



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw  
Uw partner voor duurzame wegen

# OCW Mededelingen

116

## Agenda

Spring mee op de digitale trein en kom naar  
*Digital Construction Brussels 2018*  
Woensdag 24 en donderdag 25 oktober  
2018 – Thurn & Taxis, Brussel

Wij zijn er ook!

3

OCW-winteropleiding Duurzame wegen  
*Productie, controle en uitvoering*  
Donderdag 24 januari – donderdag 28  
maart 2019

4

Nieuwe OCW-publicaties

4

Het gehalte aan organische stoffen van grond:  
resultaten van het MATOSOL-project

6

Vorst-dooiweerstand van wegenbeton  
in aanwezigheid van dooizouten - Eerste  
resultaten van het GELAVIA-project

10

Gustave Magnelprijs 2014-2018

15

Sint-Truiden pilotstad in project om  
toegankelijkheid voetpaden te meten

15

In memoriam

16

## Dossier 19

*Duurzaam renoveren door  
toepassing van scheurremmende  
lagen bij asfaltoverlaging  
van betonwegen –  
Het OCW blikt terug op  
enkele proefprojecten*

Zie blz. 2



# OCW Mededelingen

116



[www.linkedin.com/company/brrc](http://www.linkedin.com/company/brrc)



[www.youtube.com/c/BrrcBe](http://www.youtube.com/c/BrrcBe)

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw  
Uw partner voor duurzame wegen

## Dossier 19 – Duurzaam renoveren door toepassing van scheurremmende lagen bij asfaltoverlaging van betonwegen – Het OCW blikt terug op enkele proefprojecten



Verouderde wegen met betonplaten zijn vaak oncomfortabel voor de weggebruiker. Ook de omwonenden ondervinden hinder door de trillingen die ontstaan wanneer voertuigen

over de voegen en scheuren in de weg rijden. Om het comfort van de weggebruiker te verhogen en de overlast voor de omwonenden te verlagen, wordt doorgaans een renovatie met asfaltoverlaging toegepast.

Een van de mogelijkheden om te verhinderen dat scheuren of voegen van de bestaande betonweg snel doorgroeien naar de nieuwe asfaltoverlaging is de aanbrenging van een scheurremmende laag alvorens deze met asfalt te overlagen. Het OCW heeft gedurende vele jaren een aantal proefvakken met verschillende soorten van scheurremmende systemen gevolgd en presenteert nu de resultaten in het dossier over scheurremmende lagen.

## Agenda

Bezoek onze stand!

### 7 oktober 2018

Open Bedrijvendag  
Ook wij doen mee!

### 15-17 en 19 oktober 2018

Opleiding *Visueel rioolonderzoek*  
Waver  
[www.ocw.be/nl/visueel\\_rioolonderzoek\\_oktober2018](http://www.ocw.be/nl/visueel_rioolonderzoek_oktober2018)

### 18 oktober 2018

*Concrete Day*  
Anderlecht  
[www.gbb-bbg.be](http://www.gbb-bbg.be)

### 24-25 oktober 2018

*Digital Construction Brussels*  
Brussel  
[digitalconstructionbrussels.be/nl](http://digitalconstructionbrussels.be/nl)

### 13-14 en 19-20 november 2018

Opleiding *Visuele inspecties voor wegnnetbeheer*  
Sterrebeek  
[www.ocw.be/nl/visueel\\_%20rioolonderzoek\\_november2018](http://www.ocw.be/nl/visueel_%20rioolonderzoek_november2018)

### Donderdag 24 januari – donderdag 28 maart 2019

OCW-winteropleiding *Duurzame wegen*  
*Productie, controle en uitvoering*  
Sterrebeek  
[www.brrc.be/wintercourse](http://www.brrc.be/wintercourse)



## Spring mee op de digitale trein en kom naar *Digital Construction Brussels 2018*

Woensdag 24 en donderdag 25 oktober 2018 – Thurn & Taxis, Brussel

**Wij zijn er ook!**

### ■ Digital wat?

Digitale technologieën zijn niet meer weg te denken uit ons dagelijkse én ons bedrijfsleven.

Ben je actief in de (wegen)bouw? Is jouw bedrijf gedigitaliseerd? Of lijken *big data*, *virtual reality*, drones, enz. een ver-van-jouw-bedshow met dure investeringen in complexe programma's en weinig zicht op concreet rendement? Dan ben jij niet alleen, want slechts 5 % van de bedrijven in de sector is gedigitaliseerd. Niettemin bieden deze nieuwe toepassingen – van ERP over BIM (Bouwinformatiemodel) tot aanwezigheidscontrole op de bouwplaats en zoveel meer – wellicht ook voor jouw bedrijf eindeloze mogelijkheden voor efficiënt proces- en kostenbeheer, een troef in een snel veranderende en sterk concurrentiële markt.

### ■ Digital Construction!

Ben je nieuwsgierig en wil je graag het bos door de bomen zien?

Teken dan present op de tweede *Digital Construction Brussels*beurs, die de Confederatie Bouw en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) op woensdag 24 en donderdag 25 oktober 2018 in Thurn & Taxis te Brussel organiseren. Net zoals de meer dan duizend deelnemers vorig jaar kan je er directe contacten met aanbieders leggen, interessante seminars bijwonen en je netwerk uitbreiden. Dit jaar vinden ook demonstraties met drones, 3D-scanning, *virtual reality*, enz. plaats.

### ■ Digital Road Construction?!

Met en voor wegenprofessionals zet het OCW al meer dan vijftig jaar in op innovatie en technologische vooruitgang in de sector.

Ook de digitale trein mogen we niet missen! Door onze bevoorrechte positie in de sector kunnen wij contacten en kennisdeling onder vakmensen faciliteren. Daarom werken wij als partner mee aan dit evenement.

Kom langs op de gemeenschappelijke stand van de organisatoren en meewerkende partners (waaronder het OCW), woon op donderdag 25 oktober van 10.00 tot 12.00 uur onze *workshop Road 4.0* – Digitale (r)evolutie in de wegenbouw? (in het Nederlands in zaal 5 of in het Frans in zaal 6) bij en luister, denk, debatteer en deel ervaringen, zorgen en verwachtingen met collega's en andere spelers in de sector.

### ■ Deelname en inschrijven

Een bezoek aan de beurs is gratis, maar vooraf online inschrijven is verplicht. Met de code in de bevestigingsmail kan je inschrijven voor gratis deelname aan onze workshop.

### ■ Informatie

[www.brrc.be/DigitalConstructionBrussels](http://www.brrc.be/DigitalConstructionBrussels)



### ■ Programma van de OCW-workshop (onder voorbehoud van wijzigingen)

De workshop is interactief opgevat, met een korte presentatie van elk onderwerp door een aanbieder of andere speler als aanzet voor een debat en gedachtewisseling onder de deelnemers. Daarom is er geen simultaanvertaling en wordt de workshop gelijktijdig in het Nederlands en het Frans gehouden, in aanpalende zalen.

#### Verwelkoming en inleiding door de moderator

ir. Annick De Swaef, directeur-generaal OCW

#### My digital journey as a contractor

*Aannemers delen hun noden, verwachtingen en ervaringen*

Sprekers nog te bevestigen

#### Digitale innovatie – Het OCW gaat mee op weg!

*Presentatie van enkele digitale projecten*

Sprekers nog te bevestigen

#### Hoever staat digitalisering in jouw bedrijf?

*Demonstratie van een tool om het digitaliseringsniveau in een bedrijf te meten*

Elke Kraemer, Localyse

#### Wat kunnen drones voor de wegenbouw betekenen?

*Demonstratie van het gebruik van drones, bijvoorbeeld voor geometrische controle en ligging van verkeersdrempels*

Pierre Desmets, Dronetechnix



## OCW-winteropleiding Duurzame wegen – Productie, controle en uitvoering Donderdag 24 januari – donderdag 28 maart 2019

De wintermaanden komen er weldra aan, en dan weet u dat u op het OCW kunt rekenen voor een nieuwe editie van de Winteropleiding. Sinds 2004 presenteren wij u in de maanden januari tot maart een vier- of vijfdaagse basiscursus om uw kennis van de wegenbouw up-to-date te houden en te netwerken met de mensen uit onze sector.

Trouw aan onze aanpak van een driejarige cyclus, brengen we elk jaar een specifieke levenscyclusfase van de weg voor het voetlicht. Na vorig jaar bijzondere aandacht te hebben gegeven aan wegontwerp en de keuze van oplossingen en te gebruiken materialen, focussen we dit jaar op de uitvoering van wegenwerken en de praktische aspecten daarrond, inclusief controle. Volgend jaar komen dan het onderhoud en de reparaties aan bod.

Het spreekt vanzelf dat waar nodig ook bijzondere aandachtspunten of actuele onderwerpen worden aangesneden. Bovendien wordt het programma rond één van de drie bovenvermelde pijlers elk jaar zo opgebouwd, dat het volledig op zichzelf staat en los van voorgaande en komende edities kan worden gevolgd. In

2019 zullen de lessen dus voornamelijk over productie, uitvoering en controles handelen.

De vier grote vakgebieden waarin het OCW werkt, komen één voor één met hun eigen lesdag aan bod. Ook dit jaar is er een buitenbeentje, met lesdag 2. Na enkele lezingen over grondwerken en (onder)funderingen omvat deze immers een studienamiddag over grondbehandeling, in samenwerking met FEBELCEM en FEDIEX.

Het volledige programma en alle praktische informatie verneemt u te gepastere tijden in een officiële uitnodiging en in het decembernummer van de OCW Mededelingen. Via onze website kunt u online inschrijven.

