het takenpakket van de tegelzetter valt ook het aanbrengen van kitvoegen. Aangezien het type kit bepaalt in welke toepassingen hij gebruikt mag worden, moet het materiaal zorgvuldig gekozen worden om te komen tot een duurzame betegeling.

T. Vangheel, ir., senior hoofdadviseur, afdeling Communicatie en vorming, WTCB

J. Van den Bossche, ing., senior hoofdadviseur, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB

Wat zijn kittens?

Kitten zijn pastavormige materialen die in kokers zitten en aangebracht moeten worden met behulp van een pistool. Ze bestaan uit:

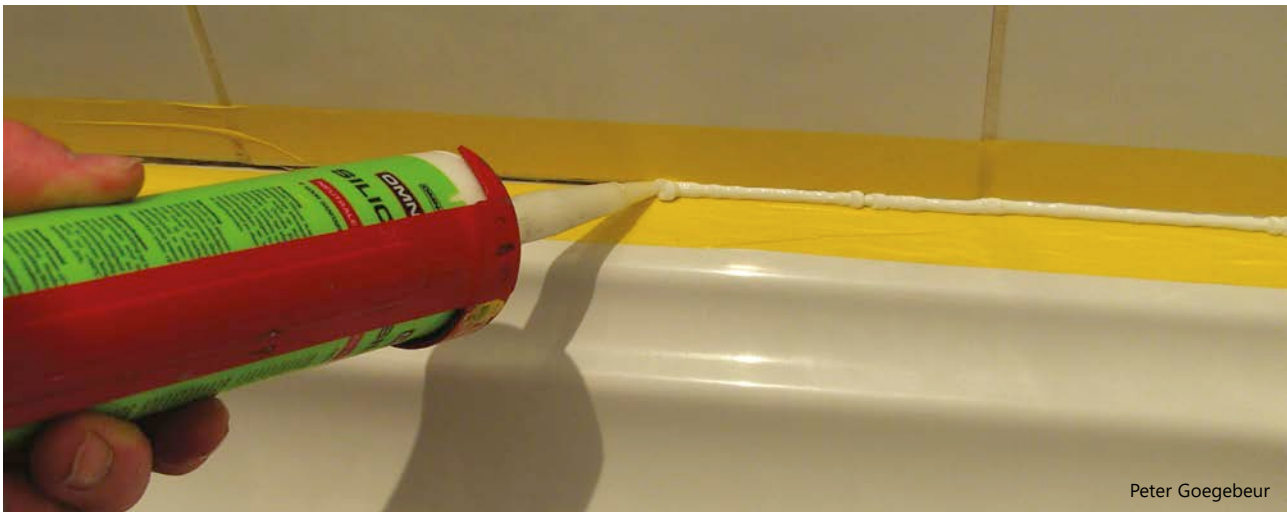
- bindmiddelen: siliconen, acrylaat, polyurethaan, sulfide ...
- pigmenten voor de kleur
- vulmiddelen die het belangrijkste bestanddeel van het product vormen: krijt, talk, kaolien ...
- eventueel enkele hulpstoffen: versnellingsmiddel, plasticiserder, schimmeldodend middel ...

De samenstelling van de kit bepaalt zijn eigenschappen. Het gaat hier met name om:

- het risico op vlekvorming
- de vervormbaarheid
- de elasticiteit
- de weerstand tegen:
 - afslijting
 - indrukking
 - hoge temperaturen
 - chemicaliën
 - schimmels.

Overzicht van verschillende kittens en hun mogelijke toepassingen.

Type kit	Toepassing	Eigenschappen en opmerkingen
Universele siliconenkit of azijnsiliconenkit	• Sanitaire kit rond douchebakken, badkuipen, wastafels ...	• Zeer elastisch • Typische azijngeur (acetylsalicylzuur) • Niet geschikt voor gebruik op gevoelige materialen (bv. natuursteen) omwille van het risico op onomkeerbare verkleuringen • Kies voor een kit met een hoge weerstand tegen schimmelvorming.
Neutrale siliconenkit	• Sanitaire kit rond douchebakken, badkuipen, wastafels ... • Uitvoering van uitzettingsvoegen (type HM voor vloertoepassingen)	• Vergelijkbaar met universele siliconen, maar bevat geen zuur • Kan aangebracht worden op gevoelige materialen (bv. natuursteen) • Aan de rand van de voeg bestaat er wel een risico op vlekvorming.
Polysulfide	• Uitvoering van uitzettingsvoegen (type HM voor vloertoepassingen)	• Zeer elastisch.
Polyurethaan	• Afdichten • Verlijmen • Uitvoering van krimp- en uitzettingsvoegen	• Goede hechting op de meeste bouwmaterialen.



