

2020/6

Beoordeling van  
de visuele kwaliteit  
van beglazingen  
p10-12

Zorgvuldig snijwerk  
bij tegelwerken  
p20-21

Corrosiewerende  
verven  
p24-26

Shutterstock

# Inhoud

2020/6

De werkplannen van de Technische Comités voor 2021 zijn gevalideerd ..... 3

Ontwerp van paalfunderingen in België: een update ..... 4

Sarkingdaken: hoe de dakgoot positioneren ten opzichte van het onderdak?..... 6

e-TV 244: bevestiging van de dakafdichting op de dakopstand ..... 8

Criteria voor de beoordeling van de visuele kwaliteit van isolerende beglazingen..... 10

Dimensionering van waterverdeelleidingen in sanitaire installaties..... 13

Waarom de binnenbepiestering uitvoeren v  r het ETICS? ..... 16

Hoe oververhitting vermijden bij op de gevel verlijmde natuursteen? ..... 18

Zorgvuldig snijwerk: het visitekaartje van elke tegelzetter..... 20

Hoe afzettingen in centraleverwarmingsinstallaties vermijden? ..... 22

Hoe corrosiewerende verven ter plaatse aanbrengen? ..... 24





# De werkplannen van de Technische Comités voor 2021 zijn gevalideerd

Op 19 oktober jongstleden zijn de werkplannen van de Technische Comités gevalideerd door het Vast Comité van het WTCB. Wat zijn de **belangrijkste tendensen**?

Het spreekt voor zich dat toegepast onderzoek en de publicatie van Technische Voorlichtingen fundamentele acties blijven. Voor 2021 staan er bijna **90 onderzoeksprojecten** op stapel en de opstelling van 35 Technische Voorlichtingen zal voortgezet of aangevat worden. Zo is er de publicatie van de **herziening van een bestseller: de TV met betrekking tot platte daken**. Deze nieuwe versie zou in de loop van volgend jaar beschikbaar moeten zijn.

Maar er tekenen zich ook andere grote tendensen af. We ontwikkelen al geruime tijd **toepassingen** om de bouwbedrijven te helpen bij hun dagelijkse taken (bv. berekening van offertes en dimensionering van expansievaten), maar we wilden het op een modernere en gebruiksvriendelijkere manier aanpakken door deze toepassingen in eenzelfde platform onder te brengen. De eerste drie apps – **FENESTRio**, **BIMio** en de **onderhoudsgids** – bevinden zich momenteel in de testfase. Deze beweging zal in 2021 in een stroomversnelling terechtkomen, aangezien er voor de komende jaren maar liefst **20 nieuwe apps** op stapel staan. Deze omvatten rekentools voor de dimensionering van regenwaterafvoer en vloerverwarmingssystemen, en een toepassing voor de specificatie en het bestellen van beton. Sommige

bouwberoepen hebben er zelfs voor gekozen om hun applicatie aan een gratis BIM-viewer te koppelen. Zo kan een plaatser van soepele vloerbekledingen snel het aantal benodigde stroken bepalen op basis van een door de hoofdaannemer beschikbaar gesteld digitaal plan, rekening houdend met hun afmetingen en het onvermijdelijke snijafval.

We stellen ook vast dat de Technische Comités meer communicatiemiddelen willen aanspreken om zo veel mogelijk bedrijven te bereiken. Zo willen ze **korte animaties** ontwikkelen die het mogelijk maken om bepaalde onderwerpen op een andere manier te presenteren. Elk van de 14 Technische Comités zal een animatie creëren, bijvoorbeeld over de isolatie van schuine daken, de controles die uitgevoerd moeten worden op een dekvloer vóór de plaatsing van een parket en de herkenning van een ondergrond voordat deze geschilderd wordt.

De **webinars** die tijdens de eerste lockdown verschenen zijn, zullen verder uitgebreid worden, met name op het gebied van ruwbouw (bv. over het aanbrengen van de wapening en de uitvoering van zichtbeton en vloeistofdicht beton).

2021 belooft een boeiend jaar te worden! Maar eerst is het tijd om het bijzondere afgelopen jaar te verwerken en – voor wie de mogelijkheid heeft – om te genieten van een paar vrije dagen.



# Ontwerp van paalfunderingen in België: een update

WTCB-Rapport 19 werd tot voor kort beschouwd als het referentiewerk voor het ontwerp van paalfunderingen. Intussen werd er echter een herziening van dit Rapport gepubliceerd: het **WTCB-Rapport 20**. Dit artikel vestigt de aandacht op de belangrijkste nieuwigheden die in deze herziening aan bod komen: een nieuwe paalcategorie, een aangepast kwaliteitskader en de implementatie van dit kader in de praktijk.

*N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB*

*M. De Vos, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, structuren en beton, WTCB*

1 | Installatie van een micropaal om de vloerplaat van een bouwput te beschermen tegen opwaartse waterdruk.



## Nood aan herziening

Het ontwerp van axiaal belaste paalfunderingen in België dient te gebeuren volgens de Eurocode 7 en de bijbehorende nationale bijlage (ANB). De WTCB-Rapporten formuleren enkele bijkomende richtlijnen voor de praktische toepassing van de Eurocode en de bijbehorende ANB. Omwille van een aantal praktische en juridische bezwaren met betrekking tot het in **WTCB-Rapport 19** geïntroduceerde kwaliteitskader, verwijst de huidige ANB echter nog steeds naar het WTCB-Rapport 12 waarin de Belgische ontwerpmethodiek in detail toegelicht werd.

Om hieraan te verhelpen, werd het **Rapport 20** gepubliceerd (ter vervanging van Rapport 19), wordt de ANB geüpdatet en wordt er een aangepast kwaliteitskader uitgewerkt voor het ontwerp en de uitvoering van funderingspalen. Hiervoor wordt er samengewerkt met de BUTgb en BCCA.

De doorgevoerde aanpassingen gebeurden in nauw overleg met de Belgische Vereniging van Aannemers Funderingswerken (ABEF) en vonden plaats in de schoot van de Belgische normalisatiecommissie voor de Eurocode 7 (NBN E25007).

## Nieuwe paalcategorie: micropalen

In het pas verschenen **Rapport 20** worden ook de richtlijnen besproken met betrekking tot het ontwerp van micropaalsystemen. Dit zijn geboorde paalsystemen met een maximale nominale diameter van 300 mm, waarbij een wapeningselement in de grond vastgezet wordt met een cementgrout. Doordat micropalen door middel van vrij kleine, compacte en flexibele boorinstallaties geïnstalleerd worden, zijn ze zeer geschikt voor het realiseren van diepfunderingen in moeilijk toegankelijke zones. Ook in het kader van een funderingsverdieping of -versterking worden deze paaltypes regelmatig aangewend.



Een vaak toegepast micropaaltype in België zijn de zogenaamde **zelfborende micropalen** (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Hierbij worden de wapeningselementen, bestaande uit holle stalen stangen met een typische lengte van 3 à 6 m (zie afbeelding 2), in de grond geboord terwijl er een water-cementmengsel geïnjecteerd wordt. Door de wapeningselementen aan elkaar te koppelen met een mof-verbinding, kunnen micropalen tot op (zeer) grote diepte geboord worden.

Het **Rapport 20** onderscheidt drie subcategorieën van micropaalsystemen. Deze onderverdeling is voornamelijk gebaseerd op de wijze waarop het cementgrout geïnjecteerd wordt. Op basis van experimenteel onderzoek heeft men namelijk kunnen vaststellen dat dit een aanzienlijke impact heeft op het draagvermogen van de palen.

De in **Rapport 20** besproken ontwerpmethodede beperkt zich bovendien ook tot micropalen met een maximale nominale diameter van 180 mm, omdat er voor grotere micropaaldiameters te weinig experimentele proefgegevens beschikbaar zijn.

### Aangepast kwaliteitskader

In **Rapport 20** is er ook een kwaliteitskader voor paalsystemen opgenomen dat in samenwerking met het WTCB en ABEF uitgewerkt werd door de BUtgb en BCCA. Dit kwaliteitskader moet de uitvoerders in staat stellen om voor hun paalsysteem een **Technische Goedkeuring (ATG) met certificatie** aan te vragen. In de Technische Goedkeuring wordt het paalsysteem gedetailleerd beschreven en worden de van toepassing zijnde ontwerpfactoren en randvoorwaarden vermeld. Het certificatieluik bestaat erin dat de uitvoerder op regelmatige basis gecontroleerd en geauditeerd wordt. Deze audit heeft zowel betrekking op het ontwerp als op de uitvoering van het paalsysteem.

Dit kwaliteitskader biedt het voordeel dat uitvoerders die op eigen kosten proeven laten uitvoeren en die de kwaliteit van hun systeem willen aantonen, deze investering kunnen valoriseren door het opnemen van gunstigere ontwerp-factoren in de Technische Goedkeuring. Bovendien laat dit principe toe om innovatieve paalsystemen in aanmerking te nemen die niet aan bod zouden komen in de normatieve documenten en de Rapporten.

Voor een dergelijke Technische Goedkeuring met certificatie kan men terecht bij de BUtgb en BCCA, maar het Rapport staat eveneens equivalente certificatiesystemen toe.

Uitvoerders die voor hun paalsysteem niet over een Technische Goedkeuring met certificatie (of een equivalent) beschikken, zullen voor het ontwerp nog steeds kunnen terugvallen op de – eerder conservatieve – ontwerpparameters uit **Rapport 20**.

### Implementatie in de praktijk

In 2019 werd de sector geïnformeerd over het opzet van dit kwaliteitskader en werden de bouwprofessionelen ertoe opgeroepen om een aanvraagdossier voor hun systeem in te dienen. De bedoeling hiervan was om de uitvoerders van paalsystemen de kans te geven om gelijktijdig deze Technische Goedkeuring met certificatie te bekomen. Deze oproep was een groot succes en momenteel wordt de eerste reeks Technische Goedkeuringen opgesteld door de BUtgb en BCCA.

We willen erop wijzen dat het **Rapport 20** pas van toepassing wordt vanaf de publicatie van deze eerste reeks Technische Goedkeuringen met certificatie en van de herziening van de Belgische nationale bijlage van de Eurocode 7 (NBN EN 1997-1 ANB). 

## 2 | Detail van wapeningselementen bestaande uit zelfborende holle stangen.





# Sarkingdaken: hoe de dakgoot positioneren ten opzichte van het onderdak?

De plaatsing van sarkingdaken, waarbij een hellend dak langs de buitenzijde geïsoleerd wordt, vereist dikkere latten en tengellatten dan de traditionele plaatsing. Hierdoor kan de ruimte tussen de dakgoot en de gegolfde dakbedekkingselementen onesthetisch worden. Dit kan echter verholpen worden door de dakgoot en het onderdak te verhogen.

*D. De Bock, ing., adviseur, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB*

## Traditionele plaatsing van een dakgoot

Volgens de detailtekeningen uit de Technische Voorlichtingen met betrekking tot de uitvoering van pannendaken (TV 175, in herziening) en leien daken (TV 219) worden de dakgoten bevestigd ter hoogte van de kepers. Deze bevestigingsmethode vergemakkelijkt de afvoer van het regenwater dat van het onderdak afvloeit. Mits enkele aanpassingen is het eventueel ook mogelijk om de dakgoot op de boordplank te bevestigen (zie de [WTCB-Dossiers 2012/3.6](#)).

Bij een traditionele plaatsing komt de ruimte tussen de dakgoot en de dakbedekking dus overeen met de afstand tussen de kepers en de dakbedekking, wat op zijn beurt overeenstemt met de dikte van de latten en de tengellatten.

1 | Negatieve esthetische impact van de toename van de afstand tussen de dakgoot en de dakbedekking.