[www.ocw.be/wintercourse](http://www.ocw.be/wintercourse)

### Noteer alvast de data in uw agenda!

**Dag 1** – Donderdag 24 januari 2019  
*Weginrichting en -uitrusting, mobiliteit en veiligheid*

**Dag 2** – Dinsdag 19 februari 2019  
*Grondwerken en (onder)funderingen*

**Dag 3** – Donderdag 14 maart 2019  
*Betonwegen*

**Dag 4** – Donderdag 28 maart 2019  
*Bitumineuze verhardingen*



Luc De Bock  
02 766 03 57  
[l.debock@brrc.be](mailto:l.debock@brrc.be)



Leen Bosmans  
02 766 03 55  
[l.bosmans@brrc.be](mailto:l.bosmans@brrc.be)

## Nieuwe OCW-publicaties

### Recent zijn verscheidene nieuwe OCW-publicaties verschenen

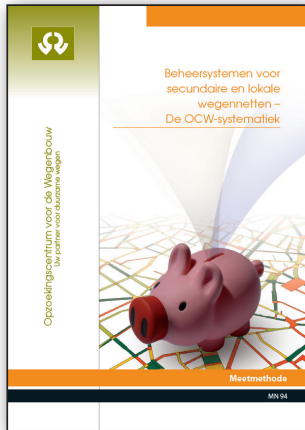
#### Beheersystemen voor secundaire en lokale wegennetten – De OCW-systematiek – Meetmethode (MN 94)

De kunst van wegbeheer bestaat erin tijdig te investeren in technisch verantwoord onderhoud, dat het tevens mogelijk maakt op lange termijn met zo min

mogelijk financiële middelen de prestaties die van de weg worden verlangd, te blijven leveren.

Bij het maken van strategische beslissingen voor investeringen in het onderhoud van wegen kan de wegbeheerder steunen op een wegbeheersysteem (*Pavement Management System* – PMS). Dat is een systematisch proces van onder-

houd, modernisering en exploitatie van een patrimonium, dat engineeringprincipes koppelt aan degelijk onderbouwde commerciële praktijk en economische verantwoording, en dat instrumenten aanreikt voor een beter georganiseerde, flexibeler aanpak van de nodige besluitvorming om in te spelen op de verwachtingen van de bevolking. Tegelijk is het voor de wegbeheerder een hulpmiddel



om te communiceren over de genomen beslissingen en over de effecten die andere beslissingen op de kwaliteit van het wegennet zouden hebben.

Deze publicatie beschrijft de systematiek die het OCW heeft ontwikkeld voor gemeentelijke of stedelijke, of daarmee vergelijkbare, wegennetten. Er wordt ook uitgebreid ingegaan op onder meer de waarde van een wegenpatrimonium, het nut van tijdig en goed onderhoud, en wat een wegbeheersysteem is. Verder worden ook enkele voorbeelden van PMS in actie in België en het buitenland gegeven.

### Handleiding voor de verwerking van bitumineuze mengsels (A 96)

In eerdere OCW-publicaties werd al ingezoomd op de formulering van bitumineuze mengsels (A 69/97), de keuze van de asfaltverharding bij het ontwerp of onderhoud van wegconstructies (A 78/06) en de bereiding van bitumineuze mengsels (A 72/02). Deze nieuwe handleiding behandelt nu de laatste fase: de verwerking van bitumineuze mengsels. De auteurs hebben ervoor gekozen de voorschriften van de verschillende gewestelijke standaardbestekken niet over te nemen, maar informatie te geven die ze aanvult.

De lezer vindt in deze handleiding informatie over het materieel voor de verwerking, de voorbereiding van de werkzaamheden, de eigenlijke verwerking, de controle op de werkzaamheden en de openstelling voor verkeer. Ten slotte worden er speciale aandachtspunten bij de verwerking opgesomd en is er ook aanvullende informatie voor de lezer die meer wil weten.

### Natuursteenverhardingen – Aanbevelingen (A 95)

In een project voor de inrichting van openbare ruimte wordt natuursteen doorgaans gekozen omdat hij een historische of esthetische aanblik biedt. De laatste decennia zijn de mogelijkheden om stedelijke ruimten creatief en hedendaags in te richten sterk uitgebreid door nieuwe technieken om straatkeien te fabriceren en door de uiterst verscheiden nieuwe “kleinschalige” elementen die voor natuursteenverhardingen op de markt zijn gekomen.

De technieken om deze nieuwe verhardingen aan te brengen, zijn veranderd en helemaal niet meer te vergelijken met die voor “traditionele” bestratingen met handmatig gekloofde of behouwen straatkeien. Ook moet worden gezegd dat straatkeien enige tijd plaats hebben moeten ruimen voor verhardingsmaterialen die als moderner werden gezien en als beter presterend bekendstaan. Hierdoor zijn de regelen der kunst voor de toepassing en verwerking van deze verhardingsmaterialen wat in de vergetelheid geraakt.

Deze handleiding voor natuursteenverhardingen wil een technisch basisdocument vormen voor iedereen die bij een inrichtingsproject met natuursteen betrokken is. Ze is bedoeld voor ontwerpers, architecten, aannemers, publieke of private wegbeheerders, of leveranciers van materialen. Ze vormt een naslagwerk voor de keuze van de materialen, het ontwerp en de dimensionering van projecten en de aanleg en het onderhoud van wegen met natuursteen. Omdat de fabricage van een natuurstenen bestratingselement in de eerste plaats haar oorsprong vindt in processen die soms honderden miljoenen jaren teruggaan, is er ook een inleiding over geologie.

### Synthese van de kennis en praktijken in verband met nachtelijke wegwerkzaamheden (SN 49)

Overal ter wereld eisen wegbeherende overheden vaak dat projecten voor werkzaamheden tijdens verkeersluwe uren, in het bijzonder 's nachts, worden uitgevoerd. Dat heeft als doel de effecten van werkvakken op de verkeersdoorstroming terug te dringen. Het idee om meer 's nachts te gaan werken, wekt echter onrust over de effecten van nachtelijke activiteiten.

Deze synthese wil een overzicht geven van de kennis en praktijken op het gebied van nachtelijke werkzaamheden in de drie gewesten van het land en in het buitenland. Daarnaast wil ze ook de voor- en nadelen van nachtwerk analyseren ten aanzien van diverse parameters: verkeer (congestie, veiligheid), werk (kwaliteit, productiviteit, leiden van de werkzaamheden), sociale aspecten (gezondheid van wegwerkers, toestand van bestuurders), economische aspecten (kosten van werkzaamheden, indirecte kosten voor weggebruikers, enz.) en milieuaspecten (lichtvervuiling, lawaai, enz.).

Alle publicaties zijn gratis downloadbaar na registratie op onze website ([www.ocw.be](http://www.ocw.be)).

Ressorterende en steunende leden krijgen de nieuwe OCW-publicaties kosteloos toegestuurd.

Niet-leden kunnen ze tegen kostprijs bij het OCW bestellen:  
mevr. Dominique Devijver  
02 766 03 26 ('s voormiddags);  
[publication@brcc.be](mailto:publication@brcc.be)

## Het gehalte aan organische stoffen van grond: resultaten van het MATOSOL-project



### Inleiding

Het gehalte aan organische stoffen (OS) van natuurlijke ondergronden en steenslagfunderingen is een belangrijke te meten parameter. Organische stoffen hebben immers een negatief effect op het draagvermogen en kunnen de doeltreffendheid van behandeling met bindmiddelen zoals kalk of cement verminderen.

In de praktijk bestaan er verschillende normen en methoden om OS te meten. De verkregen (kwantitatieve of kwalitatieve) resultaten kunnen verschillen naargelang van de gebruikte methode. Het OCW heeft in samenwerking met het BCRC (Belgian Ceramics Research Centre) een prenormatief onderzoek MATOSOL (acroniem voor *Evaluation des méthodes de mesure de la teneur en MATières Organiques des SOLs*) verricht. Dit onderzoek

had als doel de beschikbare proeven voor het meten van het gehalte aan OS te beoordelen en een eenvoudige methodologie voor te stellen. Het werd gesubsidieerd door de FOD Economie en het Bureau voor Normalisatie (NBN). In de eerste twee jaar van het project werd een methodologie voor de meting van het gehalte aan OS uitgewerkt op basis van een studie met een twintigtal soorten klei-, leem- en zandgrond, die een representatieve weergave van de Belgische grondsoorten vormen. Het volgende biennium van het project bood de kans om de voorgestelde methodologie te valideren op nog meer grondsoorten en om de invloed van bepaalde storende chemische componenten op de meting van het gehalte aan OS te bestuderen. In dit artikel worden de belangrijkste resultaten van het onderzoeksproject voorgesteld.

### Meetmethoden voor het gehalte aan OS

In de literatuur bestaan er verschillende methoden om het gehalte aan organische stoffen van grond te meten. We onderscheiden chemische, thermische en thermochemische methoden. Voor grond stellen SB 250 en CCT *Qualiroutes* de methode met waterstofperoxide voor.

Er werden enkele methoden geselecteerd, waarbij rekening werd gehouden met de huidige praktijken en de eenvoud van uitvoering:

- de methode met NaOH, NBN EN 1744-1, § 15.1 [1];
- de methode met kaliumdichromaat, NBN 589-207 [2];
- de methode met waterstofperoxide, NBN 589-207 [2];
- het gloeiverlies na drogen bij 110 °C en vervolgens 4 h gloeien bij 550 °C, NBN EN 15935 [3];
- de referentiemethode: *flash combustion* met calcimetrie, ISO 10693 [4] of NF P94-048 [4 en 5].

De voor dit project gekozen referentiemethode (*flash combustion*) is een thermochemische methode om indirect de hoeveelheid organische koolstof te bepalen. Deze methode is beschikbaar bij het BCRC en wordt in twee stappen uitgevoerd. Bij de eerste stap wordt het to-

tale koolstofgehalte gemeten door middel van *flash combustion* bij zeer hoge temperatuur (1 800 °C), waardoor het te analyseren monster oxideert. De tweede stap is de calcimetrie (ISO 10693 [4] of NF P94-048 [5]), waarbij het gehalte aan anorganische koolstof wordt gemeten. Het verschil tussen de totaal aanwezige koolstof en de koolstof van carbonaten stemt overeen met de hoeveelheid organische koolstof (OC). Het gehalte aan organische stoffen wordt dan bepaald met behulp van een omrekeningsfactor ( $\% OS = 1,724 \times \% OC$ ), rekening houdend met het feit dat organische stoffen voor 58 % uit koolstof bestaan – wat over het algemeen voor grond wordt aangenomen [6].

### Uitwerking van de methodologie op Belgische grondsoorten

#### Metingen van het gehalte aan OS

Van enkele grondsoorten (leem-, klei- en zandhoudend) werden in Vlaanderen en Wallonië (tabel 1) monsters genomen, om een representatieve verzameling van in België aangetroffen grondsoorten te verkrijgen. Aan elk van deze monsters werden de geotechnische, mineralogische en chemische eigenschappen bepaald. Er werden ook mengsels samengesteld met twee leemmonsters uit Sterrebeek, om zo een breder spectrum van het gehalte aan organische stoffen te verkrijgen.

