

OCW Mededelingen



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

AGENDA

OCW-opleidingscyclus 2011 ▶ 3

Dag 1 – Donderdag 13 januari

Invulling van het duurzame ontwikkelingsconcept in de wegenbouw

Dag 2 – Dinsdag 25 januari

Weginfrastructuur – Beheersing van grondwerken, aangevoerde materialen en water

Dag 3 – Donderdag 10 februari

Onderhoud en reparatie van weg- en brugverhardingen met bitumineuze materialen

Dag 4 – Dinsdag 22 februari

Aanbrenging, onderhoud en reparatie van betonwegen

Informatienamiddag

VIABEL voor een efficiënt wegbeheer ▶ 5

Symposium

Dunne deklagen, wegdek van de toekomst? ▶ 5

1 Laboratoriumonderzoek naar de mechanische prestaties van leemhoudende grond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel voor wegenbouw ▶ 6

2 Technologische adviesdienst VALODECH ▶ 11

3 Kenmerking van ongebonden (natuurlijke of gerecyclede/ secundaire) korrelvormige materialen met de cyclische triaxiaalproef ▶ 14

4 Onkruidbeheer – Onderzoek op de proefparking van het OCW ▶ 20

5 Wegwerkzaamheden en hinder – Een tussenbalans van het OCW ▶ 25

6 OCW neemt deel aan missie van de Belgische bouwsector naar de Democratische Republiek Congo ▶ 28



Coöperatieve mobiliteit:
evolutie of revolutie?

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30.01.1947

Maatschappelijke zetel

Woluwedal 42
1200 BRUSSEL
Tel.: 02 775 82 20 - Fax: 02 772 33 74

Laboratoria

Fokkersdreef 21
1933 STERREBEEK
Tel.: 02 766 03 00 - Fax: 02 767 17 80

Avenue A. Lavoisier 14
1300 WAVRE
Tel.: 010 23 65 00 - Fax: 010 23 65 05

E-mail: brrc@brrc.be

Redactie

B. Guelton, D. Verfaillie, M. Van Bogaert, J. Cornil, J. Neven



www.ocw.be

Agenda

26 & 27 januari 2011

Park & Road – Vakbeurs voor mobiliteit, parkeren en verkeersveiligheid, Kortrijk
<http://www.parkandroad.be/>

16-17 maart 2011

Deutscher Strassenausstattertag 2011, Düsseldorf (Duitsland)
www.strassenausstattertag.de

5-7 april 2011

Mobitrafic 2011 – Salon international du trafic et de l'exploitation routière, Rijsel (Frankrijk)
www.mobitrafic.com

7-8 april 2011

Fit to Drive – 5th International Traffic Expert Congress, Den Haag (Nederland)
www.fit-to-drive.com

25-27 mei 2011

FIT – Forum International des Transports, Leipzig (Duitsland)
<http://www.internationaltransportforum.org/homefr.html>

8-12 augustus 2011

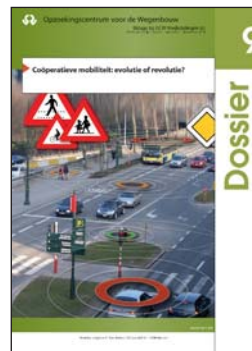
9th Symposium on High Performance Concrete Design, Verification & Utilization Christchurch (Nieuw-Zeeland)
www.hpc-2011.com/nz

26-30 september 2011

24th PIARC World Road Congress, Mexico City (Mexico)
www.aipcr.mexico2011.org/index.php?lang=en

Surf naar de rubriek AGENDA op onze website www.ocw.be

Dossier 9 – Coöperatieve mobiliteit: evolutie of revolutie?



De voorbije decennia is gecombineerd onderzoek verricht om na te gaan hoe nieuwe vervoers-, informatie- en communicatietechnologieën kunnen samenwerken. De achterliggende visie is een echte interactie tussen de bestuurder, zijn voertuig en de vervoersinfrastructuur tot stand te brengen en zo bij te dragen aan een oplossing voor het drievoudige probleem van verkeersonveiligheid, verkeerscongestie en aantasting van het milieu.

Om deze toekomstvisie te verwezenlijken, hebben autoconstructeurs, fabrikanten van voertuigapparatuur, overheden, weg- en wagenparkexploitanten (voor vracht- en openbaar vervoer) en een hele rits dienst- en inhoudsleveranciers de handen in elkaar geslagen voor een unieke samenwerking.

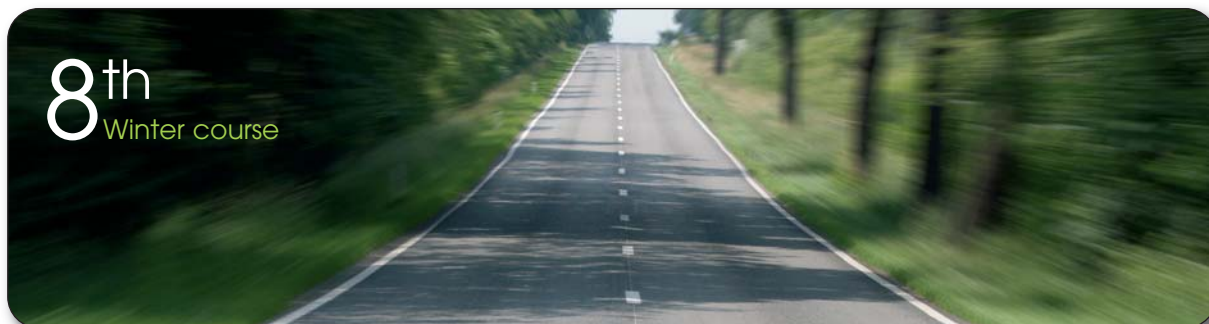
Na een kort historisch overzicht van de evolutie in het Europese onderzoek en een beschrijving van de zogenoemde coöperatieve systemen gaat dit dossier uitgebreid in op de inzet van CVIS, een project waaraan ook het OCW heeft meegewerkt. Ten slotte worden enkele voorbeelden van uitrol van het CVIS-onderzoek beschreven.

► R. Jacobs: 010 23 65 30;
r.jacobs@brrc.be; safety@brrc.be



OCW-opleidingscyclus 2011

13 & 25 januari - 10 & 22 februari 2011



Goede tradities verdienen het in stand te worden gehouden.

Wij voegen aan het lijstje van winterse tradities onze jaarlijkse opleidingscyclus voor vakmensen in de wegenbranche toe en nodigen u in 2011 al voor de achtste keer op rij uit voor deze basis cursus in het OCW-auditorium in Sterrebeek.

Voortbouwend op de goede tradities uit het verleden kiezen we resoluut voor een toekomstgerichte aanpak die steunt op duurzame ontwikkeling. In deze editie ligt de klemtoon dan ook op de kwaliteit van uitvoering, onderhoud en reparaties. Bovendien wordt zowel bij de aanleg van nieuwe als bij renovatie of reparatie van bestaande weginfrastructuur in alle fasen van het bouwproces aandacht besteed aan de sociale, economische en milieutechnische aspecten. Deze thema's worden over vier lesdagen gespreid.

Day 1 13 Jan. 2011



Invulling van het duurzame ontwikkelingsconcept in de wegenbouw

9.00	Ontvangst (met koffie)	
9.30	Verwelkoming	<i>Claude Van Rooten</i>
9.35	Duurzame wegen – Stand van zaken en toekomstperspectieven	<i>Alain Leuridan</i>
	Duurzame wegenbouw	
10.00	Textuur van verhardingen als hulpmiddel in de strijd tegen wegverkeerslawaai en broeikasgassen	<i>Luc Goubert</i>
10.20	Waterdoorlatende verhardingen als tijdelijke opslagplaats voor regenwater	<i>Anne Beeldens</i>
10.40	Gescheiden waterafvoer voor een duurzame en milieuvriendelijke aanpak	<i>Francis Poelmans</i>
11.00	Koffiepauze	
11.20	Recycling spaart grondstoffen – Materiaalkeuze en levenscyclusanalyse	<i>Luc De Bock</i>
	Duurzame mobiliteit	
11.40	«Minder hinder»-aanpak bij wegwerkzaamheden – Toegankelijkheid en mobiliteit in werkzones	<i>Hinko Van Geelen</i>
12.00	Beheer van wegwerkzaamheden – Voorbeelden van een goede aanpak	<i>Wanda Debauche</i>
12.20	Middagpauze	
	Duurzame veiligheid	
13.30	Kernbegrippen voor een duurzame veiligheidsaanpak bij wegontwerp	<i>Xavier Cocu</i>
13.55	Veiligheidsevaluatie – Audits en inspecties	<i>An Volckaert</i>
14.15	Weguitrusting en bescherming van weggebruikers	<i>Kris Redant</i>
14.35	Signalering van wegwerkzaamheden	<i>Erik Caelen (AVCB - VGSB)</i>
14.45	Rationele aanpak voor verkeersaanduidingen in alle fasen van wegenprojecten	<i>Jean-Pierre Van De Winckel</i>
15.15	Instrumenten om de totale prestaties van weginfrastructuur te beoordelen – Recente ontwikkelingen	<i>Renaud Sarrazin</i>
15.35	Vragenronde en slot	

Day 2 25 Jan. 2011



Weginfrastructuur – Beheersing van grondwerken, aangevoerde materialen en water

9.00	Ontvangst (met koffie)	
9.30	Verwelkoming en inleiding	<i>Bernard Dethy</i>
9.40	Opbouw van een wegconstructie	<i>Luc De Bock</i>
10.10	Wegen en water	<i>Régis De Bel</i>
10.30	Koffiepauze	
10.50	Grondproeven in het laboratorium en op de bouwplaats	<i>Patrick Tonné</i>
11.20	Beheersing van grondwerken	<i>Frank Theys</i>
11.50	Grondbehandeling	<i>Colette Grégoire</i>
12.30	Vragenronde	
12.45	Middagpauze	
13.45	Kenmerking van aggregaten	<i>Benoît Janssens</i>
14.15	Toepassing van aggregaten in (onder)funderingen	<i>Luc De Bock</i>
14.45	Geokunststoffen in de wegenbouw	<i>Frank Theys</i>
15.15	Vragenronde en slot	

Day 3 10 Feb. 2011



Onderhoud en reparatie van weg- en brugverhardingen met bitumineuze materialen

9.00	Ontvangst (met koffie)	
9.30	Verwelkoming en inleiding	<i>Ann Vanelstraete</i>
9.35	Keuze van de onderhoudstechniek	<i>Pierre-Paul Brichant</i>
10.25	Voorbereidende werkzaamheden, kleeflaag en bijzondere aandachtspunten bij overlagen	<i>Emmanuel Van Damme (Aswebo)</i>
11.10	Koffiepauze	
11.30	Plaatselijke reparaties	<i>Pierre-Paul Brichant</i>
12.25	Vragenronde	
12.30	Middagpauze	
13.30	Bestrijkingen en slemlagen	<i>Bart Beaumesnil</i>
14.25	Onderhoud van brugbedekkingen – Deel 1: Bijzondere aandachtspunten bij bruggen	<i>Lieve Glorie</i>
14.45	Koffiepauze	
15.15	Onderhoud van brugbedekkingen – Deel 2: Praktische aanpak	<i>Régis Lorant</i>
15.45	Overlagen van betonverhardingen met asfalt en scheurremmende tussenlagen	<i>Ann Vanelstraete</i>
16.25	Vragenronde en slot	

Day 4 22 Feb. 2011



Aanbrenging, onderhoud en reparatie van betonwegen

9.00	Ontvangst (met koffie)	
9.15	Verwelkoming en inleiding	<i>Anne Beeldens</i>
9.20	Ontwerp en uitvoering van wegen met ongewapende betonplatenverharding	<i>Anne Beeldens</i>
9.55	Reparatie van wegen met ongewapende betonplatenverharding	<i>Sergio Perez</i>
10.30	Koffiepauze	
11.00	Optimale samenstelling voor duurzaam beton	<i>Claude Ployaert (Febelcem)</i>
11.50	Voegen, ontwerp en uitvoering	<i>Pascal Buys (Robuco)</i>
12.20	Vragenronde	
12.30	Middagpauze	
13.30	Ontwerp, uitvoering en reparatie van wegen met doorgaand gewapend beton	<i>Olivier De Myttenaere</i>
14.25	Koffiepauze	
14.45	Kwaliteitscontrole bij de uitvoering	<i>Anne Beeldens</i>
15.15	Oppervlakkenmerken van hedendaagse betonwegen	<i>Luc Goubert</i>
15.45	Pathologie van betonwegen aan de hand van case studies	<i>Luc Rens (Febelcem)</i>
16.30	Vragenronde en slot	

Plaats

OCW-auditorium, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek.
Routebeschrijving:
www.ocw.be/maps/Sterrebeek_nl.pdf
Wegens lopend onderzoek is het parkeerterrein niet toegankelijk. Er is parkeergelegenheid op straat.

Talen

Nederlands en Frans, met simultaanvertaling.
De lezingenbundel zal in beide landstalen beschikbaar zijn, zodat de deelnemers een exemplaar in hun taal ontvangen.

Deelname in de kosten

OCW-leden: 175 € / dag / deelnemer.
Niet-leden: 220 € / dag / deelnemer.
Deze prijzen zijn inclusief btw, koffiepauzes, lunch en lezingenbundel.

Inschrijven

Uiterlijk één week voor de betrokken dag, door middel van het (elektronische) formulier op onze website www.brrc.be/winterCourse

Informatie

Mevr. Leen Bosmans, tel.: 02 766 03 55,
fax: 02 767 17 80, e-mail: L.bosmans@brrc.be

Onder OCW-leden verstaan wij ressorterende leden (aannemers in de wegenbouw) en steunende leden (inclusief medewerkers van de gewestelijke overheden MOW, Mobiel Brussel en SPW).

Informatienamiddag VIABEL voor een efficiënt wegbeheer **Dinsdag 18 januari 2011**

Zoals al gemeld in OCW Mededelingen 81 (blz. 15) hebben het OCW en KOAC-NPC vanuit hun rijke ervaring samen *VIABEL*, een nieuw systeem voor het beheer van gemeentelijke wegennetten, ontworpen.

Om vakmensen met deze nieuwe programmatuur vertrouwd te maken, vindt op dinsdag 18 januari 2011 in het OCW-auditorium te Sterrebeek een informatienamiddag plaats. De infosessie richt zich tot opdrachtgevende overheden (steden, gemeenten, provincies, gewesten) en beheerders van grote oppervlakken (bedrijventerreinen, enz.).