Er moet eveneens rekening gehouden worden met de hoogte van de eventuele welving van de pannen, vooral omdat deze meer dan 5 cm kan bedragen.

## Esthetische impact van het isoleren langs de buitenzijde

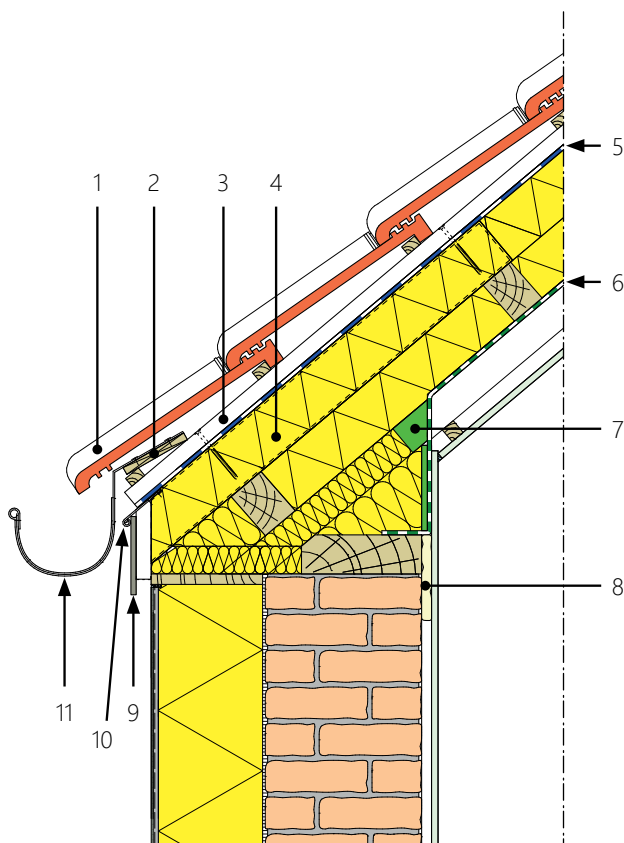
Aangezien de bij sarkingdaken gebruikte bevestigingen over een grotere diameter moeten beschikken dan deze die bij een traditionele plaatsing aangewend worden, moet de doorsnede van de tengellatten aangepast worden (minstens 30 x 50 mm voor bevestigingen met een diameter van 6 mm; zie TV 251).

Hierdoor zal de ruimte tussen de dakgoot en de dakbedekking toenemen, wat een impact zal hebben op het uitzicht van de voet van het dakschild. Deze impact zal des te groter zijn wanneer de dakbedekking uit gewelfde dakpannen bestaat of wanneer men beslist om de hoogte van de regenwaterafvoer niet te wijzigen ondanks de toevoeging van isolatiemateriaal op het dak (zie afbeelding 1).

## Hoe kan deze esthetische impact beperkt worden?

Er bestaan twee oplossingen om de esthetische impact van een sarkingdak te beperken:

- **opteren voor platte dakbedekkingselementen** zoals tegelpannen of leien
- **de helling van de dakgoot beperken.** Zo is volgens de TV 270 bijvoorbeeld ook een horizontale uitvoering mogelijk.

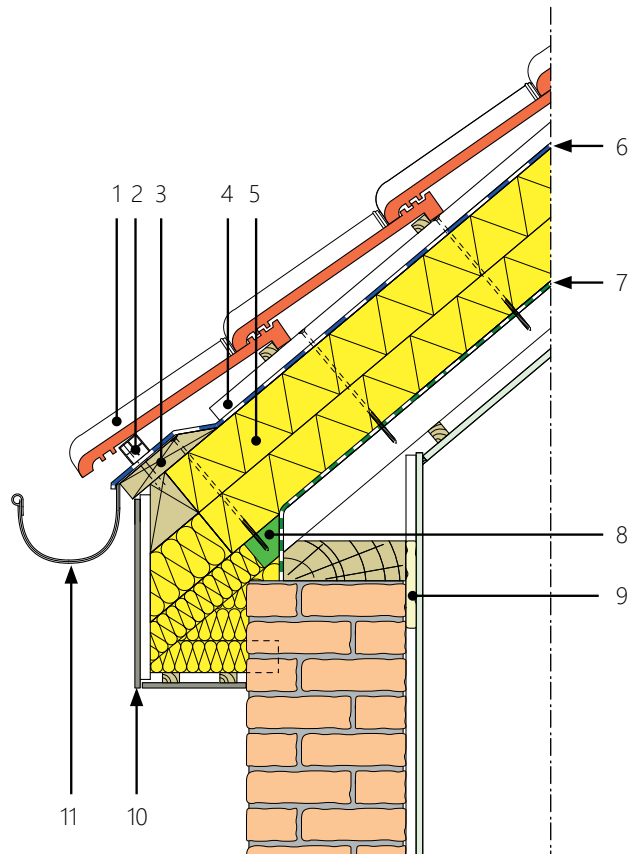


- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Gewelfde dakpan                  | 7. Vloeibare afdichting of kleefband |
| 2. Bevestigingskling van de dakgoot | 8. Schuim (eventueel)                |
| 3. Tengellat                        | 9. Boordafwerking                    |
| 4. Isolatiemateriaal                | 10. Druiplijst                       |
| 5. Onderdak                         | 11. Dakgoot                          |
| 6. Dampscherm                       |                                      |

## 2 | Voet van het dakschild met regenwaterafvoer onder de dakgoot.

Op vraag van het Technisch Comité Dakbedekkingen legt een werkgroep zich momenteel toe op de uitwerking van specifieke aansluitingsdetails voor langs de buitenzijde geïsoleerde daken (\*). Deze werkgroep heeft bovendien ook nog een derde oplossing voorgesteld. Deze bestaat erin om **de dakgoot op de tengellatten te bevestigen en om de regenwaterafvoer onder de dakgoot aan te brengen** (zie afbeelding 2) **of via de dakgoot te laten lopen** (zie afbeelding 3).

Door de regenwaterafvoer onder de dakgoot te plaatsen, zal de boordplank echter wel meer blootgesteld worden aan vocht. Hierdoor kunnen er ook onesthetische druijsporen ontstaan. Daarom is het aangeraden om te opteren voor vochtbestendige afwerkingsmaterialen (bv. exotische of behandelde houtsoorten, vezelcement of leisteen) en om



- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Gewelfde dakpan        | 7. Dampscherm                        |
| 2. Ventilatielat          | 8. Vloeibare afdichting of kleefband |
| 3. Afgeschuinde voetplank | 9. Schuim (eventueel)                |
| 4. Tengellatten           | 10. Boordafwerking                   |
| 5. Isolatiemateriaal      | 11. Dakgoot                          |
| 6. Onderdak               |                                      |

## 3 | Voet van het dakschild met afgeschuinde voetplank en regenwaterafvoer via de dakgoot.

voldoende ruimte te laten tussen de boordplank en de gevel. In geval van een sterke blootstelling aan slagregen geniet het de voorkeur om te opteren voor de oplossing met een afgeschuinde voetplank die geïllustreerd wordt in afbeelding 3.

Bij daken met een geringe helling moet er bijzondere aandacht besteed worden aan de hoek van de afschuining. Deze moet namelijk steeds klein genoeg zijn om te vermijden dat er water op het onderdak zou gaan stagneren. 

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Bouwdetails (Smart Connect), gesubsidieerd door de FOD Economie.*

(\*) Er wordt momenteel gewerkt aan de opstelling van een reeks fiches met betrekking tot de renovatie van sarkingdaken. De publicatie van deze fiches zal aangekondigd worden via de WTCB-Mail.

# e-TV 244: bevestiging van de dakafdichting op de dakopstand

De digitale versie van de [TV 244](#), ook wel e-TV 244 genoemd, is enkel online beschikbaar op de WTCB-website. Deze digitalisering biedt het voordeel dat de verschillende details en teksten door de desbetreffende werkgroep van het Technisch Comité Dichtingswerken aangepast kunnen worden aan nieuwe inzichten of evoluties. Zo werd er onlangs een verduidelijking toegevoegd over de manier waarop de verschillende afdichtingstypes tegen de dakopstand bevestigd moeten worden.

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

## Bitumineuze afdichtingen

Bitumineuze afdichtingen moeten in de regel **in volvlakke hechting** tegen de dakopstand aangebracht worden. Dit is niet alleen de meest praktische uitvoering, maar zorgt ook voor een betere weerstand tegen de windbelastingen. De windkrachten zijn immers groter in de rand- en hoekzones dan in het dakvlak.

Om blaasvorming te vermijden, mag een bitumineuze afdichting **niet volvlakig gevlamlast** worden tegen een dakopstand met PU-isolatie (zie [TV 215](#)). Bij dergelijke opstanden moet men dan ook opteren voor één van de volgende uitvoeringsmethodes:

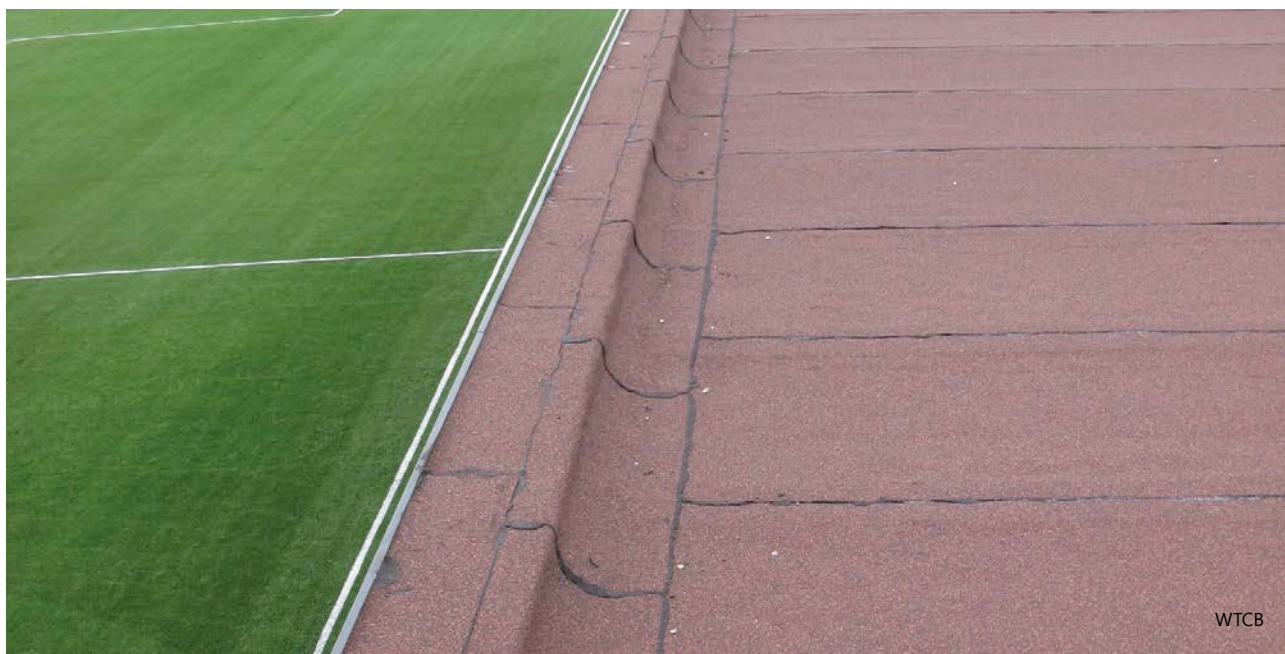
- het wijzigen van het type isolatiemateriaal tegen de opstand zodat er wel volvlakig gevlamlast mag worden
- het toepassen van een volvlakig zelfklevende onderlaag met een volvlakig gevlamlaste eindlaag
- het partieel vlamlassen van de bitumineuze afdichting,

voor zover de hoogte van de dakopstand beperkt is ( $\leq 30$  cm)

- het teruggrijpen naar een andere plaatsingstechniek dan het vlamlassen.

