



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen



FEBELCEM
Partner van infobeton.be

Wegverhardingen in drainerend beton als bijdrage tot een integraal waterbeheer

**8^{ste} Provinciale Contactdag Oost- en West-Vlaanderen,
Febelcem, Vayamundo - Oostende**

Elia Boonen (Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw)

23 november 2023

Algemene context

- Klimaatverandering en integraal, duurzaam waterbeheer:



- Verschillende mogelijke maatregelen (*SUDS*)



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw



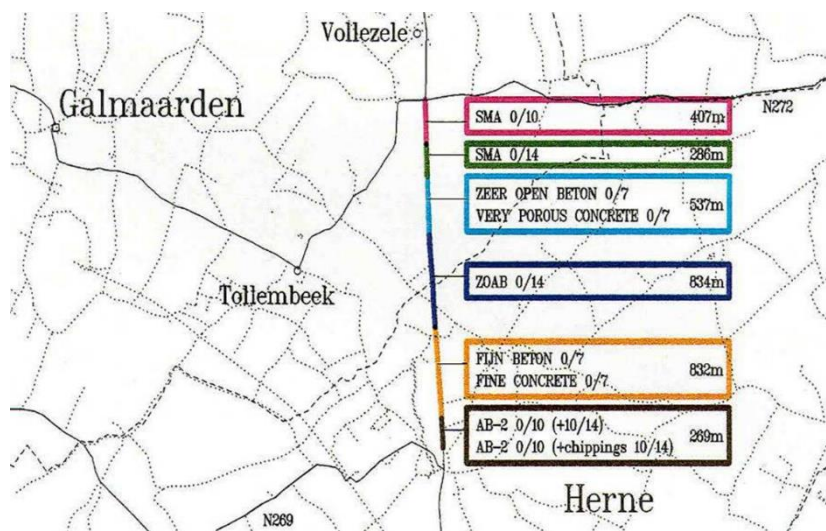
Context

- Waterdoorlatende verhardingen als één mogelijke maatregel
- **Ter plaatse gestort drainerend (poreus) beton:**
 - Discontinue korrelkromme (geen of beperkte zandfractie)
 - 15-25% porositeit
 - Waterdoorlatendheid van 10^{-4} – 10^{-2} m/s (1000 – 100.000 l/s.ha)
 - Druksterkte: 10-25 MPa
- ***NIET ECHT NIEUW...***