► **Programma**

- 12.30 uur Ontvangst (met koffie en broodje)
- 13.30 uur Voorstelling van de *VIABEL*-software voor netbeheer – Theoretische achtergrond en toepassingsmogelijkheden
- 14.45 uur Koffiepauze
- 15.15 uur Visuele inspectie voor netbeheer en demonstratie van de *VIABEL*-software
- 16.30 uur Slot

► **Praktische informatie**

Plaats

OCW-auditorium, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek.
Routebeschrijving:

www.ocw.be/maps/Sterrebeek_nl.pdf

Wegens lopend onderzoek is het parkeerterrein niet toegankelijk. Er is parkeergelegenheid op straat.

Taal

De voertaal is Nederlands. Later in 2011 vindt een informatienamiddag in het Frans plaats.

Inschrijving

Deelnemen is gratis. Om organisatorische redenen is vooraf inschrijven verplicht. Het volstaat uw naam, voornaam, functie, organisatie en adresgegevens te mailen naar duffel@koac-npc.com

Informatie

C. Van Geem, tel.: 010 23 65 22, fax: 010 23 65 05,
e-mail: c.vangeem@brrc.be

Symposium Dunne deklagen, wegdek van de toekomst? **Dinsdag 29 maart 2011**

Dunne asfaltdeklagen (DAD) zijn kosten- en eco-efficiënt, bezitten een uitstekende stroefheid, verminderen het rolgeluid en kunnen snel worden aangebracht. Ze worden al een vijftiental jaren in Europa en daarbuiten toegepast, hoewel ze ook enkele zwakkere punten vertonen zoals een zekere rafelingsgevoeligheid en een risico op loslaten van de onderlaag.

Om de kennis over en de prestaties van deze deklagen te optimaliseren, is onder het acroniem *OPTHINAL* (*Optimization Thin Asphalt Layers*) de huidige kennis en ervaring over DAD gebundeld. Er is ook onderzocht hoe de materiaalkeuze en het mengselontwerp de prestaties van DAD kunnen beïnvloeden. Het project is onder *ERA-NET ROAD* uitgevoerd door een consortium met het Deense DRI als projectleider en het Zweedse VTI en het OCW als partners. Het liep in december 2010 af.



H. Bendtsen

Op dinsdag 29 maart 2011 stellen de leden van het projectteam de onderzoeksresultaten in het OCW-auditorium te Sterrebeek voor. De voertaal is Engels. Het symposium richt zich tot alle vakmensen in de wegenbouw – aannemers, asfaltproducenten, adviesbureaus, regionale, provinciale en gemeentelijke wegbeheerders, enz.

► Programma

9.00	Ontvangst (met koffie)	
10.00	Verwelkoming	C. Van Rooten (OCW)
10.10	ERA-NET ROAD	C. Pecharda (FFG)
10.20	Defining the OPTHINAL project	M. Wendel (STA)
10.35	Carrying out the OPTHINAL project	J. Kragh (DRI)
10.50	An overview of the use of TAL ¹	U. Sandberg (VTI)
11.15	Koffiepauze	
11.35	Mix design and application	E. Nielsen/E. Olesen (DRI)
12.00	Case study: TAL in Switzerland	A. Jacot (SACR Zürich)
12.15	Debat	
12.25	Middagpauze	
13.25	Life Cycle Costing (LCC) of TAL	R. Karlsson (VTI)
13.50	Environment and safety aspects of TAL	
	- Sustainability	E. Nielsen (DRI) / B. Kalman (VTI)
	- Surface properties:	L. Goubert (OCW)
	Noise / Rolling resistance	
	- Work environment	B. Kalman (VTI)
14.35	The way forward: optimization of TAL	S. Vansteenkiste (OCW)
15.05	Koffiepauze	
15.25	Recommendations	E. Nielsen/E. Olesen (DRI)
15.45	Debat	
16.15	Slot	

¹ TAL = Thin Asphalt Layer = dunne asfaltdeklaag (DAD).

► Praktische informatie

Plaats

OCW-auditorium, Fokkersdreef 21, 1933 Sterrebeek.

Routebeschrijving:

www.ocw.be/maps/Sterrebeek_nl.pdf

Wegens lopend onderzoek is het parkeerterrein niet toegankelijk. Er is parkeergelegenheid op straat.

Taal

De voertaal is Engels. Er is geen simultaanvertaling.

Deelname in de kosten

OCW-leden: 160 € / deelnemer.

Niet-leden: 200 € / deelnemer.

Deze prijzen zijn inclusief btw, koffiepauzes, lunch, lezingenbundel en een exemplaar van het eindrapport.

Informatie en inschrijving

Mevr. Leen Bosmans, tel.: 02 766 03 55, fax: 02 767 17 80, e-mail: L.bosmans@brrc.be

Onder OCW-leden verstaan wij ressorterende leden (aannemers in de wegenbouw) en steunende leden (inclusief medewerkers van de gewestelijke overheden MOW, Mobiel Brussel en SPW).

1 Laboratoriumonderzoek naar de mechanische prestaties van leemhoudende grond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel voor wegenbouw

► Context

Voor het OCW is geotechniek altijd al een belangrijk aandachtspunt geweest.

Grondbehandeling is een oude techniek die onder druk van de strenger wordende milieuwetten en de toenemende schaarste aan grondstoffen momenteel weer sterk in de belangstelling komt.

In het kader van zijn duurzame visie op de weg wil het Centrum grondbehandeling dan ook promoten als een technisch, economisch en ecologisch verantwoorde oplossing voor de problematiek van uitgegraven grond.

Voor zijn afstudeerscriptie aan de *Université Libre de Bruxelles (ULB)* onderzocht Cédric Detavernier de mechanische prestaties van grond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel voor wegenbouw (ref. 1). Een deel van de proeven werd in het OCW verricht, onder supervisie van Régis De Bel (onderzoeker in de afdeling Leefmilieu – Betonwegen – Geotechniek – Oppervlakkenmerken).

Op 1 september 2009 ging in het Centrum het onderzoeksproject *Mechanische prestaties van grond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel voor wegenbouw* van start. Dit project heeft een looptijd van twee jaar en geniet steun van het

Bureau voor Normalisatie (NBN). Hoofddoel is het nauwkeurig vastleggen van de beproevingsmethoden voor de normen met betrekking tot deze prestaties.

Ten slotte is behandeling van grond met hydraulische bindmiddelen opgenomen in de recentelijk gepubliceerde *Handleiding voor grondbehandeling met kalk en/of hydraulische bindmiddelen* en de vier bijbehorende praktijkgidsen (ref. 2 tot 6). Om ontwerpers en uitvoerders een overzicht van de huidige kennis te bieden en de nieuwe publicaties voor te stellen, organiseerde het OCW op 7 oktober 2010 in zijn auditorium te Sterrebeek een studiedag over grondbehandeling. Het grote aantal deelnemers (ruim honderdvijftig!) bewijst de belangstelling in de wegenbranche voor dit actuele onderwerp.



Ressorterende en steunende leden kregen deze publicaties kosteloos toegezonden. Niet-leden kunnen ze tegen betaling bestellen (publication@brcc.be).

► Wat zijn hydraulische bindmiddelen voor wegebouw?

Hydraulische bindmiddelen voor wegebouw (HBW) worden gebruikt voor de behandeling van aggregaten en grond voor de aardebaan, onderfunderingslagen, taluds, enz. De samenstelling hangt van de aard en de specifieke kenmerken af, maar steunt steeds op een keuze uit de volgende hoofdbestanddelen: portlandklinkercement, gegranuleerde hoogovenslak, natuurlijke of gebrande puzzolanen, kiezel- of kalkhoudende vliegias, gebrande leisteen, kalksteen, kalk en ongebluste kalkhoudende vliegias met ten minste 15 % reactief calciumoxide. Sommige HBW kunnen ook een hoog gehalte aan kalk (tot 30 %) bezitten. Bijkomende bestanddelen mogen worden toegevoegd in een verhouding die niet meer dan 5 % van de massa van het mengsel bedraagt. Ten slotte kan bij de productie in de fabriek ook calciumsulfaat worden toegevoegd.

¹ De normontwerpen kunnen bij het NBN worden aangevraagd.

De mechanische, fysische en chemische eisen voor HBW, de conformiteitscriteria en de methoden voor de conformiteitsbeoordeling zijn beschreven in het normatieve document prEN 13282. In 2012 wordt dit document als Europese norm in drie delen (EN 13282-1, -2 en -3) van kracht¹.

► Kenmerking van materialen

Voor het onderzoek ten behoeve van de afstudeerscriptie is quartaire leemgrond uit de deklaag van de groeve van Tellier-des-Prés (op de grens van de gemeenten Soignies, Braine-le-Comte en Ecaussinnes) gebruikt.

Tabel 1 geeft de hoofdkenmerken van de beschouwde leemgrond weer.

Leemgrond van Ecaussinnes		
Korrelgrootteverdeling	< 2 µm	15 %
	< 63 µm	74 %
	< 2 mm	100 %
Methyleenblauwwaarde (MBW)	18 g MB / 1 000 g	
Uitrolgrens w_p	22 %	
Vloeigrens w_L	32 %	
Plasticiteitsindex I_p	10 %	
Gehalte aan organische stoffen (OS) (NBN 589-207)	0,15 %	

Tabel 1 – Hoofdkenmerken van de beschouwde leemgrond

Als bindmiddelen zijn ROC TR en ROC AS toegepast.

Volgens de beschrijving van de fabrikant is ROC TR een bindmiddel dat steunt op de gecombineerde werking van een fractie ongebluste kalk en een snelbindende hydraulische fractie.

De fabrikant beschrijft ROC AS als een polyvalent bindmiddel dat hoofdzakelijk bestaat uit hoogovenslak en een specifiek activeermiddel. Het wordt vaak toegepast bij een gemengde behandeling, na voorbehandeling met ongebluste kalk of ROC TR.

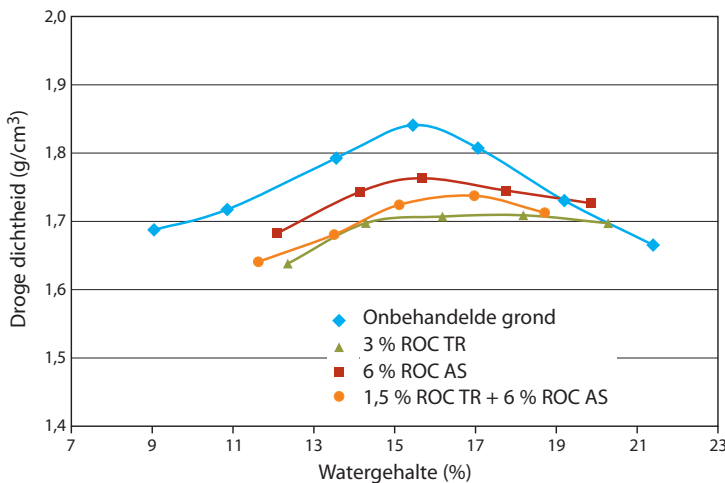
Voor het onderzoek zijn proefstukken van zowel onbehandelde als behandelde grond beproefd. Voor de grondbehandeling zijn drie mengselvarianten toegepast:

- leem + 3 % ROC TR;
- leem + 6 % ROC AS;
- leem + 1,5 % ROC TR (voorbehandeling) + 6 % ROC AS.

De toegepaste doseringen zijn aanbevolen door de fabrikant. Gezien het relatief korte tijdsbestek voor de afstudeerscriptie was het niet mogelijk meer varianten te beproeven of een vooronderzoek naar optimale dosering van de bindmiddelen te verrichten.

► Beproeversprogramma

Met de proctorproef is het proctoroptimum (NPO) van de onbehandelde leemgrond en de mengselvarianten bepaald (figuur 1).



Figuur 1 – Proctorkrommen voor onbehandelde en behandelde grond

Tabel 2 geeft de maximale droge dichtheid ρ_d en het watergehalte bij het normale proctoroptimum w_{NPO} weer.

NPO	ρ_d (g/cm ³)	w_{NPO} (%)
Onbehandelde grond	1,84	15,4
3 % ROC TR	1,71	18,2
6 % ROC AS	1,76	15,7
1,5 % ROC TR + 6 % ROC AS	1,74	17,0

Tabel 2 – NPO voor onbehandelde en behandelde grond

Voorts zijn aan proefstukken van de verschillende mengsels, die met de energie van de normale proctorproef zijn verdicht, de mechanische prestaties in termen van mechanische sterkte en stijfheid als functie van de tijd (tot zesenvijftig dagen na de behandeling) bepaald.

De mechanische sterkte kan worden bepaald aan de hand van de druksterkte R_c (volgens de NBN EN 13286-41) en de splijttreksterkte R_{it} (volgens de NBN EN 13286-42).

De vrije drukproef heeft tot doel de druksterkte R_c van een behandeld materiaal na een korte bewaartijd (enkele dagen tot enkele maanden) te bepalen. De druksterkte R_c is een belangrijk criterium om te bepalen wanneer bouwverkeer op de behandelde grond mag worden toegelaten.

Omdat de treksterkteproef nogal omslachtig is, wordt de rechtstreekse treksterkte R_t bepaald uit de splijttreksterkte (of indirecte treksterkte) R_{it} . Voor behandelde grond geldt de relatie (ref. 7):

$$R_t = 0,8 R_{it}$$

Uit de gevonden R_{it} -waarde kan de sterkte van behandelde grond op lange termijn (verscheidene maanden tot zelfs enkele jaren) worden afgeleid.

Met deze waarde kan ook empirisch worden bepaald of de behandelde grond vorstbestendig is.

Om de vervormbaarheid na te gaan, worden aan de hand van de splijttreksterkteproef de elasticiteitsmodulus E_{it} en de coëfficiënt van Poisson ν (NBN EN 13286-43) bepaald. Daartoe wordt tijdens de splijttreksterkteproef met een bijzondere installatie de verplaatsing volgens twee assen (0° en 60° ten opzichte van de horizontale lijn) bij het bezwijken van het proefstuk gemeten. De bijzondere installatie bestaat uit twee koppels LVDT²-meet-sensoren op een dubbele steun (figuur 2).



Figuur 2 – Proefopstelling ter bepaling van de elasticiteitsmodulus E_{it} en de coëfficiënt van Poisson ν

² LVDT: Linear Variable Differential Transformer.

Uit de gemeten verplaatsingen kunnen de elasticiteitsmodulus E_{it} en de coëfficiënt van Poisson ν worden afgeleid. Deze waarden vormen invoergegevens bij berekeningen van constructieve ontwerpen. Uit technisch en economisch oogpunt is het dan ook nuttig ze te kennen.

De hierna beschreven resultaten zijn gemiddelde waarden, bepaald aan vijf proefstukken met een diameter van 5 cm en een lengte van 5 cm. Deze proefstukken werden onder axiale druk (volgens de NBN EN 13286-53) vervaardigd.