Bitumineuze afdichtingen kunnen **zonder vlam** aangebracht worden door:

- te lassen met hete lucht, voor zover de ontwikkelde opstandhoogte beperkt is ( $\leq 30$  cm). Het is immers niet mogelijk om grotere oppervlaktes uniform op te warmen
- te kleven met een bitumineuze koudlijm. Ook hier mag de ontwikkelde opstandhoogte niet te groot zijn omdat de lijm lange tijd viskeus blijft. In dit geval dient de afdichting bovenaan steeds mechanisch bevestigd te worden om afglijden te vermijden
- gebruik te maken van een zelfklevende afdichting met chemische activatie (specifieke primer)
- de afdichting loshangend uit te voeren en mechanisch te bevestigen (in de overlap).







In het geval van een hechtende plaatsing moeten de opstanden ingesmeerd worden met een kleefvernis alvorens de dakafdichtingsstroken hiertegen aan te brengen.

Bij koud verlijmd of zelfklevende afdichtingen en bij onderlagen uit geoxideerd bitumen moet er bovenaan de opstand een mechanische bevestiging (bv. een dakrandprofiel, een deksteen of een metalen lat) aangebracht worden.

Bij gebruik van gevlamlaste afdichtingslagen uit polymeer-bitumen is een mechanische bevestiging enkel vereist bij opstandhoogtes van meer dan 50 cm (tussenfixaties om de 50 cm), behalve op beton.

### Elastomere synthetische afdichtingen

Elastomere synthetische afdichtingen (bv. EPDM) moeten in principe steeds **in volvlakkige hechting** op de dakopstand aangebracht worden. De afdichting kan eveneens loshangend geplaatst en mechanisch bevestigd worden, maar dit is eerder ongebruikelijk.

Elastomeren moeten **bovenaan steeds mechanisch bevestigd** worden. Het is immers gebleken dat de verkleving van de afdichting op de dakopstand in een regenachtige of koudere periode niet altijd even doeltreffend is. Op poreuze ondergronden moet men gebruikmaken van een primer of

moet er extra lijm aangebracht worden. Afhankelijk van de voorschriften van de fabrikanten moet men om de 0,5 m à 1,5 m in een tussenfixatie voorzien.

### Plastomere synthetische afdichtingen

Plastomeren (bv. pvc) worden meestal **volvlakkig tegen de opstand verkleefd** of loshangend geplaatst met een **mechanische bevestiging**. In dit laatste geval dient men echter wel rekening te houden met het feit dat er onvermijdelijke plooivorming in de afdichting zal ontstaan. Dit heeft evenwel enkel esthetische gevolgen.

Plastomeren moeten **bovenaan steeds mechanisch bevestigd** worden. Wanneer ze niet tegen de dakopstand verkleefd worden, dan moeten ze vanaf een opstandhoogte van 50 cm bovendien om de 50 cm van een aanvullende mechanische bevestiging (tussenfixatie) voorzien worden, tenzij anders aangegeven is in de voorschriften van de fabrikant. Wanneer de afdichtingen verkleefd worden, dan is een dergelijke tussenfixatie niet vereist.

### Vloeibare afdichtingen

Aangezien de oorspronkelijke richtlijnen met betrekking tot vloeibare afdichtingen niet gewijzigd werden, komen deze in dit artikel niet verder aan bod. 

## Evolutie van de e-TV

Sinds de verschijning van de **e-TV 244** in 2012 heeft er een grote evolutie plaatsgevonden in de manier waarop men documenten consulteert. Daarom zal de vorm van deze e-TV aangepast worden. Zo zullen de teksten en algemene principedetails van de TV in een **pdf** gebundeld worden. Deze zal een uitgebreid, technisch naslagwerk vormen:

- dat gedurende lange tijd beschikbaar blijft
- waarnaar in de contractuele documenten verwezen kan worden
- dat doorgaans eerder vanop een desktop geconsulteerd zal worden.

Daarnaast zal er ook een **digitale samenvatting** van de TV gemaakt worden. Deze heeft als doel om:

- via een tablet of een smartphone snel informatie te kunnen opzoeken (vaak vanop een bouwplaats)
- de link te leggen naar de databank van de bouwdetails teneinde de fiches met de uitvoeringsdetails voor de verschillende afdichtingstypes snel te kunnen terugvinden.



# Criteria voor de beoordeling van de visuele kwaliteit van isolerende beglazingen

Bij de oplevering van een beglazing stelt men niet zelden krassen of kleine gebreken vast. Om delicate situaties met de klant te vermijden, doet de glazenmaker er goed aan om zo snel mogelijk over te gaan tot de oplevering en de andere projectpartners ertoe aan te moedigen het buitenschrijnwerk te beschermen wanneer er een schaderisico bestaat.

*R. Durvaux, ing., adviseur, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB*

## Fouten en referentienorm

Sinds augustus 2018 legt de norm NBN EN 1279-1 onder meer de waarnemingsvoorwaarden en de maximaal toelaatbare fouten voor isolerende beglazingen vast.

We onderscheiden drie categorieën van fouten:

- **puntfouten:** sferische of semisferische verstoringen. Het kan hierbij gaan om vaste of gasvormige insluitels
- **residu's:** materialen die op het glasoppervlak achterblijven en die de vorm van een vlek (gebrek dat groter is dan een puntfout en vaak onregelmatig is van vorm) of een veeg kunnen hebben. Het gaat hier meestal om een residu van een afdichtingsmateriaal
- **lineaire of uitgerekte fouten:** vlekken, krassen (zie afbeel-

dingen 1 en 2) of clusters (opeenhoping van zeer kleine gebreken; zie afbeelding 3 op de volgende pagina) over een grotere lengte of oppervlakte. De krassen kunnen recht of gebogen zijn.

Deze norm is niet van toepassing op isolerende beglazingen waarvan één van de componenten uit figuurglas, draadglas, draadfiguurglas, getrokken glas of brandwerend gelaagd glas bestaat.

## Waarnemingsvoorwaarden

De norm legt de waarnemingsvoorwaarden voor de beoordeling van isolerende beglazingen vast.



1 | Lineaire fout (niet toelaatbaar).



2 | Lineaire fout (toelaatbaar).





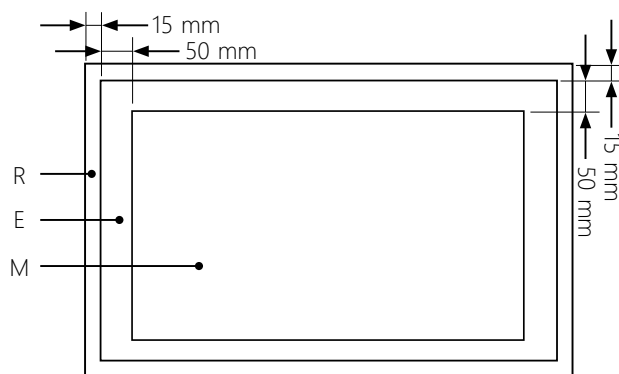
### 3 | Cluster van fouten (niet toelaatbaar).

Deze laatste moeten onderzocht worden:

- gedurende maximaal één minuut per vierkante meter
- vanop een afstand van minstens drie meter
- van binnen naar buiten
- onder een zo loodrecht mogelijke kijkhoek ten opzichte van het glasoppervlak
- bij diffuus daglicht (bv. bewolkte lucht), zonder direct zon- of kunstlicht.

De afwijkingen mogen uiteraard niet vooraf op het glas gemarkeerd worden (zie afbeelding 4).

Isolerende beglazingen die zich binnenin een gebouw bevinden (bv. tussen twee ruimten), moeten beoordeeld worden onder de normale (diffuse) verlichting die in de



### 5 | Afbakening van de observatiezones van een beglazing.



### 4 | Afwijkingen mogen niet op de beglazing gemarkeerd worden alvorens deze te bestuderen.

ruimten voorzien is. De kijkhoek moet ook hier zo loodrecht mogelijk zijn ten opzichte van het glasoppervlak.

Voor elke beglazing kunnen er drie observatiezones onderscheiden worden (zie afbeelding 5):

- de **zone R**: deze is 15 mm breed en wordt meestal afgedekt door het raamkader (of stemt in geval van een niet-omlijste rand overeen met de randafdichting)
- de **zone E**: deze is 50 mm breed en bevindt zich aan de rand van het zichtbare oppervlak
- de **zone M**: het gaat hier om de hoofdzone van de beglazing.

### Maximaal aantal toelaatbare fouten

De tabellen A, B en C op de volgende pagina geven een overzicht van het maximale aantal toelaatbare puntfouten, residuspatten en -vlekken en lineaire of uitgerekte fouten voor een isolerende beglazing bestaande uit twee glasplaten (bv. 10/12/8).

**A** | Aantal toelaatbare puntfouten.

| Zone | Afmeting van de fout [mm] | Oppervlakte S van de beglazing [m²]                              |                    |           |          |
|------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|----------|
|      |                           | S ≤ 1                                                            | 1 < S ≤ 2          | 2 < S ≤ 3 | S > 3    |
| R    | Alle afmetingen           | Geen beperking                                                   |                    |           |          |
| E    | Ø ≤ 1                     | Aanvaard indien minder dan 3 per zone met een diameter Ø ≤ 20 cm |                    |           |          |
|      | 1 < Ø ≤ 3                 | 4                                                                | 1 per meter omtrek |           |          |
|      | Ø > 3                     | Niet toegestaan                                                  |                    |           |          |
| M    | Ø ≤ 1                     | Aanvaard indien minder dan 3 per zone met een diameter Ø ≤ 20 cm |                    |           |          |
|      | 1 < Ø ≤ 2                 | 2                                                                | 3                  | 5         | 5 + 2/m² |
|      | Ø > 2                     | Niet toegestaan                                                  |                    |           |          |

**B** | Aantal toelaatbare residuspatten en -vlekken.

| Zone     | Afmetingen en type [mm]                             | Oppervlakte S van de beglazing [m <sup>2</sup> ]            |                    |
|----------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|
|          |                                                     | $S \leq 1$                                                  | $S > 1$            |
| <b>R</b> | Alle                                                | Geen beperking                                              |                    |
| <b>E</b> | Spatten $\emptyset \leq 1$                          | Geen beperking                                              |                    |
|          | Spatten $1 < \emptyset \leq 3$                      | 4                                                           | 1 per meter omtrek |
|          | Vlekken $\emptyset \leq 17$                         | 1                                                           |                    |
|          | Spatten $\emptyset > 3$ en vlekken $\emptyset > 17$ | Maximaal 1 spat of 1 vlek                                   |                    |
| <b>M</b> | Spatten $\emptyset \leq 1$                          | Maximaal 3 per zone met een diameter $\emptyset \leq 20$ cm |                    |
|          | Spatten $1 < \emptyset \leq 3$                      | Maximaal 2 per zone met een diameter $\emptyset \leq 20$ cm |                    |
|          | Spatten $\emptyset > 3$ en vlekken (*)              | Niet toegestaan                                             |                    |

(\*) De norm NBN EN 1279-1 vermeldt 'vlekken  $\emptyset > 17$ ', maar zegt niets over de vlekken  $\emptyset \leq 17$  in zone M. Volgens ons kunnen we uit rij E afleiden dat in de hoofdzone geen enkele vlek toegestaan is.