Peter Goegebeur

Uitvoering van een kitvoeg rondom een douchebak.

In welke toepassingen worden kitten aangewend?

De normen NBN EN 15651 en NBN EN ISO 11600 delen de kitten voor gebouwen in naargelang van de beoogde toepassing. Ze maken een onderscheid tussen onder andere:

- kitten voor gevelelementen (type F)
- kitten voor beglazing (type G)
- kitten voor sanitair (type S).

Kitten worden voor de meest uiteenlopende doeleinden gebruikt: van het dichten van scheuren tot het afdichten van voegen.

Hoe de geschikte kit kiezen?

Vermits de kitten tijdens het gebruik van de betegeling waarin ze verwerkt zijn, blootgesteld kunnen worden aan water, uv-straling, temperatuurschommelingen, chemicaliën, vuilaanhechting en schimmelvorming, dringt zich een **door-dachte keuze** op (zie ook de tabel op de vorige pagina).

Gelet op het grote aantal beschikbare producten en hun dooreenlopende toepassingsgebieden, kan dit soms echter moeilijk blijken. Daarom is het aangeraden om steeds de **technische fiche van de fabrikant** te raadplegen en na te gaan of de kit wel degelijk geschikt is voor de beoogde toepassing en verenigbaar is met de op te voegen materialen.

In **natte ruimten** maakt men best gebruik van schimmelwerende kitten (zie bovenstaande afbeelding). De gevoeligheid voor schimmelmicrobiële groei wordt aangegeven door een van de drie klassen – S1, S2 en S3 – uit de norm NBN EN 15651-3, waarbij S1 beter is dan S3. Deze klasse wordt vermeld in de prestatieverklaring van de kit, beter gekend als de *Declaration of Performance* of DOP. In de technische fiches vindt men deze informatie niet altijd terug. De zogenoemde sanitaire kitten behoren doorgaans tot de klasse S1 (te controleren in de DOP).

De kitmaterialen die aangewend worden in **vloerbetegelings** moeten de bewegingen van de ondergrond kunnen opvangen en moeten dus permanent elastisch blijven. Ze moeten ook over een hoge mechanische sterkte beschikken en bestand zijn tegen de in de reinigingsmiddelen vervatte chemicaliën. Daarom is het aangewezen om een kit met een hoge modulus (HM) aan te wenden. Kitten met een lage modulus (LM) verzekeren voornamelijk de dichtheid van de voeg en zijn minder sterk (zie ook de **WTCB-Dossiers 2016/3.8**).

Bij het afkitten van **natuursteen** moet er bijzondere aandacht besteed worden aan het type kit. Zuurhoudende kitten kunnen immers agressief inwerken op bepaalde afwerkingsmaterialen (bv. kalksteen) en vlekken veroorzaken. Daarom moet men bij natuursteen gebruikmaken van neutrale kitten. Hierbij is het echter belangrijk om op te merken dat niet alle zuurvrije kitmaterialen geschikt zijn voor natuursteen en dat aanduidingen zoals 'neutrale siliconen' of 'geschikt voor natuursteen' niet altijd voldoende garantie geven over hun verenigbaarheid met dit materiaal.

Vermits het gebruikte afstrijkmiddel evenzeer vlekken kan veroorzaken, is het ten stelligste aangeraden om de kit en het afstrijkmiddel vooraf op een testoppervlak aan te brengen om hun invloed op het afwerkingsmateriaal na te gaan.

Hoe kitvoegen onderhouden?

De soepele voegen in een betegeling moeten regelmatig gecontroleerd en – indien nodig – onderhouden of vervangen worden. Deze controle bestaat uit een **visuele inspectie** van de kitvoeg en van de hechting aan de aangrenzende tegels of andere materialen.

Bij binnenvloeren moet de eerste controle één jaar na de uitvoering van de kitvoeg plaatsvinden en vervolgens om de drie jaar uitgevoerd worden. Bij buitenvloeren gebeurt deze controle best jaarlijks. 



Zijn transparante behandelingen voor zichtbeton doeltreffend?

Aangezien het uitzicht van geklasseerde gebouwen behouden moet blijven, kan het moeilijk blijken om hun oppervlakken uit zichtbeton te herstellen. Een recente studie heeft aangetoond dat matte of waterwerende transparante behandelingen zowel tegemoet zouden kunnen komen aan de eisen voor de betonherstelling als aan deze voor het behoud van het uitzicht. Uiteraard heeft elk van deze producten zijn eigen voor- en nadelen.