► Beproevingresultaten

Figuur 3 geeft voor de verschillende mengsels het verloop van de vrije druksterkte R_c in de tijd.

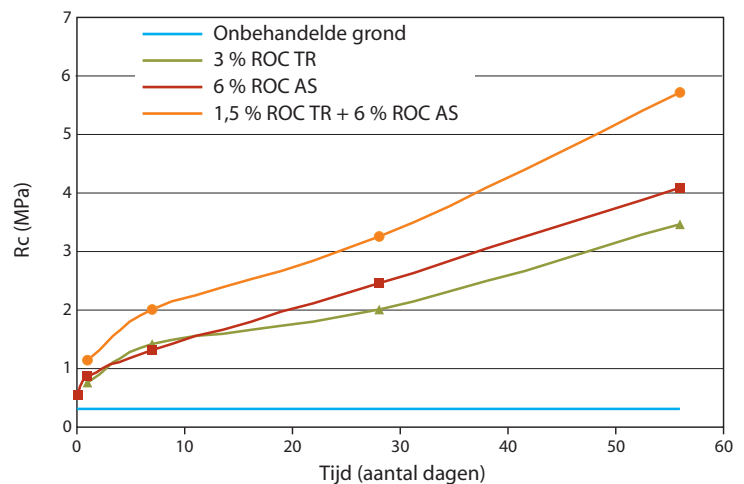
De resultaten tonen het gunstige effect van grondbehandeling op de sterkte. Het blijkt dat de sterkte van de behandelde grond na 24 h naargelang van de toegepaste behandeling 2,4 tot 3,7 maal zo groot is als bij de onbehandelde grond.

Bovendien neemt het effect ook aanzienlijk toe in de tijd. Uit het verloop van de krommen kan worden afgeleid dat de maximale sterkte na zesenvijftig dagen nog niet is bereikt. In dat stadium is de sterktetoeename na een gemengde behandeling met ROC TR (1,5 %) en ROC AS (6 %) twintigmaal zo groot als bij onbehandelde grond. De reactiesnelheid kan iets verschillen naargelang van de toegepaste behandeling. Vermoedelijk heeft dat te maken met de dosering en de aard van het bindmiddel.

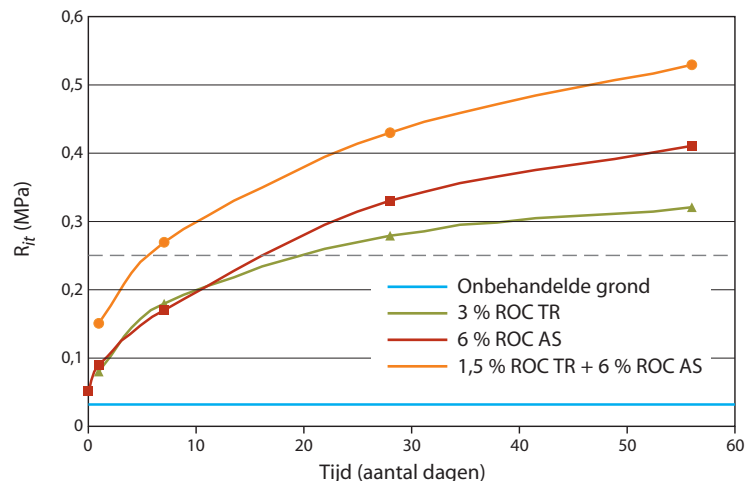
Bij grondstabilisatie is een minimale druksterkte R_c vereist vooraleer bouwverkeer mag worden toegelaten (ref. 4). Deze minimumwaarde is afhankelijk van de cumulatieve verkeersbelasting tijdens de werkzaamheden en moet gelijk zijn aan:

- 1 MPa bij minder dan 20 zware voertuigen³;
- 1,2 MPa bij 20 tot 500 zware voertuigen;
- 1,5 MPa bij meer dan 500 zware voertuigen.

Uitgaande van de bovenvermelde resultaten en criteria en een cumulatieve verkeersbelasting van meer dan 500 zware voertuigen moet na een gemengde behandeling met ROC TR (1,5 %) en ROC AS (6 %) een wachttijd van vier dagen in acht worden genomen alvorens bouwverkeer toe te laten. Voor de andere twee behandelingen (respectievelijk met 3 % ROC TR en 6 % ROC AS) bedraagt de wachttijd ongeveer tien dagen. Voor kleinere bouwplaatsen (bouwverkeer < 20 zware voertui-



Figuur 3 – Verloop van de vrije druksterkte R_c in de tijd



Figuur 4 – Verloop van de splijttreksterkte R_{yt} in de tijd

gen) bedraagt de wachttijd respectievelijk slechts 24 h en drie dagen.

Als criterium voor het draagvermogen van een hoogpresterende fundering onder een bedrijfsvloer wordt een druksterkte van 1,5 MPa na achten-twintig dagen geëist (ref. 6). Figuur 3 toont dat met de drie behandelingen ruimschoots aan deze eis wordt voldaan.

In figuur 4 is de splijttreksterkte R_{yt} uitgezet tegen de tijd.

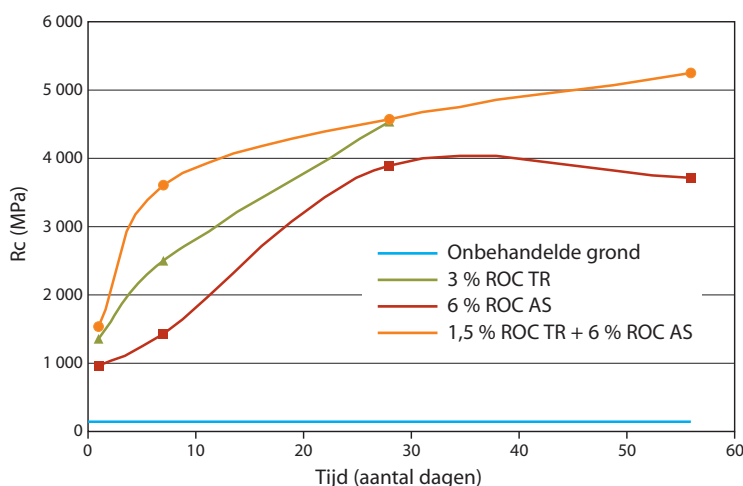
De toename van de druksterkte (figuur 3) en de splijttreksterkte (figuur 4) verloopt nagenoeg gelijk. Dat leidt tot gelijksoortige conclusies voor de beschouwde twee proeven.

³ Onder zwaar voertuig moet worden verstaan een vrachtoertuig met een totaal gewicht van ten minste 35 kN.

Om de vorstbestendigheid van grond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel na te gaan, is een empirisch verband als functie van de splijttreksterkte bepaald. Om als vorstbestendig te worden beschouwd, moet behandelde grond tegen de datum dat vermoedelijk vorst op de bouwplaats zal optreden een splijttreksterkte R_{it} van ten minste 2,5 MPa bezitten (ref. 4). Omdat de sterkte in de behandelde laag trager kan toenemen dan tijdens het vooronderzoek in het laboratorium bij 20 °C, kunnen de resultaten op de bouwplaats en in het laboratorium iets verschillen.

De twee proeven tonen dat de geëiste R_{it} -waarde van 0,25 MPa met de verschillende behandelingen redelijk snel wordt bereikt, namelijk na een twintigtal dagen bij een behandeling van leem met 3 % ROC TR tot minder dan zeven dagen voor leem na een gemengde behandeling met ROC TR (1,5 %) en ROC AS (6 %). Dat zijn zeer goede resultaten.

In figuur 5 is voor de verschillende mengsels de elasticiteitsmodulus E_{it} uitgezet tegen de tijd.



Figuur 5 – Verloop van de elasticiteitsmodulus E_{it} in de tijd

Net zoals voor de sterkteproeven toont deze figuur het gunstige effect van grondbehandeling op de stijfheid. De grondbehandeling zorgt voor een aanzienlijke toename van de elasticiteitsmodulus, waarbij al na achtentwintig dagen E_{it} -waarden van 4 000 MPa worden bereikt.

De bereikte waarden zijn zeer interessant voor berekeningen van constructieve ontwerpen, bijvoorbeeld voor de toepassing van met HBW behandelde grond in funderingslagen.

De coëfficiënt van Poisson ν van de onbehandelde grond is 0,30 tegenover ongeveer 0,15 voor de behandelde grond. Er is echter een grote spreiding van de resultaten geconstateerd, vermoedelijk door de zeer lage verplaatsingswaarden. Dat heeft een gebrekkige nauwkeurigheid van de resultaten als gevolg. Momenteel wordt onderzocht of beproeving op grotere proefstukken (met een diameter van 10 cm en een hoogte van 10 cm) een grotere nauwkeurigheid zou opleveren.

► Conclusies

Dit onderzoek had tot doel door middel van laboratoriumproeven de mechanische prestaties van leemgrond na behandeling met een hydraulisch bindmiddel voor wegebouw na te gaan. Daartoe is de beschouwde leemgrond respectievelijk met 3 % ROC TR, 6 % ROC AS en 1,5 % ROC TR + 6 % ROC AS behandeld.

De verrichte sterkteproeven (vrije druksterkteproef en splijttreksterkteproef) hebben het gunstige effect van deze behandelmiddelen op de leemgrond aangetoond. De behandelde grond voldeed na een aanvaardbare wachttijd aan de criteria voor berijdbaarheid en vorstbestendigheid.

Het blijkt echter ook dat gebrekkige menging of verdichting de mechanische prestaties van behandelde grond aanzienlijk kan verminderen. Belangrijk is dat grond en behandelmiddel(en) tot een homogeen mengsel worden vermengd en dat de gronddeeltjes tot stabiele kruimels samenkiten (granuleren of flocculeren). Slecht verdichte behandelde grond zal zelfs na lange tijd ontoereikende mechanische sterkte bezitten. Zorgvuldige verwerking van behandelde grond is dan ook van essentieel belang.

Het onderzoek toont ook het nut aan van de bijzondere installatie waarmee tijdens de splijttreksterkteproef de verplaatsingen kunnen worden gemeten ter bepaling van de elasticiteitsmodulus E_{it} en de coëfficiënt van Poisson ν . Deze waarden zijn van belang voor de berekening van constructieve ontwerpen.

Ten slotte zij hier aangestipt dat de beschreven resultaten enkel voor de beschouwde grond en behandelingen gelden. Ze mogen niet bij uitbreiding op andere, niet-onderzochte grond worden toegepast. Vóór elke grondbehandeling moet steeds een vooronderzoek in het laboratorium worden verricht. Dat is nodig om de aard van de aanwezige grondsoort(en) te bepalen, de geschiktheid voor behandeling na te gaan en het geschikte bind-

middel en de optimale dosering voor de beoogde toepassing te kiezen.

In buurlanden zoals Frankrijk en Duitsland is behandeling van grond met HBW voor toepassing in (onder)funderingen een gangbare praktijk.

Het beschreven onderzoek en het lopende NBN-gesubsidieerde project moeten de kennis en de toepassing van deze techniek (die in de recentelijk

verschenen OCW-handleiding A81/10 is beschreven – ref. 2) in België bevorderen.

- *Cédric Detavernier (Norpac): cedric.detavernier@gmail.com*
- Régis De Bel: r.debel@brrc.be*
- Colette Grégoire: c.gregoire@brrc.be*
- Jean-Claude Verbrugge (ULB, promotor van de afstudeerscriptie): jverbrug@ulb.ac.be*

Literatuur

1. Cédric Detavernier
Valorisation des sols en construction routière par traitement au liant hydraulique routier (LHR)
Afstudeerscriptie, ULB, 2009-2010
2. *Handleiding voor grondbehandeling met kalk en/of hydraulische bindmiddelen – Aanbevelingen OCW A81/10* (dit document is een herziene versie van de *Handleiding voor grondbehandeling met kalk en/of cement – A74/04* uit 2004).
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2010
3. Praktijkgids 1 *Verbetering van grond voor de aanvulling van riolsleuven en de omhulling van buizen – Aanvulling op A81/10* (dit document is een herziene versie van praktijkgids 1 uit 2004)
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2010
4. Praktijkgids 2 *Stabilisatie van grond voor onderfunderingslagen – Aanvulling op A81/10* (dit document is een herziene versie van praktijkgids 2 uit 2004)
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2010
5. Praktijkgids 3 *Verbetering van grond bij grondwerken en voor het baanbed – Aanvulling op 81/10* (dit document is een herziene versie van praktijkgids 3 uit 2004)
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2010
6. Praktijkgids 4 *Behandeling van grond voor funderingen onder bedrijfsvloeren – Aanvulling op A81/10* (deze nieuwe praktijkgids is begin 2010 verschenen)
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2010
7. *Guide technique Conception et dimensionnement des structures de chaussées*
SETRA-LCPC, 1994

2 Technologische adviesdienst VALODECH

Sinds januari 2010 is de voormalige technologische adviesdienst VALDECHE (voluit *Valorisation des déchets en construction routière*), die door het OCW en het *Centre Terre et Pierre* (CTP) werd beheerd, opgegaan in de technologische adviesdienst VALODECH (voluit *Valorisation des Déchets*) onder leiding van RECYWALL.

In deze economische belangengroep (*Groupement d'Interêt Economique – GIE* in het Frans) werken zeven onderzoekscentra (waaronder het OCW) samen rond hergebruik van afvalstoffen en bijpro-

ducten in sectoren zoals hout, keramiek, coatings, plastic, textiel, glas, bouw en wegenbouw. Het gaat daarbij zowel om reststoffen van het productieproces als om alle andere in bedrijven gegenereerde afvalstoffen.

RECYWALL bevordert de samenwerking tussen onderzoekscentra en wil met een sectoroverschrijdende aanpak industrieën aanmoedigen elkaars afvalstoffen te gebruiken, wat tot een bredere waaier aan toepassingsmogelijkheden moet leiden.



In partnerschap met het CTP stelt dit forum van experts innovatieve oplossingen voor de behandeling en verwerking van afvalstoffen voor. De achterliggende doelstelling is:

- de afvoer van herbruikbare afvalstoffen naar een stortplaats helpen te voorkomen;
- afvalstoffen een meerwaarde te bezorgen;
- de kosten voor de verwijdering en het beheer van afvalstoffen helpen te verminderen;
- de hoeveelheid afvalstoffen van een productieproces helpen te beperken;
- duurzame ontwikkeling te bevorderen;
- het verbruik van natuurlijke grondstoffen helpen te verminderen.

Met steun van het Waalse Gewest verstrekt VALO-DECH gespecialiseerd technologisch advies aan bedrijven over hergebruik van afvalstoffen en zorgt zij voor begeleiding bij de praktische toepassing ervan.