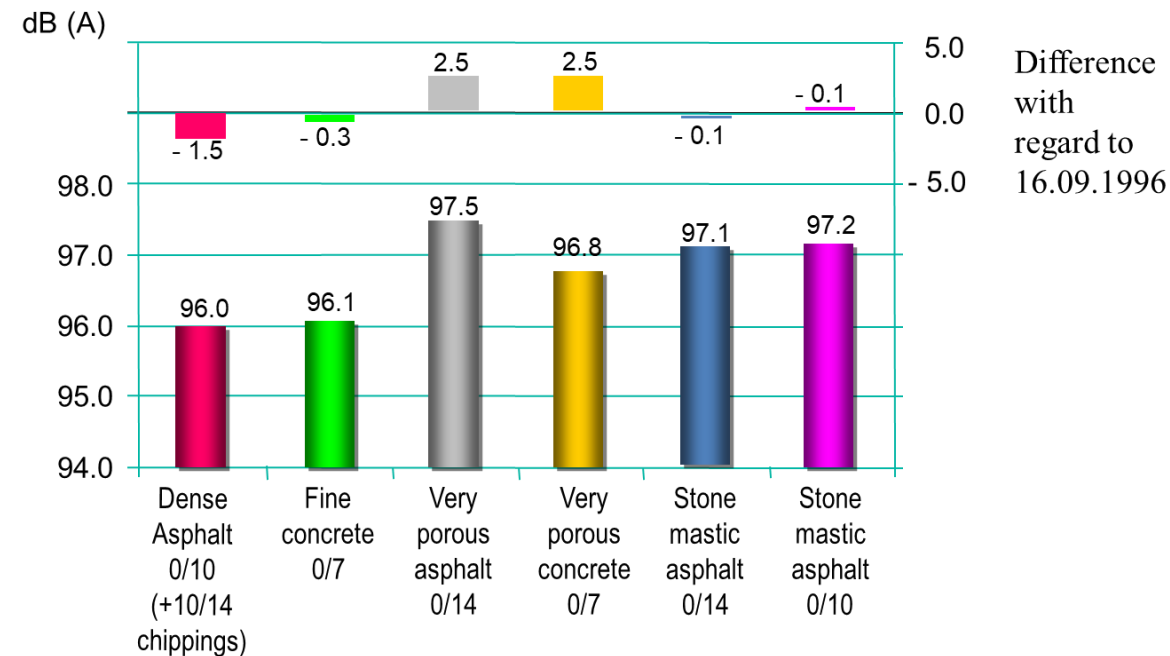
Vroeger onderzoek rond drainerend beton

- Open, poreus beton als **geluidsreducerende** toplaag
 - Drainerende betonsamenstelling met gebruik van polymeren voor verhoogde sterkte en vorst-dooibestendigheid
 - **1996:** Testsecties met “stille” wegverhardingen op N255 in Herne
 - Tweelaags doorgaand gewapend beton (DGB) met verschillende toplagen
 - Éen in poreus beton 0/7 mm (+ polymeren)



Open, poreus beton als geluidsreducerende toplaag

- Conclusies van proefvakken in Herne (1996):
 - Zeer poreus beton gaf beste initiële resultaten voor geluidsreductie
 - Echter, zelfde problemen als poreus asfalt (ZOAB):
 - Verstoppfen van de openingen;
 - Verlies van stenen aan oppervlak. ("rafeling")



Drainerend schraal beton als fundering voor (waterdoorlatende) bestratingen

- Onderzoek door Universiteit van Louvain-la-Neuve (UCL), ~2000
- Voorbeeld van samenstelling in standaardbestek SB250:

Grove granulaten 6.3/20 mm: 1,130 kg
Fijne granulaten 2/6.3 mm: 565 kg
cement: minimaal 200 kg/m³
water: ± 100 l/m³