E. Cailleux, dr., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwchemie, WTCB

Context

In gebouwen uit gewapend beton wordt men niet zelden geconfronteerd met problemen ten gevolge van de **corrosiereacties** die ontstaan door de **carbonatatie van beton** (zie onderstaande afbeelding). Deze reacties veroorzaken tal van beschadigingen (bv. scheurvorming, afschilfering of delaminatie) die veelal weggewerkt worden met herstmortel. Vaak wordt er op het betonoppervlak ook een beschermende coating aangebracht met als doel om:

- de carbonatatie te vertragen
- waterinfiltraties te beperken
- de corrosiereacties te verminderen (zie [TV 231](#)).

Het voorzien van een dergelijke coating is vooral aanbevolen in geval van een geringe betondekking (dikte < 10 mm).

Bij geklasseerde gebouwen moeten het uitzicht en het oorspronkelijke materiaal zo veel mogelijk behouden worden. Dit betekent dat het doorgaans niet mogelijk zal zijn om het betonoppervlak van een ondoorzichtige coating te voorzien, hoewel dit – met het oog op de garantie van de duurzaamheid van de herstellingen – noodzakelijk is.

Voorbeeld van schade ten gevolge van de corrosie van de wapeningen die veroorzaakt wordt door de carbonatatie van het beton.



Behandelingen

Om aan dit probleem te verhelpen, werd er recentelijk een studie uitgevoerd rond:

- **beschermende coatings met een mat, transparant uitzicht**
- **waterwerende producten.**

Hoewel deze laatste volgens de normalisatie wel degelijk gebruikt mogen worden voor de herstelling van beton, worden ze in België slechts zelden toegepast. Dit is te wijten aan het feit dat er nog veel onzekerheid heerst over hun doeltreffendheid, de onderhoudstermijn, of nog, de beperkingen op en de gevolgen van hun aanwending.

Beide voormelde producttypes vallen onder de norm NBN EN 1504-2 (CE-markering) en kunnen over een BENOR-merk beschikken. Ze werden specifiek ontwikkeld voor de toepassing op beton en beantwoorden aan een aantal strikte technische eisen (zie de [WTCB-Dossiers 2017/4.11](#)).

Vermits de onderzochte beschermende coatings en waterwerende producten niet geschikt zijn voor gebruik op horizontale oppervlakken, spitste de studie zich enkel toe op de behandeling van verticale wanden. De basiseigenschappen van de geselecteerde producten werden met elkaar vergeleken alvorens ze ter plaatse aangebracht werden. Dit gebeurde enerzijds op een aantal betonnen tegeltjes en anderzijds op de westelijke gevel van de in de jaren 1960 gebouwde politietoren in Antwerpen. De ondergrond werd in beide gevallen uitgerust met verschillende sensoren. Het natuurlijke verouderingsgedrag van het behandelde beton wordt sinds een drietal jaar opgevolgd.

Resultaten

De resultaten van de metingen op de tegeltjes en de politietoren leunen dicht bij elkaar aan. Zo hebben we vastgesteld dat de verschillende onderzochte behandelingen de rela-



Vergelijking van de twee types transparante behandelingen voor zichtbeton.

Criterium	Matte, transparante beschermingscoating	Waterwerend product
Uitzicht van het beton	Er werden lichte variaties in de glans gemeten. Visueel (waarneming op 2 m) blijven ze echter verwaarloosbaar.	• Er werd geen enkele uitzichtswijziging vastgesteld (kleur en glans), zelfs niet bij aanraking. • Net zoals bij de waterwerende producten voor metselwerk zouden bepaalde behandelingen de kleur lichtjes kunnen wijzigen. Het is daarom aangeraden om een voorafgaandelijke proef uit te voeren.
Aanbrengen van de producten	De coating moet aangebracht worden over het volledige betonoppervlak, omdat er via de onbehandelde zones (bv. ter hoogte van de luchtbellen of de hoeken) water zou kunnen binnendringen.	Het waterwerende product is minder gevoelig voor gebreken in en voor de oppervlakteruwheid van het beton.
Gedrag op beton	De coating vormt een folie op het betonoppervlak.	• Het waterwerende product dringt door in het beton. In het laboratorium drongen de meest performante producten tot op een diepte van 10 tot 15 mm door in een beton met een water-cementverhouding van 0,7 (genormaliseerde samenstelling). • Ter plaatse hangt de migratiediepte af van verschillende factoren, zoals de betonsamenstelling en de oppervlaktetoestand (bv. geërodeerd). • In sommige gevallen kunnen de aan het oppervlak gelegen wapeningen zich gedeeltelijk of volledig in de waterwerend gemaakte zone bevinden.
Bescherming tegen carbonatie	De coating vertraagt de carbonatie aanzienlijk. Hij zorgt er immers voor dat de CO ₂ uit de lucht niet in het beton kan migreren.	• Uit de laboratoriumproeven blijkt dat het waterwerende product geen enkele bescherming biedt tegen carbonatie. • Ter plaatse zou het waterwerende product de carbonatie kunnen versnellen door de relatieve vochtigheidsgraad in het beton te verlagen.
Waterdampdoorlatendheid	De coating beschikt doorgaans over een lagere waterdampdoorlatendheid dan de waterwerende producten. Toevallige waterinfiltraties worden minder snel geëlimineerd.	De beste producten zorgen slechts voor een beperkte vertraging van de drogingsmogelijkheden van het beton. Er werden echter wel grote prestatieverschillen vastgesteld tussen de verschillende waterwerende producten.
In geval van scheuren in het beton	De coating is bestand tegen scheurvorming in het beton. Het beton blijft met andere woorden beschermd tegen carbonatie en waterinfiltraties. De toelaatbare scheurbreedte is afhankelijk van het gebruikte product.	Als er scheurvorming optreedt in het beton, neemt de doeltreffendheid van het waterwerende product af en kan het water plaatselijk doordringen in het beton.