De dienstverlening steunt op drie pijlers:

- goede kennis van alternatieve grondstoffen;
- kennis- en technologieoverdracht voor de toepassing ervan;
- informatieverstrekking over relevante nieuwe (Waalse en Europese) wetgeving.

Waarom werkt het OCW hieraan mee?

De wegenbouw is een grote verbruiker van natuurlijke materialen en recycling kan helpen hierop te besparen.

Om duurzame wegconstructies te waarborgen, moeten recyclingmaterialen uiteraard aan de relevante geo- en milieutechnische kwaliteitseisen voldoen. Actuele informatie over (Waalse en Europese) milieuwetgeving is dan ook een onmisbaar gegeven voor opdrachtgevers en aannemers in de wegenbouw.



Ten slotte kan onvoldoende draagkrachtige grond na een passende behandeling worden hergebruikt.

► Recycling van aggregaten

In samenwerking met het CTP begeleidt het OCW bedrijven in alle procesfasen bij de toepassing van hun afvalstoffen en bijproducten in de wegenbouw. De begeleiding heeft betrekking op:

- het onderzoek naar toepassingsmogelijkheden;
- de bewerking van het materiaal;
- de kenmerking van het materiaal;
- de validering van het materiaal;
- het schrijven van een gebruikshandboek dat voor sommige materialen (vuilverbrandingslak, enz.) door het *Office wallon des déchets* (OWD) wordt geëist;
- een technisch-economische analyse en begeleiding in het beslissingsproces;
- de verbinding tussen de afvalstoffenproducent en de uiteindelijke gebruiker;
- het promoten van het gerecyclede materiaal.

Bij elk toepassingsproject zijn twee stappen onmisbaar:

- een grondmechanische analyse, om de geschiktheid van het materiaal voor de beoogde toepassing na te gaan;
- een milieutechnische analyse, om na te gaan of bij de toepassing in een wegconstructie geen verontreiniging ontstaat.

Het OCW beschikt over de nodige kennis en ervaring om een passend beproevingsprogramma op te zetten, grondmechanische proeven in zijn laboratoria uit te voeren en de beproevingsresultaten in termen van toepassingsmogelijkheden en gebruiksgeschiktheid te interpreteren.

Afvalstoffen kunnen zelden in hun oorspronkelijke staat worden hergebruikt, zodat in de meeste



gevallen een voorbehandeling nodig is. Om de juiste behandeling te bepalen en uit te werken, kan een beroep worden gedaan op de expertise van het CTP. In eigen pilotinstallaties simuleert het CTP de industriële behandeling van het materiaal in kleine hoeveelheden, die dan voor verdere beproeving kunnen worden gebruikt.

Door de samenwerking tussen het OCW en het CTP kan een optimale behandeling worden uitgewerkt, die moet resulteren in een gerecycled materiaal dat aan alle eisen voor toepassing in wegconstructies voldoet. Dat onderzoek moet het ook mogelijk maken de fasen van het behandlungsproces, de minimumkenmerken van het materiaal, de controle en de frequentie voor de verschillende proeven nauwkeurig te beschrijven. Samen met de resultaten van de milieutechnische analyse kan deze beschrijving worden gebruikt om het voor sommige materialen geëiste gebruikscertificaat van het OWD te behalen.

De volgende stap is de goedkeuring van het materiaal door de bevoegde werkgroepen voor opname in het Waalse standaardbestek RWD.

► Grondbehandeling

Naast hergebruik van afvalstoffen en bijproducten is ook onderzoek naar innovatieve behandelingstechnieken voor al of niet verontreinigde uitgegraven grond een belangrijk aandachtspunt voor VALODECH.

Hergebruik van behandelde grond in grondwerken helpt het grondverzet en de bijbehorende problemen zoals lawaai- en verkeershinder en schade aan wegen door af- en aanrijdende vrachtwagens te beperken.

Bovendien wordt bespaard op het gebruik van natuurbronnen, die dan voor edeler doeleinden kunnen worden gebruikt.



Bij grondbehandeling onderscheiden we twee begrippen:

- **grondverbetering** met als doel op korte termijn het draagvermogen van te vochtige grond te verbeteren (vermindering van het watergehalte, overgang van plastische naar vaste toestand), zodat de grond beter berijdbaar is voor bouwverkeer en voor ophogingen kan worden hergebruikt;
- **grondstabilisatie** met als doel op middellange of lange termijn de mechanische kenmerken van grond in (onder)funderingen in aanzienlijke mate te verhogen. Om de duurzaamheid op lange termijn (gevoeligheid voor water en vorst-dooicyclusen) te waarborgen, dient in het laboratorium een vooronderzoek naar de optimale mengselsamenstelling te worden verricht.

Het OCW bezit uitgebreide kennis en ervaring over grondbehandeling, in het bijzonder op het gebied van vooronderzoek naar bindmiddeldosering als functie van de aard en het watergehalte van de grond.

VALODECH is een uitstekend hulpmiddel om grondbehandelingstechnieken bij bestekschrijvers en ontwerpers te promoten.

Deze technologische adviesdienst is toegankelijk voor alle spelers in het veld van recycling – van afvalstoffenproducenten over aannemers tot bestekschrijvers en ontwerpers.

Met een multidisciplinaire en sectoroverschrijdende aanpak wil VALODECH hergebruik van afvalstoffen in dezelfde of een andere sector aanmoedigen, zodat ze niet hoeven te worden afgevoerd maar een tweede leven krijgen.

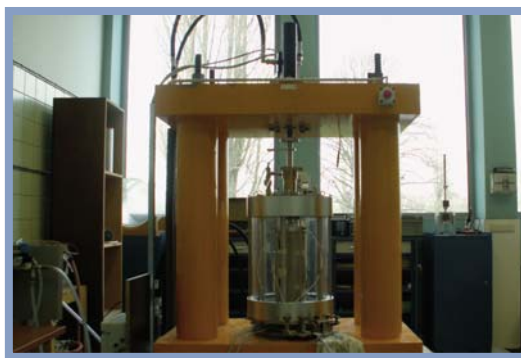
► *B. Janssens: 02 766 03 91;
b.janssens@brrc.be*

3 Kenmerking van ongebonden (natuurlijke of gerecyclede/ secundaire) korrelvormige materialen met de cyclische triaxiaalproef

► Inleiding

Sinds juni 2007 beschikt het OCW over apparatuur om de triaxiaalproef met cyclische belasting uit te voeren. Het doel is de mechanische prestaties van ongebonden gerecyclede en secundaire korrelvormige materialen voor toepassing in funderingen en onderfunderingen van wegconstructies in het laboratorium te bepalen. Het toestel is eigenlijk een prototype en werd door het Portugese *Centro para a Valorização de Resíduos – CVR* (Guimarães) geleverd. Het is sinds januari 2008 operationeel voor proeven onder constante steundruk. Een dergelijk groot apparaat voor de beproeving van materialen 0/32 is uniek in België.

De voornoemde secundaire aggregaten komen voornamelijk uit de bouw, de metaalverwerkende industrie of huisvuilverbrandingsovens. Sommige ervan (behandelde AVI-slak, staalslak, roestvrijstaalslak, betonpuingranulaat, mengpuingranulaat, enz.) zijn opgenomen in Belgische bestekken.



Figuur 1 – Apparatuur voor de cyclische triaxiaalproef in het OCW

Bij toepassing in funderingen of onderfunderingen is het zeer belangrijk de mechanische eigenschappen – waaronder de reversibele vervormingsmodulus en vermoeiing – van deze materialen te bepalen, om de ontwerplaagdikten optimaal te berekenen en het langetermijngedrag van de wegconstructie in te schatten. Door een betere kennis van deze materialen wordt het mogelijk ze optimaal, dus zonder te grote laagdikten, toe te passen en tegelijk te voldoen aan duurzaamheidscriteria.

Op 1 september 2010 liep het vierjarige onderzoeksproject (tweemaal twee jaar), dat het OCW met steun van de FOD Economie over dit onderwerp heeft uitgevoerd, af. In het eerste biennium werd onderzoek verricht naar de omkeerbare vervorming en reversibele modulus van gerecyclede en secundaire materialen. In het tweede biennium spitste het onderzoek zich toe op het langetermijngedrag van deze materialen (blijvende vervorming door spoorvorming).

► Principe van de triaxiaalproef met cyclische belasting

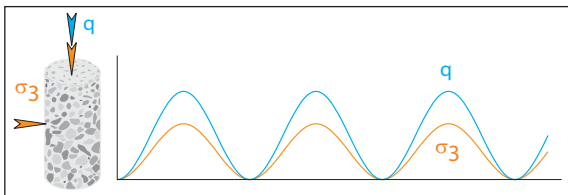
De zogenoemde cyclische triaxiaalproef wordt beschreven in de Europese norm NBN EN 13286-7 *Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels – Deel 7: triaxiaalproef met cyclische belasting voor ongebonden mengsels* en simuleert de invloed van het verkeer in het laboratorium. Daartoe wordt op een cilindrisch proefstuk met een diameter van 16 cm en een hoogte van 32 cm een cyclische axiale

kracht uitgeoefend. De amplitude en de frequentie van deze kracht zijn vooraf bepaald.

De proef kan onder constante steundruk (methode B) of onder variabele steundruk (methode A) worden uitgevoerd. In het laatste geval volgt de steundruk het verloop van de axiale kracht.

Om de axiale kracht en de steundruk beter te kunnen beheersen, wordt bij proeven onder variabele steundruk een volledig hydraulisch druksysteem gebruikt, met twee afzonderlijke actuatoren en ontlucht water als steundrukfluidum.

Bij proeven onder constante steundruk wordt de axiale actuator gestuurd door een hydraulisch systeem en de steundruk in de cel door een pneumatisch systeem. Het steundrukfluidum is lucht.



Figuur 2 – Principe van de triaxiaalproef met variabele steundruk

Een krachtensor (25 kN) in de cel boven het proefstuk meet de uitgeoefende axiale kracht. Een druksensor meet de steundruk in de triaxiaalcel, die met een drainagecircuit is uitgerust.

Op basis van de aldus verkregen waarden voor de mechanische prestaties kunnen materialen in klassen worden ingedeeld. Deze waarden zijn ook invoergegevens voor ontwerpberekeningen.

► Bepaling van vervormingen

Met een *Local Deformation Transducer* – LDT kunnen de omkeerbare axiale en radiale vervormingen van het proefstuk worden gemeten. Deze sensoren zijn ontwikkeld aan de universiteit van Tokio en worden niet standaard op de markt gebracht. Zij kunnen verplaatsingen meten die overeenstemmen met vervormingen van 10^{-5} tot 2 %.

De LDT's bestaan uit metalen strips met vier vervormingsmeters die op een brug van Wheatstone zijn bevestigd. De uitgaande voltage van de brug is afhankelijk van de afstand tussen de LDT-steunen en dus van de vervorming van het proefstuk. We onderscheiden:

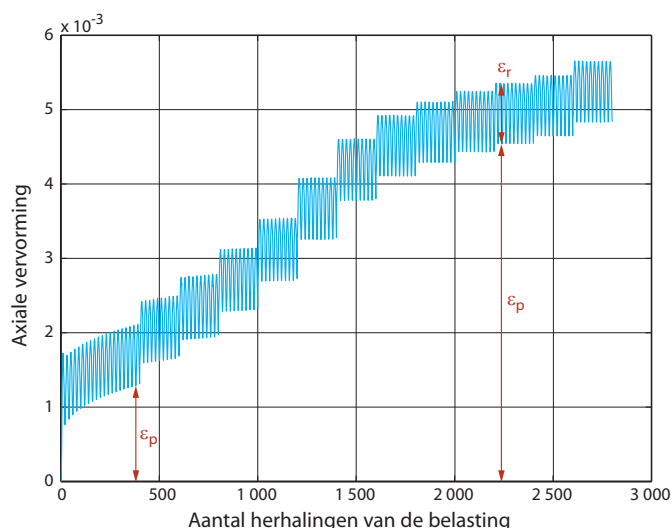
- drie LDT's (170 mm x 5 mm) om axiale vervormingen te meten. Zij worden in het middelste derde deel van het proefstuk aangebracht;
- één LDT (70 mm x 5 mm) om radiale vervormingen te meten. Deze sensor wordt op halve hoogte van het proefstuk aangebracht.

Bij proeven onder variabele steundruk bleken de oorspronkelijke sensoren niet waterdicht te zijn. Op verzoek van het OCW heeft een Belgisch bedrijf verschillende mogelijkheden getest en uiteindelijk een oplossing voor het probleem gevonden.

Om vervormingen van meer dan 2% te meten, wordt één extra verplaatsingssensor van het type *Linear Variable Differential Transformer* – LVDT met een bereik van 25 mm gebruikt, die aan de buitenzijde van de triaxiale cel wordt aangebracht.



Figuur 3 – Proefstuk dat met meetinstrumenten is uitgerust



Figuur 4 – Bepaling van omkeerbare en blijvende vervormingen

In de grafiek van figuur 4 zijn de vervormingen van een proefstuk tegen het aantal belastingsherhalingen uitgezet. Het blijkt dat zich twee soorten van vervormingen voordoen, namelijk omkeerbare (ϵ_r) en blijvende (ϵ_p). Aan de hand van de omkeerbare vervormingen kunnen de reversibele modulusen worden berekend die als invoergegevens voor ontwerpberekeningen dienen. Uit blijvende vervormingen kunnen het langetermijngedrag en het risico op spoorvorming worden afgeleid. Blijvende vervormingen nemen bij het begin van de proef snel toe en stabiliseren zich vervolgens – als het uitgeoefende spanningsniveau lager is dan het niveau van de eigen kritische spanningen van het materiaal. Als de uitgeoefende spanningen groter zijn dan de eigen kritische spanning, neemt de blijvende vervorming steeds verder toe, tot het materiaal breekt.

► Onderzoekresultaten

Voor het onderzoek zijn slechts twee gerecyclede/secundaire materialen beproefd, namelijk betonpuingranulaat 0/32 mm en staalslak 0/32 mm. Daarnaast is een groot aantal proeven op het referentiemateriaal kalksteen 0/20 mm verricht. Tevens is de invloed van parameters zoals het watergehalte, de dichtheid na verdichting, de wijze van verdichten en de belastingsfrequentie onderzocht.

Omkeerbare vervorming – Reversibele vervormingsmodulus

De reversibele modulus van het referentiemateriaal (kalksteen) en de twee secundaire materialen (betonpuingranulaat en staalslak) is bepaald onder constante steundruk, volgens methode B in NBN EN 13286-7 (hoog spanningsniveau).