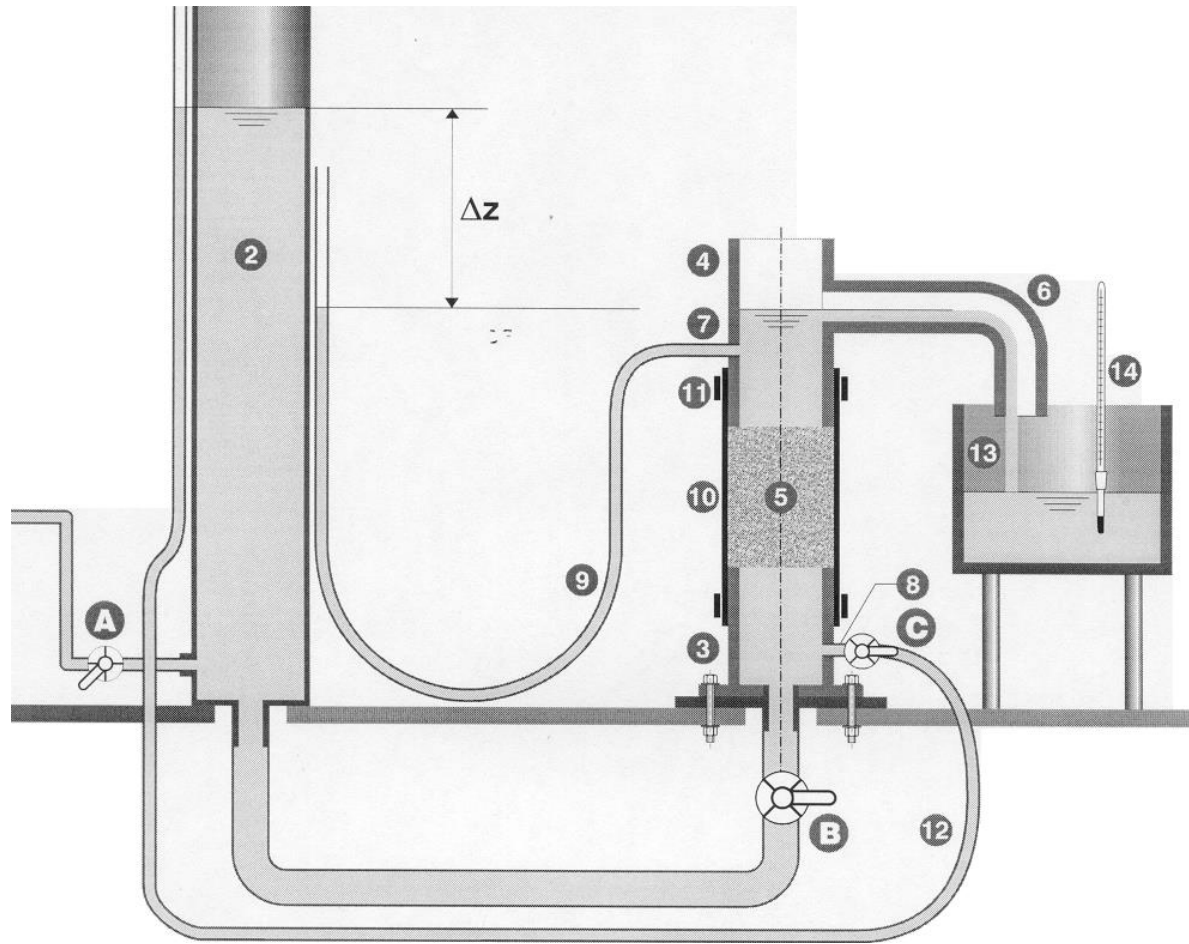


Drainerend schraal beton: huidige voorschriften

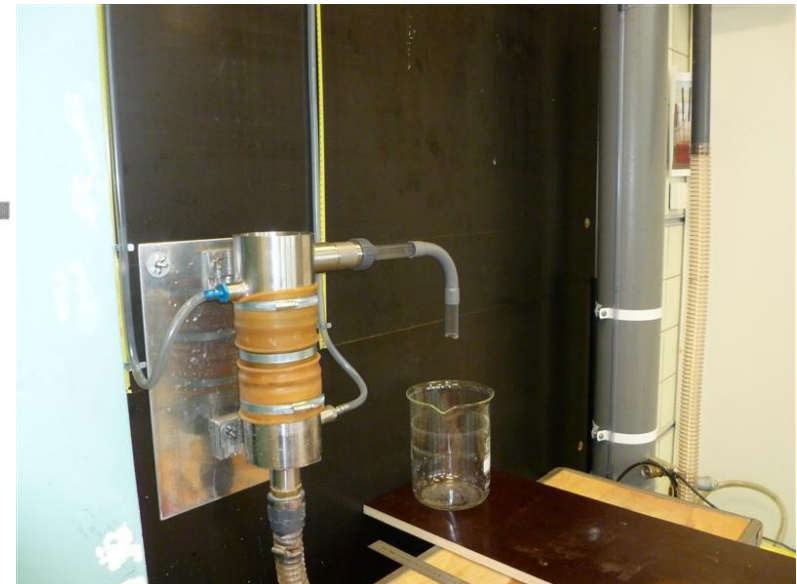
- Druksterkte na 90 dagen, bepaald op kernen:
 - individuele waarde **$W_i \geq 10,0 \text{ MPa}$**
 - gemiddelde waarde **$W_m \geq 13,0 \text{ MPa}$**
- Waterdoorlatendheid op kernen met doorsnede van 100 cm^2 en hoogte van 10 cm
 - **$k_i \geq k_{i,\min} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$**
- “Effectieve” porositeit op zelfde soort kernen (Wallonië - Qualiroutes):
 - $P_{i,\min} = 6,5 \%$
 - $P_{m,\min} = 8,0 \%$