Het gehalte aan organische stoffen van deze grondsoorten werd gemeten door middel van de geselecteerde methoden en vergeleken met de referentiemethode (*flash combustion*). Het doel was een methodologie vast te leggen waarmee het gehalte aan OS voldoende nauwkeurig kan worden bepaald en waarbij tegelijkertijd zo eenvoudig en goedkoop mogelijke proeven worden gebruikt. Om die reden is *flash combustion* uiteindelijk niet in de procedure opgenomen.

Figuur 1 toont de resultaten van de kwalitatieve methode met NaOH, NBN EN 1744-1, § 15.1 [1], die werd toegepast op alle in het eerste biennium bestudeerde grondsoorten. We merken dat het resultaat altijd positief is indien het gehalte aan OS meer dan 1 % bedraagt.

	Plasticiteitsindex (%)
Bovenklei (Boomse klei)	27,2
Klei (Boomse klei)	33,8
Leem uit Sterrebeek 0-1 m	6,6
Leem uit Sterrebeek 1-2 m	6,1
Papzand (zand uit Lubbeek)	-
Scherpzand (zand uit Lubbeek)	-
Leem uit Seneffe < 1 m	4,6
Leem uit Seneffe > 1 m	6,3
Klei uit Beloeil	10,3
Klei uit Barry	39
Zand uit Sirault	-
Leem uit Ecaussinnes	10,6
Klei van Lebailly (Hautrage)	17,1

Tabel 1 – Bemonsterde grondsoorten uit de eerste twee jaar

Wanneer het gehalte aan OS lager dan 1 % is, krijgen we soms valspositieve resultaten. Het gaat daarbij vooral om korrelige grondsoorten. Deze heel eenvoudige methode is opgenomen in de beproevingsmethodologie, omdat een groot deel van de grondsoorten met een OS-gehalte lager dan 1 % er gemakkelijk mee te identificeren is.

Figuur 2 toont het gehalte aan OS van de in Vlaanderen genomen grondmonsters. De methode met waterstofperoxide onderschat de resultaten. De meting werd herhaald voor het leem uit Sterrebeek 0-1 m en de resultaten zijn verschillend. De methode met kaliumdichromaat overschat de resultaten voor de klei en de bovenklei (beide Boomse klei). Deze overschatting werd toegeschreven aan de aanwezigheid van pyriet, dat met kaliumdichromaat reageert. Het resultaat voor de klei werd gecorrigeerd met behulp van de correlatie voor Boomse klei, vastgelegd door Decler et al. [7]. Deze correlatie koppelt het organische-kool-

stofgehalte aan pyriet. De met de gloeiverliesmethode verkregen resultaten voor het leem uit Sterrebeek 1-2 m en de kleisoorten (bovenklei en klei) zijn eveneens overschat.

De verschillende methoden zijn ook toegepast op de in Wallonië genomen grondmonsters. We zien dezelfde trends als bij de Vlaamse grondmonsters.

#### Correlatie tussen gloeiverlies (LOI) en vloeigrens

Gloeiverlies is een eenvoudig uit te voeren methode, maar ze overschat het gehalte aan OS (figuur 2), omdat klei constitutiewater verliest. Om hiermee rekening te houden, kan op het gloeiverlies een correctie worden toegepast door de vloeigrens te gebruiken ( $w_L$  gemeten volgens NF P94-051 [8], Atterbergse grenzen):

$$OS (\%) = LOI - 0,04 \times \text{vloeigrens} (\%) \quad (1)$$

Deze correctie is geldig voor de meeste grondsoorten die in het eerste en het tweede biennium zijn bestudeerd (figuur 4).

#### Methodologie

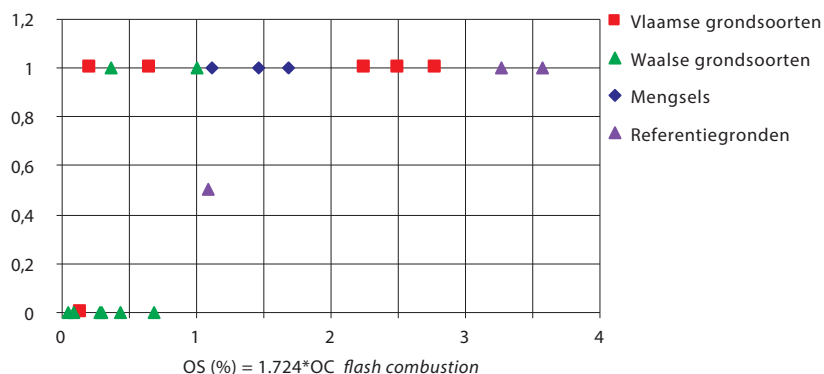
Deze resultaten hebben het mogelijk gemaakt een methodologie voor de meting van het gehalte aan organische stoffen voor te stellen. De aanpak wordt samengevat in figuur 3 (zie blz.8).

Deze methodologie werd toegepast op de twintig in het eerste biennium bestudeerde grondsoorten: achttien resultaten zijn bevredigend. Het leem uit Sterrebeek 0-1 m beantwoordt aan de methodologie, maar het gehalte aan OS na correctie (= 1,59 %) ligt lager dan het gehalte aan OS gemeten door middel van flash combustion (= 2,51 %).

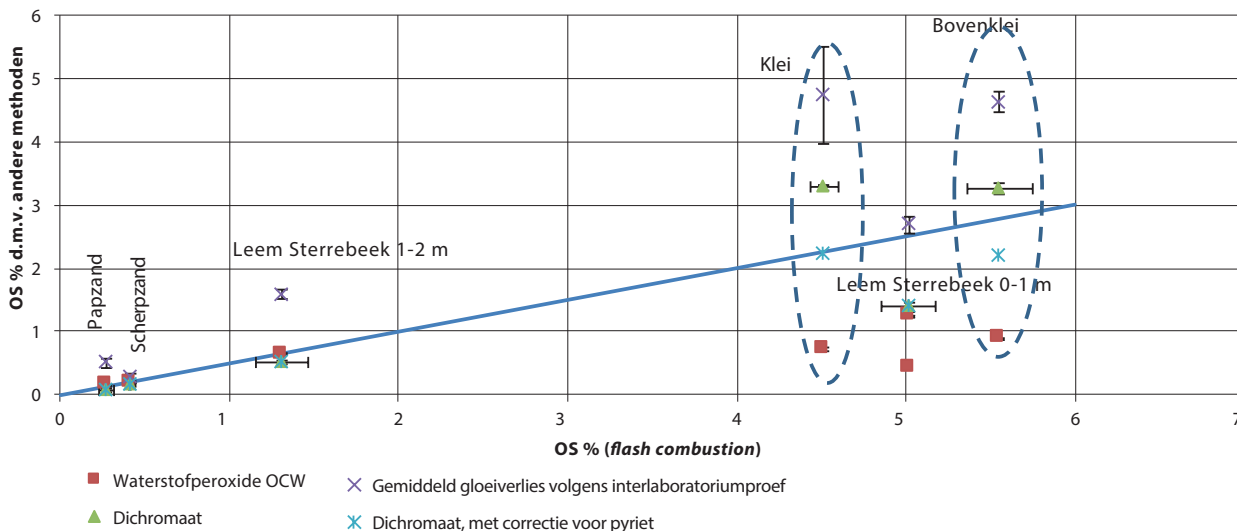
#### Storende componenten en validatie van de methodologie

Het tweede biennium van het project had als doel de voorgestelde methodologie op nog meer grondsoorten te valideren en de invloed van vaak in België voorkomende chemische componenten (pyriet, ijzer en carbonaten) op de meting van het gehalte aan organische stoffen na te gaan.

Zeven grondsoorten werden bestudeerd, waaronder verscheidene ijzerrijke gronden en een mergelgrond rijk aan carbonaten. Deze grondsoorten werden geotechnisch, mineralogisch en chemisch gekarakteriseerd.



**Figuur 1** – Resultaten van de methode met NaOH, afhankelijk van het gehalte aan OS (%)



**Figuur 2** – Gehalte aan OS (%) voor de Vlaamse grondsoorten – vergelijking met OS (%) door middel van flash combustion

Negatief: OK (OS < 1 %)

Positief: verder onderzoek

Aan de zwarte klei werd pyriet toegevoegd om de impact daarvan op de meting van het gehalte aan OS te kwantificeren. Het Fe<sup>2+</sup> van het pyriet kan immers oxideren tot Fe<sup>3+</sup> en zo het resultaat van methoden die op oxidatie en gloeiverlies zijn gebaseerd, beïnvloeden.

Methode met waterstofperoxide

Net zoals in het eerste biennium (figuur 2) zijn de gehalten aan OS gemeten door middel van waterstofperoxide onderschat in vergelijking met de referentiemethode. Een behandeling met fosforzuur om de carbonaten van de mergel uit het Turoon te elimineren, zoals aangegeven in norm NBN EN 15936 [9], had geen invloed op het resultaat en heeft de kloof met de referentiemethode dus niet kunnen verkleinen.

Methode met kaliumdichromaat

Voor de klei uit Marche-en-Famenne, de mergel uit het Turoon en de zwarte klei ligt de waarde bij gebruik van kaliumdichromaat aanzienlijk lager dan bij de referentiemethode.

Toevoeging van 10 % pyriet aan de zwarte klei heeft het resultaat niet significant beïnvloed, wat in overeenstemming is met de resultaten van Mohr [10]. Voorbehandeling met zwavelzuur – zoals aanbevolen door norm NBN 589-207 [2] – om het pyriet te oxideren, had geen invloed op het resultaat.

Gloeiverlies

De correctie (1) aan de hand van de vloeigrens is ook toegepast op de grondsoorten van het tweede biennium (figuur 4). Het gecorrigeerde gloeiverlies van de kleigronden uit Wanlin en Bourlers (beide rijk aan ijzer) blijft groter dan de door flash combustion verkregen waarde. Het gecorrigeerde resultaat voor de mergel, die een hoge vloeigrens heeft, is dan weer onderschat.

In Nederland is een norm voor gloeiverlies [11] opgesteld waarbij een correctie wordt uitgevoerd op basis van de zeefdoorval bij 2 micron maaswijdte ( $p < 2 \mu\text{m}$ ) in % en het gehalte aan vrij ijzer ( $p(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  in %) indien dat hoger is dan 5 %.