Voor de proefstukken van een gegeven materiaal werden de verschillende fracties in welbepaalde doseringen gemengd, zodat de korrelgrootteverdeling voor alle proefstukken dezelfde was.

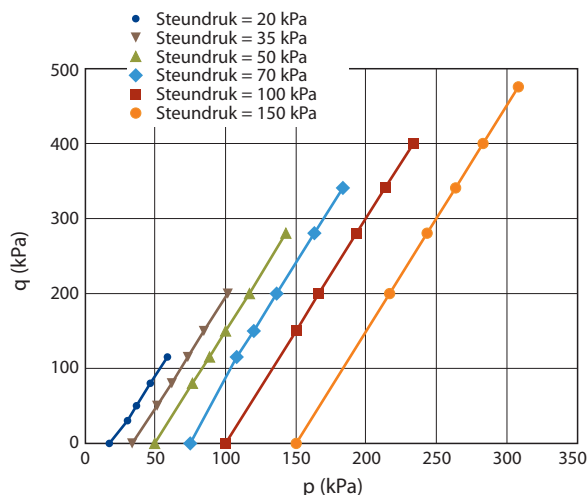
Vervolgens werden de proefstukken met een trilhamer laagsgewijs (in zes lagen) verdicht (NBN EN 13286-51 *Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels – Deel 51: Methode voor het maken van proefstukken van hydraulische gebonden mengsels door verdichting met een trilhamer*) en aan 20 000 belastingsherhalingen met een frequentie van 2 Hz onderworpen, om de blijvende vervormingen te stabiliseren. Daarna werden negenentwintig opeenvolgende spanningsniveaus uitgeoefend (honderd herhalingen per spanningsniveau, met een frequentie van 1 Hz). Een dergelijke proef nam nagenoeg een volledige werkdag in beslag:

- 2 tot 3 h voor de voorbereiding en de aanbren-
ging van de meetinstrumenten op het proefstuk;
- ongeveer 2 h voor de conditionering;
- 1 h voor de negenentwintig spanningsniveaus;
- ongeveer ½ h voor het demonteren van het
proefstuk. Daarbij werd een monster genomen
om het watergehalte te bepalen.

Figuur 5 geeft de verschillende spanningsniveaus voor beproeving onder constante steundruk (σ_3) in termen van gemiddelde spanning p en deviatorspanning q weer, waarbij p en q als volgt werden bepaald:

$$p = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3 \quad \text{en} \quad q = (\sigma_1 - \sigma_3)$$

waarin σ_1 = verticale spanning.



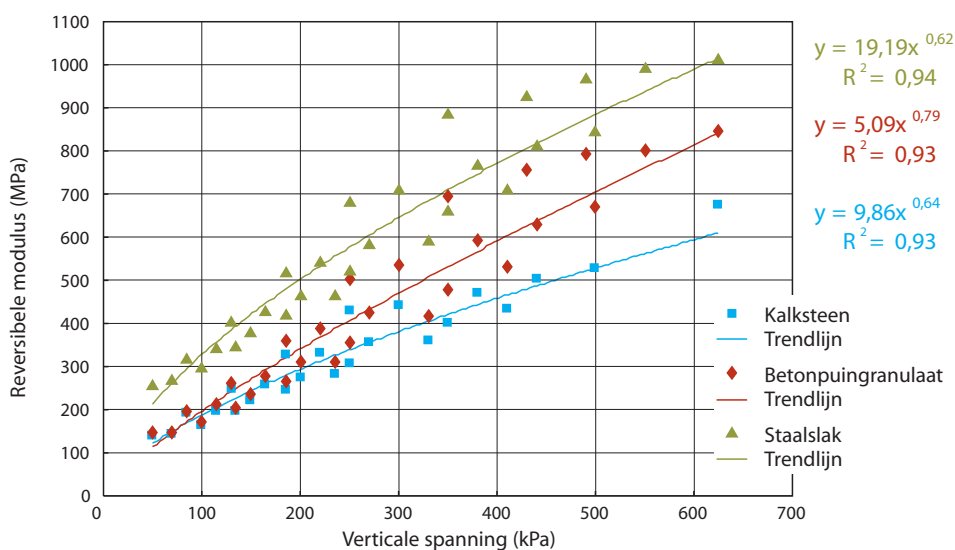
Figuur 5 – Spanningsniveaus voor het onderzoek naar omkeerbare vervorming (NBN EN 13286-7)

Om de reversibele modulus te berekenen, werd de deviatorspanning gedeeld door de gemeten omkeerbare axiale vervorming. Voor elk spanningsniveau werd dus een reversibele moduluswaarde berekend. Figuur 6 toont deze waarden voor de verschillende spanningsniveaus (bepaald door de verticale spanning) voor de drie beproefde materialen bij optimaal watergehalte (w_{VP0} bepaald met de versterkte proctorproef) en optimale dichtheid (ρ_{VP0}).

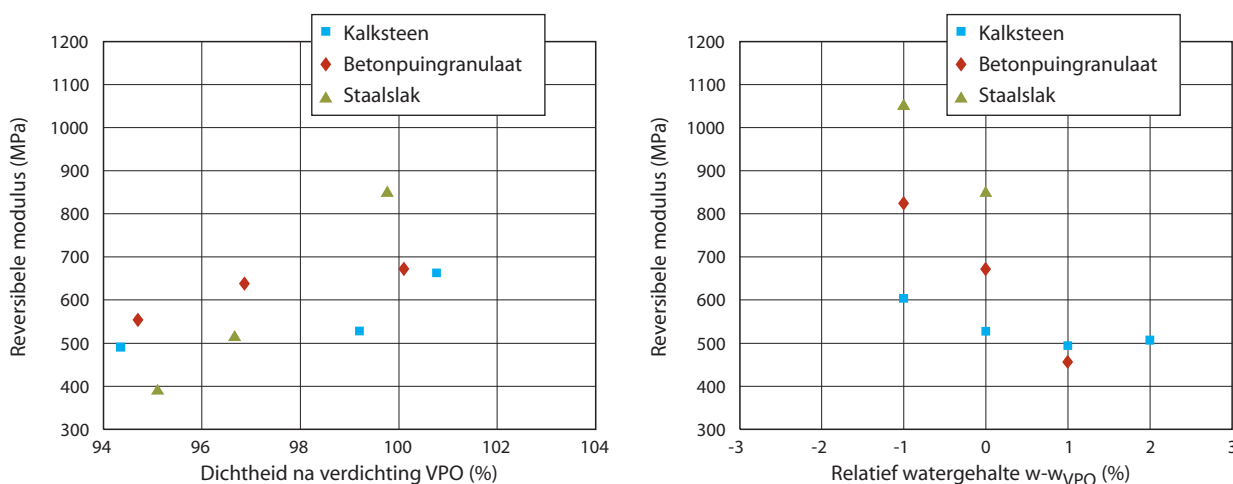
Het blijkt dat de reversibele moduluswaarde bij de drie materialen toeneemt met de verticale spanning. Voor hetzelfde spanningsniveau liggen de reversibele moduluswaarden van staalslak hoger dan voor betonpuingranulaat en kalksteen.

Figuur 7 toont de invloed van de dichtheid na verdichting en het watergehalte (bepaald ten opzichte van een optimaal watergehalte) op de reversibele modulus. Het blijkt dat deze modulus toeneemt met de dichtheid na verdichting. Dit effect is sterker bij staalslak, die een hogere dichtheid heeft. De reversibele modulus van de drie materialen neemt af met het watergehalte, maar bij secundaire/gerecyclede materialen neemt de modulus sterker af. Deze materialen zijn dus gevoeliger voor het watergehalte. Bij staalslak was het overigens onmogelijk een proefstuk met een watergehalte $w_{VP0} + 1\%$ te vervaardigen.

De resultaten tonen aan dat de reversibele modulus van een materiaal afhangt van het spanningsniveau, de dichtheid na verdichting en het watergehalte. Enkele proeven (die in dit artikel niet worden beschreven) hebben uitgewezen dat de reversibele modulus beïnvloed wordt door de korrelgrootteverdeling van een gegeven materiaal, maar niet door de wijze van verdichten of de belastingsfrequentie.



Figuur 6 – Reversibele moduluswaarden bepaald aan proefstukken met w_{VPO} en ρ_{VPO} als functie van de verticale spanning



Figuur 7 – Invloed van de dichtheid na verdichting en het watergehalte op de reversibele modulus

De spanningsniveaus in funderingslagen hangen van de optredende spanningen, de kenmerken van de verharding (modulus en dikte) en de modulusen van de fundering af. Om een klassieke ontwerpberekening te kunnen uitvoeren, moet dus een gemiddelde reversibele modulus voor een gegeven materiaal worden bepaald.

Blijvende vervorming

Voor de drie beschouwde materialen is de blijvende vervorming onderzocht. Daartoe zijn proeven met één belastingsniveau (welbepaalde constante steundruk en herhaalde axiale kracht) en 100 000 belastingsherhalingen uitgevoerd, evenals proeven met drie opeenvolgende belastingsniveaus en doorgaans 50 000 herhalingen per niveau. De belastingsfrequentie was 3 Hz. De proeven met

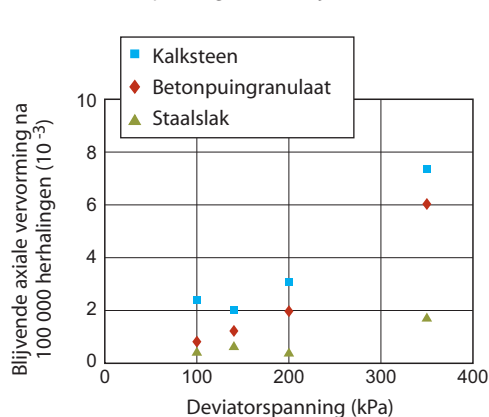
100 000 herhalingen duurden twee dagen, omdat zij tijdens de werkuren van het personeel werden uitgevoerd.

Tabel 1 (blz. 18) geeft een overzicht van de spanningsniveaus voor de proeven met één belastingsniveau. Deze spanningsniveaus zijn representatief voor de spanningsniveaus die zich in een klassieke wegconstructie onder gemiddeld verkeer voordoen.

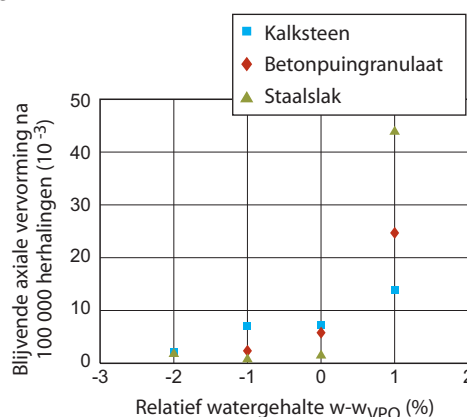
Zoals figuur 8 (blz. 18) laat zien, hangt de blijvende vervorming na 100 000 herhalingen van het spanningsniveau af. Bij proefstukken met een optimale dichtheid en een optimaal watergehalte blijkt de blijvende vervorming van kalksteen groter te zijn dan bij staalslak en betonpuingranulaat.

	Spanningsniveau(s)	Steundruk (σ_3)	Deviatorspanning (σ_d of q)	Verticale spanning (σ_1)	Aantal herhalingen
Enkel kalksteen	1	20	40	60	100 000
Drie materialen	2	20	100	120	100 000
Drie materialen	3	70	140	210	100 000
Drie materialen	4	70	350	420	100 000
Drie materialen	5	100	200	300	100 000

Tabel 1 – Spanningsniveaus bij het onderzoek naar blijvende vervorming



Figuur 8 – Invloed van het spanningsniveau op de blijvende vervorming na 100 000 herhalingen



Figuur 9 – Invloed van het watergehalte op de blijvende vervorming na 100 000 herhalingen

Voorts is de invloed van het watergehalte op de blijvende vervorming onderzocht (figuur 9). De proeven zijn verricht onder een steundruk van 70 kPa en een deviatorspanning van 350 kPa. Bij de drie materialen neemt de blijvende vervorming toe met het watergehalte. Dit effect is sterker voor gerecyclede of secundaire materialen en in het bijzonder voor staalslak. Een proef met een staalslak-proefstuk met een optimaal watergehalte + 1 % moest worden afgebroken, omdat de optredende vervormingen buiten het bereik van de zuiger vielen.

De trapsgewijze proeven zijn uitgevoerd met drie opeenvolgende spanningsniveaus en telkens 50 000 herhalingen (dit zijn 150 000 herhalingen voor elk proefstuk). Bij één proef is het derde spanningsniveau 80 000 maal herhaald (dit zijn 180 000 herhalingen in totaal). Deze proef biedt het voordeel dat slechts één proefstuk nodig is om het effect van opeenvolgende spanningsniveaus na te gaan.

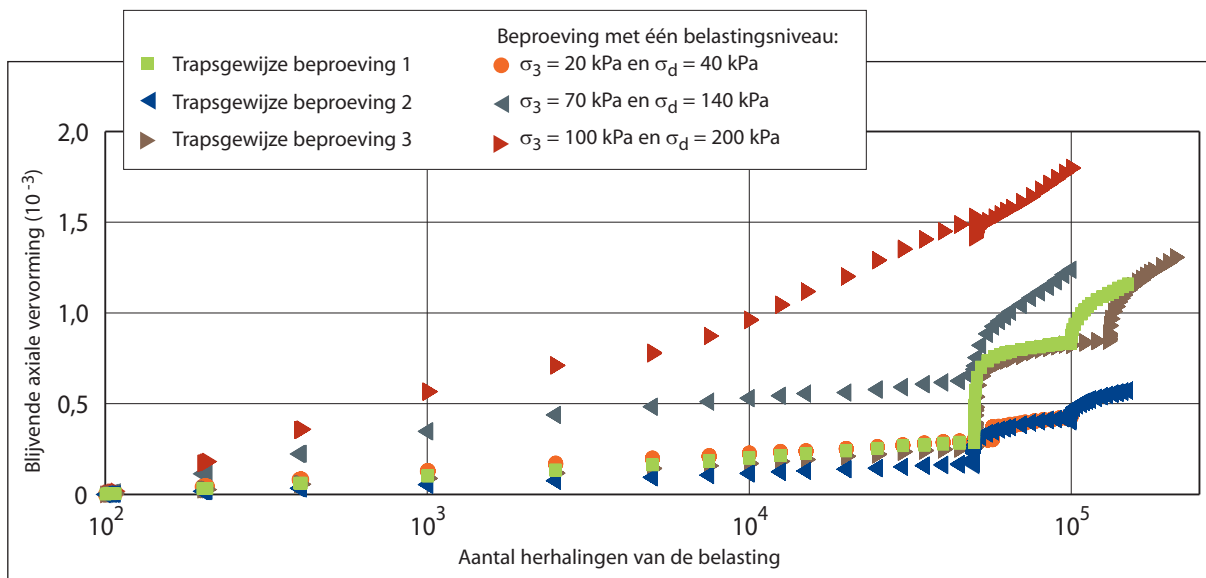
Figuur 10 toont de resultaten van de proeven voor het referentiemateriaal kalksteen. De vervormingsniveaus zijn niet dezelfde als bij proeven met één belastingsniveau. Niettemin geeft deze proef een gedragstrend van het materiaal (al of niet stabilise-

ren van de blijvende vervorming) weer. Voor diepgaand onderzoek blijft beproeving met één belastingsniveau de referentieproef.