**C** | Toelaatbare lineaire of uitgerekte fouten.

| Zone     | Afzonderlijke lengtes | Totaal van de afzonderlijke lengtes |
|----------|-----------------------|-------------------------------------|
| <b>R</b> | Geen beperking        |                                     |
| <b>E</b> | $\leq 30$ mm          | $\leq 90$ mm                        |
| <b>M</b> | $\leq 15$ mm          | $\leq 45$ mm                        |

We willen erop wijzen dat haarkrassen (niet voelbaar met de nagel) toegelaten zijn voor zover ze geen cluster vormen.

- 1,75 voor een beglazing bestaande uit twee gelaagde glasplaten en een monolithische glasplaat (bv. 44.2/10/4/10/33.2). ◆

**Beglazingen bestaande uit meer dan twee monolithische glasplaten**

Bij beglazingen bestaande uit meer dan twee monolithische glasplaten moet het in de tabellen vermelde aantal toelaatbare fouten per bijkomende glascomponent en per gelaagde glasplaat vermeerderd worden met 25 %. Zo moet dit aantal vermenigvuldigd worden met:

- 1,25 voor een beglazing bestaande uit drie monolithische glasplaten (bv. 6/14/4/14/8)
- 1,5 voor een beglazing bestaande uit twee gelaagde glasplaten (bv. 44.2/16/33.2)

**Opmerking**

Het polijsten van het glas met ceriumoxide laat meestal toe om fijne krassen of haarkrassen te verwijderen. Hierbij dient men er echter wel op toe te zien dat er niet overmatig gepolijst wordt om de vlakheid van het glas niet te wijzigen en geen visuele vervormingen te veroorzaken. Deze behandeling heeft geen enkel nut bij diepe krassen.





# Dimensionering van waterverdeel- leidingen in sanitaire installaties

Recent WTCB-onderzoek heeft aangetoond dat de in verdeelinstallaties gemeten piekdebieten het dichtst aanleunen bij deze die volgens de norm DIN 1988-300 berekend worden. Dit artikel geeft meer details over de dimensioneringsmethode uit deze norm, die in Vlaanderen verplicht is in het kader van de BBT Legionella. Er worden eveneens een aantal hulpmiddelen aangereikt om de minimale binnendiameter van de leidingen te bepalen.

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

## Bepaling van het ontwerpdebiet van de tappunten

De eerste stap van de dimensionering bestaat erin om het ontwerpdebiet ( $q_c$ ) van ieder tappunt te bepalen. Nevenstaande tabel geeft de standaardwaarden voor verschillende tappunten. Indien men beschikt over fabrikantgegevens met betrekking tot de ontwerpdebieten van de tappunten die effectief geplaatst zullen worden en deze debieten hoger liggen dan de waarden uit de tabel, dan dienen deze gebruikt te worden bij de dimensionering. Als ze lager liggen dan de tabelwaarden, dan mogen ze niet gebruikt worden, tenzij de bouwheer hier toestemming voor geeft.

## Berekening van het piekdebiet voor elke leiding

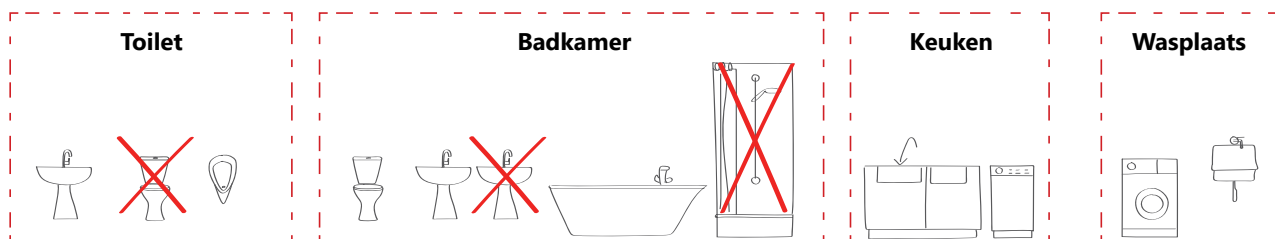
Vervolgens moet men het piekdebiet ( $Q_p$ ) van elke leiding berekenen. Voor een leiding naar verschillende tappunten **binnen eenzelfde ruimte**, moet men hiervoor de **som nemen van de twee grootste ontwerpdebieten**, aangezien er bij deze methode uitgegaan wordt van het feit dat er in dezelfde ruimte meestal slechts door maximaal twee personen tegelijkertijd water gebruikt wordt. Vermits gelijkaardige toestellen minder kans hebben om op hetzelfde moment in

Standaardwaarden voor het ontwerpdebiet per type tappunt.

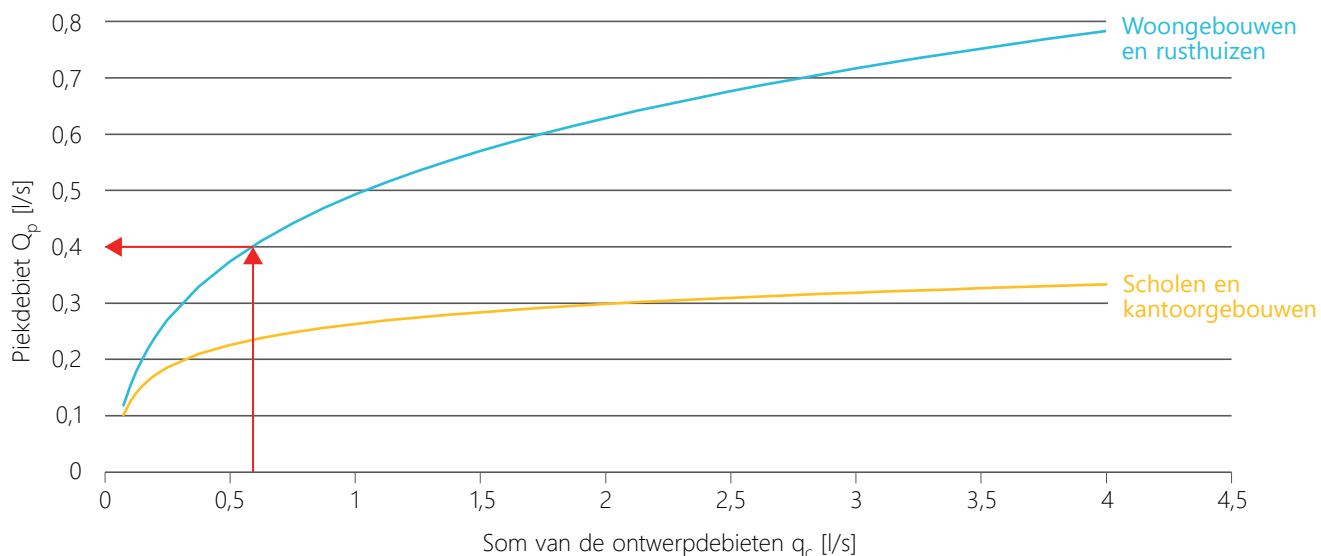
| Type tappunt            | Ontwerpdebiet $q_c$ [l/s] |
|-------------------------|---------------------------|
| Mengkraan douche        | 0,15 (*)                  |
| Mengkraan bad           | 0,15 (*)                  |
| Keukenkraan             | 0,07 (*)                  |
| Wastafel of lavabo      | 0,07 (*)                  |
| Bidet                   | 0,07 (*)                  |
| Wasmachine              | 0,15                      |
| Vaatwasmachine          | 0,07                      |
| Toilet                  | 0,13                      |
| Urinoir met drukspoeler | 0,30                      |

(\*) Deze ontwerpdebieten moeten zowel voor de koudwaterleiding als voor de warmwaterleiding gebruikt worden.

gebruik te zijn, moeten gelijksoortige tappunten geschrapt worden. Hieronder verstaan we bijvoorbeeld een tweede wastafel, een douche naast een bad of een bidet of urinoir naast een toilet (zie afbeelding 1).



1 | Schrapping van gelijksoortige tappunten.



## 2 | Toepassing van een gelijktijdigheidsformule voor de bepaling van het piekdebiet.

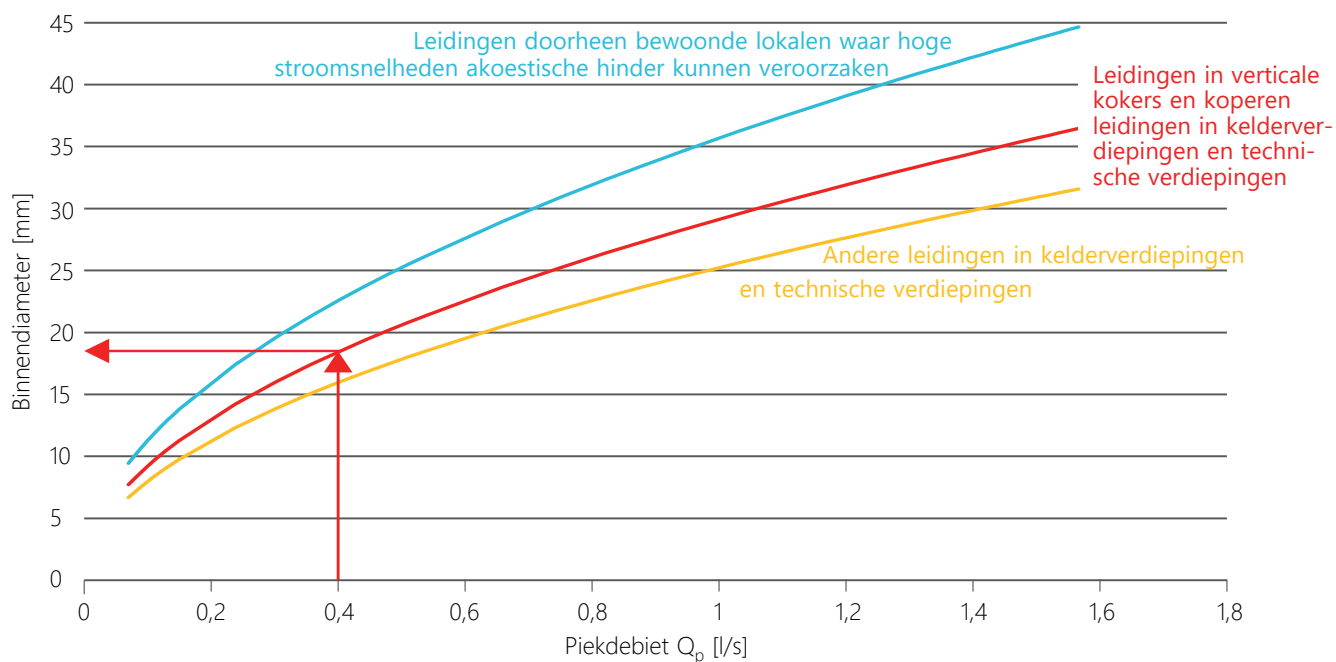
Voor een leiding naar verschillende tappunten **in meerdere ruimtes** wordt het piekdebiet berekend door de **som te nemen van de ontwerpdebieten van alle tappunten**. Ook hier moeten gelijksoortige tappunten binnen eenzelfde ruimte geschrapt worden. Op deze som moet vervolgens een gelijktijdigheidsformule toegepast worden, afhankelijk van het gebouwtype.

In de grafiek van afbeelding 2 kan men op basis van de som van de ontwerpdebieten het piekdebiet aflezen.

Voor **leidingen die zich tussen de waterteller en de aftakking naar de sanitairwarmwaterproductie bevinden**, moeten het piekdebiet voor het koude water en het piekdebiet voor het warme water opgeteld worden.

## Minimale binnendiameter

Uitgaande van het piekdebiet kan men dan in afbeelding 3 de minimale binnendiameter aflezen, rekening houdend



## 3 | Minimale binnendiameter in functie van het piekdebiet en de ligging van de leidingen.





met de ruimte waar de leiding doorheen loopt. Deze curves werden bepaald op basis van de maximale stroomsnelheden bij piekdebiet die in deze ruimtes toegelaten zijn om te voorkomen dat er akoestische hinder zou ontstaan.