tieve vochtigheidsgraad in het beton doen dalen en dat de corrosie van de wapeningen systematisch verwaarloosbaar wordt en dit, zelfs voor staal dat zich op minder dan 10 mm van het oppervlak bevindt.

Een vergelijking tussen de aangebrachte producten en de basisprestaties van de behandelingen heeft echter wel een aantal verschillen aan het licht gebracht. Zo blijkt uit bovenstaande tabel dat de weerhouden oplossing kan leiden tot wijzigingen in het gedrag van het beton en meer bepaald in de carbonatiesnelheid ervan.

Om meer duidelijkheid te krijgen over de duurzaamheid van de producten, wordt het onderzoek momenteel nog voortgezet. Zo is het waarschijnlijk dat de waterwerende middelen **duurzamer** zijn dan de coatings omdat ze dieper binnendringen in het beton. Eén van de besluiten van het project zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat de continue registratie van de relatieve vochtigheidsgraad van het beton een eenvoudige oplossing vormt om de doeltreffendheid van de behandeling na te gaan. Bij toepassing van een dergelijke monitoring ter plaatse, zou men bovendien ook de onderhoudsbehoeften nauwkeuriger kunnen beoordelen. ■

Berekening van de warmtebelasting van gebouwen: herziening van de norm

De berekening van de warmtebelasting van gebouwen, ook wel gekend als de berekening van de warmteverliezen, is een essentiële stap in de dimensionering van een verwarmingsinstallatie. De rekenmethode heeft echter een aantal wijzigingen ondergaan door de publicatie in 2017 van een herziening van de Europese norm ter zake en – meer recentelijk nog – van de bijhorende Belgische nationale bijlage.

C. Delmotte, ir., hoofdprojectleider, afdeling Intelligente installaties en duurzame oplossingen, WTCB

Waarom een nationale bijlage?

Bij de berekening van de warmtebelasting van gebouwen moet er rekening gehouden worden met een aantal parameters die **zeer uitgesproken regionale kenmerken** vertonen, zoals:

- de buitentemperaturen
- de comforttemperaturen binnenshuis
- de bodemtemperatuur
- de temperatuur van de naburige gebouwen
- de luchtdichtheid van de gebouwen.

Deze parameters moeten onder de vorm van een nationale bijlage bij de Europese norm gepubliceerd worden. Zo wordt er in België naar de bijlage in kwestie verwezen als 'NBN EN 12831-1 ANB:2020'. Het acroniem 'ANB' staat zowel voor 'annexe nationale' als voor 'nationale bijlage'.

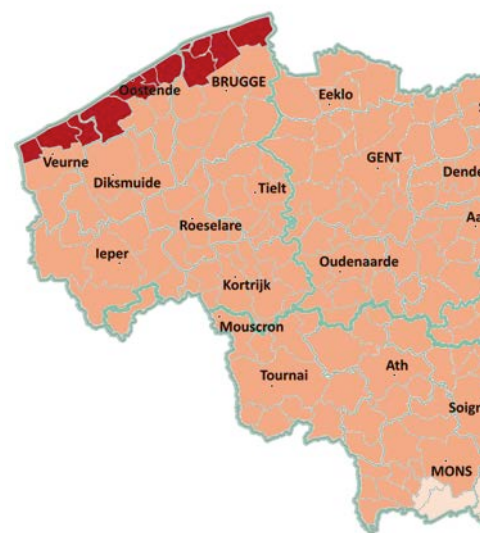
Buitentemperatuur

Om rekening te houden met de gevolgen van de klimaatopwarming, werden de basisbuitentemperaturen voor de verschillende Belgische gemeenten met 1 °C verhoogd (zie nevenstaande kaart).