Vergelijkende proeven met twee verschillende wijzen van verdichten (trilhamer en vibrocompressie) tonen aan dat de verdichtingsmethode een invloed heeft op de blijvende vervorming. Bij proefstukken verdicht volgens de tweede methode (NBN EN 13286-52 *Ongebonden en hydraulisch gebonden mengsels – Deel 52: Methode voor het maken van proefstukken van hydraulisch gebonden mengsels door vibro-compressie*) is de blijvende vervorming groter. Het effect is sterker bij kalksteen voor de hoogste spanningen. In het kader van de afstudeerscriptie *Influence du mode de compactage sur le comportement mécanique des granulats liés et non liés utilisés en fondations routières* van een ULB-student wordt dit verder onderzocht (academiejaar 2010-2011).

► Conclusies en toekomstperspectieven

Aan de hand van triaxiaalproeven met cyclische belasting konden drie korrelvormige materialen (natuurlijke kalksteen 0/20 mm, betonpuingrunulaat 0/32 mm en staalslak 0/32 mm) met elkaar wor-



Figuur 10 – Blijvende axiale vervorming bij proeven met één belastingsniveau en opeenvolgende belastingsniveaus

den vergeleken wat reversibele modulus en weerstand tegen blijvende vervorming betreft. Deze proeven toonden aan dat het watergehalte, evenals andere parameters zoals de dichtheid na verdichting en de wijze van verdichten, deze kenmerken beïnvloedt.

Bij optimaal watergehalte en optimale dichtheid werd voor staalslak de grootste reversibele modulus en een betere weerstand tegen blijvende vervorming opgetekend. Staalslak is echter gevoeliger voor het watergehalte dan het referentiemateriaal natuurlijke kalksteen. Bij een hoger watergehalte nemen de prestaties sterk af. Voor betonpuingranulaat liggen de resultaten tussen de twee andere materialen in. In vergelijking met kalksteen vertoont betonpuingranulaat een grotere reversibele modulus en een iets lagere blijvende vervorming. Ook betonpuingranulaat is gevoeliger voor water dan kalksteen. Er zij aangestipt dat enkele proeven op kalksteen 0/32 mm vergelijkbare reversibele modulusen als bij betonpuingranulaat 0/32 mm hebben opgeleverd.

Het referentiemateriaal kalksteen vertoont een lagere reversibele modulus en een lagere weerstand tegen blijvende vervorming, maar is minder gevoelig voor het watergehalte dan de beschouwde twee gerecyclede/secundaire materialen.

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat de verwerking van gerecyclede/secundaire materialen op de bouwplaats zeer zorgvuldig dient te gebeuren. Het watergehalte en de dichtheid moeten steeds de optimale waarden benaderen.

Op het referentiemateriaal zijn ook enkele proeven onder variabele steundruk verricht. De resultaten zijn niet in dit artikel beschreven, omdat de proeven nog worden voortgezet. Het is de bedoeling de resultaten van de proeven onder constante en variabele steundruk te vergelijken.

Er zullen ook andere secundaire materialen worden beproefd, om ze op mechanische prestaties te beoordelen en in klassen in te delen. Daarbij zal ook de watergevoeligheid worden beoordeeld.

Met FLAC 3D-software¹ zijn enkele eenvoudige modellen gevormd om de spanningsniveaus in een klassieke wegconstructie te berekenen en ze te vergelijken met de niveaus die in de norm NBN EN 13286-7 worden voorgesteld. Voor een betere interpretatie van de resultaten van laboratoriumproeven zullen ook ingewikkelder modellen worden ontwikkeld.

Het spreekt vanzelf dat de bovenvermelde resultaten van laboratoriumproeven aan reële situaties moeten worden getoetst. Wij doen dan ook een oproep aan onze leden om ons te helpen bij de aanleg van proefvakken waarop terreinproeven kunnen worden uitgevoerd. Dergelijke proeven zijn onmisbaar om onze kennis van gerecyclede/secundaire en natuurlijke korrelvormige materialen te verfijnen en duurzame wegen te kunnen ontwerpen en aanleggen.

► C. Grégoire: 02 766 03 19; c.gregoire@brrc.be
R. De Bel: 02 766 03 91; r.debel@brrc.be
B. Dethy: 02 766 03 58; b.dethy@brrc.be

¹ FLAC 3D: *Fast Lagrangian Analysis of Continua in Three Dimensions*.

4 Onkruidbeheer – Onderzoek op de proefparking van het OCW

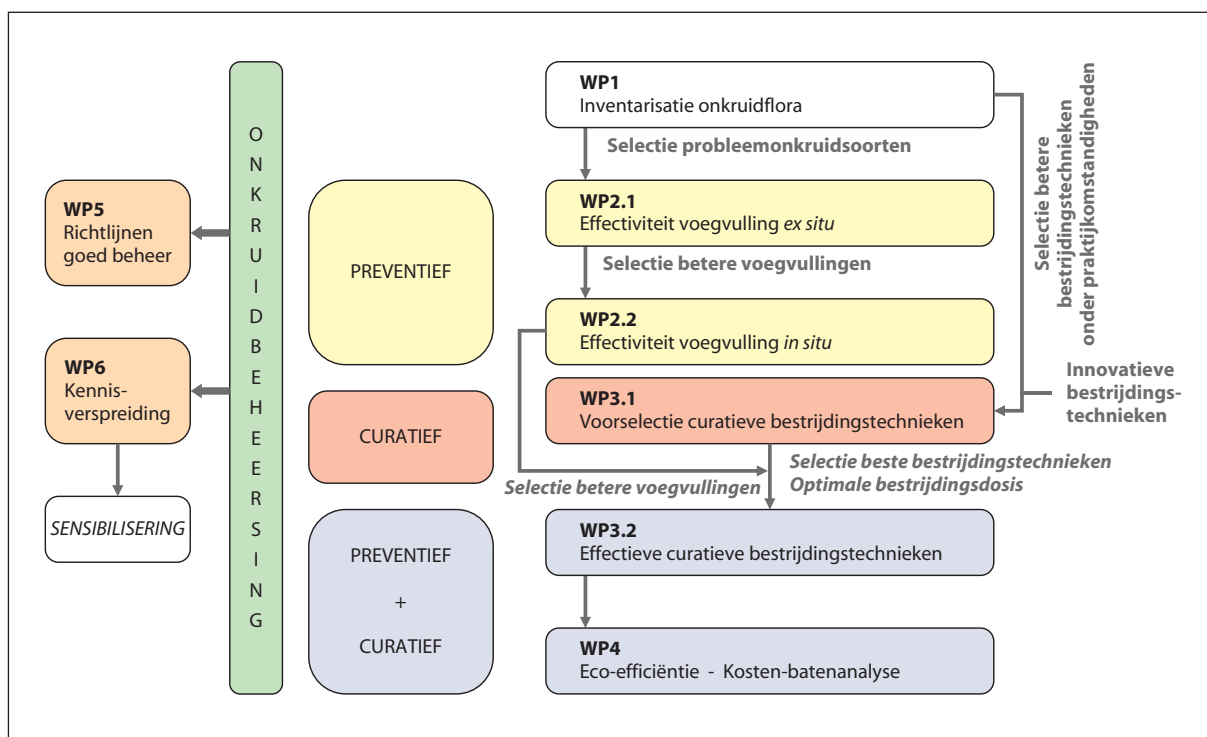
► Inleiding

Het VISCO-project *Onkruidbeheer: preventieve en curatieve methodes voor een optimaal straatbeeld* zoekt oplossingen voor het actuele probleem van onkruidbeheer. Sinds 2001 is gebruik van herbiciden in openbare ruimten in Vlaanderen eigenlijk bij wet verboden. De overgangperiode waarin gemotiveerd van nulgebruik kan worden afgeweken, loopt in 2015 af. Er zijn alternatieve methoden bekend, maar de kennis over de doeltreffendheid en de toepassingsfrequentie van niet-chemische onkruidbestrijdingstechnieken is nog beperkt. Bovendien kunnen een gepast ontwerp en een correcte uitvoering onkruidgroei preventief helpen verminderen en zelfs voorkomen. Duidelijke richtlijnen en aanbevelingen hiervoor ontbreken echter nog. Daarom is het OCW in samenwerking met de vakgroep Plantaardige Productie van de UGent gestart met een onderzoek naar "optimale" onkruidbeheersing op verhardingen (figuur 1).

Voor meer informatie over de doelstellingen, het werkprogramma en de belangrijkste resultaten van de werkpakketten (WP's) 1 en 2 in verband met preventieve aspecten verwijzen we naar OCW Mededelingen 81 (blz. 3-9). Hierna beschrijven we de stand van zaken voor de WP's 3 en 4.

► WP 3 – Effectiviteit van curatieve bestrijdingstechnieken

Het onderzoek naar de efficiëntie van curatieve bestrijdingstechnieken wordt gefaseerd uitgevoerd. Op basis van een verkennende proef is een keuze uit het arsenaal van beschikbare onkruidbestrijdingstechnieken gemaakt en is bepaald met welke snelheid de toestellen moeten rijden om een gelijke onkruidbestrijding te verkrijgen. Daarna werden de gekozen technieken beoordeeld en vergeleken op de OCW-proefparking in Sterrebeek.



Figuur 1 – Werkprogramma VISCO-project Onkruidbeheer

WP 3.1 – Voorafgaande proeven: dosis-responsiebepaling en optimalisatie van technieken

Wegens de mogelijke complementariteit van technieken om floraverschuivingen tegen te gaan¹, werd geen enkele techniek geweerd. Daarbij zijn zowel een aantal ingeburgerde als meer innovatieve technieken opgenomen: borstelen, branden (open vlam), hete lucht en sensorgestuurd heet water (figuur 2). Hoewel voor de proeven uiteraard bepaalde toestellen moesten worden gekozen, zij hier aangestipt dat dit project tot doel heeft bestrijdingsscenario's en geen merken te beoordelen (figuur 2 en WP 3.2).

De technieken werden eerst getest op veronkruidte elementenverhardingen van externe proeflocaties, om de benodigde dosis voor toepassing in Sterrebeek te bepalen². Het is immers de bedoeling een eenvormig, maar aanvaardbaar bestrijdingseffect voor alle technieken te verkrijgen, namelijk de zogeheten *ED80* of "effectieve dosis" waarbij 80 % van de bovengrondse plantendelen wordt afgedood.

Daartoe werden voor elke techniek verschillende "bestrijdingsstroken" uitgezet, waarbij de toegepaste bestrijdingsdosis werd aangepast door de



Onkruidborstel



Stootbrander

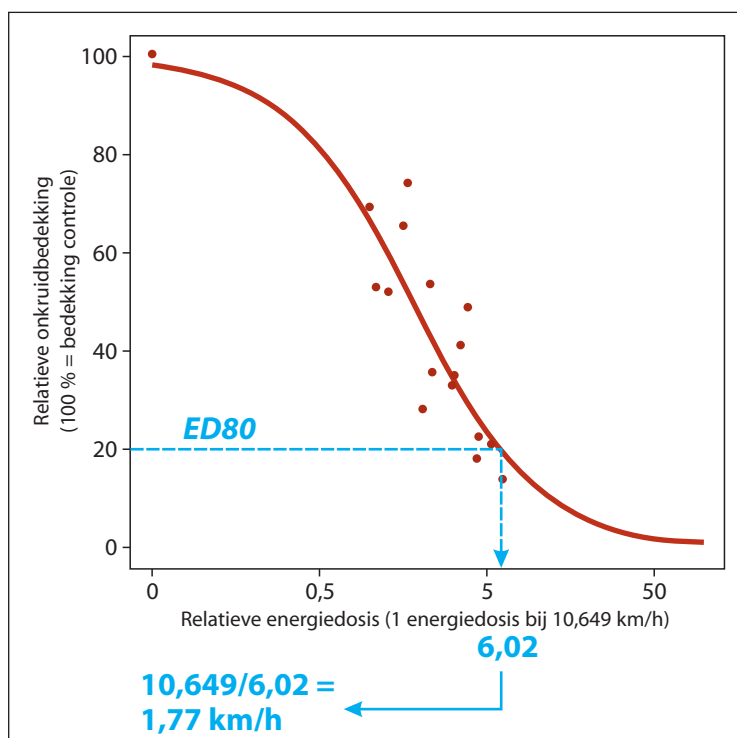


Heteluchtschroeiër



Sensorgestuurd (fluorescentiesensoren) heet water

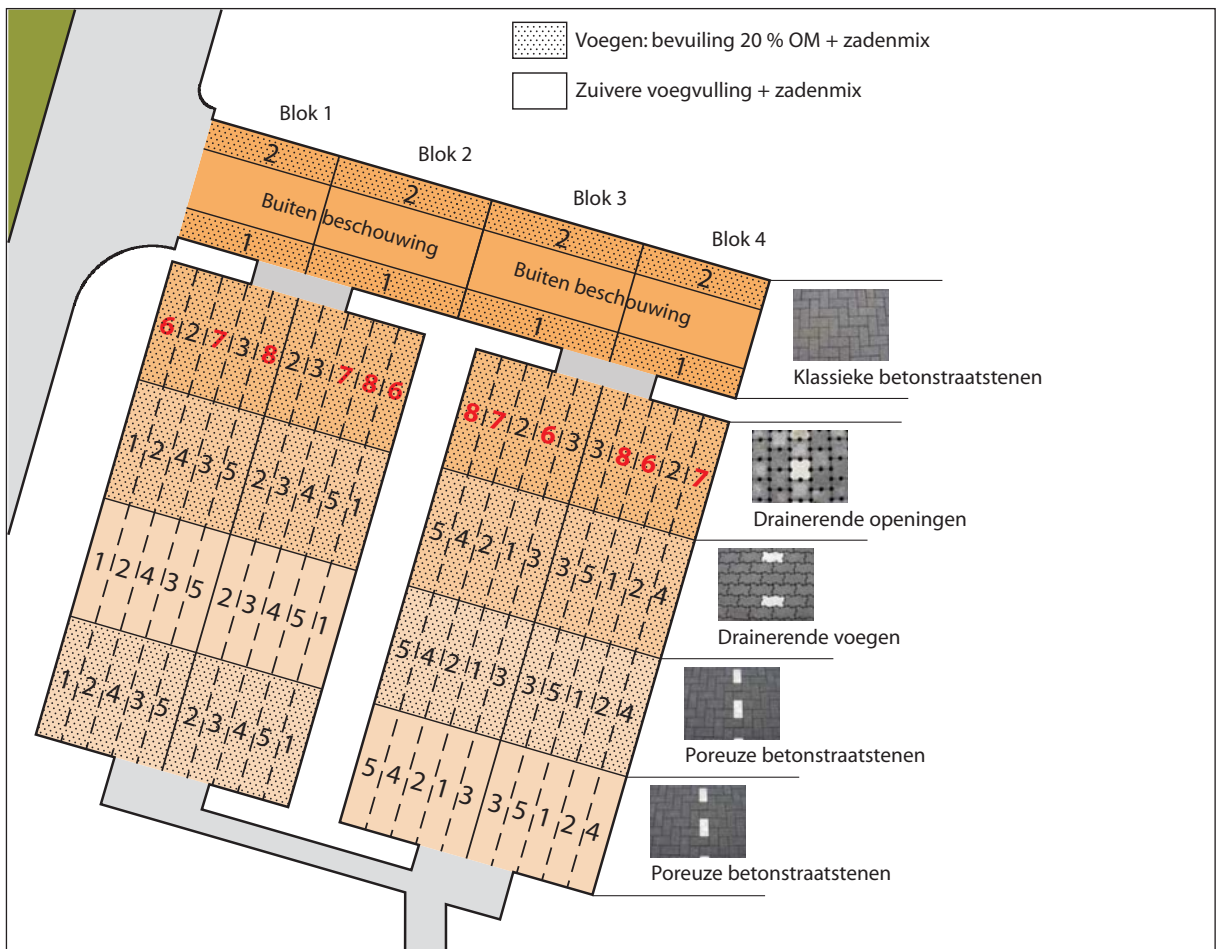
Figuur 2 – Onderzochte onkruidbestrijdingstechnieken