Experimentele opstelling om waterdoorlatendheid te bepalen op drainerend schraal beton (SB 250, Hfdst. 14-4.9)



- Constante of variabele waterhoogte afhankelijk van doorlatendheid
- **OCW:** $\Delta z \approx 1\text{-}2\text{ cm}$,
“constant head permeameter”



Huidige context in België (2018-2023)

- Verhoogde interesse + vraag naar waterdoorlatende wegverharding, waaronder **ter plaatse gestort drainerend beton** (cf. ISCR 2018 Berlijn + wegenbouwsector)
- Vraag naar representatieve verdichtingsmethode voor **drainerend schraal beton** in labo (cf. gecertificeerde mengsels voor funderingen)

Hydromedia @ Holcim



Bijvoorbeeld: poreus beton voor wegverhardingen

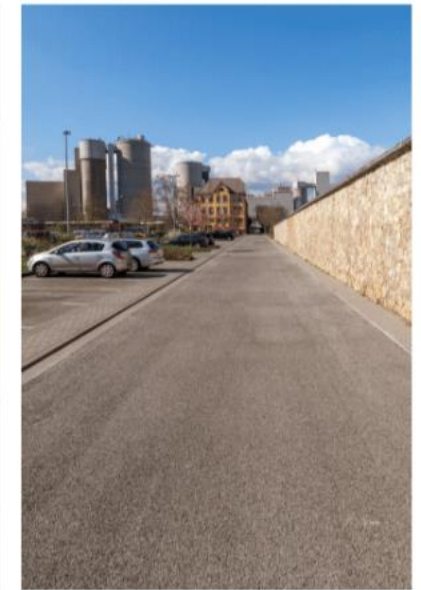
- Veelbelovende toepassing voor licht belaste verkeerszones en publieke ruimte (2018)***



Batezini et al. (Brasil)



Vogel et al. (Germany)

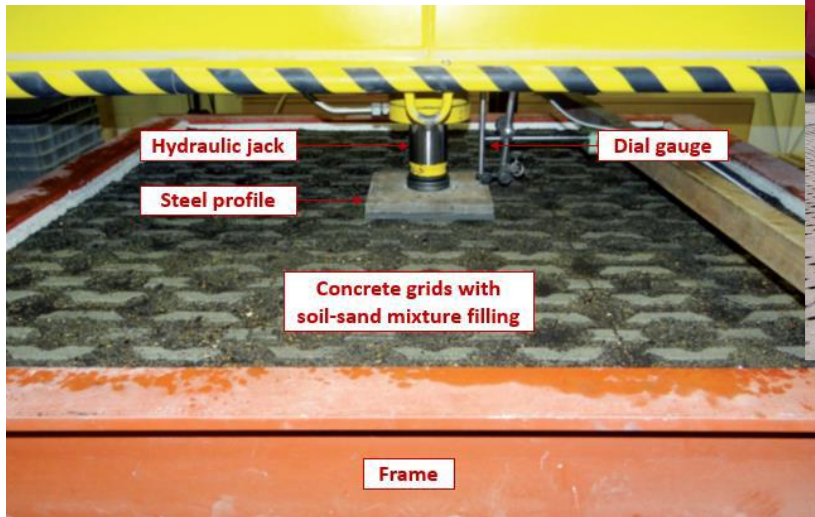


En zelfs nog meer recent...



