



Opzoekingscentrum voor de Wegbouw
Uw partner voor duurzame wegen

OCW Mededelingen

108

Agenda

OCW-winteropleiding 2017
Duurzame wegen – Onderhoud en reparaties
26 januari 2017 – 28 maart 2017



3

Totaalbeoordeling van gemeentelijke wegnetten – Methodiek, opleiding en begeleiding!

3

Ringanalyse van dichtheidsmeters – OCW en aannemers zetten extra in op kwaliteit van de verdichting van asfaltverhardingen

5

APERROUT: onderzoek naar de prestaties van mengpuinsteenslag in de wegbouw

6

OCW werkt mee aan project voor de herinrichting van het Eugène Keymplein in Watermaal-Bosvoorde

9

ECORoads voor eenvormig beheer van de verkeersveiligheid op wegen en in tunnels

11



OCW Mededelingen

108



www.linkedin.com/company/brrc



www.youtube.com/c/BrrcBe

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Uw partner voor duurzame wegen

Nieuwe OCW-publicatie *Meetmethode voor het gebruik van grondradartechniek in wegconditieonderzoek – Methodieken (MN 91/16) komt eraan!*



Grond- of georadar (*Ground-Penetrating Radar – GPR*) is een niet-destructieve geofysische techniek waarmee veranderingen in wegconstructies visueel kunnen worden weergegeven. De keuze van de uitrusting en het verzamelen, verwerken en interpreteren van de meetgegevens vereisen echter enige kennis en ervaring van grondradar-gebruikers.

ren van de meetgegevens vereisen echter enige kennis en ervaring van grondradar-gebruikers.

In deze nieuwe publicatie doet het OCW praktische aanbevelingen om hen daarbij te helpen. Het eerste hoofdstuk beschrijft de uitvoering van de metingen. In het tweede komt de gegevensverwerking aan bod. Er zijn twee aanvullende bijlagen, respectievelijk over de schatting van laagdikten op basis van de reflectieamplitude en de voortplantingstijd en over de bepaling van homogene zones.

In het najaar van 2017 wordt een studiedag gehouden, om deze aanbevelingen te presenteren en nader toe te lichten.

De datum, het volledige programma en de praktische informatie vindt u te geleger tijd op onze website www.ocw.be en in de OCW Mededelingen.

Alle publicaties zijn gratis downloadbaar na registratie op onze website (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@brrc.be

Agenda

6 oktober 2016

Studiedag *Geluidsschermen*, Sterrebeek
www.ocw.be/nl/agenda_n20161006

11 oktober 2016

Journée de l'Espace Public,
Namur
www.maisondelurbanite.org/activites-externes/2016/journee-de-lespace-public-namur

11 oktober 2016

ROSANNE eindseminarie,
Sterrebeek
<http://rosanne-project.eu>

13 oktober 2016

Concrete Day, Brussel
www.gbb-bbg.be/nl/concrete-day-2016

14, 16, 23 & 25 november 2016

Opleiding *Visueel weginspecteur voor netbeheer*, Gent
www.ocw.be/nl/visuele_inspectie

26 januari 2017 – 28 maart 2017

OCW-winteropleiding 2017
Duurzame wegen – Onderhoud en reparaties, Sterrebeek
www.ocw.be

4-6 oktober 2017

XXIII^e Belgisch Wegencongres, Brussel
www.cbr-bwc.be



OCW-winteropleiding 2017 Duurzame wegen – Onderhoud en reparaties Donderdag 26 januari 2017 – dinsdag 28 maart 2017

Ook de dertiende editie van onze winteropleiding kende veel bijval. Daarom starten we enthousiast de voorbereidingen voor de veertiende jaargang.

Wie meer wil weten over *onderhoud en reparaties* van wegen mag de derde lessenreeks van onze driejarige basiscyclus niet missen. Deze aspecten vormen het onmisbare sluitstuk voor duurzame wegen.

De lessenreeks staat volledig op zichzelf en kan los van voorgaande en komende reeksen worden gevolgd.

Noteer alvast de data in uw agenda!

Dag 1 – Donderdag 26 januari

Diagnose, conditieonderzoek en beheer van werkzaamheden

Dag 2 – Dinsdag 21 februari

Sleufwerk en riolen – Nieuwe ontwikkelingen op het vlak van controle, onderhoud en reparatie

Dag 3 – Donderdag 9 maart

Onderhoud en duurzame reparatie van betonwegen

Dag 4 – Dinsdag 28 maart

Onderhoud en duurzame reparatie van wegverhardingen en brugbedekkingen met bitumineuze materialen



Het volledige programma en alle praktische informatie verneemt u te gepasten tijde in een officiële uitnodiging en in het decembernummer van de OCW Mededelingen. Via onze website www.ocw.be kunt u online inschrijven.

Totaalbeoordeling van gemeentelijke wegennetten – Methodiek, opleiding en begeleiding!



Voor beheerders van zowel gemeentewegen in een stedelijke of landelijke omgeving als van wegen op haventerreinen, vliegvelden, enz. zijn regelmatige beoordeling en eerste analyse van de algemene staat van hun wegennet (aanpak op **netwerkniveau**) geen eenvoudige opgaven.

Onze enquêtes hebben uitgewezen dat heel wat wegbeheerders dan ook werkelijk nood hebben aan een **onderbouwde, toegankelijke, geloofwaardige en duurzame methode** voor een totaalbeoordeling van hun wegennet.

Om aan die verwachtingen en behoeften van de sector te voldoen, heeft het OCW begin 2015 zijn kennis en ervaring op het gebied van visuele weginspectie geactu-

aliseerd. Daaruit is een rationele methodiek gedistilleerd, die in september 2015 als OCW-meetmethode *Visuele inspectie voor wegennetbeheer* (MN 89/15 – www.brrc.be/nl/artikel/mn8915) gepubliceerd en ter beschikking is gesteld. Deze meetmethode kan op het terrein relatief eenvoudig worden toegepast en laat wegbeheerders ook enige vrijheid van handelen. Zo kan visuele inspectie van in het bijzonder berijdbare weggedeelten te voet of vanuit een voertuig, met foto- of videobeelden, door plaatselijk opgeleid personeel worden uitgevoerd, of worden uitbesteed.

