

Internationale trends in de betonwegenbouw – waar staat België?

ir. Luc Rens
Raadgevend ingenieur infrastructuur
FEBELCEM



Overzicht presentatie

- Inleiding – voorstelling EUPAVE
 - Troeven van betonverhardingen voor het milieu
 - Verhardingen in walsbeton in ES - UK -TR
 - Monitoring – sensoren in DE
 - Veiligheid bij betonwegenbouw in DE
 - Oppervlakafwerkingen in AT, DE, NL
 - Publieke ruimten in FR
 - Grondbehandeling en in-situ recycling in ES, FR
 - Conclusies
-

Inleiding

- Belang van delen van kennis op internationaal, nationaal en lokaal niveau
 - Vb. Ontwikkelingen in DGB : U.S. ↔ België
- Soms grote verschillen, soms grote gelijkenissen
 - Aantal en toepassingsdomeinen betonverhardingen
 - Betonsamenstelling
 - Structuuropbouw
 - Voorschriften
 - ...

Inleiding - EUPAVE

- Created at the end of 2007, the European Concrete Paving Association has for mission to:
 - Advocate and enable wider use of cement and concrete applications in European transport infrastructure by
 - Engaging with EU, national and local decision makers,
 - Disseminating technical know-how and communicating benefits and
 - Promoting innovation and best practices in the sector.



Inleiding - EUPAVE

11 Full Members:

BETONSUISSE

Cement&BetonCentrum

CIMbéton



COMACO
INTERNATIONAL LTD

HEIDELBERGCEMENT



10 Associate Members:



ERMCO



15 Partners:



Mr. Carlos Jofré



Mr. Sepehr Ghaffari



ZETA
INDUSTRY

Inleiding - EUPAVE

■ Working Groups (6)

- ❑ Best Practices
- ❑ Concrete Safety Barriers
- ❑ Environmental Strategy
- ❑ Advocacy
- ❑ Statistics
- ❑ Communications

www.eupave.eu
NEWSLETTER

■ Publications (30+)

- ❑ Technical: books, leaflets,...
- ❑ Position papers

■ Events (30+)

- ❑ Technical: Workshops Best Practices, Work Site Visits
- ❑ Advocacy: in EU Parliament

Inleiding – recente events

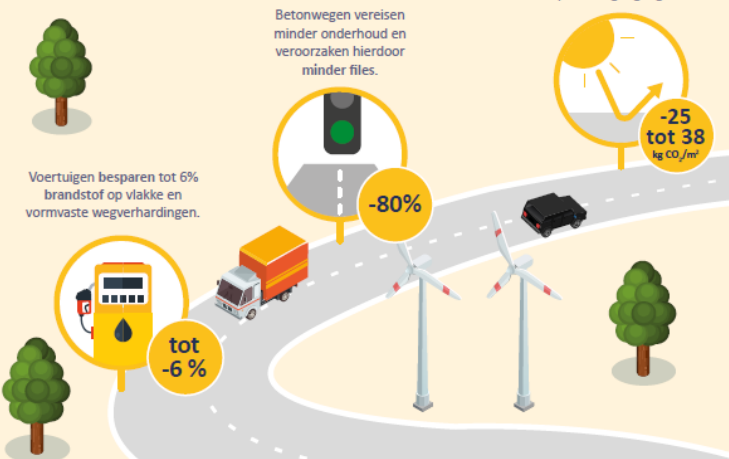
- EUPAVE Webinar “Recycled Concrete Aggregates”, Mark Snyder, 7 February 2019
- EUPAVE Webinar “Sustainability Assessment of Infrastructure”, Ian Nicholson, 5 June 2019
- EUPAVE Workshop Best Practices “Roller Compacted Concrete Pavements”, Brussels, 18 June 2019
- EUPAVE + FEBELCEM Workshop at Matexpo, “Two-layered concrete pavements”, 12 September 2019
- Deutsche Betonstraßentagung, Aschaffenburg, 26+27 September 2019
- PIARC World Road Congress – EUPAVE workshop on concrete pavements, Abu Dhabi, 7 October 2019
- 1st Turkish National Conference on Concrete Roads, Ankara, 13-14 November 2019

Troeven van betonwegen voor het milieu

BETON MAAKT WEGEN DUURZAMER

MINDER OPWARMING VAN DE AARDE

Betonwegen kunnen sterk bijdragen aan de reductie van CO₂-emissies door wegtransport.



BETER BESTAND TEGEN KLIMAATVERANDERING

Betonwegen zijn beter bestand tegen klimaatverandering en extreme meteorologische gebeurtenissen.



100% CIRCULAIR

Betonwegen worden gemaakt met lokale grondstoffen, hebben een lange levensduur en zijn 100% recycleerbaar.

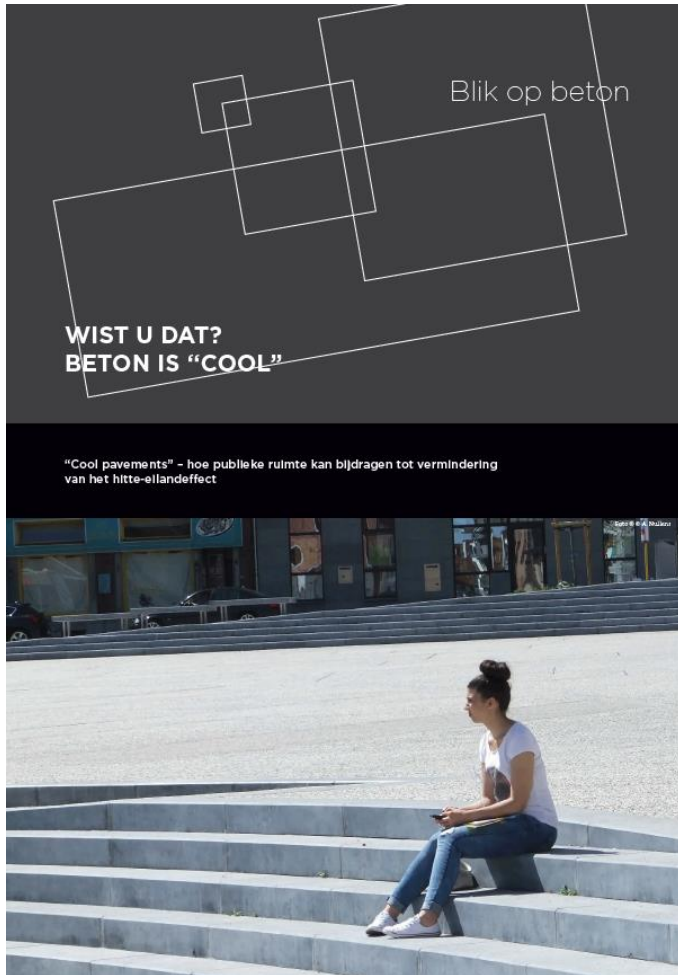


DUURZAAM WATERBEHEER

Beton draagt bij aan ecologisch waterbeheer.



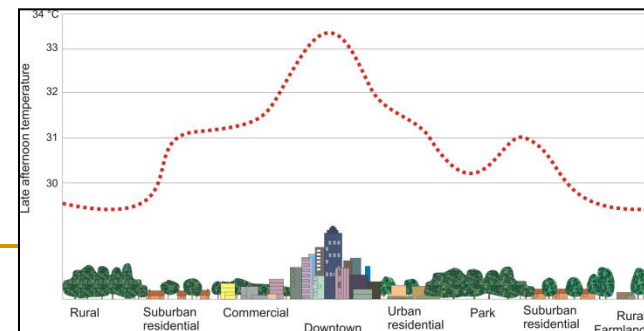
Troeven van betonwegen voor het milieu



TABEL 1 : waarden van lichtweerskaatsing of albedo voor verschillende materialen

OPPERVLAK	ALBEDO
Verse sneeuw	81 tot 88 %
Oude sneeuw	65 tot 81 %
Ijs	30 tot 50 %
Aarde	35 %
Rotsen	20 tot 25 %
Beton	15 tot 25 %
Bossen	5 tot 15 %
Asfalt	5 tot 10 %
...	