Figuur 3 – Voorbeeld van dosis-responsiecurve voor de borsteltechniek

¹ Zoals aangetoond in WP 1 (OCW Mededelingen 81, blz. 3-9).

² Behalve voor de heetwatertechniek. Het toestel past de wateruitstroom automatisch aan de aangehouden rijnsnelheid aan, zodat de dosis niet van de rijnsnelheid afhangt. Voor deze machine werd een standaardrijnsnelheid van 1,2 km/h gekozen, vergelijkbaar met de andere technieken.



Figuur 4 – Beproeversplan WP 3.2 met bestrijdingsscenario's volgens tabel 1

SCENARIO		
Stenen zonder drainageopeningen	1	CONTINU BORSTELEN
	2	CONTINU HETE LUCHT
	3	CONTINU HEET WATER
	4	BORSTELEN /HETE LUCHT/BORSTELEN/HETE LUCHT/enz.
	5	Herhaling cyclus: BORSTELEN + na 14 dagen HETE LUCHT
Stenen met drainageopeningen	2	CONTINU HETE LUCHT
	3	CONTINU HEET WATER
	6	CONTINU BRANDEN
	7	CONTINU BRANDEN AAN EEN LAGERE DOSIS (HOGERE RIJSNELHEID)
	8	CONTINU BRANDEN MET STRENGER BEELDScore-CRITERIUM (VAKER)

Tabel 1 – Bestrijdingsscenario's

rijnsnelheid van de machines te variëren [zeven dosissen (= zes verschillende snelheden + één onbehandelde strook) x drie herhalingen = eenentwintig stroken per techniek, van telkens ongeveer 10 m lang]. Vervolgens werd de onkruidbedekking voor en na behandeling opgenomen, om een zogenoemde dosis-responsiecurve te kunnen trekken (figuur 3 – blz. 21). Daaruit kan de benodigde dosis (dit is de rijnsnelheid) worden afgeleid om een bepaald afdodingspercentage (afdoding van de bovengrondse plantendelen!) te verkrijgen.

Op basis van de eerste proeven kunnen de verschillende toestellen met optimale instellingen en een aangepaste dosis voor WP 3.2 worden ingezet.

WP 3.2 – Onkruidbestrijdingseffect van (al of niet gecombineerde) curatieve technieken

Het doel is de beste bestrijdingsscenario's op lange termijn te bepalen. De bestrijdingsscenario's omvatten zowel eenzijdige toepassingen van één bepaalde techniek als sequenties van technieken.

Daarom is in oktober 2009 een selectie van onkruidzaden (bestaande uit plantensoorten die vaak op elementenverhardingen voorkomen) samen met een deel organische vervuiling (gedroogde stekgrond) ingezaaid op de OCW-proefparking in Sterrebeek. Deze parking bestaat uit tien verschillende proefvakken met vier verschillende soorten van straatstenen (figuur 4) en twee bijpassende voegvullingen: porfier 2/6,3 voor brede voegen en zand van Lustin 0/2 voor smalle voegen.

Voorts werd de proefparking in vier blokken (vier herhalingen) opgedeeld. Elk blok werd onderverdeeld in vijf verticale stroken, waarin vijf verschillende bestrijdingsscenario's kunnen worden toegepast (figuur 4). De blokken zijn zo bepaald, dat er voldoende werkbreedte voor de verschillende technieken is. Tabel 1 geeft de toegepaste behandelingsscenario's.

De scenario's 4 en 5 combineren een mechanische en een thermische techniek en doen in feite aan bestrijding én preventie (door afgestorven biomassa weg te nemen). Met scenario 5 wordt nagegaan of blootstelling van de groeipunten van een plant zin heeft vooraleer een thermische techniek toe te passen. Bovendien vindt het branden dan hoofdzakelijk op zeer jong plantaardig weefsel plaats, dat gemakkelijker thermisch te bestrijden is dan oud weefsel. In scenario 4 wordt hete lucht (afwisselend met borstelen) niet na een vaste termijn van veer-



Figuur 5 – Proefparking van het OCW te Sterrebeek in mei 2010

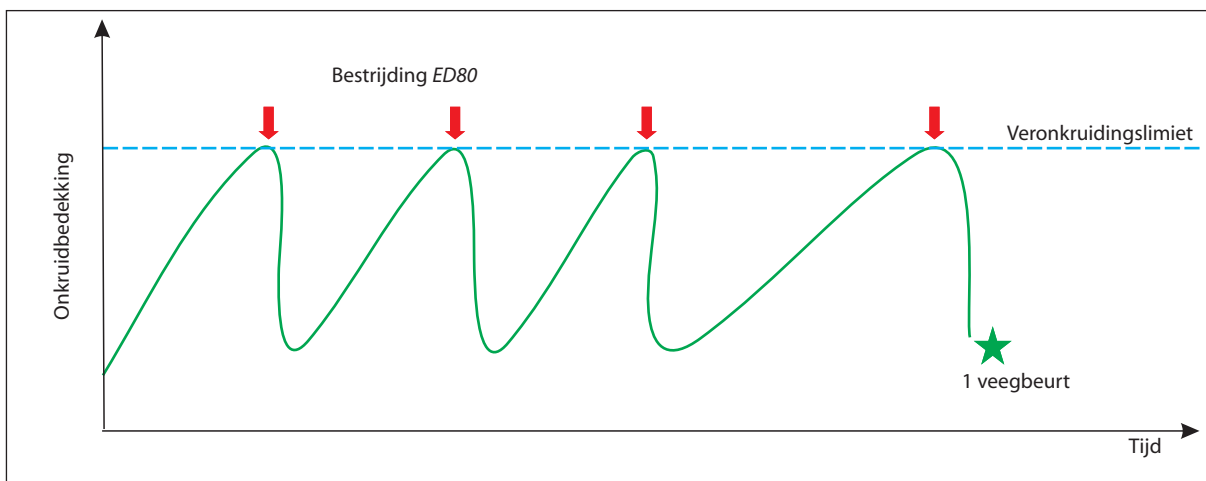
tien dagen ingezet, maar pas nadat een vooraf bepaalde veronkruidingslimiet (of beeldscore) is overschreden. Dit geldt overigens ook voor de scenario's 1, 2 en 3. In scenario 5 wordt de volledige cyclus "borstelen + na veertien dagen hete lucht" bij overschrijding van de vooraf bepaalde veronkruidingslimiet steeds herhaald.

Omdat bij borstelen van verhardingen met drainageopeningen (figuur 4) wellicht het voegmateriaal zou worden uitgeveegd, is deze techniek in de praktijk niet toepasbaar. Daarom werden de bestrijdingsscenario's voor deze verhardingssoort aangepast (tabel 1).

Als alternatief wordt een stootbrander ingezet (scenario's 6, 7 en 8). Aanvullend wordt het effect van branden met een lagere dosis (hogere rijnsnelheid) nagegaan. Voor deze techniek wordt namelijk ook de ED60 (dosis die een bestrijding van 60 % van de bovengrondse plantendelen oplevert) beproefd (scenario 7). Ten slotte is een scenario met een strengere beeldscorecriterium (scenario 8) toegevoegd. Bij een strengere veronkruidingslimiet zullen de opeenvolgende behandelingen elkaar sneller opvolgen. Uit de scenario's 6, 7 en 8 kan de invloed van de rijnsnelheid en de gewenste beeldscore op de uiteindelijk vereiste behandelingsfrequentie en het totale energieverbruik worden afgeleid.

In totaal zijn dus acht verschillende bestrijdingsscenario's opgezet. Bij elke overschrijding van de vooraf bepaalde veronkruidingslimiet worden ze herhaald (figuur 6 – blz. 24). De gebruikte toestellen zijn:

- Zacho UKB 1000/1200-heteluchtschroeiër, gemonteerd op een Egholm 2200T-werktuigdrager;



Figuur 6 – Voorbeeld van een bestrijdingscyclus

- Egholm 2200-onkruidborstel (eveneens gemonteerd op een Egholm 2200T) met vuilafzuiging;
- Ecoflame City Comfort Plus 100-brander (open vlam), gemonteerd op een Multi One-werktuigdrager;
- WAVE-sensorgestuurde heetwatermachine.

Op het einde van elk groeiseizoen volgt steeds een veegbeurt volgens de gangbare praktijk, zodat de proefvakken "schoon" de winter ingaan. Om mogelijke beïnvloeding door verkeer (ongelijkmatige berijding van proefvakken, vervuiling, meegevoerd strooizout, enz.) uit te sluiten, is de proefparking sinds mei 2010 tot het einde van het onderzoek gesloten.

► **WP 4 – Eco-efficiëntie en kosten/batenanalyse**

Tegelijk met de beproeving in WP 3 wordt in WP 4 informatie ingezameld om de eco-efficiëntie en kostprijs per beheermethode te kunnen bepalen. Daartoe worden de volgende parameters gemeten of geregistreerd:

- energieverbruik (LPG voor branders, diesel voor WAVE, enz.);
- waterverbruik (WAVE);
- behandelingsfrequentie (capaciteit, werkuren, enz.);
- slijtage van de bestrating.

Om het mogelijke effect op de verharding na te gaan, zijn vóór de eerste behandelingen uitgebreide metingen verricht van:

- de slijpweerstand (SRT-slinger);
- het textuurprofiel (laserprofielmeter);
- de kleurwaarden L^* , a^* , b^* (colorimeter).

Uit het verloop van deze parameters in de tijd kunnen slijtage (bv. door borstelen) en kleurveranderingen (bv. door branden) van de stenen worden bepaald. Deze metingen zullen dan ook geregeld worden herhaald.

► **Toekomstperspectieven**

Een eerste (gelijktijdige) toepassing van de bestrijdingsscenario's heeft in mei 2010 plaatsgevonden. Tijdens het eerste groeiseizoen is al meermaals (een- tot vijfmaal, naargelang van het scenario en de verhardingssoort) ingegrepen om het onkruidniveau te handhaven. Tegelijk met de behandelingen zijn ook al verscheidene metingen van het gas-, diesel- en waterverbruik uitgevoerd, om het bestrijdingseffect aan de economische en ecologische efficiëntie te kunnen relateren. Deze onderzoeksfase loopt verder over een tweede jaar (2010-2011), om het langetermijneffect op de onkruidflora te kunnen nagaan en statistisch verantwoorde uitspraken te kunnen formuleren.

Uit de resultaten zullen aanbevelingen voor preventief én curatief onkruidbeheer in de praktijk worden gedistilleerd. Wij houden u uiteraard op de hoogte in onze OCW Mededelingen en in andere publicaties, evenals op studiedagen.

-
- *A. Beeldens: 02 766 03 43; a.beeldens@brrc.be*
 - E. Boonen: 02 766 03 41; e.boonen@brrc.be*
 - M. Fagot (UGent): 09 264 90 65; maureen.fagot@ugent.be*
 - B. De Cauwer(UGent): 09 264 90 64; benny.decauwer@ugent.be*
 - D. Reheul (UGent): 09 264 60 96; dirk.reheul@ugent.be*

5 Wegwerkzaamheden en hinder – Een tussenbalans van het OCW

In OCW Mededelingen 80 (blz. 8-11) besteedden we uitgebreid aandacht aan minder hinder bij wegwerkzaamheden. We gaven aan dat dit thema vanzelfsprekend de aandacht van het OCW verdient. We redeneerden dat er wel drie achterliggende redenen waren om het hinderaspect te behandelen:

- 1) het imago van wegwerkzaamheden: het belang van informatie over de essentie van de werken in de verschillende fases;
- 2) toenemende trafiek: de hoeveelheid wegverkeer en de tijdsfactor die in het nadeel werkt;
- 3) duurzame ontwikkeling: het belang om tijdelijke effecten te relateren aan permanente effecten.

Meer dan een jaar verder is het moment gekomen om het thema opnieuw in de schijnwerpers te plaatsen.

► Het OCW en minder hinder

Het OCW onderschrijft met overtuiging het concept duurzame ontwikkeling en wil in dat verband meewerken aan een verkeerssysteem dat *Greener* (milieuvriendelijker), *Safer* (veiliger) en *Smarter* (slimmer) is. Het beperken van hinder bij wegwerkzaamheden past in de idee om het gebruik van de weg centraal te stellen bij de realisatie van een dergelijk verkeerssysteem.

Het OCW wenst de praktische realiseerbaarheid van hinderbeperkende maatregelen te benadrukken. De basisvoorwaarden veiligheid en bouwtechnische kwaliteit vormen hiervoor het essentiële vertrekpunt. Bij deze praktische insteek past echter ook een duidelijk inzicht in financiële implicaties en een heldere omschrijving van de verantwoordelijkheden.