Voor elk wegvak (onderdeel) worden de waargenomen schadebeelden volgens de methodiek geregistreerd. Vervolgens



Te voet



Vanuit een voertuig



Met foto-beelden

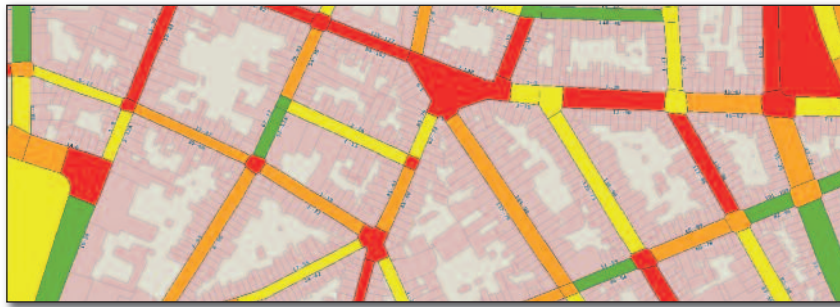


Met video-beelden

wordt voor elk schadebeeld een indicator met een waarde tussen 0 en 0,9 berekend en toegekend. Op die manier kunnen de wegvakken of wegvakonderdelen in vier klassen worden ingedeeld. Als de waarde



Indicator



Fictieve weergave van de schadetoestand van een wegennet, die niet met de werkelijke staat in de gemeente overeenstemt

voor een wegvakonderdeel dicht bij de drempelwaarde tussen twee klassen ligt, kan preventief onderhoud voor enig uitsstel van een duurdere maatregel zorgen. Een preventief onderhoudsbeleid maakt op termijn een optimale benutting van de jaarlijks beschikbare middelen mogelijk. De resultaten van een visuele inspectie zijn eenvoudig in kaart te brengen, zodat een duidelijk beeld wordt verkregen van de absolute schadetoestand van de wegvakken en van de wegvakken die de drempelwaarden benaderen. Indien gewenst, kunnen de indicatoren voor elk wegvak(onderdeel) als inputparameters worden gebruikt in geavanceerdere PMS-software (*Pavement Management System*) voor wegennetbeheer. Zo is de ViaBEL-software een hulpmiddel om de kosteneffectiefste strategie voor preventief en curatief onderhoud op middellange termijn (drie tot tien jaar) te kiezen, waarbij rekening wordt gehouden met de verwachtingen van de wegbeheerder.

Naast de voornoemde methodiek organiseert het OCW ook financieel toegankelijke vierdaagse opleidingen "Visueel inspecteur voor netbeheer", in het Nederlands en het Frans. Op een extra dag biedt het OCW de deelnemers die het wensen kosteloos individuele en praktische begeleiding ter plaatse (op kantoor en op het terrein).

Voor de methodiek, opleidingen en begeleiding beschikt het OCW over een

I_G -klassen	Onderhoudsmaatregel	Commentaar
$0,9 \geq I_G > 0,8$	Routineonderhoud	Geen reparaties nodig
$0,8 \geq I_G > 0,5$	Plaatselijke reparaties	Alleen plaatselijke schade repareren
$0,5 \geq I_G > 0,3$	Algemene reparatie	Bovenste lagen over de gehele lengte van het wegvakonderdeel repareren
$0,3 \geq I_G$	Versterking	Structurele aanpak over de gehele lengte van het wegvakonderdeel



Extra dag in Sint-Joost-ten-Node: begeleiding op kantoor in de voormiddag



Extra dag in Sint-Joost-ten-Node: begeleiding op het terrein in de namiddag

multidisciplinair team van technici en onderzoekers (zie kaderstuk).

Voorts wordt nauw samengewerkt met diverse private partners in België en het buitenland, die programmeerbare hulpmiddelen (tablet, gespecialiseerde software) voor de codering van schadebeelden op het terrein, diensten of (PMS-)software voor geavanceerd wegennetbeheer aanbieden.

Wegens de grote bijval die deze interactieve aanpak bij de wegbeheerders geniet, heeft het OCW sinds de publicatie van de meetmethode al drie lessenreeksen gehouden. De vierde reeks vindt plaats in het Nederlands, in Gent op 14, 16, 23 en 25 november 2016. Informatie en inschrijvingen: www.brcc.be/nl/visuele_inspectie (het aantal deelnemers is beperkt!).

Multidisciplinair OCW-team voor visuele wegininspectie voor netbeheer

Mathieu Draps
Technicus
Terreininspecteur



010 23 65 53
m.draps@brcc.be

Maarten Laforce
Technicus
Terreininspecteur



010 23 65 41
m.laforce@brcc.be

Alain Van Buylaere (auteur)
Technicus
Adjunct-verantwoordelijke van het team Wegconditieonderzoek



010 23 65 42
a.vanbuylaere@brcc.be

Hugues Genard
Onderzoeker
Cartografie



010 23 65 14
h.genard@brcc.be

Tim Massart
Onderzoeker
Verantwoordelijke van het team Wegconditieonderzoek



010 23 65 43
t.massart@brcc.be

Contact

Carl Van Geem
Onderzoeker
Verwerking en interpretatie van meetgegevens



010 23 65 22
c.vangeem@brcc.be

Ringanalyse van dichtheidsmeters – OCW en aannemers zetten extra in op kwaliteit van de verdichting van asfaltverhardingen

Context en opzet

Aannemers schaffen steeds vaker een dichtheidsmeter aan om de kwaliteit van de verdichting van asfaltverhardingen in situ te meten. Op grond van zijn jarenlange ervaring met dichtheidsmetingen op de weg heeft het OCW het initiatief genomen om vergelijkende proeven voor het gebruik van dichtheidsmeters in situ te organiseren.

Momenteel worden in de Belgische wegenbouw twee soorten van toestellen gebruikt: nucleaire en elektromagnetische dichtheidsmeters.

Tijdens de meetcampagne kunnen de gebruikers hun toestel vergelijken met gelijksoortige toestellen die in ons land worden ingezet. Daarbij zal ook aandacht worden besteed aan de vergelijking en optimalisatie van de procedures.

Door op deze manier onze kennis actief met de sector te delen, willen we de kwaliteit van de metingen en van de uitvoering van wegenwerken bevorderen.

Meetcampagne

Alle bij het OCW bekende gebruikers van dichtheidsmeters in België hebben een uitnodiging voor deelname aan de meetcampagne ontvangen én aanvaard. Dit bevestigt alvast de nood aan en de interesse voor dergelijke proeven.

Alle deelnemers zullen metingen op dezelfde locatie uitvoeren, volgens hun eigen werkwijze en volgens een door het OCW voorgeschreven procedure.