- Δ albedo van 10 à 15% stemt overeen met CO₂ vermindering van 25 tot 38 kg/m²
- Vermindering Urban Heat Island Effect



Verhardingen in walsbeton

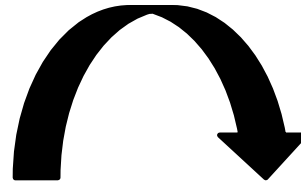
RCC Pavements

Verhardingen in walsbeton



Roller compacted concrete: making concrete pavements available to the whole pavement building industry

The advantages of conventional vibrated concrete pavements are well known: strength, antiskidding properties, luminosity, fire resistance, durability, reduction of fuel consumption, minimal maintenance, more economical than other options in the long term. However, in most cases they must be constructed with machinery only suitable for concrete paving. Although present all around the world, the number of machines for mechanized construction of concrete pavements is largely exceeded by those used for asphalt paving, mainly finishers and rollers. Roller Compacted Concrete (RCC) is a hybrid technique allowing the use of asphalt equipment to achieve a pavement featuring properties (strength, durability) similar to those of vibrated concrete pavements. Although primarily intended for low speed applications such as industrial yards or secondary and residential roads, progresses in machinery and construction methods along near 50 years of experience have expanded the use of RCC pavements for carriageways with higher traffic volumes. Currently, for most applications where vibrated concrete pavements are used, RCC is also a feasible option providing excellent results.



Hoogwaardig walsbeton: maakt betonverhardingen beschikbaar voor de hele wegenbouwindustrie

De voordelen van conventioneel verdichte betonverhardingen zijn alom bekend: sterkte, stroefheid, lichtheid (lijkt ook een beetje op tegendeel van zwaar, misschien beter zichtbaarheid?), brandwerendheid, duurzaamheid, lager brandstofverbruik, minimaal onderhoud, veel voordeliger op lange termijn dan andere opties. Het nadeel is echter dat betonwegen vaak moeten worden aangelegd met behulp van machines, zogeheten slipformpavers, die uitsluitend voor dit doel geschikt zijn. Alhoewel machines voor het aanleggen van betonwegen overal ter wereld worden gebruikt, zijn er wereldwijd veel meer machines voor het aanbrengen van asfaltverhardingen, zoals asfaltafwerkmachines en walsen.

Hoogwaardig walsbeton, verder in de tekst als walsbeton gekenmerkt, is een hybride techniek die het mogelijk maakt om asfaltspreidmachines te gebruiken voor de aanleg van wegen met soortgelijke eigenschappen (sterkte, duurzaamheid) als die van wegen van normaal verdichtbeton. Alhoewel walsbeton in eerste instantie bedoeld was voor toepassingen bij lage snelheden, zoals industrieterreinen of secundaire- en erftoegangswegen, hebben ontwikkelingen in de machinebouw en aanlegmethoden én 50 jaar ervaring (in het buitenland) ertoe geleid dat walsbeton ook kan worden toegepast op rijbanen met een hogere verkeersintensiteit. Tegenwoordig is walsbeton een aantrekkelijk alternatief met uitstekende resultaten voor de meeste toepassingen waarvoor asfalt maar ook normaal verdicht beton wordt gebruikt.



Verhardingen in walsbeton



A negative-slump concrete that is compacted not consolidated

- Placed with High Density Asphalt Machine
- No forms
- No reinforcing steel or dowels
- No finishing (Changing...)
- Compacted with rollers (Changing...)
- No internal vibration

RCC is a concrete pavement that is placed in a different way!

ROLLER COMPACTED CONCRETE IN THE US

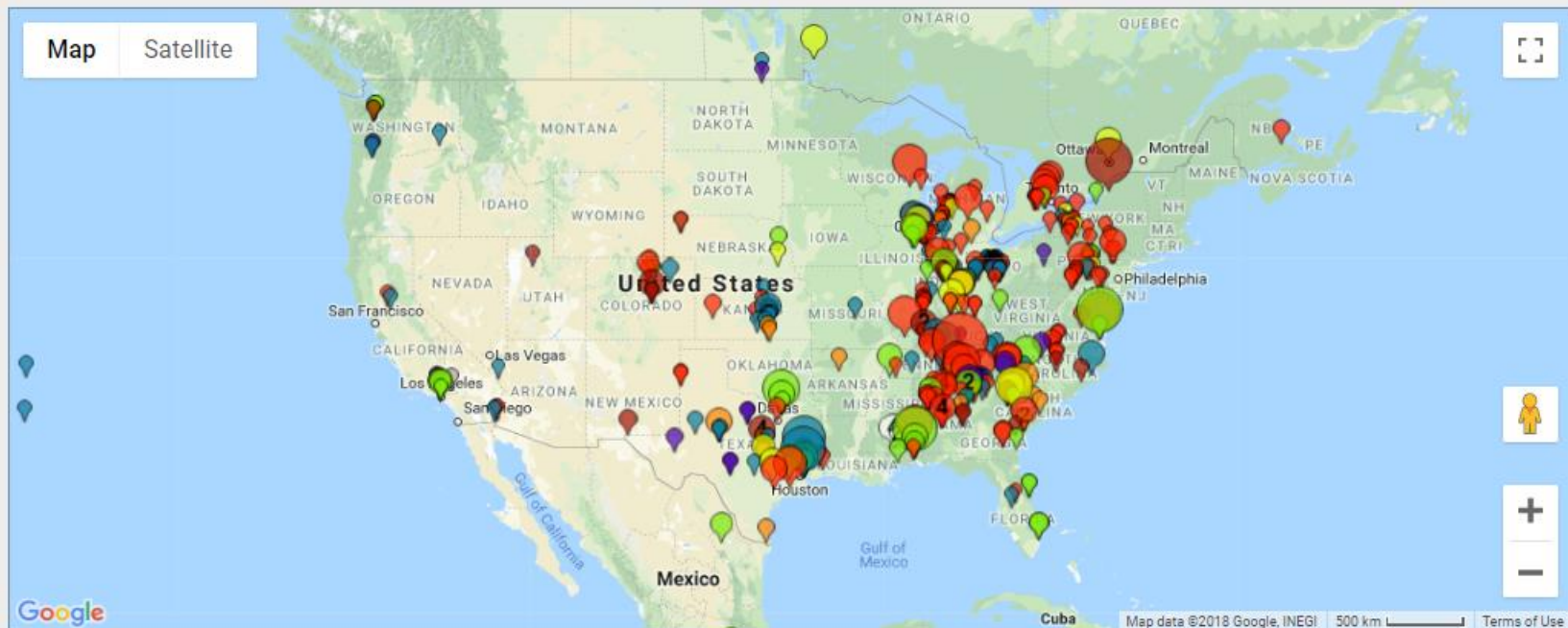
The National RCC Explorer

[Instructions](#)

MAP VIEW • TABLE VIEW • DETAILS VIEW

615 Items

[64 results](#) out of 615 cannot be plotted.