Concrete
Roads 2023
Krakow

- **Climate resilience** = Flooding events, **pervious pavements** – water management



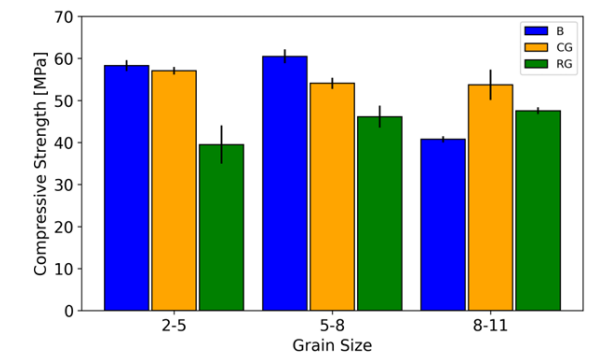
Le Doeuff & Jacob (FR)



Kia (UK)



Sedran at al.(FR)



Klein & Krankel (GE)

Figure 2 – Effect of aggregate size and type on the compressive strength of pervious concrete

(Meer) recente proeven met drainerend schraal beton

- Verkennende testen met proefvakken in samenwerking met AC Materials in Puurs (*augustus 2018*):



- 2 verschillende methodes van verdichting in labo beproefd

(Meer) recente proeven met drainerend “wegenbeton”

- Nieuwe proefvakken met Holcim uitgevoerd op OCW-terrein in Sterrebeek (*augustus 2019*)



- *Veelbelovende ervaring met verschillende labomethoden*

Start van prenormatief onderzoek Be-Drain (1/11/2020-31/12/2022)

- “**Béton** (maigre) **drainant** pour revêtements routiers durables”
- Probleemstelling:
 - Geen algemene technische richtlijnen naar betonsamenstelling en/of prestatie-eisen voor toepassing als **wegverharding**
 - Gebrek aan representatieve proef-/ verdichtingsmethode bij voorstudie drainerend mager beton als **wegfundering** (certificatie)



Be-Drain: drainerend (mager) beton voor duurzame wegverhardingen

- Belgisch prenormatief onderzoek:
 1. **Technische richtlijnen, prestatiekenmerken en aangepaste proefmethodes** opstellen voor het zogenaamde drainerende beton, en dit als functie van:
 - Toepassing (toplaag of fundering)
 - Verdichtingsmethode op de werf
 - Functionele vereisten (comfort, vorst-dooiweerstand, rafeling, enz.)
 2. **Aanbevelingen voor Belgische typebestekken** en mogelijke normalisatie



Literatuuronderzoek

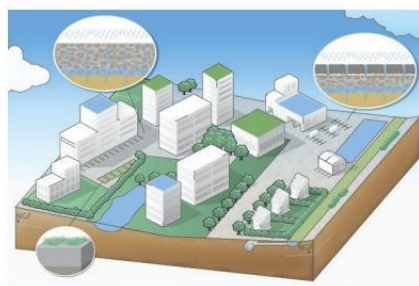
■ Voorbeelden uit DE, FR & US:

COLLECTION
TECHNIQUE
CIMENTON

T 69

LUTTER CONTRE L'IMPERMÉABILISATION
DES SURFACES URBAINES

Les revêtements drainants
en béton



IOWA STATE UNIVERSITY
Digital Repository

InTrans Project Reports

Institute for Transportation

10-2011

An Integrated Study of Pervious Concrete Mixture
Design for Wearing Course Applications