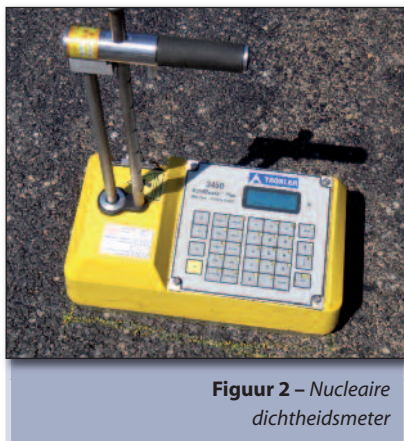
De zoektocht naar een geschikte meetlocatie is gestart en we hopen de meetcampagne in het vroege najaar van 2016 te kunnen uitvoeren.

Resultaten en informatieverspreiding

Het OCW zal de resultaten verwerken, analyseren en in een rapport verwerken. Alle deelnemers ontvangen een rapport



Figuur 1 – Dichtheidsmetingen in situ door het OCW



Figuur 2 – Nucleaire dichtheidsmeter



Figuur 3 – Elektromagnetische dichtheidsmeter

Bron: Transtech

en worden uitgenodigd voor een gedetailleerde toelichting, uiteraard met inachtneming van de vereiste vertrouwelijkheid.

Door middel van een samenvattende analyse en conclusies wordt u te gelegener tijd via onze website en OCW Mededelingen geïnformeerd.

Wij hopen met de lering die uit de meetcampagne zal worden getrokken, een positieve bijdrage voor de hele wegenbranche te leveren.



Ben Duerinckx
02 766 03 75
b.duerinckx@brrc.be

APERROUT: onderzoek naar de prestaties van mengpuinsteenslag in de wegebouw



Figuur 1 – Op het eerste APERROUT-proefvak werd gedurende twee winterperioden het langetermijngedrag van mengpuinsteenslag onder invloed van natuurlijke vorst-dooicyclusen onderzocht

Context

Jaarlijks wordt in België zes miljoen ton sloop- en bouwpuin (beton, metselwerk) gerecycled in de vorm van mengpuinsteenslag. Dit steenslag bevat tot 50 % metselwerkpuin (bakstenen, dakpannen, niet-drijvend cellenbeton) en maakt 30 % tot 40 % uit van de totale hoeveelheid steenslag die in ons land voor recycling wordt geproduceerd. Deze percentages zijn te verklaren door het relatief hoge aantal bakstenen woningen in België [1]. Voor zover het aan de besteisen voldoet, wordt puinsteenslag voornamelijk in ongebonden of gebonden funderingen, onderfunderingen en ophogingen toegepast.

Hoewel mengpuinsteenslag volgens het Waalse standaardbestek *CCT Qualiroutes* in onderfunderingen mag worden hergebruikt, komen dergelijke toepassingen in Wallonië nog niet zo vaak voor. Daarom heeft het OCV in samenwerking met het



Figuur 2 – Mengpuinsteenslag kan tot 50 % metselwerkpuin bevatten

Centre Terre et Pierre (CTP) en de Université de Liège (Service GeMMe) het onderzoeksproject APERROUT (acroniem voor *Amélioration des Performances des Recyclés mixtes en domaine Routier par Optimisation des Unités de Traitement*) opgezet en gecoördineerd.

Het project, dat in maart 2016 werd beëindigd, had voornamelijk als doel de invloed van het gehalte aan fijne bestanddelen ($\varnothing < 63 \mu\text{m}$) op de prestaties en het vorst-dooigedrag aan monsters te onderzoeken. Hierna worden enkele conclusies uit het onderzoek beschreven.

Invloed van het gehalte aan fijne bestanddelen van de monsters

Bemonstering

Voor het APERROUT-project zijn diverse monsters van (onbewerkt) slooppuin en puinsteenslag (na behandeling) genomen en in het laboratorium geanalyseerd. Deze laboratoriumproeven brachten enige wisselvalligheid in de samenstelling en de fysicochemische kenmerken aan het licht. De herkomst van het materiaal (gebouw, kunstwerk of weg), de geologische context en de diversiteit van beton zijn daarbij factoren die het algemene gedrag van het materiaal beïnvloeden.

Voorts is het moeilijk gebleken om voor een partij een representatief monster te nemen. De wijze van bemonsteren heeft duidelijk een invloed op de kenmerken

die in het laboratorium worden gemeten. Er zijn significante verschillen in de korrelverdeling geconstateerd naargelang een monster van de transportband, uit bulk op de opslagplaats, of op de bouwplaats was genomen. Bij monsters van dezelfde bouwplaats kunnen zich naargelang van de plaats van bemonstering ook grote verschillen voordoen.

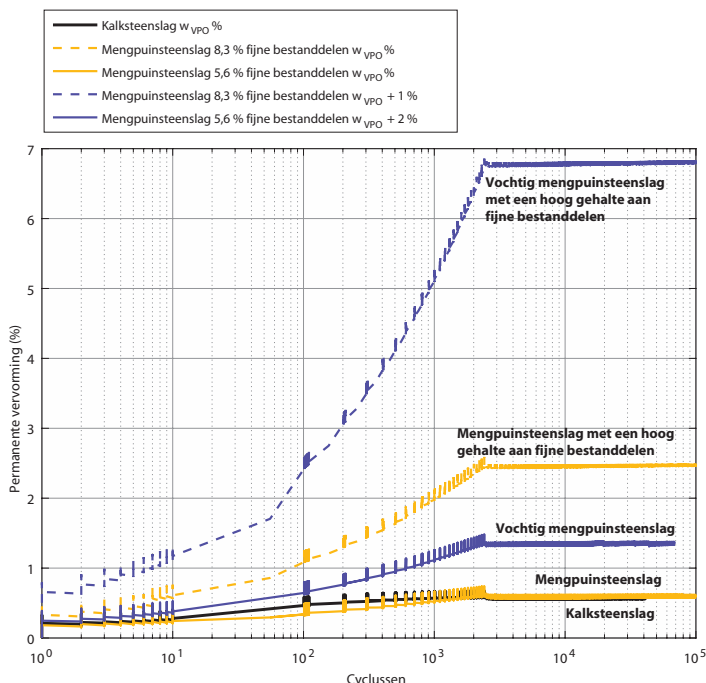
Invloed van de fijne bestanddelen op de prestaties