Application

- Airport
- Arterial Street
- Industrial/Trucking Facility
- Local Street
- Military
- Other (e.g., Logging Facility, Composting Area, Storage Yard)
- Port or Intermodal Facility
- Widening or Shoulder
- others
- mixed

Project Size (SY)

**LAMESA DRIVE
MIDLAND, TX - 2014**



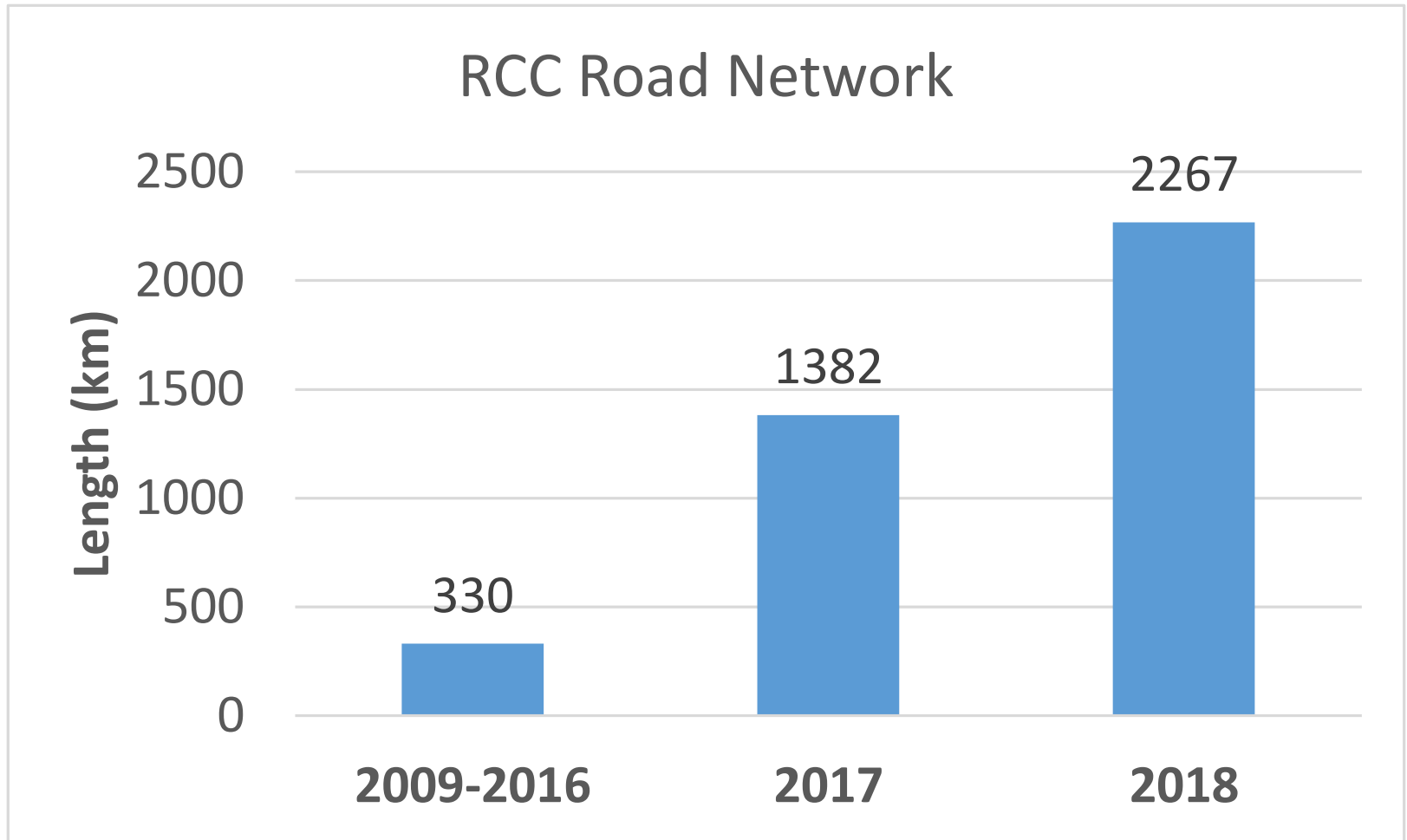
CHAPELS LANDING – Wichita, KS



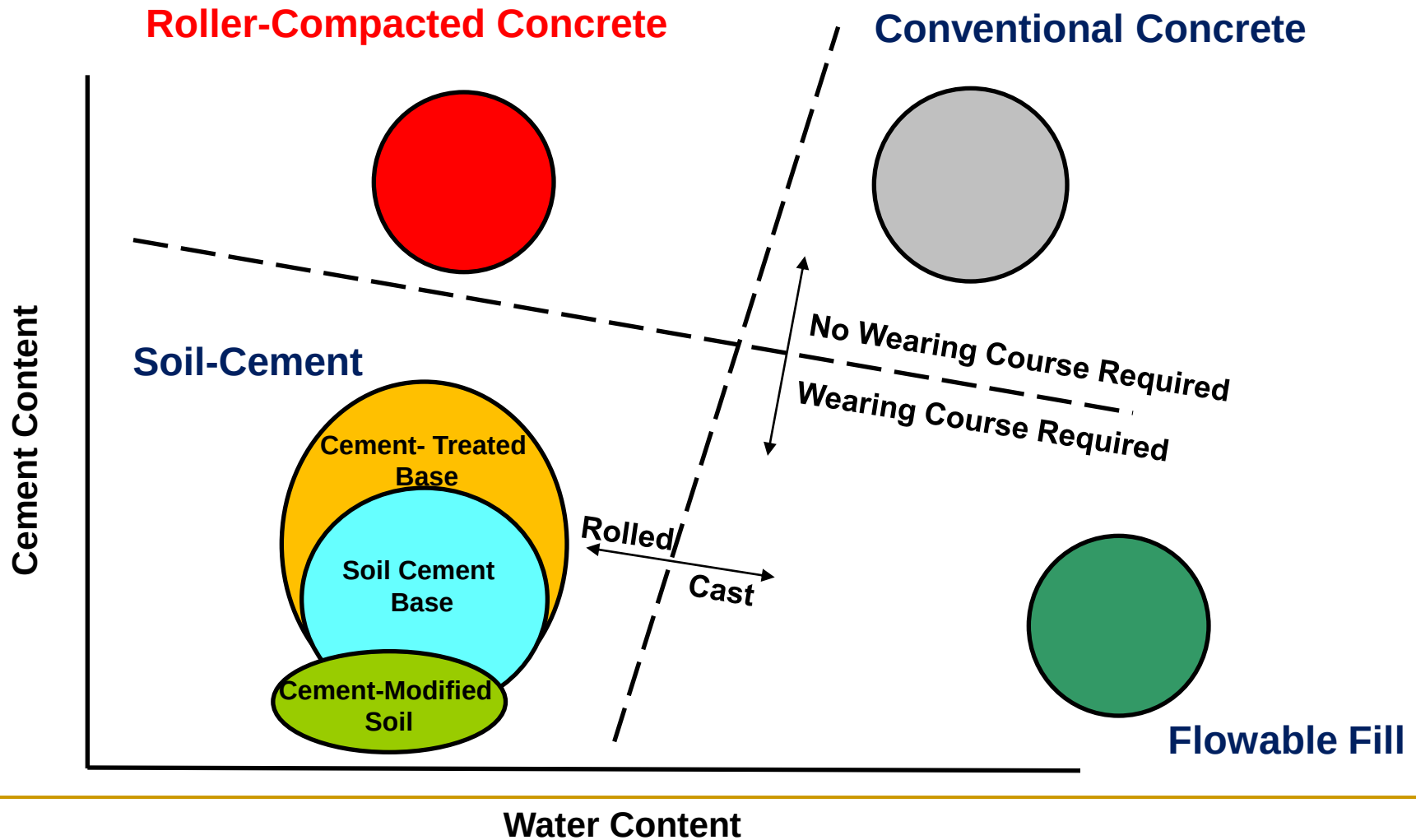
RCC applications in Turkey



RCC applications in Turkey



RCC Pavements



RCC Pavements... but why?

- Economical
 - Rapid construction
 - Early opening to traffic
-
- Availability of asphalt equipment
 - Better use of the asphalt equipment
-

RCC Pavements... but why?