De basisbuitentemperatuur kan gedefinieerd worden als de daggemiddelde buitentemperatuur die gemiddeld slechts één keer per jaar onderschreden wordt.

Luchtdichtheid

De luchtdichtheid van gebouwen is een essentiële parameter voor de berekening van de warmtebelasting. De infiltratie van koude lucht die afkomstig is van buitenaf kan immers een **niet te verwaarlozen afkoeling** met zich meebrengen en een **groter verwarmingsvermogen** vergen.



De nieuwe basisbuitentemperaturen voor de berekening van de warmtebelasting van gebouwen werden met 1 °C verhoogd.

Basisbuiten-temperatuur	Minimale temperatuur (*)	Jaargemiddelde buitentemperatuur
-6 °C	0 °C	10 °C
-7 °C	0 °C	10 °C
-8 °C	-1 °C	10 °C
-9 °C	-2 °C	9 °C
-10 °C	-3 °C	8 °C
-11 °C	-3 °C	7 °C

(*) Gemiddelde minimale buitentemperatuur van de koudste maand.



Om de luchtdichtheid van een gebouw te beoordelen, wordt er best een meting uitgevoerd volgens de norm NBN EN ISO 9972. Wanneer de bouw van het gebouw echter nog niet aangevat of voltooid is, kan de luchtdichtheid ingeschat worden op basis van de eventuele reglementaire of contractuele eisen. Als het bestek bijvoorbeeld oplegt dat het luchtverversingsdebiet bij 50 Pa (n_{50} -waarde) tot maximaal drie per uur (3 h^{-1}) beperkt moet worden, moet deze eis – naast andere informatie zoals de bouwplannen en de warmtedoorgangscoefficiënt van de wanden – logischerwijs ook in aanmerking genomen worden bij de berekening van de warmtebelasting. Bij gebrek aan relevante informatie kan men ten slotte teruggrijpen naar de in de nationale bijlage vermelde waarde bij ontstentenis, meer bepaald $n_{50} = 6 \text{ h}^{-1}$.

Bijkomend voorverwarmingsvermogen

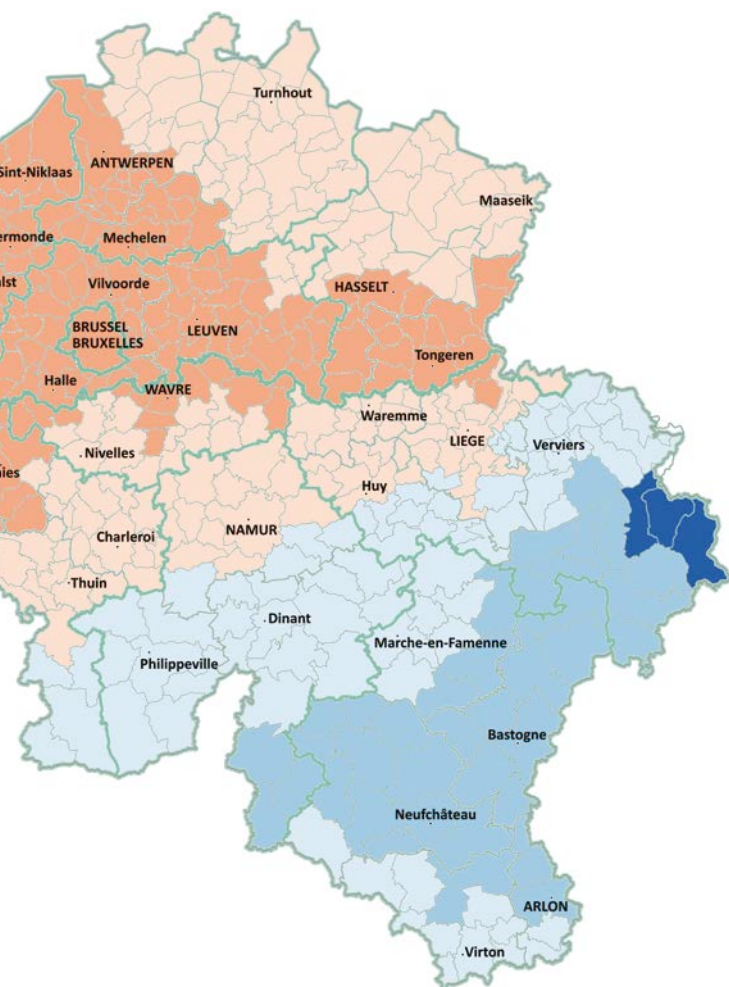
Wanneer de ruimten met tussenpozen verwarmd worden, kan het nodig zijn om in een bijkomend voorverwarmingsvermogen (of opwarmingsvermogen) te voorzien opdat men na een