Het gehalte aan fijne bestanddelen ($\varnothing < 63 \mu\text{m}$) is één van de parameters die het sterkst wordt beïnvloed door de wijze van bemonsteren. Dat gehalte kan nochtans een niet te verwaarlozen (positief of negatief) effect op verschillende kenmerken van verdicht steenslag hebben. Het betreft in het bijzonder:

- **de pakkingsdichtheid, het draagvermogen van het materiaal en de weerstand tegen verschillende soorten vervormingen.** Tot een beperkt gehalte hebben fijne bestanddelen als gunstig effect dat ze tijdens het verdichten de holten in het steenslag vullen, waardoor de volumieke massa en dus ook de pakkingsdichtheid en het draagvermogen van het materiaal toenemen. Vanaf een bepaald gehalte (20 % tot 25 %, naargelang van de initiële porositeit van het korrelskelet van het materiaal) doet zich echter een omgekeerd effect voor en neemt de dichtheid af. De fijne bestanddelen vullen dan niet alleen de holten, maar drijven ook de grote elementen uit elkaar. Bovendien zal een hoger gehalte aan fijne bestanddelen ook de watergevoeligheid van het materiaal vergroten. Bij een watergehalte groter dan het optimale watergehalte zal het draagvermogen dan ook sterker afnemen;
- **de doorlatendheid.** De fijne bestanddelen in de holten vullen de poriën en maken het materiaal minder doorlatend. Als het percentage binnen in het materiaal niet te groot is, kan het water nog voldoende in de holten blijven circuleren. Vanaf een bepaalde waarde (afhankelijk van de korrelverdeling van het materiaal) bevorderen de fijne bestanddelen echter veeleer opeenhoping van water in het materiaal;
- **de vorstgevoeligheid.** Stilstaand water bevriest vlugger dan water in be-



Figuur 3 – Met de cyclische triaxiaalproef worden de spanningen in onderfunderingsmateriaal bij wielovergangen gesimuleerd



Figuur 4 – Bij een hoog watergehalte en gehalte aan fijne bestanddelen worden met de cyclische triaxiaalproef grotere permanente vervormingen gemeten

weging. Bij de overgang van vloeibare naar vaste toestand neemt het volume door zwellings toe, met opstuwning van de bovenliggende lagen of toename van de spanningen in het materiaal als gevolg. Het materiaal zal dan gemakkelijker breken; er ontstaan fijne bestanddelen en mechanische schade aan het materiaal wordt versneld. In een ondoorlatende constructie met een hoog gehalte aan fijne bestanddelen breidt het vries- en dooifront sneller uit.

Om de voornoemde redenen schrijven de meeste Belgische bestekken voor dat steenslag voor funderingen en onderfunderingen niet meer dan 7 % tot 9 % fijne bestanddelen mag bevatten.

De gehalten aan fijne bestanddelen die in het kader van dit project in de monsters van mengpuinsteenslag werden gemeten, waren vaak hoog (tot 15,3 %) en overschreden doorgaans het maximumpercentage (7 %) dat het bestek CCT Qualiroutes voor onderfunderingen toestaat. Het gehalte aan fijne bestanddelen in onbewerkt puin was echter steeds lager dan 5 %. Dit toont aan dat fijne bestanddelen voornamelijk tijdens het breekproces ontstaan.

Onderzoek naar vervormingen met de cyclische triaxiaalproef

De cyclische triaxiaalproef (figuur 3) is een laboratoriumproef om de invloed van verkeer op ongebonden steenslag in funderingen en onderfunderingen van wegconstructies te simuleren. Met deze proef kunnen permanente vervormingen, die

spoorvorming in het wegdek veroorzaken en het langetermijngedrag kenmerken, worden bepaald. Ook reversibele moduli, die bij de ontwerpberekening van wegconstructies worden gebruikt, kunnen worden gemeten. Op een proefstuk worden een variabele cyclische axiale kracht (σ_1) en steundruk (σ_3) uitgeoefend, om de belastingen bij de overgang van een wiel beter te benaderen. Het steundrukfluidum is ontlucht water [2].

Er werden proeven met twee soorten van mengpuinsteenslag uitgevoerd, met respectievelijk een laag (5,6 %) en een hoger gehalte aan fijne bestanddelen (8,3 %). Dit laatste stemde beter overeen met de gehalten die in dit project werden gemeten. De twee materialen werden eerst bij het optimale watergehalte (bepaald met behulp van de versterkte proctorproef) en vervolgens bij een iets hoger watergehalte verdicht, voordat ze aan de cyclische triaxiaalproef werden onderworpen. Op figuur 4 worden de verkregen permanente vervormingen vergeleken met de waarden voor kalksteenslag.

Bij een beperkt gehalte aan fijne bestanddelen en een optimaal watergehalte is de permanente vervorming na 100 000 cyclussen voor mengpuinsteenslag haast dezelfde als voor kalksteenslag (0,5 %). Voor mengpuinsteenslag neemt de vervorming echter toe tot 1,3 % als het watergehalte licht stijgt en tot 2,5 % als het gehalte aan fijne bestanddelen toeneemt. Voor vochtig materiaal met een hoog gehalte aan fijne bestanddelen bedraagt de gemeten vervorming zelfs 6,8 %. Deze resultaten tonen dat beperking van het gehalte aan fijne

bestanddelen in gerecycled materiaal en controle op het watergehalte van het toegepaste materiaal tijdens de verwerking en de verdichting noodzakelijk zijn om de permanente vervormingen aanvaardbaar te houden (< 1 %).

Representativiteit van de vorst- en dooibestendigheidsproof (F)

Het Waalse standaardbestek CCT Qualiroutes schrijft voor korrelvormig materiaal in funderingen en onderfunderingen een weerstand tegen vriezen en dooien F lager dan of gelijk aan 2 % voor. Met mengpuinsteenslag is vaak het moeilijkst aan deze eis te voldoen. Een enquête van het OCW naar de duurzaamheidseisen in andere Europese landen heeft uitgewezen dat daar doorgaans minder strengere eisen worden gesteld, meer bepaald voor toepassing van gerecyclede materialen. Aan te stippen valt echter dat deze materialen daar vaak enkel in wegen met minder verkeer worden toegepast.

In dit project werden voor meng- en betonpuinsteenslag waarden van respectievelijk 4 % tot 18 % en 6 tot 12 % gemeten. Dat is nog ver boven de drempelwaarde van 2 %. Op basis van dit criterium alleen zouden haast alle gerecyclede materialen uit funderingen en onderfunderingen moeten worden geweerd.