- Early opening to traffic



Samsun Metropolitan Municipality

BEFORE



AFTER



Samsun Metropolitan Municipality

BEFORE



AFTER



Big data – monitoring –
gebruik sensoren

Big data – monitoring - sensoren

- Continue monitoring wegennet
- DE: problematiek opstuikingen
 - Ontwikkeling van een meetstation
 - Metingen T° en voegbewegingen
 - 15 stations geïnstalleerd



Image 6: Measuring station for measuring concrete temperatures, joint movements and climate data

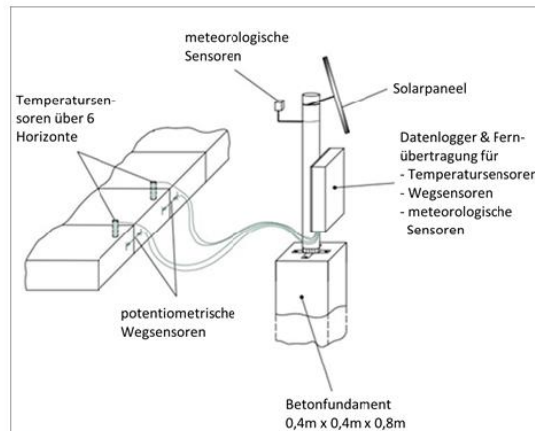
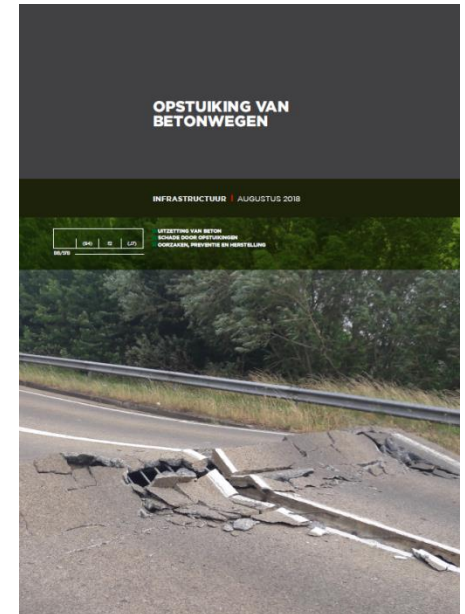


Image 7: Basic sketch of a measuring station



Big data – monitoring - sensoren

- DE meetstations
 - Voorspellen spanningstoestand in beton
 - Inschatten risico
 - Nemen maatregelen, bvb. snelheidsverlaging



Bild 4: Temperaturmessfühler zur Messung in sechs Ebenen



Bild 5: Messsystem zu Ermittlung der Fugenbewegungen

DE onderzoek naar uitzetting beton

- Bepaling thermische uitzettingscoëfficiënt
 - ❑ Methode1: Discrete metingen – eenvoudig – grote spreiding
 - ❑ Methode 2: Continue metingen – kleine spreiding – kennis uitzetting testframe
- Invloed vochtgehalte van beton...welk is vochtgehalte in kritische periode (mei – juli)

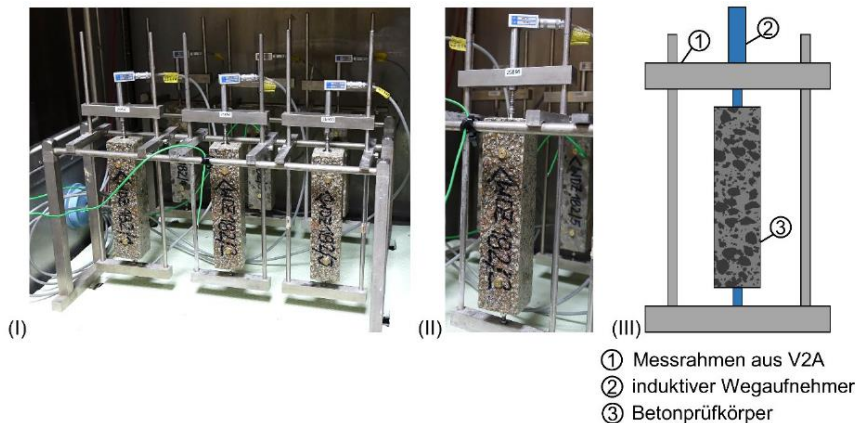
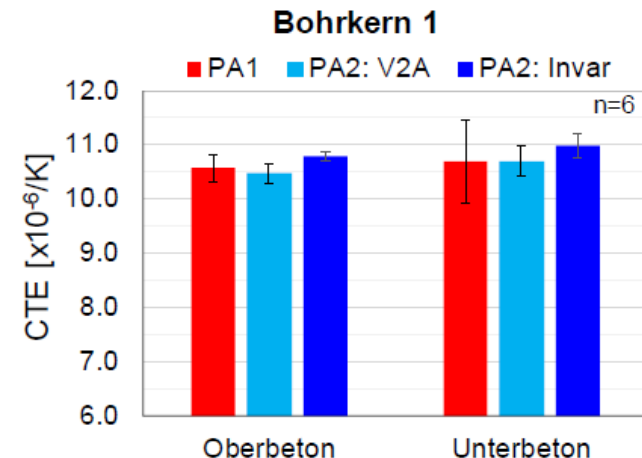


Image 2: Installed test set-up of test approach 2



Gebruik sensoren

- Waar staan we in de Belgische betonwegenbouw?
 - Gebruik sensoren als ondersteuning van:
 - Opdrachtgever
 - Aannemer
 - Wegbeheerder
 - In het kader van:
 - Kwaliteit (vermijden van fouten)
 - Werfbeheer (uitvoeringstermijn - indienststelling)
 - Duurzaamheid (levensduur)
 - Onderhoud en herstelling (asset management)
 - In fase van :
 - Vers beton
 - Jong (verhardend) beton
 - Uitgehard beton

Gebruik sensoren

- Nieuwe sensoren zijn recent op de markt verschenen
 - Maturiteitsmetingen
 - Bepalen tijdstip ontkisting
 - Temperatuurscontrole in massabeton
 - ...



Gebruik sensoren

- Nieuwe sensoren zijn recent op de markt verschenen
 - Maturiteitsmetingen



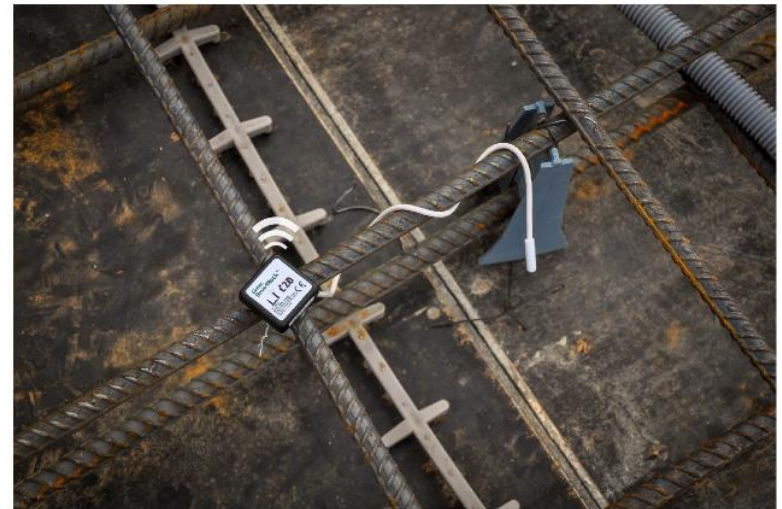
SmartRock2



SMARTROCK™, EDUCATION, FEATURED ARTICLE

Monitoring Concrete Temperature with Wireless Sensors

by RYAN CUCHERAN July 25, 2019



Gebruik sensoren

- Nieuwe sensoren zijn recent op de markt verschenen
 - Maturiteitsmetingen
 - “Crack monitoring” op lange termijn



Maturiteit van beton

■ Gewogen rijpheidscurve

- Gecombineerde invloed van tijd en temperatuur op de sterkteontwikkeling van beton
- “Gewogen” : invloed van bindmiddel

$$M_w = \sum t \times T \times C^n$$

where:

M_w is the weighted maturity (°C·h or °C·days)

t is the age/time of concrete (h or days)

T is the average concrete temperature during time interval Δt (°C)

n is a temperature dependent parameter

C is a cement specific constant for which the strength maturity curves for isothermal strength tests at 20 and 65 °C coincide, C – cement specific value.