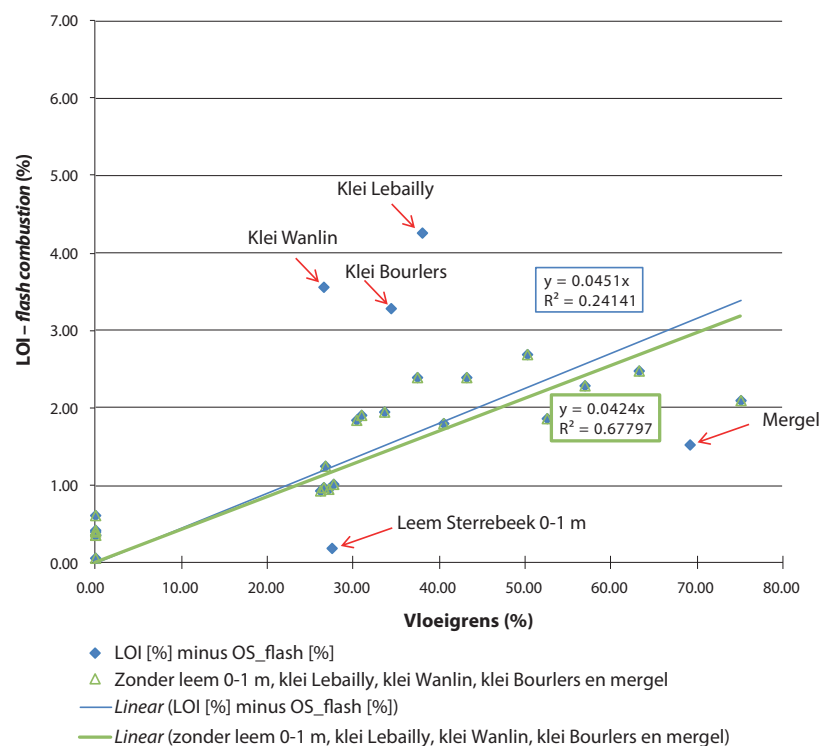
$$\text{LOI, gecorrigeerd} = \text{LOI} - 0,07 \times p (< 2 \mu\text{m}) - 0,12 \times p (\text{Fe}_2\text{O}_3) \quad (2)$$

Gloeiverlies LOI (NBN EN 15935 [3], 4 u 550 °C) [in combinatie met vloeigrens w <sub>L</sub> ] LOI - 0,04 w <sub>L</sub>			
LOI - 0,04 w <sub>L</sub> < 1 %	1 % < LOI - 0,04 w <sub>L</sub> < 2,5 %	2,5 % < LOI - 0,04 w <sub>L</sub> < 3,5 %	3,5 % < LOI - 0,04 w <sub>L</sub>
OK (OS < 1%)	OK (OS < 3%)	Waarden die de grenswaarden benaderen: diepgaand onderzoek - Dichromaat - Waterstofperoxide - Flash combustion	OS > 3%

**Figuur 3** – Voorgestelde methodologie voor de meting van het gehalte aan organische stoffen van Belgische grondsoorten

	Plasticiteitsindex (%)
Mergel uit het Turoon (Betrechies)	44
Zand uit Braine	-
Zwarte klei (Hautrage)	19
Klei uit Ecaussinnes	19
Klei uit Wanlin	14
Klei uit Marche-en-Famenne	28
Klei uit Bourlers	16

**Tabel 2** – Bemonsterde grondsoorten uit het derde en vierde jaar



**Figuur 4** – Verschil tussen gloeiverlies en flash combustion, afhankelijk van de vloeigrens

Deze correctie is toegepast op de grondsoorten van het tweede biennium en op enkele grondsoorten van het eer-

ste. De gloeiverliezen van de kleigronden uit Wanlin en Bourlers (rijk aan ijzer) zijn verminderd door rekening te hou-



den met het gehalte aan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  van deze grondsoorten, maar blijven niettemin hoger dan de waarden van de *flash combustion*. De resultaten na correctie voor de klei uit Marche-en-Famenne (rijk aan ijzer) en de mergel (hoog gehalte aan bestanddelen kleiner dan 2 micron) zijn daarentegen onderschat. Zij tonen dat het nuttig kan zijn rekening te houden met het ijzergehalte, maar de correctie die ontwikkeld is voor Nederlandse grondsoorten moet worden aangepast aan en gevalideerd voor een groter aantal Belgische grondsoorten.

Toevoeging van pyriet aan de zwarte klei leidt tot een overschatting van het gehalte aan OS bij meting met de gloeiverliesmethode (3 %), wat overeenstemt met het massaverlies van pyriet gemeten bij 550 °C.

#### Validatie van de methodologie

De methodologie die tijdens het eerste biennium was ontwikkeld (figuur 3), werd getest op de grondsoorten van het tweede. Ze is niet toepasbaar voor de mergel uit het Turoon (negatief resultaat bij NaOH en waarde van de *flash combustion* iets hoger dan 1 %) en de klei uit Bourlers (rijk aan ijzer). Voor de klei uit Wanlin is ze wel toepasbaar, maar het gecorrigeerde gloeiverlies geeft een te hoge waarde in vergelijking met de referentiemeting.

## Conclusies

De methodologie van figuur 3 is toepasbaar voor de meeste grondsoorten die in deze studie zijn geanalyseerd (24/27).

Met uitzondering van de mergel heeft de eerste test bestaande uit een eenvoudige en kwalitatieve reactie op NaOH, NBN EN 1744-1, § 15.1 [1], tijdens onze proeven geen valsnegatieve resultaten gegeven. Dat maakt het mogelijk om snel veel grondsoorten met een laag gehalte aan organische stoffen te identificeren (< 1 %).

Als de NaOH-test positief is, is het nodig de proeven voort te zetten en zich er op die manier van te verzekeren of de grond al dan niet als ophoogmateriaal kan worden gebruikt (cf. standaardbestekken).

De referentiemethode van onze studie (*flash combustion*/calcimetrie) bracht de grenzen van de andere methoden aan het licht:

## Literatuur

- [1] **Bureau voor normalisatie (2013)**  
*Beproevingmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen. Deel 1, chemische analyse.*  
Brussel: NBN. NBN EN 1744-1+A1.
- [2] **Belgisch instituut voor normalisatie (1969)**  
*Proeven op bouwzand: gehalte aan organische stoffen.*  
Brussel: BIN. NBN 589-207.
- [3] **Bureau voor normalisatie (2012)**  
*Slib, behandeld biologisch afval, bodem en afval: bepaling van het gloeiverlies.*  
Brussel: BIN. NBN EN 15935.
- [4] **International Organization for Standardization (1995)**  
*Soil quality: determination of carbonate content: volumetric method.*  
Geneva: ISO. ISO 10693.
- [5] **Association française de normalisation (1996)**  
*Sols: reconnaissance et essais. Détermination de la teneur en carbonate - méthode du calcimètre.*  
La Plaine Saint-Denis: AFNOR. NF P94-048.
- [6] **Mathieu, Clément; Pieltain, Françoise (2003)**  
*Analyse chimique des sols: méthodes choisies.*  
Paris: Editions TEC & DOC - Lavoisier. 388 blz.
- [7] **Decler, J.; Viaene, W.; Vandenberghe, N. (1983)**  
*Relationships between chemical, physical and mineralogical characteristics of the Rupelian Boom clay, Belgium.*  
In: Clay minerals 18(1), blz. 1-10.
- [8] **Association française de normalisation (1993)**  
*Sols : reconnaissance et essais. Détermination des limites d'Atterberg - limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau.*  
La Plaine Saint-Denis: AFNOR. NF P94-051.
- [9] **Bureau voor Normalisatie (2012)**  
*Slib, behandeld biologisch afval, bodem en afval: bepaling van de totale organische koolstof (TOC) door droge verbranding.*  
Brussel: NBN. NBN EN 15936.
- [10] **Mohr, C. (1979)**  
*Determination of soil organic matter by titration.*  
In: Vag-Och Vattenbyggaren, 25(7/8), blz. 19-21.
- [11] **Nederlands normalisatie-instituut (2014)**  
*Bodem: berekening van het gehalte aan organische stof volgens de gloeiverliesmethode.*  
Delft: NEN. NEN 5754.

- reactie met waterstofperoxide: resultaat vaak onderschat;
- reactie met kaliumdichromaat: onderschat resultaat, maar minder dan bij de methode met waterstofperoxide;
- gloeiverlies bij 550 °C (4 h): overschat resultaat voor kleigronden, invloed van vrij ijzer en pyriet.

De meetwaarden volgens de methode met waterstofperoxide (opgenomen in SB 250 en CCT *Qualiroutes*) zijn vaak onderschat in vergelijking met de waarden verkregen door *flash combustion*. Deze methode geeft ook vaak resultaten die niet meetbaar zijn en verschillen tussen laboratoria.

Voor kalkhoudende grondsoorten zijn er afwijkingen van de referentiemethode vastgesteld (onderschatting van het resultaat door de methoden met waterstofperoxide en kaliumdichromaat; overschatting van het resultaat door de gloeiverliesmethode). Een voorbehandeling van de monsters met zuur volgens norm NBN EN 15936 [9] had geen impact op de meting met waterstofperoxide en verkleinde de afwijking dus niet.

De correctie van het gloeiverlies, gebaseerd op de vloeigrens, toonde zich voor de meeste geanalyseerde grondsoorten efficiënt. Ze zou ook rekening kunnen

houden met het ijzergehalte, maar we beschikken niet over voldoende resultaten om dat statistisch vast te stellen.

In de mate van het mogelijke zullen we de gegevens met betrekking tot de Belgische grondsoorten die we bij onze

analyses aantreffen, samenbrengen om de toe te passen correcties te valideren dan wel te herdefiniëren.