Het OCW heeft dan ook verscheidene proefvakken aangelegd om het vorst-dooigedrag van steenslag in situ te volgen. Voorts zijn cyclische triaxiaalproeven uitgevoerd.

Het eerste proefvak bestond uit mengpuinsteenslag (figuur 1, zie blz. 6) en het tweede uit betonpuinsteenslag en natuurlijk kalksteenslag (figuur 5), telkens met een laagdikte van ongeveer 30 cm. In elk proefvak werden aan het oppervlak en op verschillende diepten temperatuursondes aangebracht. Het steenslag werd gedurende twee winterperioden onbedekt en ongemoeid gelaten. Periodiek werden metingen uitgevoerd zoals topografische opmetingen en metingen met de gammadichtheidsmeter, de lichte slagsonde van het OCW, de Belgische statische plaat, de Duitse dynamische plaat en het PANDA-sondeerapparaat.

De voornaamste conclusies kunnen als volgt worden samengevat:

- tijdens de twee beschouwde perioden heerste geen strenge winter in België. De temperatuursondes gaven aan dat er zich aan het oppervlak opeenvolgende vorst-dooicyclusen voordeden, maar dat het vriesfront zich zelden dieper dan 5 cm bevond. Enkel het steenslag aan het oppervlak heeft dan ook de inwerking van vorst ondergaan;



Figuur 5 – Op het tweede APERROUT-proefvak werden de prestaties van betonpuinsteenslag (links) en kalksteenslag (rechts) vergeleken

- de kenmerken van het materiaal veranderen tijdelijk onder invloed van vorst (figuur 6). Bij de drie materialen werden zwellings en een tijdelijke verhoging van het dynamische draagvermogen geconstateerd, wellicht door de vorming van een fijne ijslaag aan het oppervlak;
- bij de drie materialen treedt geleidelijk zwellings op. De omvang hangt van het materiaal af (figuur 6). De zwellings is minder sterk bij kalksteenslag (0,9 % na de eerste winter) dan bij beton- en mengpuinsteenslag (respectievelijk 1,5 % en 1,4 %). De metingen van de tweede winter tonen aan dat het verschijnsel aanhoudt, met een totale zwellings van 2,4 %. Op het tweede proefvak worden de komende maanden nog vervolgmetingen uitgevoerd;
- het (statische en dynamische) draagvermogen neemt geleidelijk toe. Na de eerste winter waren alle gemeten waarden dubbel zo groot als tijdens de aanleg van de proefvakken. Dit lijkt de hypothese dat in ongebonden gerecyclede materiaal secundaire reacties optreden door de aanwezigheid van niet-gehydrateerde cementdeeltjes en/of ongebluste kalk, te bevestigen. Het zou nuttig zijn te onderzoeken hoe dergelijke reacties de doorlatendheid van het materiaal in onderfunderingen (die een belangrijke drainerende rol spelen) beïnvloeden. Dit aspect zal in later onderzoek worden uitgediept;
- na de winter werden op verschillende diepten monsters voor laboratoriumproeven (weerstand tegen vriezen en dooien, korrelverdelingsanalyse) genomen. De verschillen tussen de resultaten zijn zeer gering in verhouding tot de precisie van de proeven en de heterogeniteit van de materialen. Niettemin kan worden geconcludeerd dat de matige vorst waaraan de monsters uit het oppervlak werden blootgesteld geen noemenswaardige invloed lijkt te heb-

ben gehad op het gehalte aan fijne bestanddelen en de prestaties tijdens de laboratoriumproeven.

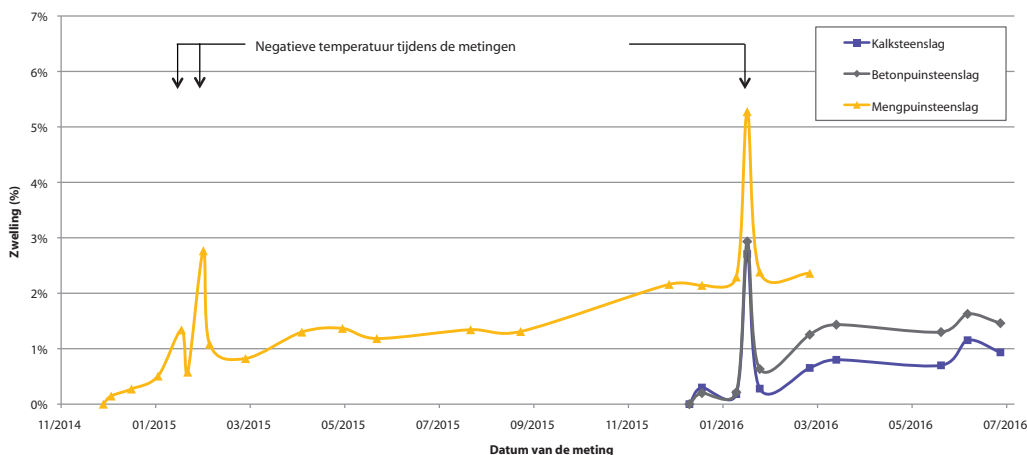
Er werden cyclische triaxiaalproeven verricht, om de permanente vervormingen bij proefstukken na tien voorafgaande vorst-dooicyclusen te vergelijken met de vervorming van referentieproefstukken. Deze proeven hebben geen toename van de vervorming onder invloed van vorst en dooi kunnen aantonen. Vermoedelijk zijn tijdens de vorst-dooicyclusen fijne bestanddelen ontstaan en heeft het materiaal tijdens de proef minder wrijving ondergaan. Dit dient aan andere materialen te worden getoetst.

Op grond van de APERROUT-resultaten en de toepasselijke eisen in Duitsland is aan werkgroep GT02 (grondwerken, funderingen, afbraak, gerecyclede materialen) een voorstel gedaan om het vorsten dooibestendigheidscriterium in CCT *Qualiroutes* aan te passen. Het voorstel houdt in dat de F-drempelwaarde van 2 % naar 4 % wordt verhoogd, met een tolerantie tot 10 % op voorwaarde dat tijdens de vorst- en dooibestendigheidspreef niet te veel fijne bestanddelen in het materiaal worden gevormd en dat het materiaal goed tegen toetredend water wordt beschermd.