Maturiteit van beton

- Calibratie van het betonmengsel = opstellen van een ijkingscurve
- Meten van tijd en temperatuur + bepalen van druksterkte op bepaalde tijdstippen
 - Te voorzien in bijzonder bestek
 - In toekomst eventueel te voorzien in certificatieprocedure van (snelhardend) wegebeton

Maturiteit van beton



- Opstellen ijkingskromme
- Inbetonneren sensoren



- Registratie tijd en temperatuur
- Bepaling maturiteit en betonsterkte



- Rapportering
- Melding op smartphone

Maturiteit van beton

- Toepassingen
 - Tijdens uitvoering
 - Bepalen tijdstip **zagen van krimpvoegen**
 - “niet te vroeg” omwille van uittrekken steentjes aan de rand van de zaagsnede
 - “niet te laat” omwille van risico op krimpscheuren
 - Bepalen tijdstip **uitwassen oppervlak**
 - Belang voor uitwasdiepte



Maturiteit van beton

■ Toepassingen

□ Bij indienststelling

■ Controle druksterkte beton

□ Igv snelhardend beton: geïsoleerde kubussen



1.1.2.4.S INGEBRUIKNEMING

Met het oog op een vervroegde ingebruikneming wordt de controle op de druksterkte uitgevoerd op kubussen met zijde 150 mm, thermisch geïsoleerd met polystyreen op alle vlakken, met uitzondering van de bovenzijde die afgedekt wordt met een plasticfolie. De kubussen worden aangemaakt op de bouwplaats en in bouwplaatsomstandigheden bewaard. Minstens 9 kubussen worden aangemaakt per dagproductie.

De gemiddelde druksterkte van 3 kubussen bedraagt minstens 35 MPa.

Bij vervroegde ingebruikneming worden de kosten gedragen door de vragende partij.

Veiligheid bij de aanleg van betonwegen

Ref. : DE richtlijn “ASR A5.2”

Veiligheid bij aanleg betonwegen

- Behoud van verkeer tijdens werkzaamheden...maar niet ten koste van de veiligheid
 - Voldoende ruimte voor zowel de weggebruikers als voor de arbeiders
- DE studie voor autosnelwegen in beton (2+1)
 - Aangepaste ligging langsvoegen (in midden rijstrook)

Veiligheid bij aanleg betonwegen

- Niet mogelijk bij gewone configuratie

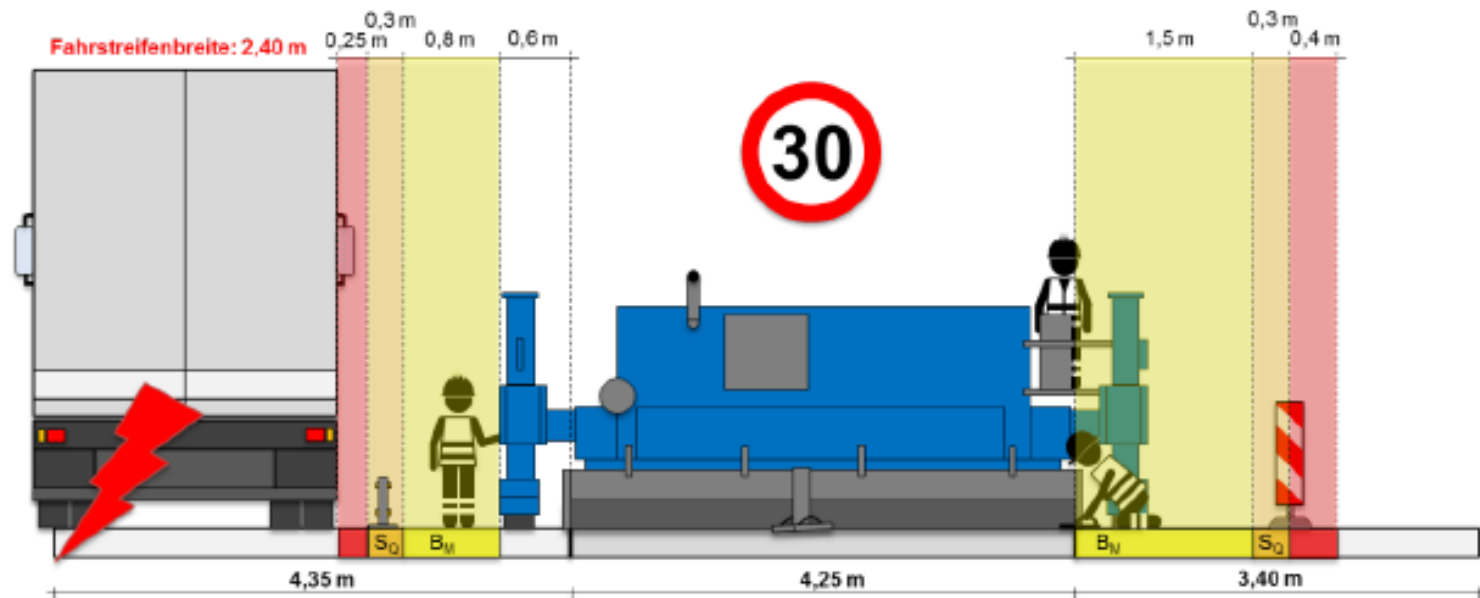


Image 2: Application of ASR A5.2 in RQ 31 (slipform paver with pedestrian operation and manual edge finishing)

Veiligheid bij aanleg betonwegen

- Wel mogelijk door slechts 1 langsvoeg te voorzien

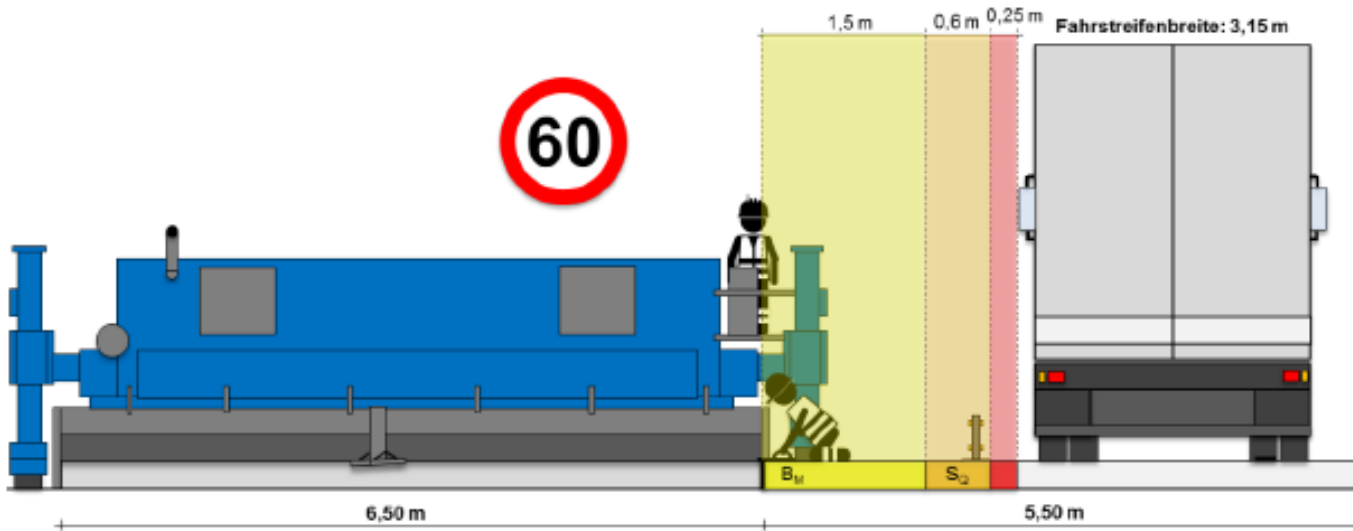


Image 6: Application of the ASR A5.2 regulations in RQ 31 with new joint arrangement (slipform paver with manual edge finishing)

Veiligheid bij aanleg betonwegen

- DE studie voor autosnelwegen in beton (2+1)
 - Aangepaste ligging langsvoegen (in midden rijstrook)



- Aangepaste dikte (+ 2 à 3 cm) omwille van grotere breedtes (tot 6,5 m)
 - Bijna prijsneutraal omwille van minder voegen (ankerstaven, voegvulling, onderhoud) , dunnere (onder)fundering en eventueel lichtjes langere platen

Oppervlakttexturen

Oppervlakttexturen

■ Evolutie in Duitsland



Image 2: Development of the standard concrete surface on German trunk roads (from left to right: steel broom, burlap cloth and artificial turf, exposed aggregate concrete, grinding with grooving)