Elia Boonen  
02 766 03 41  
e.boonen@brrc.be



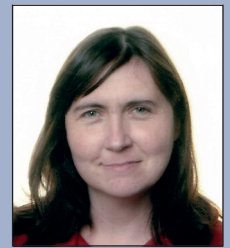
Colette Grégoire  
02 766 03 19  
c.gregoire@brrc.be



Audrey Van der Wielen  
02 766 03 87  
a.vandერიენ@brrc.be



Stefan Vansteenkiste  
02 766 03 85  
s.vansteenkiste@brrc.be



Cathy Delmotte (CRIBC)  
065 40 34 34  
c.delmotte@brrc.be

## Vorst-dooiweerstand van wegebeton in aanwezigheid van dooizouten – Eerste resultaten van het GELAVIA-project



*De duurzaamheid van een betonweg is sterk afhankelijk van de weerstand van de betonsamenstelling tegen vorst-dooicycli in aanwezigheid van dooizouten. De beproevingsmethode die tot voor kort in België werd gehanteerd om de vorst-dooiweerstand met dooizouten te evalueren, is gebaseerd op de oude internationale ontwerpnorm ISO/DIS 4846.2 [1], waarmee jarenlange ervaring is opgedaan en algemeen aanvaarde limietwaarden voor de weerstand tegen afschilfering bij vorst-dooicycli zijn vastgelegd. Sinds de publicatie van de Europese technische specificatie CEN/TS 12390-9 [2] echter, wordt de zogenoemde Slab Test meer en meer naar voren geschoven als de referentiemethode voor de standaardbestekken.*

*In het Belgische prenormatieve onderzoek GELAVIA, dat op 1 december 2016 van start is gegaan met steun van de FOD Economie en waarvoor samengewerkt wordt met CRIC-OCCN en WTCB, wordt onderzocht of met deze recentelijk geïntroduceerde Slab Test relevante prestatieclassen kunnen worden vastgelegd voor de vorst-dooiweerstand met dooizouten van representatieve wegebetonsamenstellingen. Daarnaast heeft het ook als doel de effectiviteit en duurzaamheid van hydrofobe impregneermiddelen te bestuderen, die in bepaalde gevallen worden toegepast om de weerstand tegen vorst-dooicycli in aanwezigheid van dooizouten te verhogen [3].*

*Hierna belichten we de stand van zaken van het onderzoek met een samenvatting van de belangrijkste resultaten, voornamelijk verkregen voor het eerste aspect: de prestatie-eisen voor de vorst-dooiweerstand van wegebeton.*

### Inleiding en probleemstelling

De Belgische standaardbestekken stellen vrij strenge eisen aan het minimale cementgehalte, de maximale water-cementfactor en het optimale luchtgehalte van wegebeton, om een duurzaam en vorstbestendig beton te verkrijgen. Daarnaast geeft de Europese norm NBN EN 13877-1 [4] specifiekere richtlijnen, waarbij de vorst-dooizoutweerstand dient te worden bepaald volgens [2].

Zoals reeds vermeld, werd in België tot voor kort de "oude" ISO/DIS-methode [1] in alle gewesten toegepast, vanwege de lange traditie en de algemeen aanvaarde limietwaarden voor de weerstand tegen afschilfering als functie van de verkeersbelasting; zie bijvoorbeeld tabel 1. In Vlaanderen werd in 2014 echter al de overstap gemaakt naar de zogenoemde

*Slab Test*, gebaseerd op de Europese beproevingsmethode [2].

Eerder onderzoek bij OCW [5, 6] maakte duidelijk dat de *Slab Test* (als een van de drie referentiemethoden in de Europese technische specificatie [2]) de meest geschikte en robuuste methode is om beton op afschilfering in aanwezigheid van dooizouten te beproeven en om de oude beproevingsmethode (gebaseerd op [1]) in België op termijn te vervangen. Bovendien is de *Slab Test* ook recentelijk ingevoerd als de referentiemethode in het certificatieproces van wegebeton, met een aantal lichte aanpassingen in het aantal cycli, de grootte, vorm en bewaring van de proefstukken en het te beproeven oppervlak [7].

In het verleden bleken de resultaten (uitgedrukt in kg/m<sup>2</sup> massaverlies) ver-

kregen met de ISO/DIS-methode na dertig cycli over het algemeen twee- tot viermaal lager te liggen dan met de *Slab Test* methode na achtentwintig cycli [8]. Maar deze bevindingen zijn slechts gebaseerd op een beperkt aantal metingen, die bovendien niet altijd op wegebeton werden uitgevoerd.

Het hoofddoel van het GELAVIA-onderzoek is dan ook de relatie tussen beide meetmethoden te bevestigen en/of na te gaan, voor de meest voorkomende en representatieve wegebetonsamenstellingen in België. Dit moet ons in staat stellen om relevante prestatieclassen te definiëren voor de met de *Slab Test* methode bepaalde vorst-dooiweerstand met dooizouten, aan de hand van een diepgaander vergelijkende studie tussen de twee beproevingsprocedures.

Voorts is uit de praktijk bekend dat manueel aangebracht wegebeton en sommige speciale toepassingen, zoals gekleurde fietspaden of gefigureerde betonverhardingen, gevoeliger zijn voor de effecten van dooizouten en snel sporen van aantasting kunnen vertonen. In deze specifieke gevallen schrijven de standaardbestekken dan ook de toepassing van een hydrofoob impregneermiddel voor, om de weerstand tegen afschilfering te verbeteren. Deze producten worden voorgeschreven volgens de richtlijnen van NBN EN 1504-2 [9]. De referentiebetonsamenstellingen, gebruikt voor het beproeven van de producten, verschillen echter sterk van het typische wegebeton in België. Bovendien worden ook nog vraagtekens geplaatst bij de duurzaamheid in de tijd van de beschermende werking van de impregnatie. Een tweede doel van het bovenvermelde onderzoek is bijgevolg beproevingsmethoden te bestuderen en uit te werken voor de evaluatie van de effectiviteit en duurzaamheid van hydrofobe impregneermiddelen bij toepassing op representatieve wegebetonsamenstellingen.

## Experimenteel

### Beproevingsmethoden

Er bestaan verschillende methoden om de vorst-dooiweerstand in aanwezigheid van dooizouten te beproeven [5]. De meeste bestaan erin, vries-dooicycli toe te passen op proefstukken waarvan het oppervlak bedekt is met een laagje zoutoplossing. De vorst-dooiweerstand wordt daarbij geëvalueerd door de hoeveelheid afgeschilferd materiaal na een bepaald aantal cycli te wegen.

In dit onderzoek ligt de focus enerzijds op de methode die tot voor kort in alle gewestelijke standaardbestekken werd toegepast, de zogenoemde ISO/DIS-methode [1]. Anderzijds bestuderen we de beproevingsmethode gebaseerd op de referentieproef volgens de Europese technische specificatie [2] en opgenomen in de recente reglementaire nota RNR 06 voor de certificatie van wegebeton, de zogenoemde *Slab Test* [7]. De significantste verschillen tussen de twee beproevingsmethoden zijn weergegeven in tabel 2.

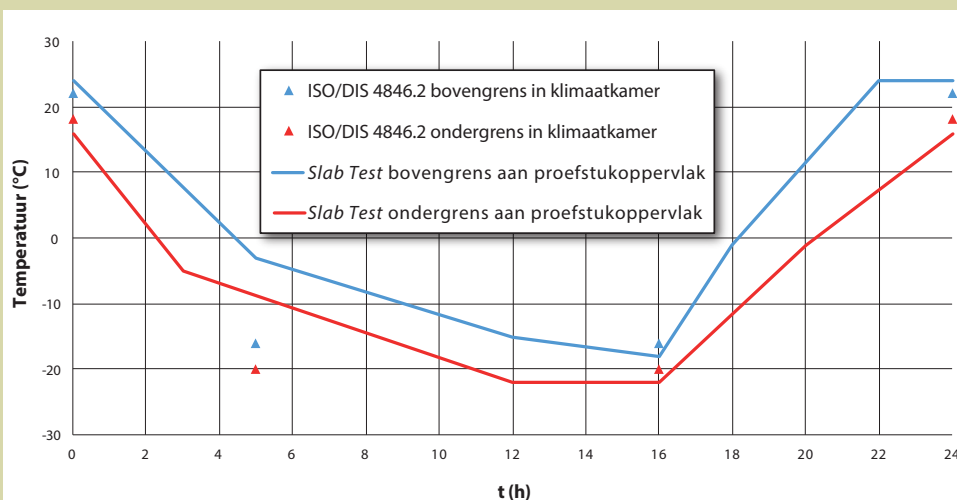
Omdat er ook nog enige discussie was over de relevantie van het uitvoeren van de *Slab Test* op de gezaagde of de bekis-

Standaardbestek	Beproevingsmethode	Aantal cycli	Eenheid	Verkeersklasse	
				B1-B5/ Réseau I	B6-B10, BF/ Réseau II, III
CCT Qualiroutes, versie 1/1/2018	ISO/DIS 4846.2 ("CME 53-16") [1]	30	g/dm <sup>2</sup>	≤ 5	≤ 10
TB 2015	ISO/DIS 4846.2 [1]	30	g/dm <sup>2</sup>	≤ 5	≤ 10
SB 250, versie 3.1a	CEN/TS 12390-9 [2]	28	kg/m <sup>2</sup>	≤ 1,500	≤ 3,000

**Tabel 1** – Eisen voor vorst-dooiweerstand (maximaal massaverlies door afschilfering) in de drie Belgische standaardbestekken

	ISO/DIS 4846.2 [1]	Slab Test RNR 06 (gebaseerd op CEN/TS 12390-9) [2]
Proefstukken	3 kernen (diameter 113 mm, hoogte 45 mm)	4 kernen (diameter 113 mm, hoogte 50 mm)
Beproefd oppervlak	Bovenzijde van kern geboord uit een wegdek (afgewerkt oppervlak)	Bekiste zijde van een kubus (maar wordt ook toegepast op kernen geboord uit een wegdek voor controle a posteriori)
Aantal cycli	30 (24 h elk)	28 (24 h elk)
Dooizout	3 % CaCl <sub>2</sub>	3 % NaCl
Conditionering	Na kernboring minimaal 14 d in klimaatkamer bij (20 ± 2) °C en (60 ± 5) % RH	28 d onder water bij (20 ± 2) °C, daarna 14 d in klimaatkamer bij (20 ± 2) °C en (60 ± 5) % RH
Isolatie van proefstuk	Nee 	Ja 
Verzamelen van afgeschilferd materiaal	Spuitfles	Spuitfles CEN/TS 12390-9: borstel
Eenheid resultaten	g/dm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>

### Temperatuurcycli



Noot: voor de *Slab Test* methode wordt de temperatuur gemeten aan het oppervlak van een proefstuk dat geïsoleerd is. Dit maakt dat de vries-dooicycli agressiever zijn dan in de ISO/DIS 4846.2-methode.