Conclusie en vooruitzichten

Zowel uit de literatuurstudie als uit de proeven in het APERROUT-project mag worden geconcludeerd dat een te hoog gehalte aan fijne bestanddelen ($\emptyset < 63 \mu\text{m}$) het gedrag van gerecyclede materialen ongunstig beïnvloedt. In dergelijke materialen zijn nu net veel fijne bestanddelen aanwezig (tot 15 % in de materialen die in het APERROUT-project zijn onderzocht).

Deze fijne bestanddelen zouden op het einde van het recyclingproces gedeeltelijk of volledig kunnen worden uitgezeefd. Er dienen dan echter **nieuwe vormen van nuttige toepassing** voor die fractie te worden ontwikkeld. In Vlaanderen staat het standaardbestek SB 250 al de toepassing van dergelijke materialen toe, in het bijzonder voor de fundering en omhulling van rolen [3]. In eerste instantie zou hergebruik van fijne bestanddelen kunnen worden toegestaan in cementgebonden



Figuur 6 – Bij beton- en mengpuinsteenslag lijkt de optredende zwellings dubbel zo groot te zijn als bij kalksteenslag

Literatuur

1. COPRO Activiteitenverslag 2015
www.copro.eu/content/Vaste_doc/jaarverslagen/Activiteitenrapport%202015_NL.pdf
2. C. Grégoire, R. De Bel en B. Dethy
Kenmerking van ongebonden (natuurlijke of gerecyclede/secundaire) korrelvormige materialen met de cyclische triaxiaalproef
In: OCW Mededelingen 85, blz. 14-19
www.ocw.be/nl/artikel/med85
Oktober-november-december 2010
3. SB250-versie 3.1 - Hoofdstukken 3 – 7.1.2.14 C Steenslag voor granulaatcement, 7 Riolering en afvoer van water en 9 Allerhande werken
<http://wegenenverkeer.be/standaardbestek-250-versie-31>
4. *Guide de bonnes pratiques des Matériaux Autocompactants Réexcavables (MAR)*
www.ocw.be/nl/handleiding_voor_zelfverdichtende_uitgraafbare_materialen
2014

(onder)funderingen voor wegen met weinig tot matig verkeer en voor voetgangers- en fietsverkeer. Deze materialen zouden ook in mengsels voor zelfverdichtende uitgraafbare materialen (ZUM's) kunnen worden toegepast [4].

Noch met de cyclische triaxiaalproeven in het laboratorium, noch met de metingen op de proefvakken kon het ongunstige effect van vorst op gerecycled steenslag worden aangetoond. Deze constatering dient enigszins te worden genuanceerd, omdat de twee winters tijdens de onderzoeksperiode zeer zacht waren.

De metingen op de twee proefvakken hebben echter andere verschijnselen aan het licht gebracht, namelijk geleidelijke

zwellen en verstijven. De spanningen die in de proefvakken optraden, waren echter ver verwijderd van die in een klassieke wegconstructie. Het gerecyclede materiaal werd immers niet door bovenliggende funderings- en verhardingslagen tegen de weersomstandigheden beschermd en er traden geen verkeersbelastingen op. Het zou dan ook interessant zijn **een proefvak** met een onderfundering van verschillende natuurlijke en gerecyclede materialen **in een klassiek weggedeelte onder verkeer** te kunnen **aanleggen**. Een andere oplossing zou kunnen zijn een stuk wegdek met een onderfundering van gerecycled materiaal te monitoren, van bij de aanleg van de onderfundering en ook daarna op lange termijn.



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



Benoît Janssens
02 766 03 91
b.janssens@brrc.be



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

OCW werkt mee aan project voor de herinrichting van het Eugène Keymplein in Watermaal-Bosvoorde

Context

De huidige inrichting van het Eugène Keymplein dateert van de jaren 1970 en is verouderd. Ze voldoet niet meer aan de huidige veiligheidseisen, verkeert in slechte staat en veroorzaakt congestie. De hinder en overlast die hieruit voortvloeien, maken een grondige herinrichting van het plein noodzakelijk.

Het gemeentebestuur heeft daarbij voor een participatieve aanpak gekozen, met inspraak van de bewoners en handelaars. Tijdens drie workshops in de herfst van 2015 konden zij dan ook hun mening en ideeën voor de invulling geven. Op basis van deze denkoefeningen werd in samenwerking met een expertgroep een voorontwerp uitgewerkt, waarin zoveel mogelijk rekening werd gehouden met de

wensen en verwachtingen van de deelnemers.

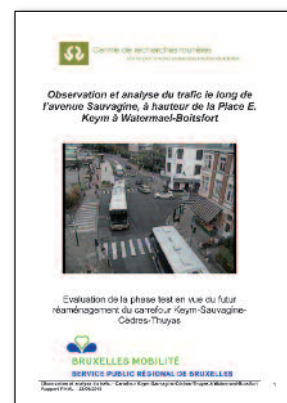
Herinrichtingsprincipe

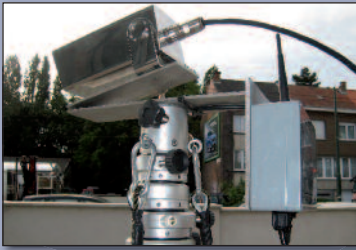
De herinrichting heeft onder meer als doel van het Keymplein een gedeelde, aantrekkelijke en dynamische ruimte te maken. Hinderlijke elementen worden verwijderd, zodat op het plein evenementen (markten, rommelmarkten, enz.) kunnen worden gehouden. Bomen, straatmeubilair en ludieke elementen zoals speeltuigen, fontein, enz. blijven (al of niet in de huidige vorm) behouden.

Ook de weginrichting wordt aangepast, om de toegankelijkheid, de veiligheid en het comfort van de voetgangers, personen met beperkte mobiliteit en fietsers te verhogen en de verkeersdoorstroming

voor alle weggebruikers te verbeteren. Zo komt er één rijstrook per rijrichting (zonder busbaan en middeneiland) en verdwijnen er verkeerslichten. Onnodige hellingen worden weggevoerd. De rijnsnelheid wordt beperkt en bereikbare gedeeltes worden duidelijk aangegeven. Naast een fietsvriendelijke aanleg worden de trottoirs verbreed en de voetgangersoversteekplaatsen verhoogd en ingekort.

De keuze van slijpvaste en harmonieus op elkaar afgestemde materialen moet eveneens aan de aantrekkelijkheid, de veiligheid en het comfort bijdragen.