NGCS – Proefvak in België

- N44, Maldegem, oktober 2015
- Twee verschillende configuraties van groefafstanden

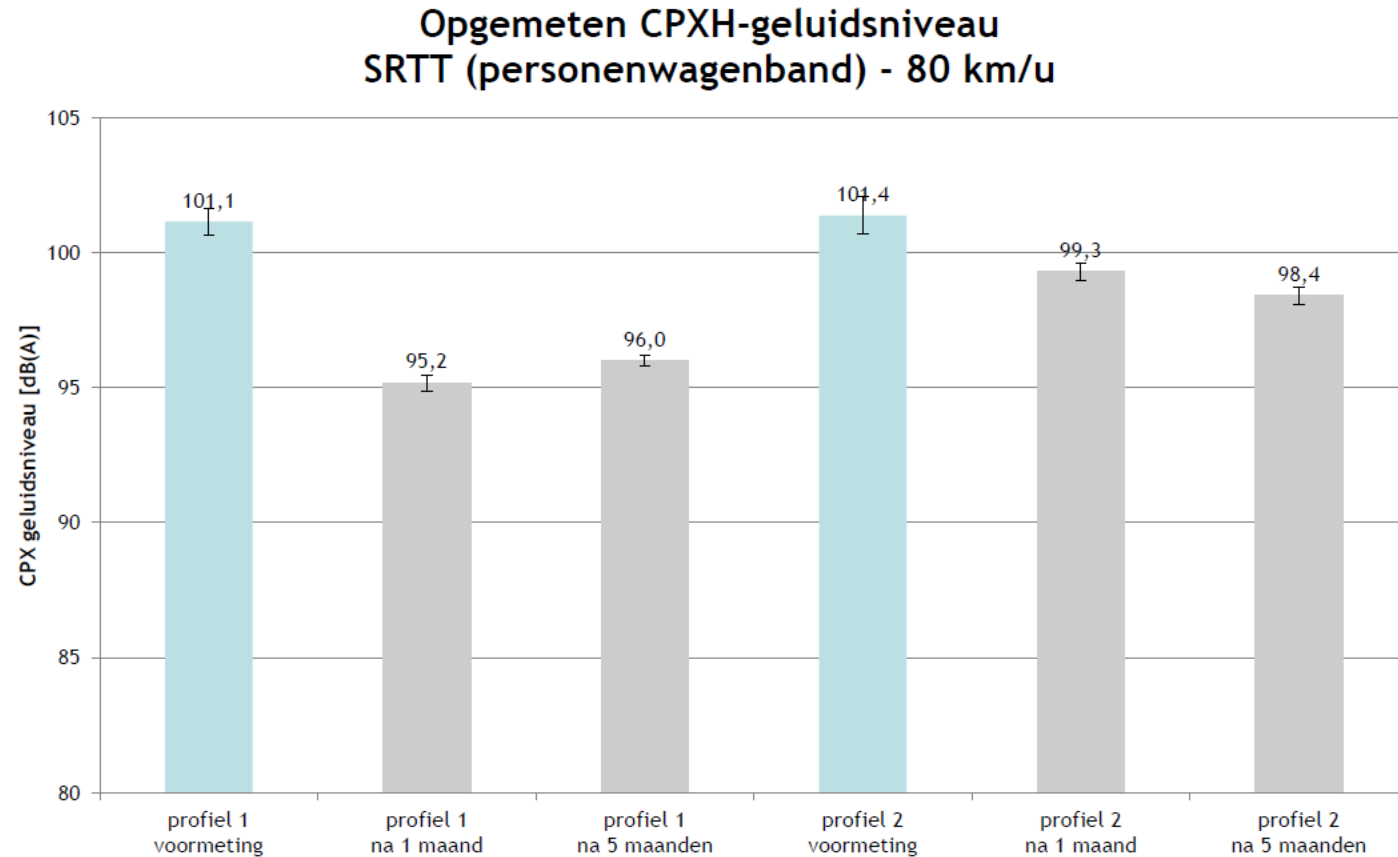


NGCS – Proefvak in België

- Op bestaande weg in platenbeton, 35 jaar oud
- Vermindering rolgeluid tot 6 dB(A) voor personenwagens; 1 à 2 dB(A) voor vrachtwagens
- Duurzaamheid akoestisch niveau wordt opgevolgd