Op basis van de minimale binnendiameter kan men dan – in functie van het materiaal van het leidingsysteem – de commerciële diameter kiezen die hieraan voldoet.

### Volledige dimensionering

Uiteraard bestaat de volledige dimensionering van een waterverdeelininstallatie uit meer dan alleen maar de berekening van de minimale binnendiameter. Zo moeten ook de ladingverliezen geïntegreerd worden om er zeker van te zijn dat er ter hoogte van de tappunten voldoende druk beschikbaar blijft. De berekening van de minimale binnendiameter kan echter wel als een **eerste snelle controle** gebruikt worden, aangezien voor kleine instal-

laties gewoonlijk toch geen volledige dimensionering uitgevoerd wordt.

De volledige dimensionering van een waterverdeelininstallatie bestaat uit de volgende stappen:

1. bepaling van het ontwerpdebiet van de tappunten
2. bepaling van het piekdebiet voor elke leiding
3. bepaling van de beschikbare druk om het drukverlies voor elk tracé te dekken ter identificatie van het meest ongunstige tracé
4. bepaling van de minimale binnendiameter van elk leidingstuk van het meest ongunstige tracé
5. herberekening van de beschikbare druk en bepaling van de binnendiameters in het volgende meest ongunstige tracé
6. herhaling van stap 5 tot alle tracés gedimensioneerd zijn.

Het WTCB werkt momenteel aan een **rekentool** die de sanitaire installateur bij de volledige dimensionering kan ondersteunen. 

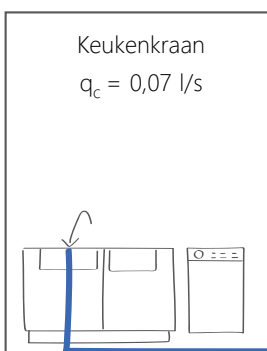
## Rekenvoorbeeld

Om in onderstaand voorbeeld  $Q_{p1}$  en  $Q_{p2}$  te berekenen, moet men de **som nemen van de twee grootste ontwerpdebieten**, na schrapping van de gelijksoortige tappunten. In dit voorbeeld kan de douche geschrapt worden.

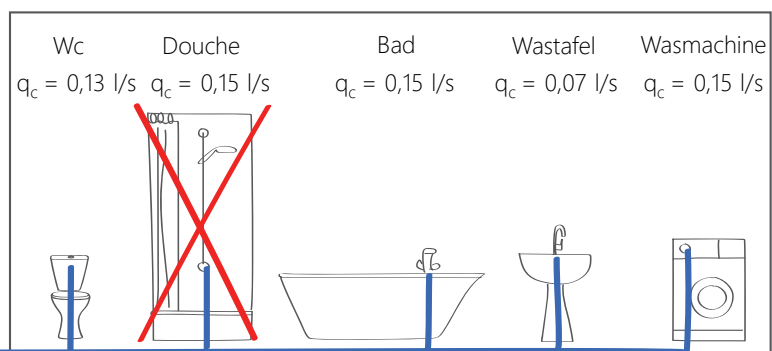
Aangezien  $Q_{p3}$  verschillende tappunten in meerdere ruimtes verbindt, moet men de **som nemen van de ontwerpdebieten van alle tappunten**, met uitzondering van de douche in lokaal 2:  $0,07 + 0,13 + 0,15 + 0,07 + 0,15 = 0,57$  l/s. Hierop moet dan een gelijktijdigheidsformule toegepast worden. In de grafiek van afbeelding 2 lezen we af dat  $Q_{p3}$  voor een woongebouw gelijk is aan 0,4 l/s.

Voor een leiding in een verticale koker kunnen we uit de grafiek van afbeelding 3 dan weer afleiden dat de binnendiameter minstens 18 mm moet bedragen, wat voor een leidingsysteem in PE-X/Al/PE-X overeenkomt met 26 x 3 mm.

### Lokaal 1: keuken



### Lokaal 2: badkamer



$Q_{p1} = 0,07$  l/s

$Q_{p2} = 0,30$  l/s

$Q_{p3}$

4 | Voorbeeld van de berekening van de ontwerpdebieten en piekdebieten.

# Waarom de binnenbepleistering uitvoeren vóór het ETICS?

De medewerkers van de afdeling Technisch advies en consultancy van het WTCB krijgen regelmatig vragen over de aangewezen volgorde voor de uitvoering van de vochtige binnenwerkzaamheden (bv. gipsbepleistering en dekvloer) en het ETICS. Wat zeggen de referentiedocumenten hieromtrent en welke factoren spelen hierin een rol?

*I. Dirx, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Bouwmaterialen, WTCB*

## 1 Wat zeggen de referentiedocumenten?

De **TV's 199 en 201 met betrekking tot binnenbepleisteringen** geven slechts weinig informatie over de aangewezen werkvolgorde. Zo vermelden ze alleen dat het metselwerk voldoende droog moet zijn alvorens de pleisterwerken aan te vatten. De nodige drogingstijd hangt onder meer af van de klimaatvoorwaarden tijdens en na de uitvoering. Het gebouw moet bij aanvang van de pleisterwerken bovendien ook regen- en winddicht zijn.

De **TV 257 'Bepleisteringen op buitenisolatie'** raadt aan om het ETICS pas aan te brengen na de uitvoering van de binnenwerkzaamheden die vocht met zich meebrengen, tenzij de contractuele documenten andersluidende bepalingen bevatten of de fabrikant een gunstig advies geeft voor een andere werkwijze. Er kan enkel van deze regel afgeweken worden op voorwaarde dat de verschillende partijen hiermee akkoord zijn en er rekening gehouden wordt met:

- het binnen- en buitenklimaat
- de samenstelling van het systeem
- de dampdoorlatendheid van de wand
- alle andere relevante eigenschappen van de materialen.

De **Belgische en Europese federaties van ETICS-fabrikanten** (bv. Xthermo.be en EAE) raden eveneens aan om het ETICS pas te plaatsen nadat de binnenbepleistering en dekvloer uitgevoerd en voldoende gedroogd zijn. Vóór aanvang van de isolatiewerkzaamheden moeten de nodige voorzieningen getroffen worden om te vermijden dat het aanwezige bouwvocht een nadelige invloed zou hebben op het systeem.

## 2 Welke factoren spelen een rol?

De aangewezen volgorde van de werkzaamheden hangt af van diverse factoren, zoals de ondergrond, het binnen- en buitenklimaat en de materiaaleigenschappen van het ETICS.

### 2.1 Het type ondergrond

Er moet rekening gehouden worden met de waterdichtheid en waterdampdoorlatendheid van de ondergrond. Voor water- en dampdichte ondergronden (bv. gestort beton) heeft de volgorde van de werkzaamheden slechts weinig belang. Bij dampopen ondergronden (bv. metselwerk) is het doorgaans aanbevolen om eerst over te gaan tot de uitvoering van de vochtige binnenwerkzaamheden om het risico op vochtproblemen (bv. condensatie in het ETICS en schimmelvorming op de binnenbepleistering) te beperken.

Stelling met dekzeil ter bescherming van de gevel tijdens de uitvoering van de binnenbepleistering en het ETICS.





## 2.2 Het binnen- en buitenklimaat

Het ETICS mag uitgevoerd worden bij buitentemperaturen tussen 5 en 30 °C. Wanneer de winter in aantocht is en zowel de binnenbepleistering als het ETICS nog aangebracht moeten worden, dan kan men overwegen om eerst het ETICS te plaatsen om nog van de gunstige weersomstandigheden te kunnen genieten. De fabrikant dient hiervoor echter wel een positief advies te geven. In voorkomend geval zal er een goede ventilatie en eventuele verwarming noodzakelijk zijn om de correcte droging van de achteraf uitgevoerde binnenbepleistering veilig te stellen.

## 2.3 De materiaaleigenschappen van het ETICS

Ook de waterdampdiffusie-eigenschappen van de ETICS-onderdelen (isolatie, grondpleister, afwerkpleister en harde bekleding) spelen een belangrijke rol. In geval van een dampopen isolatie (bv. MW) die afgewerkt is met een dampopen bepleistering kan de droging gedeeltelijk naar buiten toe verlopen. Bij dampdichtere isolatiematerialen (bv. EPS) zal de droging naar buiten toe sterk afgeremd worden en zullen de binnenbepleistering en de wand langer vochtig blijven.

## 3 Wat als eerst de vochtige binnenwerkzaamheden uitgevoerd worden?

Als eerst alle vochtige binnenwerkzaamheden uitgevoerd worden, dan kan het aanwezige bouwvocht zowel via de binnenlucht als door diffusie langs de buitenmuur verdwijnen.



Wanneer de draagmuur niet voldoende waterdicht is (bv. metselwerk uit snelbouwsteen), dan bestaat er een risico op **regendoorslag** met vochtvlekken in de bepleistering tot gevolg. Indien de regendoorslag slechts van korte duur is en beperkt blijft in hoeveelheid, dan zullen de vlekken verdwijnen naarmate het pleister droogt. Vervuild water (bv. door de roofing of een houten afdekplaat) kan daarentegen aanleiding geven tot blijvende vlekvorming in de bepleistering. Wanneer de ondergrond veel wateroplosbare zouten bevat, dan kunnen deze door de regendoorslag naar binnen toe migreren, wat de hechting van het pleister in het gedrang kan brengen of aanleiding kan geven tot uitbloeiingen aan het pleisteroppervlak.

Een mogelijke oplossing voor de regendoorslag bestaat erin om de buitenkant van de draagmuur te beschermen door een dekzeil aan te brengen op de stelling (zie afbeelding). Deze bescherming zal ook gunstig zijn voor de uitvoering van het ETICS.

## 4 Wat als eerst het ETICS uitgevoerd wordt?

Indien men ervoor opteert om eerst het ETICS uit te voeren, dan heeft men het voordeel dat de draagmuur ingepakt wordt en aldus beschermd wordt tegen de weersomstandigheden en in het bijzonder tegen regendoorslag.

De droging van de vochtige binnenwerkzaamheden verloopt in dit geval wel trager, omdat de diffusie via de draagmuur naar de buitenomgeving beperkt wordt. Hierdoor blijft de binnenbepleistering langer vochtig, wat een verhoogd risico op **schimmelvorming** met zich meebrengt.

In geval van een dampopen draagmuur (bv. metselwerk uit snelbouwsteen) zal een zekere hoeveelheid waterdamp toch via de draagmuur naar het ETICS migreren, alwaar het via de voegen tussen de isolatie het buitenpleister kan bereiken. Op deze plaatsen kan er ook condensatie optreden, wat zich onder meer kan uiten in vervuiling, vergroening of schimmelvorming.

Bij aanwezigheid van vochtgevoelige materialen (bv. houten balken) in de draagmuur kan het langdurig vochtig blijven van de draagmuur aanleiding geven tot de aantasting van deze materialen.

## 5 Besluit

Zoals aanbevolen door de referentiedocumenten is het aangewezen om de vochtige binnenwerkzaamheden vóór het ETICS uit te voeren. Afhankelijk van het type ondergrond, het binnen- en vooral het buitenklimaat en de materiaaleigenschappen van het ETICS kan hier echter wel van afgeweken worden, mits goedkeuring van de fabrikant.

Het is steeds aangeraden om sterk blootgestelde gevels te voorzien van een bescherming. Een goede ventilatie van de binnenruimtes blijft in alle gevallen essentieel om de droging te bevorderen (zie de [WTCB-Dossiers 2010/4.11](#)). 