Figuur 1 – Detailfoto van de videocamera (boven) en opstelling op de 10 m hoge telescopische mast op de testlocatie (onder)



Figuur 2 – Dopplerradar voor snelheidsmetingen

Het Keymplein wordt echter geen voetgangerszone, om te vermijden dat het autoverkeer dan naar andere wegen in de buurt uitwijkt. De inwoners hadden overigens gevraagd de toegangen voor wagens en de bestaande parkeerplaatsen te behouden.

Rol van het OCW in de voorafgaande evaluatie

Naast computersimulaties is gedurende drie maanden (van 4 april tot 4 juli 2016) een tijdelijke inrichting opgezet, om de effecten van de herinrichting aan de praktijk te toetsen en het ontwerp waar nodig bij te sturen voordat met de uitvoering wordt gestart.

Tijdens die testfase verzamelde en analyseerde het Brusselse openbaarvervoerbedrijf MIVB gegevens over de commerciële snelheid (dit is de effectieve gemiddelde snelheid van een trein, tram, bus of metro op een bepaald traject of een bepaalde lijn) voor de betrokken buslijnen.

Het OCW werd gevraagd een aanvullende analyse uit te voeren naar de mogelijke oorzaken van de eventuele positieve of negatieve gevolgen van de herinrichting voor het busverkeer, evenals naar de interacties tussen bussen, actieve vervoerwijzen en andere weggebruikers, en de naleving van de snelheidsbeperking tot 30 km/h. Voor deze analyse zijn een vi-

deo-opname gemaakt en snelheidsmetingen uitgevoerd.

Het Centrum beschikt daartoe over de nodige uitrusting:

- een dag/nachtcamera op een telescopische mast voor video-opnamen;
- dopplerradars voor verkeersstellingen.

Voor de analyse van de verkeersstromen en de interacties tussen de weggebruikers werd op een typische weekdag gedurende 12 h een video-opname gemaakt. De telescopische mast met een videocamera op 10 m hoogte werd buiten de rijbaan op een nabijgelegen parkeerstrook opgesteld, zodat het verkeer tijdens de opname niet werd gehinderd.

Voor de snelheidsmetingen werden twee dopplerradars opgesteld en werd op vier tijdstippen van de dag een handmatige voertuigidentificatie met tijdsregistratie uitgevoerd, om de doorgangssnelheid van motorvoertuigen te kunnen berekenen.

Conclusies en vervolg

De beoordeling door de meewerkende partners (Brussel Mobiliteit, MIVB, architectenbureau, OCW) was overwegend positief. De herinrichting heeft geen negatieve gevolgen voor de regelmaat van het openbaar vervoer en zorgt op bepaalde lijnen zelfs voor een lichte verbetering. Over het algemeen geldt hetzelfde voor de verkeersdoorstroming. De gemiddelde snelheid klokt af rond 30 km/h. In het definitieve ontwerp dient wel een oplossing te worden verwerkt om mogelijke problemen met draibewegingen van een buslijn in conflict met het autoverkeer te verhelpen en vlotte handelsleveringen, handhaving van de snelheidsbeperking en het comfort en de veiligheid van voetgangers en fietsers te waarborgen.

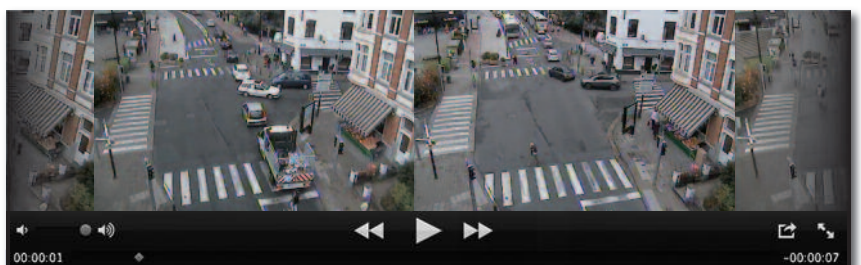
Voortbouwend op deze informatie zal het architectenbureau de plannen verder uitwerken en een aanvraag voor stedenbouwkundige vergunning indienen. Voorts zal een openbaar onderzoek worden gehouden, waarbij iedereen die het wenst zijn mening over het project kan geven.

Meer informatie

De rapporten van het OCW en de MIVB kunnen van de projectwebsite www.keym1170.be (zie *Positieve evaluatie van het Keymplein test*) worden gedownload. U vindt er ook meer details over de herinrichting.



Xavier Cocu
010 23 65 26
x.cocu@brcc.be



Figuur 3 – Voorbeelden van geregistreeerde beelden op de testlocatie

ECORoads voor eenvormig beheer van de verkeersveiligheid op wegen en in tunnels

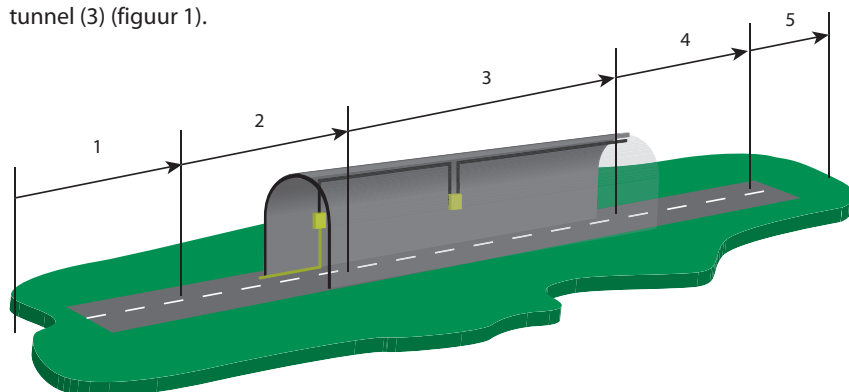


Het tweejarige ECORoads-project (voluit: **Effective and Coordinated Road Infrastructure Safety conditions**), dat op 1 juni 2015 officieel van start is gegaan, is halfweg. Tijd om even terug te blikken op het eerste jaar en om het verloop in het tweede jaar toe te lichten.

Als lid van het Europese forum van wegenresearchlaboratoria (FEHRL) neemt het OCW deel aan het ECORoads-project, dat steun geniet van het EU-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie Horizon 2020. Het project heeft als doel de mogelijke kloof tussen de Europese richtlijnen 2008/96/EG (beheer van de verkeersveiligheid van weginfrastructuur) en 2004/54/EG (minimumveiligheidseisen voor tunnels in het trans-Europese wegennet) te dichten (zie ook OCW Mededelingen 105, blz. 12-13 – www.ocw.be/nl/artikel/med105).