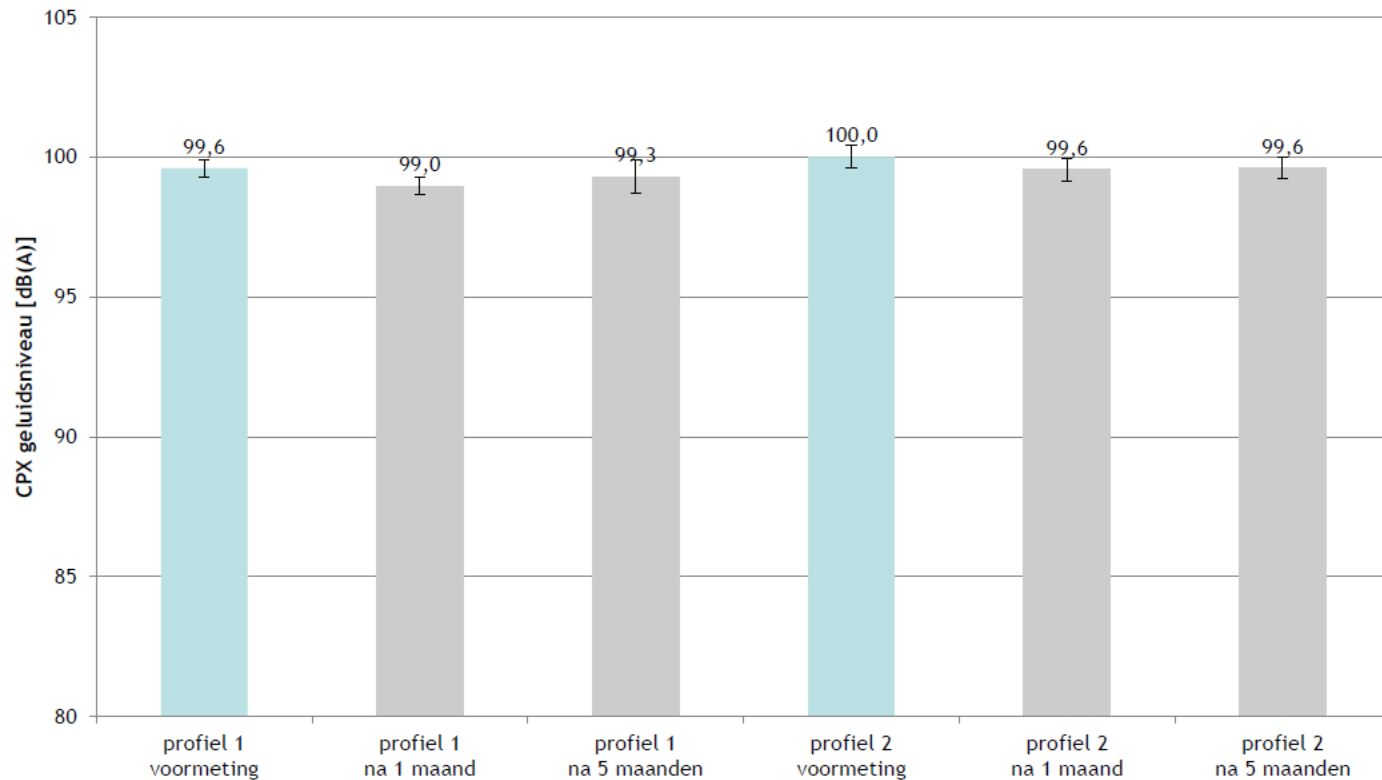


NGCS – Proefvak in België : Maldegem



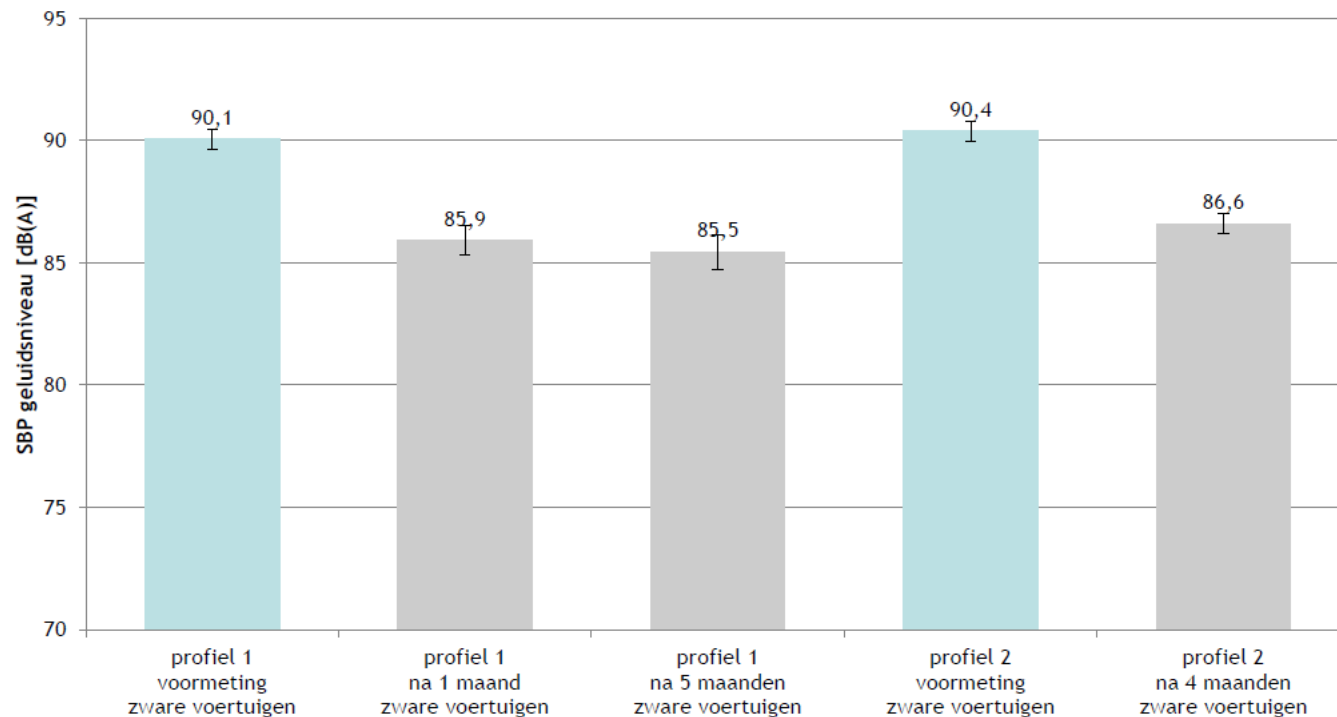
NGCS – Proefvak in België : Maldegem

Opgemeten CPXH-geluidsniveau
AVON AV4 (vrachtwagenband) - 80 km/u



NGCS – Proefvak in België : Maldegem

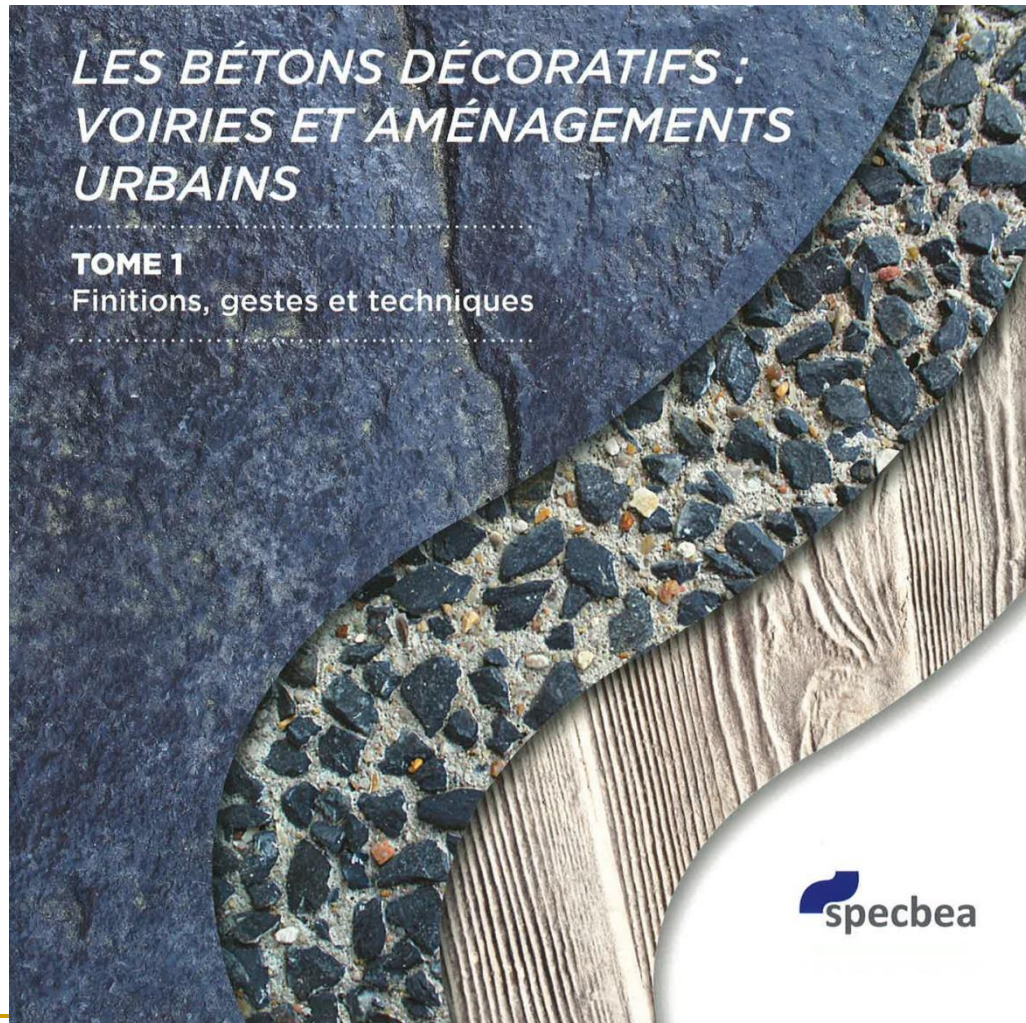
SPB resultaten bij 80 km/u
Zware voertuigen