# Hoe oververhitting vermijden bij op de gevel verlijmde natuursteen?

De laatste decennia is de bouwsector getuige geweest van de ontwikkeling van tal van innovatieve methoden, zoals de verlijming van een natuurstenen bekleding op de gevel-isolatie. Om de duurzaamheid van de steen te garanderen en het risico op het loskomen van de bekleding te vermijden, moet men echter bepaalde voorzorgsmaatregelen treffen.

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

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

Aangezien natuursteen een ondoorschijnend materiaal is dat – zeker wanneer het een donkere kleur heeft – warmte absorbeert, moeten er eisen gesteld worden met betrekking tot de **zonneabsorptiefactor  $\alpha_e$**  en de **helderheidsindex HI**.

De waarde van de  $\alpha_e$ -factor is begrepen tussen 0 en 1 en is onder meer afhankelijk van de kleur. Zo ligt de factor van de meeste lichtgekleurde (of 'witte') stenen tussen 0,35 en 0,48 en van blauwe stenen tussen 0,65 en 0,9. Bij deze laatste spelen ook de afwerking en de oppervlaktebehandelingen (bv. een waterwerende behandeling) een belangrijke rol. Zo dient men ofwel te opteren voor een 'ruw gezaagde' of 'geschuurde' afwerking, dan wel voor een geborstelde of geschuurde verzaging met een korrel begrepen tussen P14 en P40 voor grijsgeschuurde stenen en een korrel van maximaal P60 voor blauwgeschuurde stenen.

De oppervlakken van deze doorgaans dichte en ondoorschijnende materialen hebben een hoge absorptiefactor en massawarmte, wat de **stedelijke opwarming** in de hand kan werken (hitte-eilanden). Om de opstapeling van warmte in de zomer te vermijden, raden bepaalde steden dan ook aan

om gebruik te maken van lichte materialen met een zonne-reflectie-index (SRI, wat staat voor *Solar Reflectance Index*) van meer dan 30 % en van materialen met een lichte kleur.

## Eisen in België en de buurlanden

Wat **België** betreft, heeft het WTCB dit jaar een artikel gepubliceerd (zie de [WTCB-Dossiers 2020/2.7](#)) waarin de gebruiksgrenzen van ETICS met harde bekledingen besproken worden. Een andere WTCB-publicatie (zie de [WTCB-Dossiers 2015/4.9](#)) gaat dieper in op de kleurkeuze van een natuursteen – in functie van zijn blootstelling aan bezonning en zijn dikte – opdat de temperatuur aan het raakvlak tussen de afwerking en de isolatie niet zou oplopen tot boven de 70 °C.

Voor gevels die blootgesteld zijn aan een rechtstreekse bezonning, zoals oostelijk tot westelijk georiënteerde gevels (waarbij een zuidwestelijke oriëntatie de meest kritieke is), is het afgeraden om een dunne bekleding (dikte < 22 mm) aan te wenden waarvan de  $\alpha_e$ -factor (NBN EN 410) groter is dan

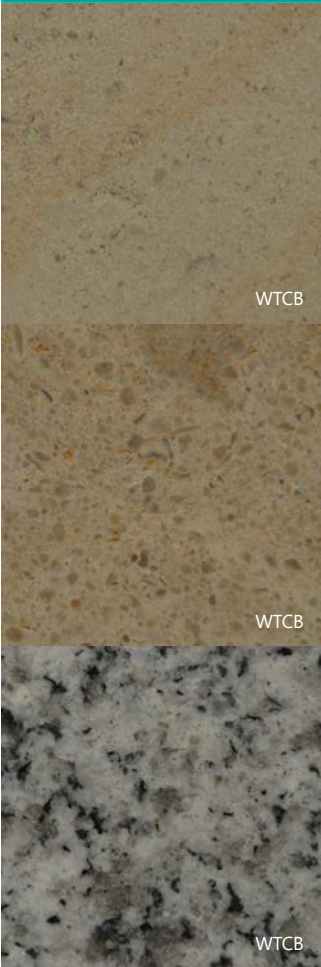
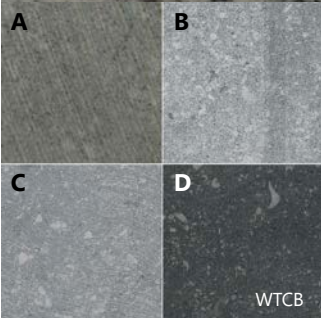
## Terminologie

De **zonneabsorptiefactor** ( $\alpha_e$ ) drukt de verhouding uit tussen de door een oppervlak geabsorbeerde zonne-energie en de door dit oppervlak weerkaatste zonne-energie. De spectrale eigenschappen en de absorptiefactor van een oppervlak kunnen bepaald worden door UV-Vis-NIR-spectrometrie volgens de norm NBN EN 410.

De **zonreflectiecoëfficiënt** (TSR, voor *Total Solar Reflexion*), die soms als alternatief gebruikt wordt, drukt de fractie van de invallende stralingsenergie uit die door het oppervlak weerkaatst wordt.

De **helderheidsindex** (HI) of luminantiewaarde is een conventioneel getal dat de helderheid van een kleur in het zichtbare gebied uitdrukt op een zwart-witas (0-100) (zie de [WTCB-Dossiers 2014/4.10](#)).

Zonneabsorptiefactor  $\alpha_e$  en helderheidsindex HI van enkele natuurstenen.

| Materiaal                                                                           |                                                                                         | Zonne-<br>absorptie-<br>factor $\alpha_e$ | Helder-<br>heids-<br>index HI |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
|   | Niet-marmerachtige witte steen (< 2.500 kg/m <sup>3</sup> ), gezaagd en geschuurd (mat) | 0,36                                      | 55,6                          |
|                                                                                     | Marmerachtige witte steen (> 2.500 kg/m <sup>3</sup> ), gezoet                          | 0,46                                      | 44,9                          |
|                                                                                     | Gezoet 'grijs' graniet                                                                  | 0,67                                      | 24,1                          |
|  | Blauwe steen (korrel: < P60), geschuurd (A)                                             | 0,68                                      | 28,5                          |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P30-P35), gezaagd en geborsteld (B)                               | 0,84                                      | 15,7                          |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P36), grijsgeschuurd (C)                                          | 0,83                                      | 14,9                          |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P80), blauwgeschuurd                                              | 0,87                                      | 11,1                          |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P220), gewoon gezoet                                              | 0,89                                      | 6,4                           |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P400), donkergezoet, gesatineerd (D)                              | 0,90                                      | 5,4                           |
|                                                                                     | Blauwe steen (korrel: P800), gepolijst                                                  | 0,90                                      | 3,8                           |

0,7. Voor dikke bekledingen (dikte  $\geq 22$  mm) bedraagt de grenswaarde 0,85. Een specifieke studie kan het gebruik van donkerdere kleuren evenwel rechtvaardigen, bijvoorbeeld voor gevelplinten. Voor diktes groter en kleiner dan 22 mm is de helderheidsindex HI respectievelijk groter dan 10 en 25. Voor noordnoordwestelijk of noordoostelijk georiënteerde gevels geldt er geen enkele beperking.

In **Frankrijk** zijn de fabrikanten van stenen bekledingen verplicht om de waarde van de  $\alpha_e$ -factor te declareren voor

producten die bestemd zijn voor een verlijming op de gevel. Deze waarde moet steeds kleiner zijn dan 0,9 en voor na-isolatiesystemen met een NF-certificatie moet deze kleiner zijn dan 0,7, behalve wanneer de gevels afgeschermd zijn van bezonning (al dan niet rechtstreeks). Op hoogtes van meer dan 1.300 m boven het zeeniveau is de absorptiefactor beperkt tot 0,5.

In **Nederland** is de  $\alpha_e$ -factor in het kader van een certificatie van een buitengevelisolatiesysteem beperkt tot 0,7. 

# Zorgvuldig snijwerk: het visitekaartje van elke tegelzetter

Het uitzicht van tegelwerken vormt wel vaker het onderwerp van discussie op de bouwplaats. Hierbij gaat het niet zelden over de precisie van het snijwerk. Aangezien er hiervoor geen toleranties bestaan, stelt dit artikel een pragmatische aanpak voor om de precisie van het snijwerk te beoordelen.

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

## Discussies over het uitzicht

Daar waar klachten over de vlakheid, het niveau of de helling van een betegeling of over hoogteverschillen tussen de tegels objectief beoordeeld kunnen worden aan de hand van meetbare criteria (zie de [TV 237](#)), ligt dit bij esthetische kwesties, zoals het snijwerk, moeilijker. We denken dan bijvoorbeeld aan:

- problemen met het uitzicht van de voegen (bv. een onregelmatige voegbreedte, zigzagvormige of trapvormige voegen of een asymmetrisch voegbeeld rondom een afvoerkolk)

- de afschilfering van de toplaag van de tegel bij het zagen in verstek
- te grote uitsparingen ter hoogte van de leidingen of rondom schakelaars.

Om dergelijke discussies op de bouwplaats te vermijden, is het belangrijk om:

- goede afspraken te maken over de schikking van de tegels
- bijzondere aandacht te besteden aan de opmeting (zie afbeeldingen 1 en 2)
- het zaag-, snij- en boorwerk zorgvuldig uit te voeren (zie afbeeldingen 3 en 4 op de volgende pagina).

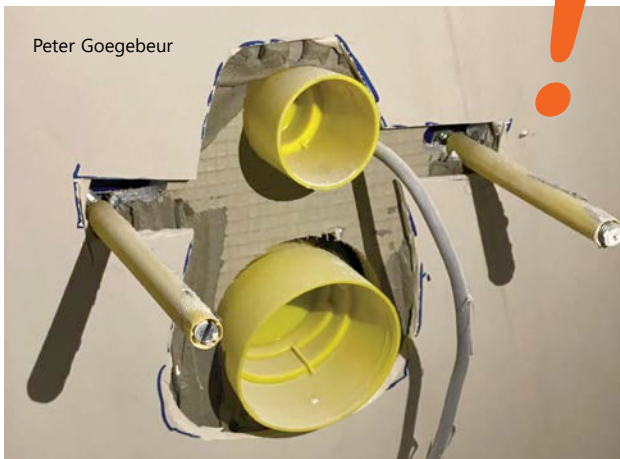


**1** | Asymmetrisch voegbeeld rondom een afvoerkolk (niet aanvaardbaar).



**2** | Voegbeeld rondom een afvoerkolk (aanvaardbaar indien de breedte van de voeg rondom de klokput constant is en maximaal 2 mm groter of kleiner is dan de overeengekomen breedte).





3 | Grof snijwerk (enkel aanvaardbaar indien het volledig afgedekt wordt).

### Toleranties

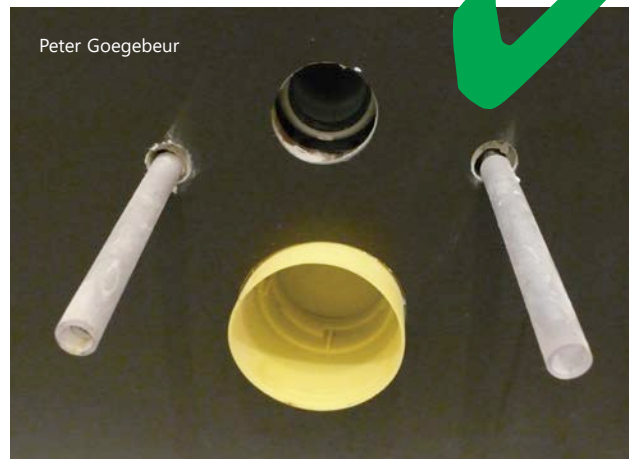
Hoewel er momenteel geen toleranties bestaan op de precisie van het snijwerk, heeft deze een niet te verwaarlozen invloed op de breedte en de rechtlijnigheid van de voegen. Hoe nauwkeuriger de opmeting en de verzaging uitgevoerd worden, hoe kleiner de kans op onregelmatigheden zal zijn.