Praktische aanpak

In de eerste workshop op 30 september 2015 hebben de *stakeholders* (tunnel- en verkeersveiligheidsexperts) de nationale praktijken op het vlak van verkeersveiligheidsinspecties en -audits en tunnelveiligheidsinspecties geanalyseerd. Daarbij is naar de behoeften en verwachtingen van de spelers op het terrein gepolst. Voorts werden uit een lijst van vijftien locaties vijf testsites gekozen. Een belangrijk aspect van het ECORoads-project bestaat erin veldanalyses met “gemengde” teams uit te voeren, dat wil zeggen zowel met tunnel- en verkeersveiligheidsexperts als experts uit verschillende landen. De testsites bestaan telkens uit een open weggedeelte (1 en 5), een overgangszone van open weg naar tunnel (2 en 4) en een tunnel (3) (figuur 1).



Figuur 1 – Schematische voorstelling van de opbouw van de testsites

In maart en april 2016 zijn de eerste veldanalyses uitgevoerd, namelijk in de Kennedytunnel te Antwerpen en in de Krrabatunnel van de Albanese hoofdstad Tirana.

Kennedytunnel

Met een team van een vijftiental personen werd op maandagmiddag 7 maart 2016 op de testsite van de Kennedytunnel in Antwerpen de spits afgebeten.

In de startvergadering werd het ECORoads-project uitgebreid gepresenteerd, om alle betrokkenen (het inspectieteam en de leden van het Vlaamse Gewest) te informeren over de te volgen procedure en ieders rol en verantwoordelijkheid daarin. Voor een goede kennis van de test-site werden de ontwerpplannen en ongevalsgegevens van de Kennedytunnel toegelicht. Ook werd een video getoond. Tijdens het bezoek aan TOV (Tunnel Organisatie Vlaanderen) werden realtimebeelden van het verkeer en enkele opnamen van verschillende soorten van ongevallen getoond.

Bij een verkeersveiligheidsaudit dient de testsite niet alleen te worden geïnspecteerd wanneer ze is opengesteld voor wegverkeer maar ook wanneer ze is gesloten (bijvoorbeeld tijdens onderhoudswerken), om de infrastructuur grondig en veilig te kunnen onderzoeken. Dankzij de goede samenwerking met en de uitstekende voorbereiding door de tunnelbeheerder (Vlaams Gewest) kon het team overdag met verschillende dienstvoertuigen het traject afrijden en 's nachts één tunnelkoker te voet inspecteren.



Figuur 2 – Startvergadering voor de veldanalyse in de Kennedytunnel te Antwerpen: presentatie van het ECORoads-project (boven) en bezoek aan TOV (onder)



Figuur 3 – Rijdende inspectie overdag (boven) en inspectie te voet 's nachts (onder)



Figuur 4 – Inspectieteam in de Krrabatunnel te Tirana

Een inspectieteam bestaat uit een kern-team (*core team*) van twee verkeersveiligheidsexperts en een tunnelexpert, een facilitator (de *facilitator* is een persoon van het ECORoads-team die het land vertegenwoordigt waar de testcase plaatsvindt en het aanspreekpunt is voor de betrokken infrastructuurbeheerder), een interne waarnemer (*internal observer*) en externe waarnemers (*external observers*).

Krrabatunnel

De aanpak voor de Krrabatunnel in Tirana verliep eveneens volgens een vooraf bepaalde procedure, die op de ECORoads-website (www.ecoroadsproject.eu onder *Library – Public Area – Deliverables – Common Procedures, with the indication of safety procedures*) kan worden geraadpleegd.

Rapportage en feedback

De twee veldanalyses zijn pas afgerond nadat voor elke testsite de nodige rapporten zijn opgemaakt. Het auditrapport met alle mogelijke verkeersveiligheidskritieke elementen (probleem, locatie, aard van het risico, toelichting en aanbeveling) is aan de betrokken infrastructuurbeheerder bezorgd, die voor elke aanbeveling een antwoord verstrekte.

Om later een leidraad met aanbevelingen te kunnen opstellen, zijn de opmerkingen van het inspectieteam tijdens het volledige proces zeer belangrijk. De opmerkingen werden door middel van verschillende vragenlijsten ingezameld en in evaluatierapporten gebundeld. Deze rapporten vormden de basis voor *Deliverable 5.2 Feedback from the first test sites*, die later ook van de ECORoads-website (www.ecoroadsproject.eu onder *Library – Public Area – Deliverables*) zal kunnen worden gedownload.

Workshops en verder verloop

Op 2 juni 2016 heeft in Brussel de tweede workshop plaatsgevonden, om de eerste reeks van testcases voor te stellen en te bespreken. Daarbij werd vooral nagegaan of de voorgeschreven procedure voor de veldanalyses volledig was, dan wel moest worden verfijnd of bijgestuurd.

Aan te stippen valt dat de uitwisseling van ervaring en de interactie tussen verkeersveiligheids- en tunnelexperts als zeer waardevol werd ervaren. De opmerkingen en aanbevelingen uit deze tweede workshop worden meegenomen in de tweede reeks veldanalyses, die tussen augustus en december 2016 gepland zijn. De drie testsites uit deze reeks zijn de Rennsteigtunnel in Duitsland (BAB A71), de Katlanovotunnel in Macedonië en de Strazevicatunnel in Servië.

Zodra deze veldanalyses zijn afgehandeld, wordt een derde en laatste work-

shop georganiseerd, om de resultaten voor de drie voornoemde testsites te bespreken en een leidraad met aanbevelingen op te stellen.

De leden van de Europese Commissie die met de mogelijke herziening van de richtlijnen (2008/96/EC en 2004/54/EC) belast zijn, zullen hierover uitgebreid worden geïnformeerd. Ze worden overigens telkens op de workshops uitgenodigd.

Over het verdere verloop van ECORoads wordt u te gelegener tijd via onze website en OCW Mededelingen geïnformeerd.



Xavier Cocu
010 23 65 26
x.cocu@brrc.be



An Volckaert
010 23 65 48
a.volckaert@brrc.be



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Uw partner voor duurzame wegen

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30.01.1947

Verantw. uitgever: C. Van Rooten, Woluwedal 42 - 1200 Brussel



www.linkedin.com/company/brrc



www.youtube.com/c/BrrcBe

Maatschappelijke zetel

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

Fax: 02 772 33 74
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

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

ISSN: 0777-2580