Decoratief beton

Ref.: FR

Decoratief beton in FR



Decoratief beton in FR

- Meer dan 50 verschillende types van beton/oppervlakafwerking



URBA béton



ECO béton



INNO béton

Decoratief beton in FR



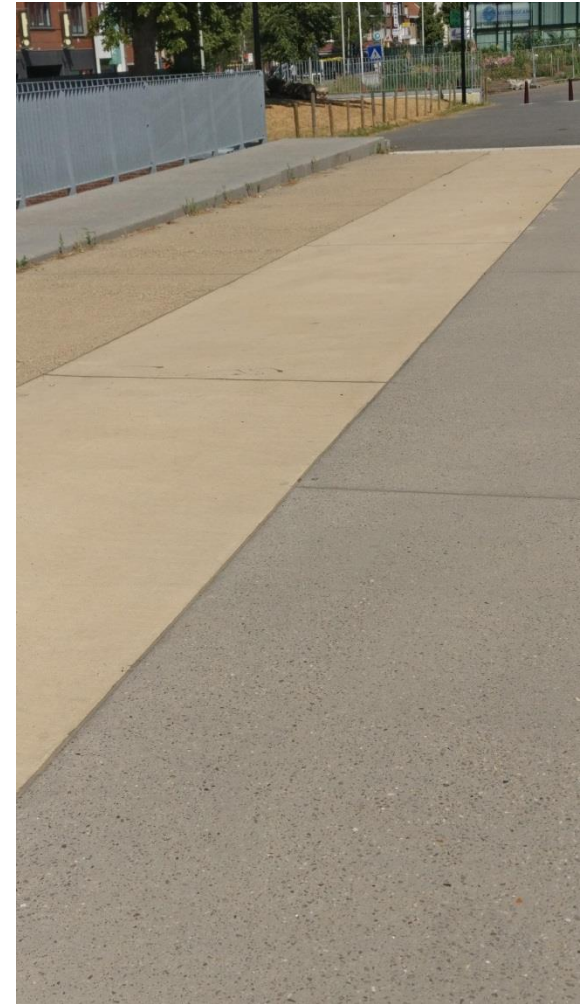
Decoratief beton in FR



Texturen – uitgewassen beton



Leuven: Blauwputplein



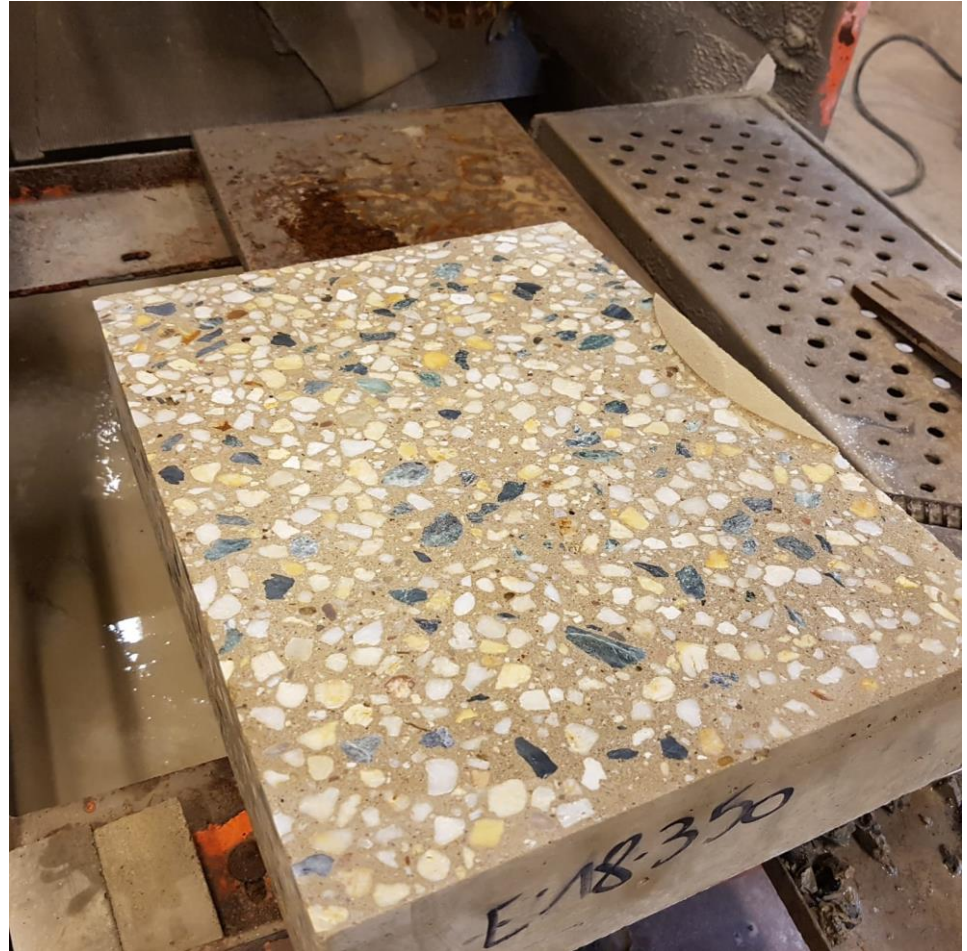
Texturen – schuren of polijsten

- Schuren – Slijpen – Polijsten = verschillende graden van afwerking
- Op verhard beton = afschuren van 2 à 3 mm – contrast stenen en mortel
- Aandacht slipweerstand door juiste keuze “korrel”



Knokke: AZ Zeno

Texturen – schuren of polijsten



Toekomstige projecten ?

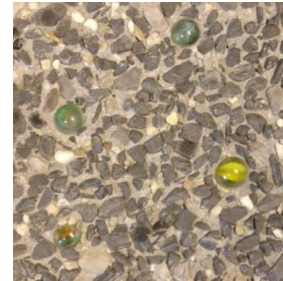
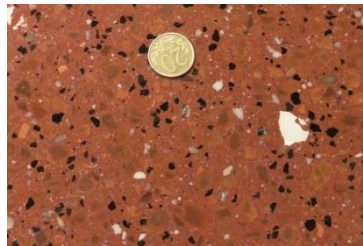
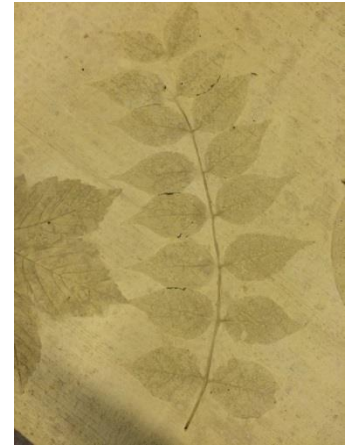
Texturen – boucharderen

- Esthetisch en/of functioneel
- Rustieke afwerking



Turnhout, Warande

Fantasie-afwerkingen



Grondbehandeling – In situ recycling

Grondbehandeling – In situ pavement recycling



Soil stabilisation and in-situ pavement recycling, two of the most sustainable road construction techniques

Turning the existing soil into a high performing construction layer or recycling worn out asphalt pavements by recycling the existing road, those are perfect examples of the circular economy concept. Raw materials are no longer simply consumed but recycled in-place, reducing waste to a minimum and preventing the extraction of natural resources. Less waste, less materials and less transportation mean that not only environmental but also economic benefits can be achieved.



SUCCESVOLLE GRONDBEHANDELING DANK ZIJ KWALITEITSVOLLE BINDMIDDELEN

Het verbeteren of stabiliseren van een grond is een techniek die perfect past in het kader van duurzaam bouwen. In plaats van nieuwe natuurlijke rijkdommen te verbruiken wordt de grond immers ter plaatse gerecycled. Minder grondstofverbruik en minder transport leveren naast de milieuwinst ook een financieel voordeel op. Grondbehandeling kan in vele domeinen worden toegepast: industrieterreinen, wegen, spoorwegen, vliegvelden en havens. Het succes van de behandeling wordt bepaald door een degelijke voorstudie van de grond, een correcte uitvoering en het gebruik van genormaliseerde en, indien mogelijk, gecertificeerde kwaliteitsproducten: kalk, cement en hydraulische bindmiddelen voor de wegenbouw.



Hydraulische bindmiddelen voor de wegebouw (HBW)

■ Grondverbetering en GRONDSTABILISATIE

- + Tragere binding : langere verwerkbaarheid
- + Minder risico op scheurvorming
- - Minder geschikt bij lage temperaturen



■ Gerichter en flexibeler in te zetten voor specifieke gevallen

Hydraulische bindmiddelen voor de wegebouw (HBW)

■ BENOR merk

- ❑ NBN EN 13282-1 (snelle uitharding): geharmoniseerd : CE + BENOR = extra externe controle
- ❑ NBN EN 13282-2 (normale uitharding): nog geen CE

■ Toekomst: gebruik HBW voor hydraulisch gebonden funderingen

- ❑ Steenslagfunderingen met toevoegsels (Ia, IIa)
- ❑ Schraal beton
- ❑ Met behoud voorstudie en certificatie BENOR/COPRO

Conclusies

- België is en blijft een koploper in het domein van de betonwegen...
- MAAR er is nog heel wat ruimte voor verbetering
 - Kwaliteit
 - Innovatie
 - Veiligheid...
- Internationale kennisuitwisseling heeft een belangrijke toegevoegde waarde
 - Kritisch observeren
 - Omzetten naar onderzoek, proefvakken, richtlijnen



Dank u voor uw aandacht