Rekentool

Zelfs voor een eengezinswoning of een appartement moet er een aanzienlijk aantal bewerkingen uitgevoerd worden om de warmtebelasting te berekenen. Daarom is het aangeraden om hiervoor een beroep te doen op een specifieke software.

Aangezien er verschillende softwarepakketten op de markt te verkrijgen zijn, is het belangrijk om na te gaan of deze voldoen aan de norm NBN EN 12831-1 en haar Belgische nationale bijlage.

Op de WTCB-website staat er een gratis rekenblad in Excelformaat ter beschikking. Dit rekenblad stemt overeen met de vereenvoudigde methode die in de nationale bijlage bij de norm NBN EN 12831-1 voorgesteld wordt en laat toe om tot wel 20 verwarmde ruimten en 20 verschillende wandtypes in rekening te brengen. De berekeningsrapporten kunnen in het Nederlands, Frans, Duits en Engels opgesteld worden.



NGI / WTCB

temperatuurdaling gedurende een zekere periode snel weer de comforttemperaturen binnenshuis zou kunnen behalen.

Om de verwarmingsinstallaties in residentiële gebouwen niet al te veel te overdimensioneren, is het aangeraden om geen rekening te houden met dit bijkomende voorverwarmingsvermogen. Men dient echter wel een **regelsysteem** te installeren dat voorkomt dat er tijdens de koudste dagen van het jaar met tussenpozen verwarmd zou worden.

Voor niet-residentiële gebouwen is het aanbevolen om duidelijke afspraken te maken met betrekking tot het bijkomende voorverwarmingsvermogen, alvorens over te gaan tot de berekening van de nominale warmtebelasting.

Bijkomende vereenvoudigde methode

De standaardrekenmethode uit de norm NBN EN 12831-1 vereist een aanzienlijke hoeveelheid gegevens en een gedetailleerdheid die niet altijd overeenstemmen met de realiteit op het terrein. Deze methode maakt ook gebruik van tal van factoren die in de werkelijkheid onbekend zijn en willekeurig gekozen moeten worden, wat dus slechts een illusie van nauwkeurigheid geeft.

De Belgische normalisatiecommissie heeft het daarom nuttig geacht om een vereenvoudigde rekenmethode voor te stellen die eigen is aan ons land. Deze methode vereist minder gegevens (voornamelijk met betrekking tot het luchtverversingsdebiet) en willekeurige keuzes, terwijl de gedetailleerdheid toch toereikend is voor de dimensionering van de verwarmingsinstallatie.

De Belgische nationale bijlage laat toe om zowel de standaardrekenmethode uit de norm NBN EN 12831-1 als de vereenvoudigde methode toe te passen. 



Moeten drinkwaterinstallaties vóór hun ingebruikname gespoeld worden?

Om vuil uit drinkwaterinstallaties te verwijderen en de hygiënische waterkwaliteit na een periode van stagnatie te verbeteren, is het aangeraden om deze vóór hun ingebruikname te spoelen. Uit de praktijk is echter gebleken dat deze spoeling nauwelijks toegepast wordt. In 2019 heeft het WTCB op vraag van het Technisch Comité 'Sanitaire en industriële loodgieterij, gasinstallaties' een proefcampagne uitgevoerd om het nut van een dergelijke spoeling na te gaan.

L. Vos, ir.-arch., onderzoeker, laboratorium Watertechnieken, WTCB

1 Context van de proefcampagne

Tijdens de proefcampagne werden er spoelingen uitgevoerd op de drinkwaterinstallaties van acht verschillende gebouwen:

- drie woonzorgcentra
- een dagverzorgingscentrum
- een kinderdagverblijf
- een studentenhuus
- een appartementsgebouw
- een universitair laboratoriumgebouw.

In de norm NBN EN 806-4 en een aantal andere referentiedocumenten worden er enkele aanbevelingen geformuleerd voor de spoeling van drinkwaterinstallaties vóór hun ingebruikname. Uitgaande van deze aanbevelingen werden de spoeltijden berekend op basis van de leidingplannen en werd er een spoelplan opgesteld waarin alle stappen van de spoeling gedocumenteerd werden. Hoewel deze methode aanvankelijk nauwgezet toegepast werd, bleek ze in de praktijk quasi onuitvoerbaar te zijn. Zo kon de spoeling van de drinkwaterinstallatie van een nieuw woonzorgcentrum zelfs met vijf werkrachten niet binnen één werkdag afgewerkt worden.