Voor wat de breedte en de rechtlijnigheid van de voegen betreft, zijn er in de TV 237 wel een aantal toleranties opgenomen. Zo is voor de **breedte van de voegen** een afwijking van **1 mm** toegestaan, vermeerderd met de werkelijke dimensionale tolerantie op de gebruikte tegel. De **zichtbare afwijking op de uitlijning** van de voegen, die gemeten wordt tussen de referentielijn en de rand van de voeg, mag niet meer dan **2 mm** bovenop de reële maatafwijking van de tegel bedragen (lengte, breedte, rechtheid van de randen en haaksheid).

Hoewel deze eisen ons te streng lijken voor de voegen rondom het snijwerk, moet men toch trachten om ook daar de afwijkingen tot een minimum te beperken. Deze zouden volgens ons niet groter mogen zijn dan het **dubbel van bovenvermelde toegelaten afwijkingen**.



5 | Laser.



4 | Zeer verzorgd snijwerk.

Wanneer het snijwerk naderhand afgedekt wordt (bv. door rozetten), zijn de toleranties minder van tel. Uiteraard mogen de uitsparingen niet groter zijn dan de afdekking.

### Belang van goed gereedschap

Om zorgvuldig snijwerk te bekomen, is het belangrijk om de tegels nauwkeurig op te meten. Aangezien elk meetgereedschap zijn eigen nauwkeurigheidsklasse heeft, is het aangeraden om bij het opmeten en het aftekenen van de maten op de tegels **steeds dezelfde meetuitrusting** te gebruiken.

Er bestaan bovendien specifieke meetinstrumenten om in- en uitspringende hoeken, rondingen, gaten voor leidingen, schakelaars en stopcontacten af te tekenen, zoals lasers (zie afbeelding 5), profielaftasters (zie afbeelding 6), zwaaihaken en aftekenhaken voor gaten.

Ook bij het versnijden, verzagen en boren van de tegels is het cruciaal om aangepast gereedschap te hanteren. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de **WTCB-Dossiers 2016/4.10**. 



6 | Profielaftaster.



# Hoe afzettingen in centrale-verwarmingsinstallaties vermijden?

Onze moderne warmtegeneratoren zijn zeer energiezuinige toestellen. Dit hebben ze te danken aan de doeltreffende werking van hun warmtewisselaar. Deze zorgt immers voor een optimale overdracht van de verbrandingswarmte in de rookgassen naar het water van het verwarmingssysteem. Opdat deze prestatie behouden zou blijven in de tijd, mogen er zich evenwel geen vaste afzettingen voordoen. Deze hebben namelijk een weerslag op de warmteoverdracht en de levensduur van de installatie.

*K. De Cuyper, ir., oud-medewerker van het WTCB*

## Wat zijn de oorzaken van afzettingen?

Afzettingen kunnen het gevolg zijn van ketelsteenvorming (kalk) of van corrosiefenomenen in de installatie.

De vorming van **ketelsteen** wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van opgeloste vaste stoffen (bv. calcium en magnesiummineralen die de hardheid van het water bepalen) die zich vooral afzetten op de heetste plaats in de installatie, namelijk de warmtegenerator.

De **corrosie** van de in de installatie aanwezige ijzeren elementen leidt dan weer tot de vorming van corrosieslib (zwart magnetiet en soms zelfs roodgekleurde roest, zie afbeelding 1) en is vrijwel volledig te wijten aan de aanwezigheid van zuurstof in het water.

## Hoe corrosie en ketelsteen vermijden?

Doordat vooral corrosie aanzienlijke afzettingen kan veroorzaken, moet er bijzondere aandacht besteed worden aan het

### 1 | Afzettingen ten gevolge van corrosie in een centraleverwarmingsinstallatie.





**vermijden van de inbreng van zuurstof** in de installatie. Een belangrijke bron van zuurstoftoevoer is een gebrek aan drukbehoud in de installatie. Om te vermijden dat er onderdrukken zouden ontstaan, moet het expansievat correct gedimensioneerd, zeer regelmatig gecontroleerd en zo nodig bijgesteld worden. Hiertoe kan men gebruikmaken van een door het WTCB ontwikkelde rekentool (zie de rubriek 'Rekentools' op de WTCB-website). Een andere zuurstofbron is de aanwezigheid van onvoldoende zuurstofdichte leidingen in kunststof en van soepele aansluitslangen. Zo kan een vloerverwarmingssysteem dat opgebouwd is uit 1.000 m niet-zuurstoffremmende buizen jaarlijks tot meer dan 400 g corrosieslib leiden. Het is dan ook afgeraden om dergelijke leidingen aan te wenden.

Aangezien corrosie een sluipend verschijnsel is, wordt aanbevolen om – ook in kleinere installaties – in een **corrosiebewaking** (monitoring) te voorzien. Zo kan men de corrosievorming op een indirecte manier bewaken door de hoeveelheid bijvulwater op te volgen, de relatie tussen de watertemperatuur en de druk in de installatie te controleren en de kwaliteit van een aantal waterparameters (bv. de pH-variaties) na te kijken. Men kan ook opteren voor een directe monitoring door middel van 'corrosiecoupons' die regelmatig visueel gecontroleerd worden of door elektronische corrosiemetingen. Hierbij moeten de gegevens nauwkeurig genoteerd worden in een logboek of opgenomen worden in het gebouwbeheersysteem, zodat de evolutie van de parameters in de tijd opgevolgd kan worden.

Er moet ook voldoende aandacht besteed worden aan de **zuurtegraad (pH)** van het water en dit, om lekken te vermijden. Zo moet de pH van het vulwater gelegen zijn tussen 6,5 en 8,5 en die van het systeemwater tussen 8,2 en 10 in systemen zonder aluminium en tussen 8,2 en 8,5 (soms 9 bij bepaalde legeringen) in systemen met aluminium. De pH van het water kan gemakkelijk gecontroleerd worden met behulp van teststrips.

Om ketelsteenvorming te vermijden, is het aangeraden om het vulwater volledig of gedeeltelijk te **ontharden** door een gewone waterverzachting (indien er geen aluminium aanwezig is) of door een demineralisatie. De toegelaten residuele hardheidswaarden zijn bij een gedeeltelijke ontharding afhankelijk van het ketelvermogen en de waterinhoud: hoe groter het watervolume per eenheid vermogen, hoe geringer de toegelaten hardheid. Voor deze waterbehandelingen kunnen de installateurs gebruikmaken van draagbare toestellen (zie afbeelding 2). We willen erop wijzen dat het vulwater in kleine installaties (met een vermogen  $\leq 50$  kW en een specifieke waterinhoud  $\leq 20$  l/kW) meestal wel zonder enige behandeling gebruikt kan worden.

### Wat bij renovatie van de warmtegenerator?

Indien men de warmtegenerator van een bestaande installatie wenst te vervangen, dan moet men eerst een **diagnose** stellen van de staat waarin de installatie zich bevindt. Dit gebeurt op basis van de controle van een aantal waterstalen en een grondige visuele inspectie:

- zijn er sporen van lekken?



Purotap

### 2 | Draagbaar toestel voor waterbehandeling.

- uit welk materiaal bestaan de buizen?
- in welke staat verkeert het expansievat?
- wat kan men afleiden uit de corrosiemonitoring?
- hoe ziet het pomphuis van de circulator eruit?

Indien op basis van deze diagnose blijkt dat er zich aanzienlijke afzettingen voordoen, dan is het aanbevolen om de oorzaak ervan aan te pakken alvorens de installatie te reinigen en/of over te gaan tot het plaatsen van een warmtewisselaar tussen de installatie en de warmtegenerator.

Er is momenteel een nieuwe Technische Voorlichting in de maak waarin voormelde principes verder uit de doeken gedaan worden. 





# Hoe corrosiewerende verven ter plaatse aanbrengen?

Het op de werf aanbrengen van corrosiewerende verfsystemen op een metalen constructie uit staal of gegalvaniseerd staal vereist speciale vaardigheden. Hoewel het bij een uitvoering ter plaatse eerder om onderhouds- of herstellingswerkzaamheden gaat, moeten deze toch met de nodige zorg uitgevoerd worden, vooral wat betreft de voorbereiding van het oppervlak en de verwijdering van eventuele verontreinigingen.

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

Een van de meest courante oplossingen om stalen constructies, die al dan niet voorzien zijn van een deklaag uit zink (bv. thermische verzinking of metallisatie), te beschermen tegen corrosie bestaat erin om het oppervlak van de constructie te verven (zie afbeelding 1). Zo bestaan er vandaag de dag tal van verformuleringen die beantwoorden aan de verschillende beperkingen en belastingen van het buitenklimaat. Om duurzaam te zijn, moet men bij de uitvoering van een corrosiewerend verfsysteem echter wel rekening houden met:

- de **omgevingsomstandigheden en het ermee gepaard gaande corrosierisico** (bv. putcorrosie)
- het **verfsysteem** zelf (bv. aantal lagen en soort bindmiddel)
- de **reiniging** en de **voorbereiding van het oppervlak** (bv. handmatig of mechanisch)
- de **weersomstandigheden** tijdens de toepassing.

## Belangrijkste beschermingsmechanismen

IJzer en staal corroderen bij contact met water en zuurstof (o.a. aanwezig in de atmosfeer, regen of condensatiewater).

### 1 | Ter plaatse schilderen van metalen liggers.



Deze reactie kan bovendien nog versneld worden door de aanwezigheid van bepaalde bestanddelen, zoals chloriden of sulfaten. Aan de hand van de volgende drie hoofdstrategieën, kan de corrosievorming echter vertraagd of zelfs vermeden worden:

- het **barrière-effect**. Hierbij wordt de migratie naar het metaal van bestanddelen die corrosiereacties kunnen teweegbrengen, afgeremd door de verflaag die dienstdoet als een fysische barrière. Dit barrière-effect kan echter verminderd of tenietgedaan worden door bepaalde gebreken, zoals hechtingsproblemen, de vorming van bellen of mechanische gebreken (bv. krassen)
- de **toevoeging van corrosieremmers** aan de verfsamenstelling. Er zijn verschillende werkwijzen mogelijk
- het **aanbrengen van een zinkrijke primer** (kathodische bescherming), ook wel ZRP genoemd. In dit geval zullen de zinkpartikels gaan corroderen in plaats van het staal <sup>(1)</sup>. Om doeltreffend te zijn, moet de primer echter wel rechtstreeks in contact staan met het metaal.

## Omgevingsomstandigheden en verfsysteem

Het verfsysteem moet gekozen worden in functie van:

- de omgevingsklasse (zie tabel A op de volgende pagina)
- de verwachte duurzaamheid
- de aard van de ondergrond (bv. ongecoat of gegalvaniseerd staal).

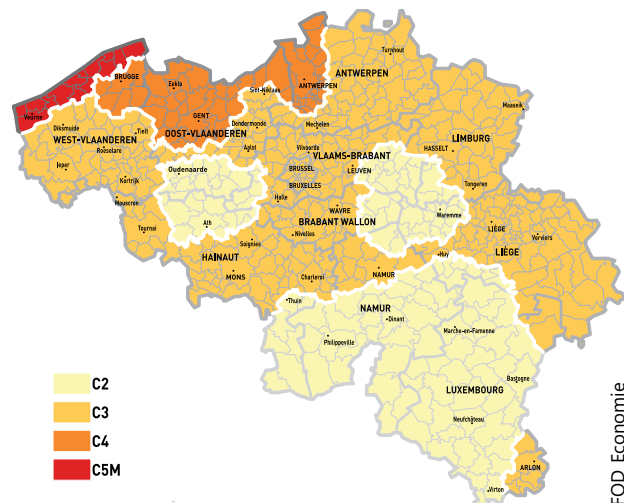
De omgevingsklassen voor metalen constructies worden gedefinieerd in de norm NBN EN ISO 9223 en zijn opgenomen in de norm NBN EN ISO 12944-2. Ze zijn afhankelijk

<sup>(1)</sup> Gelijkaardig beschermingsmechanisme aan dat van ingegraven metalen constructies (bv. kuipen of tanks), waarbij het minst edele metaal (in dit geval het zink) zal gaan corroderen in plaats van het te beschermen element (het ijzer).