**Tabel 2** – Belangrijkste verschillen tussen twee bestudeerde beproevingsmethoden: Slab Test RNR 06 en ISO/DIS 4846.2

Code combinatie	Verkeers-klasse SB 250/ CCT <i>Qualiroutes</i>	Cement-gehalte (kg/m <sup>3</sup> )	W/C-factor	Lucht-gehalte (%)	Consistentie-klasse	Oppervlak-afwerking
RI-400-S1-air-L	B1-B5/I	400	0,45	3-6	S1-S2	Uitwassen
RII-375-S1 -air-L	B6-B10/ II	375	0,50	3-6	S1-S2	Uitwassen
RII-375-S1-air-B	B6-B10/ II	375	0,50	3-6	S1-S2	Bezemen
RI-400-S3- air-L	B1-B5/ I	400	0,45	3-6	S2-S3	Uitwassen
RII-375-S3- air-L	B6-B10/ II	375	0,50	3-6	S2-S3	Uitwassen
RII-375-S3-air-B	B6-B10/ II	375	0,50	3-6	S2-S3	Bezemen
<i>RI-400-S3-L</i>	<i>B1-B5/I</i>	<i>400</i>	<i>0,45</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Uitwassen</i>
<i>RI-400-S3W-L</i>	<i>B1-B5/I</i>	<i>400</i>	<i>(0,45)<sup>(2)</sup></i> <i>0,51</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Uitwassen</i>
<i>RII-375-S3-L</i>	<i>B6-B10/II</i>	<i>375</i>	<i>0,50</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Uitwassen</i>
<i>RII-375-S3W-L</i>	<i>B6-B10/II</i>	<i>375</i>	<i>(0,50)<sup>(2)</sup></i> <i>0,56</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Uitwassen</i>
<i>RII-375-S3-B</i>	<i>B6-B10/II</i>	<i>375</i>	<i>0,50</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Bezemen</i>
<i>RII-375-S3W-B</i>	<i>B6-B10/II</i>	<i>375</i>	<i>(0,50)<sup>(2)</sup></i> <i>0,56</i>	- <sup>(1)</sup>	<i>S2-S3</i>	<i>Bezemen</i>
RIII-360-S4-T	Buiten-verharding	360	0,45	-	S4	Afstrijken
<i>RIII-360-S4W-T</i>	<i>Buiten-verharding</i>	<i>360</i>	<i>0,55</i>	-	<i>S4</i>	<i>Afstrijken</i>

<sup>(1)</sup> Voor deze combinaties werd geen luchtbelvormer toegepast, hoewel de standaardbestekken een luchtgehalte tussen 3 en 6 % voorschrijven.

<sup>(2)</sup> Voor deze betonsamenstelling wordt aanvankelijk een slumpwaarde S1-S2 bereikt met toepassing van een plastificeerder, waarbij de water-cementfactor tussen haakjes wordt gerespecteerd. Nadien wordt een overmaat van water toegevoegd, om een slumpwaarde overeenkomstig klasse S3 te bereiken. De W/C-factor verkregen na toevoeging van water is dan ook genoteerd.

**Tabel 3** – Combinaties van betonsamenstellingen in het GELAVIA-onderzoek. Samenstellingen die "buiten de specificaties" vallen, zijn cursief gedrukt

te zijde van een proefstuk, wordt ook de vergelijking gemaakt tussen de resultaten verkregen voor een afgewerkt, een gezaagd en een bekist oppervlak.

#### Beproefde betonsamenstellingen

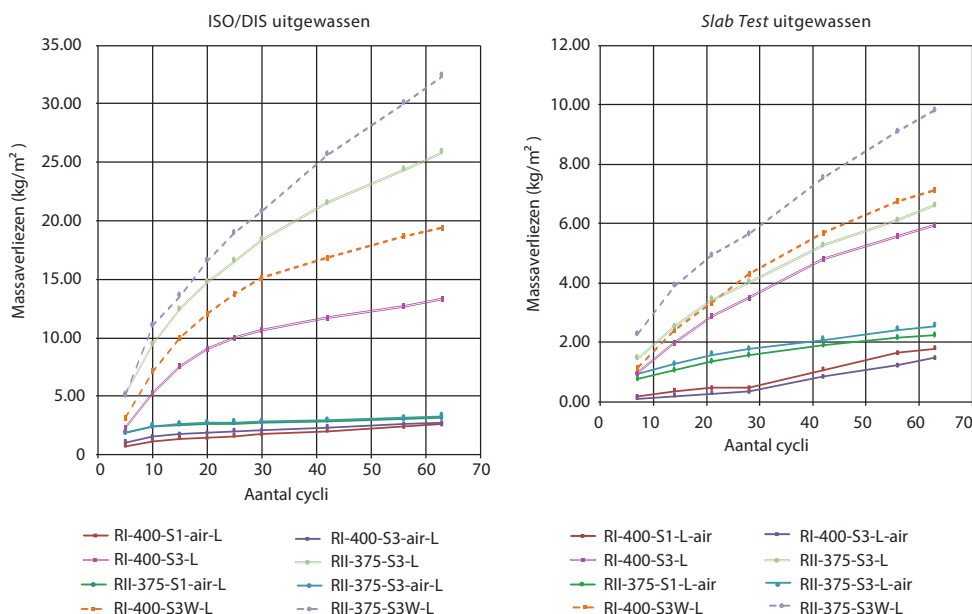
In het GELAVIA-onderzoek worden verschillende combinaties beproefd die representatief zijn voor de betonsamenstellingen en oppervlakafwerkingen, typisch voor zwaar belaste (*Réseau I* in Wallonië of Bouwklassen B1-B5 in Vlaanderen en Brussel) of middelmatig belaste wegen (*Réseau II* of Bouwklassen B6-B10) in België. Daarbij worden twee verschillende oppervlakafwerkingen beproefd (uitgewassen of dwars gebezemd oppervlak), afhankelijk van de eisen in de gewestelijke standaardbestekken (zie tabel 3).

Eén specifieke betonsamenstelling is bedoeld voor buitenverhardingen (360 kg/m<sup>3</sup> cement), waarbij het oppervlak wordt afgewerkt door middel van afstrijken (*trowelling*). Deze samenstelling voldoet aan de eisen van blootstellingsklasse XF4 volgens NBN B 15-001 [10] en NBN EN 206 [11].

Als grondstoffen worden traditioneel in België gebruikte materialen voor wegenbeton toegepast. Alle samenstellingen worden aangemaakt met cementtype CEM III/A 42.5 N LA, twee ronde zandsoorten (0/2 en 0/4) en vier fracties porfieraggregaten (4/6,3; 6,3/10; 10/14; 14/20). Een uitzondering hierop zijn de samenstellingen RIII-360-S4(W)-T, waarvoor kalksteenaggregaten worden gebruikt.

Zes betonsamenstellingen voldoen aan alle eisen in de gewestelijke standaardbestekken met betrekking tot minimaal cementgehalte, maximale water-cementfactor en luchtgehalte voor de beoogde verkeersbelasting en maximale korreldiameter.

Om de gewenste verwerkbaarheid te verkrijgen, wordt een plastificeerder toegepast. Voor de manueel te verwerken mengsels wordt een S3-consistentieklasse bereikt door een plastificeerder te gebruiken of water toe te voegen (code "S3W"). Deze laatste hebben een hogere water-cementfactor dan toegestaan en voldoen bijgevolg niet aan de eisen. Verwacht wordt dan ook dat zij een lagere weerstand tegen afschilfering zullen hebben.



**Figuur 1** – Massaverliezen als functie van het aantal cycli voor uitgewassen betonoppervlakken (de eenheid van de massaverliezen volgens de ISO/DIS-methode is van g/dm<sup>2</sup> in kg/m<sup>2</sup> omgezet)

Methodie	ISO/DIS	Slab Test	Slab Test	Slab Test
Massaverlies	30 cycli	28 cycli	28 cycli	28 cycli
Beproefd oppervlak	Uitgewassen	Uitgewassen	Gezaagd	Bekist
Eenheid	g/dm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
RI-400-S1-L-air	1,74	0,47	0,23	0,71
RII-375-S1-L-air	2,76	1,57	0,24	1,40
RII-375-S1-B-air	7,64	2,58	n.m.	n.m.
RI-400-S3-L-air	2,08	0,34	0,24	0,93
RII-375-S3-L-air	2,82	1,78	0,26	1,89
RII-375-S3-B-air	8,37	2,40	n.m.	n.m.
RI-400-S3-L	10,62	3,51	0,95	3,96
RI-400-S3W-L	15,11	4,33	1,19	4,07
RII-375-S3-L	18,38	4,03	1,92	4,33
RII-375-S3W-L	20,79	5,64	2,58	5,02
RII-375-S3-B	28,91	5,67	n.m.	n.m.
RII-375-S3W-B	32,18	6,31	n.m.	n.m.
n.m. =niet gemeten				

**Tabel 4** – Gemiddeld massaverlies na achtentwintig of dertig cycli (de niet-conforme samenstellingen/waarden volgens de standaardbestekken zijn cursief weergegeven)

Daarnaast worden enkele betonmengsels ook bewust zonder luchtbelvormer aangemaakt (hoewel naargelang van de verkeersklasse en de maximale korrelmaat een luchtgehalte van 3-6 % is voorgeschreven). Voor deze samenstellingen wordt dus ook verwacht dat vorst-dooiweerstand met dooizouten lager zal zijn.

## Eerste resultaten

Hieronder beschrijven we de resultaten voor de betonsamenstellingen met een uitgewassen oppervlakafwerking en een cementgehalte van 375 en 400 kg/m<sup>3</sup>. Hierbij werden zowel de ISO/DIS 4846.2 als de *Slab Test* methode toegepast. De ISO/DIS-methode werd op het afgewerkte oppervlak toegepast, terwijl de *Slab Test* uitgevoerd werd voor zowel het afgewerkte betonoppervlak als de gezaagde of bekiste zijde van proefstukken uit proefkubussen (met zijde 150 mm).

Alle vorst-dooiproeven werden bovendien uitgevoerd tot drieënzestig (in plaats van achtentwintig of dertig) cycli, omdat voorgaand onderzoek had uitgezonden dat hieruit mogelijk extra informatie kan worden gehaald betreffende de intrinsieke weerstand van het beton tegen afschilfering [12].