Om de hygiënische waterkwaliteit van de stalen vóór en na het spoelen na te gaan, werden er aan een aantal vooraf geselecteerde tappunten verschillende stalen voor wateranalyse genomen (zie afbeelding 1). Aangezien eenvoudige proeven, zoals de controle van de geleidbaarheid van het water, niet toelieten om vast te stellen of er vuildeeltjes aanwezig waren, hebben we beslist om ons te concentreren op de **microbiologische analyse van het water** (bv. bepaling van het totale kiemgetal en legionella-analyses).

2 Belangrijkste vaststellingen

2.1 Spoelen is nodig

Uit de proefcampagne is gebleken dat het spoelen van drinkwaterinstallaties niet alleen een gunstig effect heeft op de waterkwaliteit in de installatie, maar **meestal zelfs noodzakelijk** is om een installatie met drinkwaterkwaliteit te bekomen. Zo was het in verschillende installaties met een hoge bacteriële besmetting in het water mogelijk om deze contaminatie sterk terug te dringen. Ook in twee installaties met een legionellaconcentratie van respectievelijk 23.000 KVE/l en 7.500 KVE/l (kiemvormende eenheden per liter) daalde de concentratie door de spoeling telkens tot ver onder de drempelwaarde van 1.000 KVE/l.



1 | Staalname aan een wastafel na de spoeling.

2.2 De spoeltijd kan ingekort en het spoelplan beperkt worden

De spoeltijd wordt berekend op basis van het aantal waterverversingen in de leidingen en de lengte van de te spoelen leiding. De proefcampagne heeft uitgewezen dat twintig waterverversingen – zoals door de norm NBN EN 806-4 vooropgesteld wordt – geen duidelijke meerwaarde bieden ten opzichte van **tien verversingen**. Vijf waterverversingen lijken op basis van de eerste proefresultaten dan weer niet voldoende te zijn.

Vervolgens werd er onderzocht of het volstaat om eerst de **hoofdverdeelleiding** in het gebouw te spoelen en daarna alle vertakkingen, in plaats van per leidingsectie te spoelen, zoals in de norm vermeld wordt. Ook deze eerste eenvoudigere aanpak bleek doeltreffend te zijn.

De spoeltijd (T) van de hoofdverdeelleiding is onafhankelijk van de leidingdiameter en wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$T = 10 \times L \text{ [s]}$$

waarbij L staat voor de afstand van de waterteller tot het meest stroomafwaarts gelegen tappunt.

Bij het spoelen van de hoofdverdeelleiding moeten er voldoende tappunten in de stroomafwaarts gelegen vertakkingen geopend worden, te beginnen bij het meest stroomafwaarts gelegen tappunt. De som van de uittapdebieten van alle geopende kranen moet minstens gelijk zijn aan het spoeldebiet van de grootste diameter die in de hoofdverdeelleiding voorkomt (zie tabel 4 in de [WTCB-Dossiers 2011/4.16](#) en bovenstaande afbeelding 2). Dit spoeldebiet moet vervolgens gedeeld worden door 0,1 l/s (dat als het gemiddelde debiet per tappunt beschouwd mag worden) om het totale aantal kranen te berekenen dat stroomafwaarts geopend moet worden. De spoeltijd begint te lopen zodra de laatste, meest stroomopwaarts gelegen kraan geopend is. Na het verloop van de spoeltijd moeten alle geopende kranen in omgekeerde volgorde weer gesloten worden.

Vervolgens moeten de vertakkingen gespoeld worden waarin tijdens het spoelen van de hoofdverdeelleiding nog geen kranen geopend werden. Hierbij moet men zo veel mogelijk eenzelfde spoeltijd aanhouden, die berekend kan worden op basis van de langste uittapleiding van deze vertakkingen.

Deze aanpak kan zowel op het koud- als op het warmwaterleidingnet toegepast worden.

2.3 Spoel eerst de koudwaterleidingen

Vermits het warmwaterleidingnet gevoed wordt door het koudwaterleidingnet, is het aangewezen om dit laatste eerst te spoelen ter beperking van het contaminatierisico. Hierbij is het belangrijk om op te merken dat er altijd met **vers drinkwater** gespoeld moet worden. Indien het water



2 | Meting van het spoeldebiet aan een tappunt.

in een bestaande installatie gecontamineerd is (bv. door legionella), wordt deze contaminatie bij het spoelen van een uitbreiding immers overgedragen naar het nieuwe bouwdeel.