## A | Omgevingsklassen en typevoorbeelden van omgevingen.

| Omgevingsklasse<br>(corrosiviteitscategorie) | Typevoorbeelden van omgevingen                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | Buitenomgeving                                                                                                                                                                       | Binnenomgeving                                                                                                                            |
| <b>C2 (laag)</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Atmosferen met een lage vervuilingsgraad</li> <li>Landelijke gebieden</li> </ul>                                                              | Niet-verwarmde gebouwen waar condensatievorming mogelijk is (bv. magazijnen en sportzalen)                                                |
| <b>C3 (gemiddeld)</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stedelijke en industriële gebieden met een matig niveau van zwaveldioxidevervuiling</li> <li>Kustgebieden met een laag zoutgehalte</li> </ul> | Gebouwen met een hoge vochtigheidsgraad en een zekere luchtvervuiling (bv. voedingsindustrie, wasserijen, brouwerijen en zuivelfabrieken) |
| <b>C4 (hoog)</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Industriële gebieden</li> <li>Kustgebieden met een matig zoutgehalte</li> </ul>                                                               | Chemische fabrieken, zwembaden, kustscheepswerven ...                                                                                     |
| <b>C5 (zeer hoog)</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Industriële gebieden met een hoge luchtvochtigheid en een agressieve atmosfeer</li> <li>Kustgebieden met een hoog zoutgehalte</li> </ul>      | Gebouwen of gebieden met quasi-permanente condensatie en een hoge vervuilingsgraad                                                        |



FOD Economie

## 2 | Verdeling van de omgevingsklassen in zones in België (bron: STS 52.2 uit 2017). Hierbij dient men ook rekening te houden met lokale variaties.

van de corrosiesnelheid, de tijdsduur van de bevochtiging en de hardnekkigheid van bepaalde verontreinigingen op een metalen oppervlak (zie tabel A). In België worden de omgevingsklassen opgedeeld in **geografische zones**

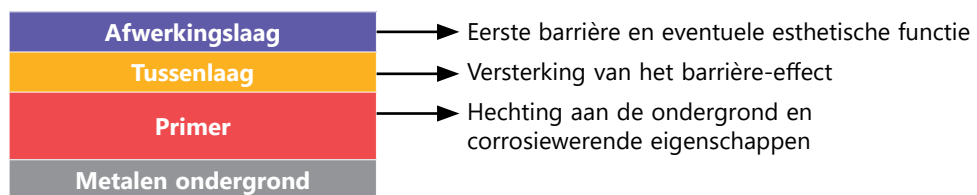
volgens de Technische Specificaties STS 52.2 uit 2017 (zie afbeelding 2). Hierbij dient men rekening te houden met mogelijke lokale variaties (bv. stedelijk gebied of aanwezigheid van een fabriek).

Het verfsysteem bestaat meestal uit een primer, één of meerdere tussenlagen en een afwerkingslaag (zie afbeelding 3).

De norm NBN EN ISO 12944-5 beschrijft de minimale eisen waaraan het verfsysteem moet voldoen (bv. bindmiddel, aantal lagen en laagdikten; zie tabel B op de volgende pagina). De verfproducent moet de geschiktheid van het verfsysteem voor de beoogde toepassing aantonen. Bepaalde organismen zoals de ACQPA<sup>(2)</sup> bieden prestatiecertificaten aan op basis van verschillende prestatieproeven.

Wanneer de metalen elementen op de bouwplaats toekomen, zijn ze vaak al afgewerkt of voorzien van een **prefabricageprimer**. Deze primer wordt doorgaans aangebracht in dikten van 15 tot 30 µm en heeft tot doel om het metaal tijdelijk te beschermen tijdens de fabricage, het transport, de opslag en de montage van de staalconstructie. Hoewel deze primer geen deel uitmaakt van het verfsysteem, kan hij over het algemeen wel behouden worden. In dat geval moet hij wel bedekt worden met een bijkomende primer. Er moet dus bijzondere aandacht besteed worden aan de verenigbaarheid van het nieuwe systeem met de prefabricageprimer (zie de norm NBN EN ISO 12944-5, Bijlage F).

## 3 | Algemene samenstelling van een corrosiewerend verfsysteem.



<sup>(2)</sup> De lijst van de door de ACQPA gecertificeerde verfsystemen is beschikbaar op de website <http://acqpa.com/>. De ACQPA-certificatie heeft enkel betrekking op de omgevingsklassen C3, C4 en C5.



**B** | Voorbeelden van de doorgaans door de norm NBN EN ISO 12944-5 opgelegde eisen voor de verfsystemen die aangebracht worden in omgevingsklassen C2, C3, C4 of C5 <sup>(1)</sup>.

| Omgevingsklasse | Minimale eisen     | Duurzaamheidsklasse           |                               |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                 |                    | Hoog (15 tot 25 jaar)         | Zeer hoog (> 25 jaar)         |
| C2              | Aantal lagen       | 1 tot 2 lagen                 | 2 tot 3 lagen                 |
|                 | Totale droge dikte | 60 tot 160 µm <sup>(2)</sup>  | 160 tot 200 µm <sup>(2)</sup> |
| C3              | Aantal lagen       | 2 tot 3 lagen                 | 2 tot 4 lagen                 |
|                 | Totale droge dikte | 160 tot 200 µm <sup>(2)</sup> | 200 tot 260 µm <sup>(2)</sup> |
| C4              | Aantal lagen       | 2 tot 4 lagen                 | 2 tot 4 lagen                 |
|                 | Totale droge dikte | 200 tot 260 µm <sup>(2)</sup> | 260 tot 300 µm <sup>(2)</sup> |
| C5              | Aantal lagen       | 3 tot 4 lagen                 | 3 tot 4 lagen                 |
|                 | Totale droge dikte | 260 tot 300 µm <sup>(2)</sup> | 320 tot 360 µm <sup>(2)</sup> |

<sup>(1)</sup> De dikte van de toe te passen lagen en hun aantal kan variëren in functie van de aard van het verfsysteem, de aanbevelingen van de fabrikant en de toepassingswijze.

<sup>(2)</sup> Het gaat hier om een niet-gegalvaniseerde en niet-gemetalliseerde stalen ondergrond.

### Reiniging en voorbereiding van het oppervlak

De voorbereiding van het oppervlak is een belangrijke stap. Deze omvat onder meer het ontvetten, de eventuele verwijdering van de walshuid (als het element vooraf niet gezandstraald werd) en de eliminatie van de corrosiedeeltjes. De meeste schadegevallen bij verfsystemen, zoals de corrosie van het staal en het loskomen van de verf, zijn te wijten aan een **overblijvende vervuiling**, bijvoorbeeld door chloriden of oude corrosiedeeltjes die niet volledig verwijderd werden (zie afbeelding 4).

De voorbereidende stappen en technieken worden beschreven in de normen NBN EN ISO 12944-4 en NBN EN ISO 8504-1 tot -3. Er wordt meestal een onderscheid gemaakt tussen de **voorbereidingsgraden** voor de gestraalde toepassingen ('Sa') en de handmatige of machinale toepassingen ('St'). Hoewel deze graad kan verschillen naargelang van de te bereiken voorbereidingskwaliteit, moet er voor het niet-gegalvaniseerde of niet-gemetalliseerde staal doorgaans een minimale voorbereidingsgraad Sa2 1/2 (zeer verzorgde zandstraling) voorzien worden. Handmatige voorbereiding

is eerder geschikt voor weinig geoxideerde metalen oppervlakken en voor fragiele onderdelen.

Indien er nog een oude verflaag aanwezig is, moet de ondergrond minder grondig voorbereid worden. Zo mogen de oude verflagen die nog goed hechten, deels behouden worden. In dat geval is er sprake van een voorbereiding PSa2 1/2.

In geval van een zinklaag bestaat de voorbereiding van het oppervlak doorgaans uit het licht schuren met schuurmiddel (polijsten) of zelfs een eenvoudige reiniging met een detergentoplossing voor het behoud van de zinklaag.

### Weersomstandigheden tijdens de toepassing

De temperatuurs- en vochtigheidsomstandigheden kunnen een aanzienlijke invloed hebben op de droogtijd van de verf en op de filmvorming.

Tenzij anders vermeld in de technische fiche, mogen de natuurlijk drogende verven niet aangebracht worden bij temperaturen van minder dan 5 °C. Voor tweecomponentverven (bv. epoxyverven) bedraagt de minimale toepassingstemperatuur 10 °C. Een te hoge temperatuur kan de verdamping van de oplosmiddelen dan weer versnellen en aanleiding geven tot blaasvorming of een verminderde hechting. Men dient in elk geval steeds de aanbevelingen uit de technische fiches na te leven.

Wanneer de temperatuur van het metaal lager is dan die van de omgevingslucht, kan er op het oppervlak van de ondergrond **condensatie** ontstaan. De aanwezigheid van vocht kan er echter voor zorgen dat het verfsysteem loskomt. Om dit te vermijden, moet de temperatuur van het metaal 3 °C hoger liggen dan het dauwpunt. Deze ideale omstandigheden kunnen in de praktijk evenwel moeilijk te realiseren zijn. Bijgevolg is het aan te raden om de metalen buitenelementen in de mate van het mogelijke te demonteren en in de werkplaats te behandelen. ■



**4** | Corrosievorming ten gevolge van een overblijvende chlorideverontreiniging.



# WTCB-publicaties



## WTCB-Dossiers

- 2020/2.1** De druksterkte van beton controleren in geval van geschillen  
**2020/5.8** Verwarmingsinstallatie met warm water: controle van het gesloten expansievat met variabele druk

## WTCB-Rapport

- Nr. 20** Richtlijnen voor de toepassing van de Eurocode 7 in België volgens de NBN EN 1997-1 ANB. Deel 1: het grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand (UGT) van axiaal belaste funderingspalen en micropalen op basis van statische sonderingen (CPT's) (herziening van Rapport nr. 19)



Dit document is gewijd aan het grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand (UGT) van axiaal belaste funderingspalen en micropalen op basis van statische sonderingen (CPT's). Rapport 20 vervangt Rapport 19. Dit document zal echter pas van toepassing worden vanaf de publicatie van de eerste reeks Technische Goedkeuringen (ATG's) met certificatie voor paalsystemen en de publicatie van de herziening van de Belgische nationale bijlage van de Eurocode 7 (NBN EN 1997-1 ANB).

## 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](http://www.wtcb.be))
- in gedrukte vorm en op usb-stick.

Voor bijkomende inlichtingen kan je ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00) of kan je steeds bij ons terecht per mail ([publ@bbri.be](mailto:publ@bbri.be)).

## Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan je zowel per telefoon (02/716.42.11) als per e-mail ([info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)) contact opnemen met T. Vangheel.
- Nuttige link: [www.wtcb.be](http://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](http://www.wtcb.be)

Taalkundige herziening: J. Beauclercq, K. De Meirichy en D. Van de Velde  
Vertaling: J. Beauclercq en M. Kegelaers  
Lay-out: J. Beauclercq en J. D'Heygere  
Illustraties: G. Depret en R. Hermans  
Foto's WTCB: M. Sohie 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](mailto:info@bbri.be)  
website: [www.wtcb.be](http://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