De evolutie van het massaverlies door afschilfering als functie van het aantal vries-dooicycli is weergegeven in figuur 1, die resultaten voor beide beproevingsmethoden geeft. Het cumulatieve massaverlies na dertig (ISO/DIS) of achtentwintig (*Slab Test*) cycli is opgenomen in tabel 4.

Zoals verwacht, vertonen de betonsamenstellingen met de hoogste cementgehalten (400 kg/m<sup>3</sup>), de laagste water-cementfactor (0,45) en een luchtgehalte tussen 3 en 6 % (RI-400-S1-air-L en RI-400-S3-air-L) de laagste massaverliezen na achtentwintig cycli, met een gemiddelde afschilfering van respectievelijk 0,47 en 0,34 kg/m<sup>2</sup> volgens de *Slab Test* methode. Deze samenstellingen zijn ook conform de meest veeleisende verkeersklassen voor zwaar belaste wegen, waarbij momenteel in Vlaanderen een limietwaarde van 1,500 kg/m<sup>2</sup> wordt voorgeschreven.

De samenstellingen met een cementgehalte van 375 kg/m<sup>3</sup>, een water-cementfactor van 0,50 en een luchtbelvormer (RII-375-S1-air-L en RII-375-S3-air-L) vertonen grotere massaverliezen: 1,57 kg/m<sup>2</sup> en 1,78 kg/m<sup>2</sup> (na achtentwintig cy-

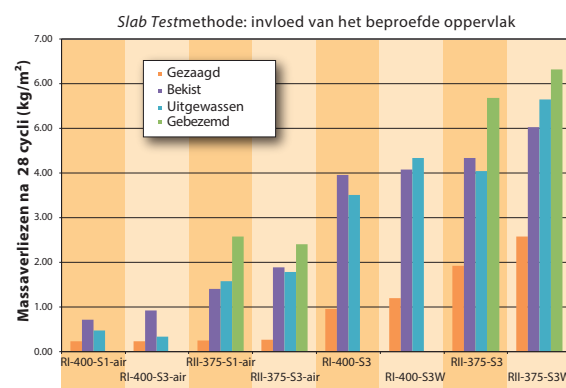
cli volgens de *Slab Test*). Deze waarden voldoen echter nog steeds aan de eisen voor de lagere bouwklassen in Vlaanderen (limietwaarde van 3,000 kg/m<sup>2</sup>).

De andere samenstellingen, waarin geen luchtbelvormer is toegepast, vertonen veel meer afschilfering van het afgewerkte oppervlak, met waarden (ver) boven het maximaal aanvaardbare massaverlies na achtentwintig (*Slab Test*) of dertig (ISO/DIS) cycli zoals vastgelegd in de gewestelijke standaardbestekken.

De grootste massaverliezen – onafhankelijk van de beproeving – zijn te zien voor de samenstelling RII-375-S3W-L, waarin geen luchtbelvormer is toegepast en waaraan nadien extra water is toegevoegd om de verwerkbaarheid te verhogen. Voor dit mengsel ligt de water-cementfactor 0,06 boven de maximaal toegestane waarde (0,50).

Algemeen valt waar te nemen dat de massaverliezen door afschilfering bij gelijk aantal cycli altijd groter zijn als de proef volgens de *Slab Test* methode is uitgevoerd. Hieruit valt af te leiden dat de vorst-dooicycli die de Europese technische specificatie [2] voorschrijft zwaarder zijn dan die volgens de ISO/DIS-methode [1].

Zoals in figuur 2 te zien is, liggen de massaverliezen verkregen met de *Slab Test* methode op gezaagde oppervlakken significant lager dan op het afgewerkte oppervlak. Het gezaagde oppervlak weerspiegelt wellicht beter de intrinsieke weerstand tegen afschilfering van de betonsamenstelling en houdt geen rekening met de oppervlakafwerking of de overmaat aan cementpasta ("beton-



**Figuur 2** – Invloed van het beproefde oppervlak op het massaverlies na achtentwintig cycli volgens de *Slab Test* methode

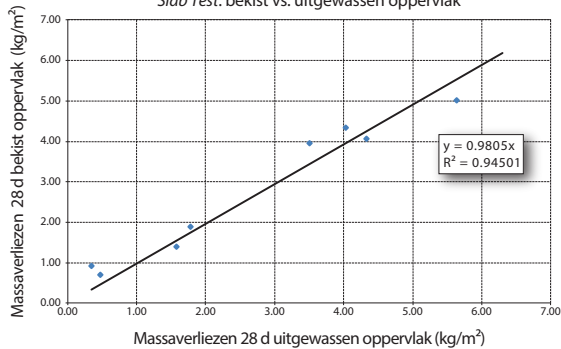
huid") aan het blootgestelde oppervlak.

Bij de afgewerkte oppervlakken blijkt bij gelijke betonsamenstelling dat de verliezen van gebezemde oppervlakken stelselmatig groter zijn dan die van uitgewassen oppervlakken. Deze waarneming steunt echter op slechts vier resultaten en moet nog verder worden nagegaan.

Figuur 2 laat ook nog zien dat de resultaten voor afschilfering van uitgewassen oppervlakken over het geheel genomen vergelijkbaar zijn met die voor afschilfering van bekiste oppervlakken.

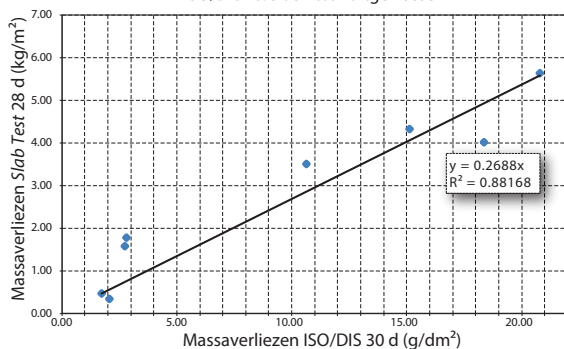
In figuur 3 (zie blz. 14) is de vergelijking gemaakt tussen de massaverliezen na achtentwintig cycli volgens de *Slab Test*, voor een bekist en een uitgewassen oppervlak. Deze vergelijking is belangrijk in het kader van het nieuwe certificatieproces voor wegenbeton [7], waarbij een proef volgens de *Slab Test* methode dient te worden verricht op de bekiste zijde

Slab Test: bekist vs. uitgewassen oppervlak



**Figuur 3** – Massaverliezen na achtentwintig cycli volgens de Slab Test, voor bekist oppervlak versus afgewerkt (uitgewassen) oppervlak

ISO/DIS vs. Slab Test - uitgewassen



**Figuur 4** – Massaverlies van afgewerkt (uitgewassen) oppervlak na achtentwintig cycli volgens de Slab Testmethode en na dertig cycli volgens ISO/DIS-methode

van betonkubussen. Zoals in figuur 3 te zien is, kunnen de resultaten als gelijkwaardig worden beschouwd, maar uiteraard zijn bijkomende resultaten nodig om dit te bevestigen.

Figuur 4 rapporteert de massaverliezen van het afgewerkte (uitgewassen) oppervlak, gemeten na achtentwintig cycli volgens de Slab Test, versus die gemeten na dertig cycli volgens de ISO/DIS-methode. Tussen de resultaten van de Slab Testmethode en de ISO/DIS 4846.2-methode wordt via lineaire regressie een gemiddelde factor van ongeveer 3 (2,7) gevonden. Deze waarde dient nog verder te worden bevestigd door toekomstige resultaten, maar ligt in de lijn van vorige onderzoeken [8] en de huidige eisen in SB 250.

## Conclusies en vooruitzichten

Betonsamenstellingen die representatief zijn voor wegebeton op zwaar en middelmatig belaste wegen in België worden beproefd op vorst-dooiweerstand in aanwezigheid van dooizouten, aan de

hand van de twee methoden (Slab Test volgens RNR 06 [7] en ISO/DIS 4846.2 [1]) die momenteel worden gebruikt.

Op basis van de eerste resultaten van het prenormatieve onderzoek GELAVIA wordt een ratio van ongeveer 3 gevonden tussen de resultaten met de nieuwere Slab Test en die volgens de “oude” ISO/DIS-proef (voor een uitgewassen betonoppervlak). Deze trend dient in het onderzoek nog verder te worden bevestigd, maar moet het op termijn mogelijk maken de referentiemethode volgens de Europese technische specificatie [2] in alle gewestelijke standaardbestekken op te nemen.

De nodige aandacht dient daarbij ook te worden gegeven aan de interpretatie van de resultaten verkregen op verschillende soorten betonoppervlakken, bijvoorbeeld gezaagde, bekiste of afgewerkte (gebezemd of uitgewassen). Gezaagde oppervlakken leveren daarbij doorgaans veel lagere waarden voor de afschilfering op, terwijl het bekiste oppervlak op basis van de huidige resulta-