Samenwerking is volgens de “minder hinder”-visie van het OCW een sleutel tot succes. Bij het verminderen van hinder hebben weggebruikers, wegbeheerders, adviesbureaus, aannemers en – niet in de minste plaats – onderzoekers allen een rol te vervullen.

Elke soort van *weggebruiker* (voetganger, fietser, openbaar vervoer, auto, vrachtwagen, enz.) moet zich op een veilige manier verplaatsen op dat deel van de openbare weg dat voor hem is bedoeld. Het



komt erop aan dat verschillende soorten van weggebruikers geen onnodige overlast voor elkaar veroorzaken. Dit is altijd van toepassing maar geldt des te meer als er zich een afwijkende situatie voordoet, zoals bij werken met impact op het openbare domein.

De *wegbeheerders* (gewesten en gemeenten) moeten ervoor zorgen dat de wegen in een dusdanige staat verkeren dat een veilig en zo vlot mogelijk gebruik ervan mogelijk is. Middels de beleidsplannen opteert men in algemene zin voor complementariteit van de vervoermiddelen, waarbij men tracht het autogebruik in te perken ten voordele van het overige verkeer. Het recentelijk in beleidsplannen naar voren geschoven STOP-principe is hier een moderne variant van.

Het STOP-principe wordt voorgesteld als een nieuwe manier om met mobiliteit om te gaan. Eerst dient de aandacht uit te gaan naar de Stappers (S), dan de Trappers (T), dan het Openbaar vervoer (O) en pas in laatste instantie naar de Personenwagen (P). Het idee is dat aandacht voor de auto pas te verantwoorden is nadat de eerste drie alternatieven aan bod zijn gekomen.

Ook *adviesbureaus en aannemers* hebben een belangrijke functie. Door op een doordachte wijze de werken in een conceptfase uit te denken, met bijzondere aandacht voor het beperken van de effecten op het verkeerssysteem, spelen adviesbureaus in samenspraak met wegbeheerders een belangrijke rol. Maar ook de aannemers zijn belangrijk, aangezien zij in de latere fasen hun specifieke praktijkkennis kunnen inzetten, zodat de werken vlot en verkeersveilig kunnen plaatsvinden.

Het thema hinder is bij uitstek een evolutief thema. Het heeft rechtstreeks te maken met de veranderende maatschappij. Voortgaand *onderzoek* draagt ertoe bij dat wegbeheerders, adviesbureaus en aannemers worden ondersteund in het maken van de juiste keuzes bij de noodzakelijke wegwerkzaamheden. Onderzoek is noodzakelijk om niet achterop te geraken, het is een voorwaarde om te komen tot een continue verbetering van de maatregelen om hinder te voorkomen, te verminderen en te verzachten.



Zo zijn er specifiek voor aannemers al heel wat onderwerpen die het bestuderen waard zijn, zoals:

- *Wat kan de aannemer zelf doen aan hinderbeperking? Welke aspecten komen erbij kijken (organisatorisch, bouwtechnisch, regelgevend, enz.)? Welke rol speelt de aannemer in de verschillende fasen van een project?*
- *Zijn er verschillen naargelang van de contractvorm? Met welke besteksvoorwaarden kan de aannemer te maken krijgen?*
- *Welke verschillen zijn er naargelang van de situering of de grootte van de werken? Welke fundamentele verschillen zijn er tussen werken aan de weg en bouwwerken met hinder op de weg?*
- *Wat zijn de voordelen voor de aannemer om aan minder hinder te doen?*

Rond de vragen van het fenomeen hinder breidt het OCW zijn kennis steeds verder uit. Het beperken van de hinder staat hierbij centraal. De aandacht van het OCW vinden we terug bij activiteiten van de diverse afdelingen van het Centrum. Het artikel in OCW Mededelingen 80 gaf al een indicatief overzicht. Sindsdien ontplooiden de activiteiten van het OCW over het thema hinder zich verder rond drie pijlers:

- aandacht voor bouwtechnieken;
- aandacht voor verkeerskundige technieken;
- aandacht voor de maatschappelijke opdracht.

► **Aandacht voor bouwtechnieken**

Hinder van wegwerkzaamheden kan verschillen naar tijdsduur of naar plaatsinname op de openbare weg. Een goede uitvoering van de werken is cruciaal, met technieken die zo weinig mogelijk overlast veroorzaken voor iedereen (burgers, bedrijven,

toeristen, enz.). De noodzakelijke wegwerkzaamheden kunnen verder geoptimaliseerd worden als technieken worden toegepast die de minste hinder veroorzaken. Het kan zeker ook geen kwaad als de noodzakelijke kennis over de bouwtechnieken gepaard gaat met voldoende inzicht in de mobiliteitsproblematiek. Het kennen van de betekenis van begrippen als "mobiliteit", "minder hinder", "duurzame ontwikkeling" en "STOP-principe" zal zeker bijdragen tot het *onderkennen* van het belang om die technieken te gebruiken die de hinder kunnen verminderen.

Ter voorbereiding van een technologische adviesdienst hebben onderzoekers van de betrokken OCW-afdelingen een synopsis opgemaakt van bouwtechnieken die de hinder kunnen beperken en die weinig of niet worden toegepast. De kennisopbouw rond de bouwtechnieken met potentie om de hinder te beperken, is hiermee in gang gezet. De bouwtechnieken spitsen zich toe op vier delen: materiaalgebruik, asfalt, beton en rioleringswerken. De technieken zijn zeer gevarieerd te noemen: in situ hergebruik, innovatieve renovatietechnieken van riolering, gebruik van prefabelementen, zelfverdichtende uitgraafbare materialen, enz.

► **Aandacht voor verkeerskundige technieken**

Aannemers komen ook in aanraking met technieken die niet zozeer bouwtechnisch als wel verkeerskundig zijn. Zeker in een DBFM¹-contractvorm kan een aannemer een input hebben op de manier waarop een project wordt aangepakt, door al mee te denken in de conceptfase. De rol van de aannemer is in dergelijke gevallen een actieve, via een ondersteuning van de projectinitiatiefnemer of wegbeheerder. Zo kan een aannemer bijvoorbeeld betrokken worden bij de opmaak van een "minder hinder"-plan.

Bij werken moeten volgens een classificatiesysteem regels worden gehanteerd ten aanzien van de plaatsing van signalisatie. Door een correcte signalisatie kan heel wat hinder voor het verkeer worden voorkomen. Hierbij is in de stedelijke context extra aandacht gevraagd voor de signalisatie voor zwakkere weggebruikers. Bovendien speelt het veiligheidsaspect ook een rol, voor de weggebruikers en de wegenwerkers. Belangrijke aandachtspunten bij signalisatie zijn de wegencategorisering, omrijdfactoren en wellicht ook de tijdelijke aanpassing van verkeerslichten.

¹ DBFM: *Design, Build, Finance and Maintain*.

De keuze van al dan niet omleiden van verkeer is een essentiële keuze. Het kan ook aangewezen zijn geen omleiding te voorzien maar tijdelijke verkeerslichten te installeren. De keuze is afhankelijk van diverse factoren zoals de hoeveelheid verkeer, of de mogelijkheid om andere wegen in te schakelen.

Het STOP-principe plaatst voetgangers en fietsers bovenaan de lijst van aandachtspunten. De bouwplaatsorganisatie moet hier rekening mee houden. Er zijn situaties te bedenken waarin een strikte toepassing van het principe niet houdbaar is. Het komt erop aan dat de aannemer in overleg met de initiatiefnemer methoden weet toe te passen om de hinder te schatten voor de verschillende soorten van weggebruikers. Er bestaan verschillende methoden om de hinder te kunnen inschatten (tellingen, capaciteitsberekeningen, verkeerskundige modellen). Het gaat dan niet alleen om de weg waarop gewerkt wordt, maar ook om de wegen die daarvan effect ondervinden. Van betekenis is uiteraard ook de bouwplaatsorganisatie: de plaatsinname op de openbare weg, de keuze van fasering van werken, het omgaan met stockage, enz.

Dergelijke onderwerpen zullen in de toekomst aan bod komen tijdens diverse vormingsmomenten waarbij het OCW initiator of betrokkene is.

► **Aandacht voor de maatschappelijke opdracht**

Werk maken van hinder is ook een maatschappelijke opdracht die de keuze van bouwtechnieken en verkeerskundige technieken overschrijdt. Er is ook nood aan kennis over het proces en de context waarbinnen het zich afspeelt. Communicatie, coördinatie en evaluatie zijn enkele thema's die een heel belangrijke plaats innemen in het uitwerken van een succesvolle aanpak van hinder.

Het OCW heeft deze maatschappelijke opgave zonder meer onderkend. Dit krijgt bijvoorbeeld zijn weerslag in enkele werkzaamheden van de afdeling Mobiliteit. Zo werd in de eerste helft van 2010 de rondetafel *Duurzame Mobiliteit* georganiseerd, waar diverse actoren werden samengebracht. We berichtten hierover al uitvoerig in OCW Mededelingen 83 (blz. 16-17) en OCW Mededelingen 84 (blz. 16-22). Tijdens de workshopsessies in de namiddag werd er gediscussieerd rond drie thema's (planning en voorbereiding; uitvoering en realisatie; beheer, evaluatie en bijsturing). Deze thema's werden niet toevallig gekozen op basis van een fasering die elk project doorloopt. Heel wat onder-



werpen uit deze boeiende dag stonden in verband met de (onvermijdelijke) hinder die wegwerkzaamheden met zich mee brengen.

De afdeling Mobiliteit vertegenwoordigde het OCW ook in de tijdelijke vereniging *Minder Hinder Vlaanderen*. Dit samenwerkingsverband met Tritel, Arcadis, Research Analysis, Connect en Libost heeft voor het VIM (Vlaams Instituut voor Mobiliteit) een "minder hinder"-draaiboek uitgewerkt, en parallel daaraan aanbevelingen voor het beleid opgesteld. Het OCW leverde voor zowel het draaiboek als de nota met aanbevelingen inhoudelijke expertise en verzorgde de (inhoudelijke) kwaliteitscontrole.

De aanbevelingen sturen aan op bepaalde aanpassingen in het beleidskader, om de toepassing van het "minder hinder"-concept verder te bevorderen en uniformiseren. Het praktische draaiboek kiest voor een systematische opbouw volgens de fasen die een project doorloopt, en besteedt ruim aandacht aan de rol van aannemers². Er werden enkele praktische *tools* ontwikkeld, waaronder een "minder hinder"-toets. Deze toets is erop gericht de potentiële hinder van wegwerkzaamheden in de planingsfase op eenvoudige wijze in kaart te brengen.

► **Perspectieven**

Uit het voorgaande mag blijken dat minder hinder in het Centrum de aandacht krijgt die het verdient. Op de drie vlakken (bouwtechnisch, verkeerskundig en maatschappelijk) is er vooruitgang geboekt. De informatie uit dit artikel is echter op te vatten als de opmaak van een tussenbalans. Er valt op verschillende vlakken rond het thema minder hinder nog veel te onderzoeken. Het OCW kiest ervoor op de ingeslagen weg verder te gaan, om de kennisopbouw over optimale wegenprojecten met een minimale hinder voort te zetten.

► H. Van Geelen: 02 775 82 39;
h.vangeelen@brrc.be

² Het draaiboek *Minder Hinder Vlaanderen* is beschikbaar via de website van het VIM: www.vim.be

6 OCW neemt deel aan missie van de Belgische bouwsector naar de Democratische Republiek Congo

In september 2008 bezocht een economische missie van vertegenwoordigers uit de Congolese bouwsector ons land.

Op verzoek van de Belgische ambassade in Kinshasa werden de deelnemers in de OCW-vestiging te Sterrebeek ontvangen en rondgeleid. Tijdens dit bezoek werd herinnerd aan de samenwerking tussen het Centrum en de Congolese wegebouwsector in de voorbije kwarteeuw. Tevens werd bevestigd dat het OCW ook in de toekomst voor partnerschappen openstond.

Afgevaardigd bestuurder van de Confederatie Bouw Robert de Mûelenaere, die bij het bezoek aanwezig was, breidde dit aanbod tot de hele bouwsector uit.



Bijeenkomst van de Congolese en Belgische delegaties onder leiding van Théo Ntela (Cellule Infrastructures). Namens de Belgische Technische Coöperatie (BTC) woont Yves Hanoteau eveneens de vergadering bij.

Op initiatief van de Gewesten heeft in november 2010 een Belgische multisectorale economische missie naar de Democratische Republiek Congo (DRC) plaatsgevonden. Als vertegenwoordigers van de Confederatie Bouw konden voorzitter Jacques De Meester en afgevaardigd bestuurder Robert de Mûelenaere in Kinshasa kennismaken met de Congolese beroepsorganisaties uit de bouw.

Omdat opleiding, normalisatie en controle van bouwwerkzaamheden als prioritaire onderwerpen voor de Congolese gastheren golden, werden het WTCB en het OCW als collectieve onderzoekscentra uitgenodigd om aan de missie deel te nemen.

Het spreekt vanzelf dat het OCW deze uitnodiging graag heeft aangenomen.

De Belgische missie, die van 15 tot 19 november 2010 plaatsvond, kende twee hoogtepunten voor onze sector:

- een rondetafel *Bouw* met vertegenwoordigers van de Congolese private en openbare spelers, waar België de voorstellen om aan de noden van de Congolese partners te beantwoorden, kon toelichten. Namens het OCW herinnerde Michel Servranckx aan de jarenlange samenwerking op het gebied van opleiding, met de missies ter ondersteuning van het *Laboratoire national des Travaux publics (LTNP)* als recentste voorbeeld (zie OCW Mededelingen 84, blz. 28-31 en OCW Mededelingen 83, blz. 21-22);
- een werkvergadering van de Belgische en Congolese beslissers om een voorstel van ontwerpovereenkomst op te stellen, waarbij de ondertekenaars zich tot een dynamische samenwerking en concrete acties verbinden.



De ontwerpovereenkomst werd op 17 november 2010 ondertekend en heeft twee hoofddoelstellingen:

- acties voor opleiding aanmoedigen;
- meewerken aan het schrijven van standaardbestekken en normen die rekening houden met de werkomstandigheden in de Congolese bouwsector (klimaat, grond, materialen, enz.).

Het is echter nog te vroeg om een gedetailleerde beschrijving van concrete acties te geven.

Voor dit project van middellange duur zal financiële steun bij de Belgische overheid (Belgische Coöperatie) en/of internationale fondsenverstrekkers moeten worden gezocht.

► M. Servranckx: 02 775 82 50;
m.servranckx@brrc.be