2.4 Spoel zo kort mogelijk vóór de ingebruikname

Uit de analyse van de waterstalen die twee maanden na een spoeling genomen werden, is gebleken dat de (slechte) waterkwaliteit van vóór de spoeling snel weer kan terugkeren wanneer het water na de spoeling van de installatie opnieuw stagneert. Daarom wordt aangeraden om de inhoud van de leidingen na een week van inactiviteit één keer te verversen. Het is dus raadzaam om de installatie zo kort mogelijk vóór haar ingebruikname te spoelen.

3 Besluit

Op voorwaarde dat de tappunten na de spoeling regelmatig gebruikt worden, volstaat het om de waterinhoud van de leidingen bij de ingebruikname van een drinkwaterinstallatie tien keer te verversen om de hygiënische waterkwaliteit te verbeteren. Twintig verversingen brengen geen significante verbetering van de waterkwaliteit met zich mee. Het spoelplan kan op zijn beurt vereenvoudigd worden door te focussen op de hoofdverdeelleidingen en niet langer op alle afzonderlijke leidingsecties. ◆

FAQ

Moet men vrezen voor een onthechting van de isolatieplaten van een plat dak wanneer deze zich aftekenen in de dakafdichting?

Niet per se. Ten gevolge van de uitvoering en de toleranties op de ondergrond en de aangewende materialen, kunnen bepaalde hoogteverschillen en kleine voegjes tussen de thermische-isolatieplaten niet altijd vermeden worden. De mate waarin oneffenheden uit de ondergrond zich in de dakafdichting kunnen aftekenen, is voornamelijk afhankelijk van de manier waarop de isolatieplaten bevestigd worden en van de dikte van de afdichting. Het is duidelijk dat deze hoogteverschillen zich sneller zullen aftekenen in een (dunnere) kunststof afdichting bij verkleefde isolatieplaten. Het betreft veeleer een esthetisch dan een functioneel probleem.



WTCB

Meer informatie: [TV 244](#)

Voor welke huishoudelijke toepassingen mag men regenwater gebruiken?

Regenwater mag gebruikt worden voor bepaalde toepassingen waarvoor geen drinkwater vereist is (bv. toilet, besproeiing van de tuin of onderhoud). De toepassing van regenwater mag enkel overwogen worden voor niet-sanitaire toepassingen en nooit voor gebruik in de keuken of in de badkamer (bv. wastafel, bad of douche), zelfs niet wanneer ze speciale behandelingen ondergaat (bv. filtratie, actieve koolstoffilter, osmose of ultrafiltratie). Volgens de technische voorschriften van Belgaqua mogen buizen die in contact komen met regenwater niet aangesloten worden op het drinkwaternet (zelfs niet met een afsluiter of een terugslagklep).



Shutterstock

Meer informatie: [WTCB-Dossiers 2014/1.3](#)

Is het mogelijk om een nagevulde spouwmuur te schilderen?

Ja. Indien het gevelmetselwerk niet al te sterk aan klimaatinvloeden blootgesteld is en in goede staat verkeert (zie bijlage 2 van de [TV 246](#)), kan men gebruikmaken van sterk dampdoorlatende verven (gekenmerkt door een dampdiffusieweerstand $S_d \leq 0,05$ m).

Meer informatie: [TV 246](#) en [TV 249](#)



WTCB

WTCB-publicaties



WTCB-Dossiers

- 2018/4.11** Energetisch performante huizen: wat is hun werkelijke verbruik?
- 2019/2.10** Warmteterugwinapparaten: hun prestaties op de proef gesteld
- 2019/4.1** Nieuwe maatregelen ter preventie van de alkali-silicareactie
- 2019/4.13** Stooklokaal: bestemming, ventilatie en verbrandingsluchttoevoer
- 2019/5.8** Noodafvoeren op platte daken

Technische Voorlichtingen

TV 271 Uitvoering van metselwerk



Deze TV is gewijd aan de uitvoering van metselwerk: ze beschrijft de gebruikte materialen en de keuzecriteria, vat de eisen die aan het metselwerk gesteld worden in functie van het gebruik samen en formuleert een reeks aanbevelingen voor de uitvoering.

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 T. Vangheel.
- 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

Taalkundige herziening: J. Beauclercq en D. Van de Velde

Vertaling: J. Beauclercq

Lay-out: J. Beauclercq en J. D'Heygere

Illustraties: R. Hermans en Q. van Grieken

Foto's WTCB: M. Sohier et al.



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