## Literatuur

- [1] **International Organization for Standardization (1984)**  
*Concrete: determination of scaling resistance of surfaces exposed to de-icing chemicals [ontwerp van internationale norm, opgegeven].*  
Geneva: ISO. ISO/DIS 4846.2.
- [2] **European Committee for Standardization (2016)**  
*Testing hardened concrete. Part 9, freeze-thaw resistance: scaling.*  
Brussels: CEN. CEN/TS 12390-9.
- [3] **Beeldens, Anne; Boonen, Elia; Lybaert, Marijn (2015)**  
*Invloed van oppervlaktebehandelingen op de weerstand tegen vorst en dooizouten bij jong wegebeton. Rob Geuens en Nicolas Schevenhels (KU-Leuven).*  
In: OCW Mededelingen, (104), blz. 17-8.
- [4] **Bureau voor Normalisatie (2013)**  
*Betonverhardingen. Deel 1, materialen.*  
Brussel: NBN. NBN EN 13877-1.
- [5] **De Myttenaere, Olivier (2007)**  
*Onderzoek en vergelijking van de beproevingsmethoden van prENV 12390-9, ISO/DIS 4846-2 en NTN-018 voor de bestandheid van beton tegen vorst-dooicyclusen.*  
In: OCW Mededelingen, (72), blz. 3-7.
- [6] **Dooms, B.; Mosselmans, G.; Beeldens, Anne (2014)**  
*Vorstschade aan betonnen buitenverhardingen: rol van de cementsoort.*  
In: WTCB Contact 11(3), blz. 5.
- [7] **Onpartijdige Instelling voor de Controle van Bouwproducten (2017)**  
*Reglementaire nota voor technische fiches, verantwoordingsnota's en voorstudies voor wegebeton.*  
Zellik: COPRO. RNR 06, Versie 1.0. 37 blz. Online beschikbaar op <http://tw.copro.eu:8000/coproWs/ServiceCopro.svc/select/unique/file/174890>, laatst geraadpleegd op 8 augustus 2018.
- [8] **Beeldens, Anne; Ployaert, Claude; Rens, Luc; De Winne, Pieter (2014)**  
*Belgian specifications for freeze-thaw-resistant pavement concrete.*  
In: 12th international symposium on concrete roads, Prague, September 23-26. Brussels ; Prague ; Paris: European Concrete Paving Association ; Research Institute of Binding Materials Prague ; World Road Association. 10 blz.
- [9] **Bureau voor Normalisatie (2005)**  
*Producten en systemen voor het beschermen en herstellen van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling. Deel 2, oppervlaktebeschermingsystemen voor beton.*  
Brussel: NBN. NBN EN 1504-2.
- [10] **Bureau voor Normalisatie (2018)**  
*Beton: specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Nationale aanvulling bij NBN-EN 206:2013+A1:2016.*  
Brussel: NBN. NBN B 15-001.
- [11] **Bureau voor Normalisatie (2016)**  
*Beton: specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.*  
Brussel: NBN. NBN EN 206:2013+A1.
- [12] **Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid; Opzoekingscentrum voor de wegebouw; Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (2015)**  
*Projet « new Gel-Dégel »: présentation des résultats de la convention CCN/PN/NBN 905 « Critères de résistance des bétons au gel-dégel II » au Comité d'Accompagnement, Sterrebeek, septembre 16.*  
Brussel: OCCN; OCW; WTCB.

ten zeer goed aanleunt bij een uitgewassen oppervlak.

Tot slot zal in een volgende fase van het onderzoek ook het effect van hydrofobe impregnatie onder de loop worden genomen, uit het oogpunt van verbetering van de weerstand tegen afschilfering. Daarbij zal ook de duurzaamheid van deze producten (bijvoorbeeld onder uv-straling en afslijting door verkeer) worden bestudeerd.

Er is ook een reeks monsternemingen op bouwplaatsen aan de gang, ter bevesti-

ging van de resultaten die op in het laboratorium bereid beton zijn verkregen.

In toekomstige OCW-publicaties en op onze website ([www.ocw.be](http://www.ocw.be)) houden wij u op de hoogte van de verdere ontwikkelingen en onderzoeksresultaten.

## Dankbetuiging

De auteurs danken de Federale Overheidsdienst (FOD) Economie voor de (financiële) steun voor het project.

## Gustave Magnelprijs 2014-2018

Als eerbetoon aan zijn medeoprichter en voormalige beheerder-zaakvoerder professor Gustave Magnel heeft het technisch controlebureau voor het bouwwezen SECO de Magnelprijs ingesteld. Deze prijs heeft tot doel toegepast onderzoek in de bouwsector te bevorderen. Hij kan worden toegekend aan onderzoekers in universiteiten, militaire scholen, onderzoekscentra of overheden in EU-lidstaten.

De prijs wordt afwisselend toegekend aan een doctoraal proefschrift op het gebied van civiele techniek (prijs met aanduiding "traditionele activiteiten") of met betrekking tot nieuwe thema's die

de afgelopen decennia aan belang hebben gewonnen, ter aanvulling van het traditionele bouwproces. Daarbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan energieprestatie, flexibiliteit en duurzaamheid (prijs met aanduiding "nieuwe activiteiten").

De proefschriften moeten een originele onderzoeksinsteek hebben, nuttige toepassingen mogelijk maken en verband houden met traditionele aspecten van de bouw en met activiteiten van SECO.

Om in aanmerking te komen, moeten zij vóór 1 november 2018 worden ingezonden. De laureaat wordt uitgeroepen tot "titularis van de Gustave Magnelprijs

## Sint-Truiden pilotstad in project om toegankelijkheid voetpaden te meten

Het stadsbestuur van Sint-Truiden en het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) gaan samen een screening van alle voetpaden binnen de vesten van Sint-Truiden uitvoeren. De meting zal het comfort van de verharding bepalen en zo een objectief beeld geven van de toegankelijkheid van de voetpaden.

Voor de metingen is een OCW-medewerker twee weken lang met een speciaal uitgeruste rolstoel alle voetpaden in het stadscentrum afgereden. De meetstoel meet het comfort en de langs- en dwars-helling van de voetpaden. De resultaten hiervan leiden tot een score van 0 tot 10 per 5 m en een gemiddelde score per straat.

Tim Massart van OCW: "Als onderzoekscentrum voor de wegenbouw beschouwen we de weg als een openbare ruimte van gevel tot gevel. Met en voor wegbeheerders en andere actoren in de sector onderzoeken en ontwikkelen we innovatieve oplossingen om duurzame en voor iedereen toegankelijke straten, pleinen en andere openbare ruimten te realiseren. Zo was de toenemende aandacht voor voetpaden voor ons de aanzet om na te denken hoe we op een objectieve manier het comfort van voetpaden kunnen meten. Voor zover wij weten, bestaat nationaal noch internationaal een objectieve tool om de kwaliteit van voetgangersverhardingen continu, snel en kostenvriendelijk te bepalen. We hebben



Sylvie Smets  
02 766 04 11  
[s.smets@brrc.be](mailto:s.smets@brrc.be)



Elia Boonen  
02 766 03 41  
[e.boonen@brrc.be](mailto:e.boonen@brrc.be)



– traditionele activiteiten" voor de periode 2014-2018. De prijsuitreiking vindt plaats op 6 juni 2019.

Het wedstrijdreglement en andere praktische informatie vindt u op de websites van SECO ([www.seco.be](http://www.seco.be), rubriek News).



ons daarom in de plaats gesteld van een rolstoelgebruiker, die het vaak moeilijker heeft dan valide personen om zich van A naar B te verplaatsen. Door de ervaring met onze meetvoertuigen hebben we een meettoestel gebouwd met als basis een rolstoel. Met het eerste prototype hebben we vergelijkende metingen uitgevoerd met een testgroep van acht-entwintig deelnemers, onder wie zowel valide als mindervalide voetgangers, om na te gaan of onze objectieve beoordeling overeenstemde met de subjectieve

beleving van de weggebruikers. Na de zeer positieve resultaten is het prototype aangepast om efficiënter te kunnen werken. Nu zijn we klaar om een heel voetpadennet zoals hier in Sint-Truiden op te meten."

Schepen voor Mobiliteit Bert Stippelmans: "Sint-Truiden is pilotstad voor deze screening. Het is dan ook de eerste keer dat de meetstoel van het OCW gebruikt wordt om een aaneengesloten stratennet op te meten. Het is zeldzaam dat data worden verzameld die een objectieve beoordeling mogelijk maken, zelfs tot op het niveau van een stukje van 5 m voetpad."

"Als stadsbestuur zetten wij sterk in op toegankelijkheid. Tot vandaag was het echter moeilijk om de toegankelijkheid van voetpaden te meten. Iedereen klaagt wel eens over de slechte staat van een bepaald stuk voetpad. Nu kunnen we dat subjectieve gevoel ook op een objectieve manier meten. Met de resultaten, die we verwachten in de eerste helft van oktober, kunnen onze diensten Mobiliteit en Infrastructuur aan de slag. Op basis van een realistische planning zullen we de toegankelijkheid van de voetpaden aanpakken", aldus burgemeester Veerle Heeren.

"Uit de resultaten zullen we ook heel wat kunnen leren over de mate van comfort

van bepaalde verhardingen. Dit zullen we dan gebruiken bij de materiaalkeuze voor toekomstige projecten", besluit Bert Stippelmans.



Tim Massart  
010 23 65 43  
t.massart@brrc.be

## In memoriam



Met diepe droefheid hebben wij vernomen dat de heer Emmanuel Charles Trojan, voormalig voorzitter van de Confederatie Bouw Brussel-Hoofdstad, op 30 juni op 87-jarige leeftijd overleden is.

Tijdens zijn loopbaan had de heer Trojan verschillende petten op, zowel in het bedrijfsleven als in onze werkgeversorganisatie en in aanverwante organisaties. Een kort overzicht van zijn voornaamste functies:

- bestuurder van de SA *Asphalte Trojan*;
- voorzitter van de Confederatie Bouw Brussel-Hoofdstad (1995 – 2001);
- lid van het Directiecomité van de Confederatie Bouw (1995 – 2000);
- lid van de Nationale Raad van de Confederatie Bouw (1995 – 2001);
- ondervoorzitter van de Confederatie Bouw van Brussel-Halle-Vilvoorde (1980 – 1991);

- voorzitter van de provinciale afdeling Brabant van de Belgische Federatie van Aannemers van Wegenwerken (1992 – 1994);
- rekeningcommissaris bij het OCW;
- bestuurder van Group S (1993);
- bestuurder van Sopa (1993).

De heer Trojan was uiteraard meer dan een aannemer van wegenwerken: hij was vader van vijf kinderen, had een passie voor autosport en beschikte over een onverstoorbare levensvreugde.

Wij bieden de familie en naaste vrienden van de heer Trojan onze oprechte deelneming aan.



## Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Uw partner voor duurzame wegen

*Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30.01.1947*

Verantw. uitgever: A. De Swaef, Woluwedal 42 – 1200 Brussel



[www.linkedin.com/company/brrc](http://www.linkedin.com/company/brrc)



[www.youtube.com/c/BrrcBe](http://www.youtube.com/c/BrrcBe)

### Maatschappelijke zetel

Woluwedal 42  
1200 BRUSSEL  
Tel.: +32 (0)2 775 82 20

[brrc@brrc.be](mailto:brrc@brrc.be)

### Laboratoria

Fokkersdreef 21  
1933 STERREBEEK  
Tel.: +32 (0)2 766 03 00

Avenue A. Lavoisier 14  
1300 WAVRE  
Tel.: +32 (0)10 23 65 00

### Redactie

D. Verfaillie  
M. Van Bogaert  
J. Cornil  
J. Neven  
J. Vandermeulen

ISSN: 0777-2580