Vernon R. Schaefer
Iowa State University, vern@iastate.edu

John T. Kevern



Tabelle 7: Anhaltswerte für die Zusammensetzung von Dränbeton

		Decke DBD 8		Tragschicht DBT 16, 22, 32	
		mit PM	ohne PM	mit PM	ohne PM
		[kg/m³]	[kg/m³]	[kg/m³]	[kg/m³]
Gesteinskörnung	fGK 0/2 ¹⁾	60–100	–	–	–
	fGK 0/1	–	–	150–180 ²⁾	150–180 ²⁾
	oder 0/2	–	–	–	–
	gGK 5/8	1.400–1.500	1.500–1.600	–	–
	gGK 8/16,	–	–	1.500–1.600	1.500–1.600
	8/22 oder	–	–	–	–
	8/32	–	–	–	–
Zementfestigkeits- klasse	32,5 R/ 42,5 N	300–350	300–350	150–300 ³⁾	150–300 ³⁾
Wasser	Frischwasser	40–75 ⁵⁾	85–115	52–73 ⁵⁾	60–90 ³⁾
w/z-Wert (eq)	–	0,25–0,30	0,28–0,33	0,30–0,40	0,30–0,40
Polymer (PM) (z. B. Polymer- dispersion)	15–20 M.-% v.Z.	45–70	–	–	–
	10–15 M.-% v.Z.	–	–	15–34	–
	–	–	–	–	–
Zusatzmittel	FM oder BV	1–3	–	–	–
Kunststofffasern (z. B. PAN, PVA)	Länge 6–12 mm	1–2	–	–	–
Konsistenz (Einbau)	Verdich- tungsmaß	1,30–1,34 ⁴⁾ (steif, C1)	1,30–1,34 ⁴⁾ (steif, C1)	1,30–1,45 ⁴⁾ (steif, C1)	1,30–1,45 ⁴⁾ (steif, C1)
Druckfestigkeit	Würfel 150 KL oder Zylinder mit Schlankheit h/d = 1	20–30 MPa	20–30 MPa	10–20 MPa	10–20 MPa

¹⁾ Die Verwendung einer polierresistenten feinen Gesteinskörnung (z. B. Quarzsand) ist für die Verbesserung der Griffigkeit von DBD zweckmäßig. Polierversuch (PWS) gemäß den TP Gestein-StB, Teil 5.4.2 (PWS-Wert $\geq 0,55$).

²⁾ Die Verwendung von Sand 0/1 oder 0,2 kann vorteilhaft sein.

³⁾ Die höheren Werte werden bei der Verwendung von Beton-Recyclingmaterial benötigt.

⁴⁾ Die Einbaukonsistenz ist auf das Einbauverfahren abzustimmen.

⁵⁾ Der Wasseranteil der PM ist beim Zugabewasser berücksichtigt.

Proeven in het labo...

■ 2.1: Optimalisatie van proefmethoden in labo (“Verlichte Proctor”)

⇒ Representatieve verdichtingsmethode

⇒ Invloed van verschillende parameters:

- Cementgehalte
- W/C-factor
- Hulpstoffen
- (Kleurpigmenten)

■ 2.2 Studie van andere functionele eigenschappen

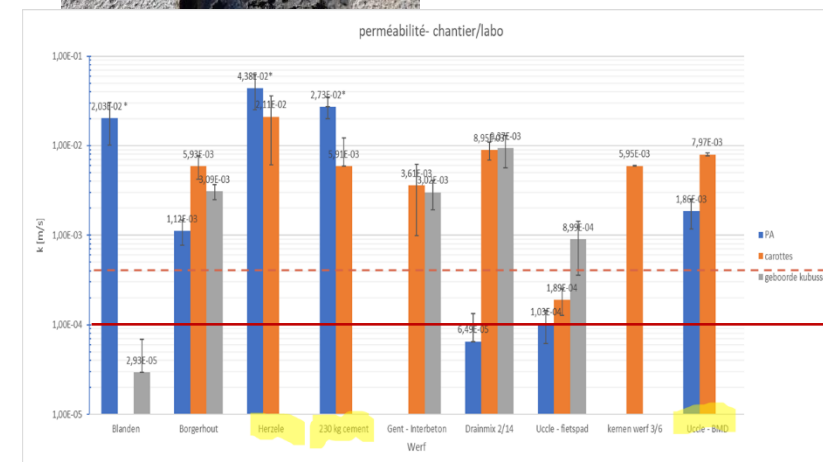


vs.



... en validatie op de bouwplaats

- **Momenteel: transfer van conclusies naar COPRO & SB 250 !?**

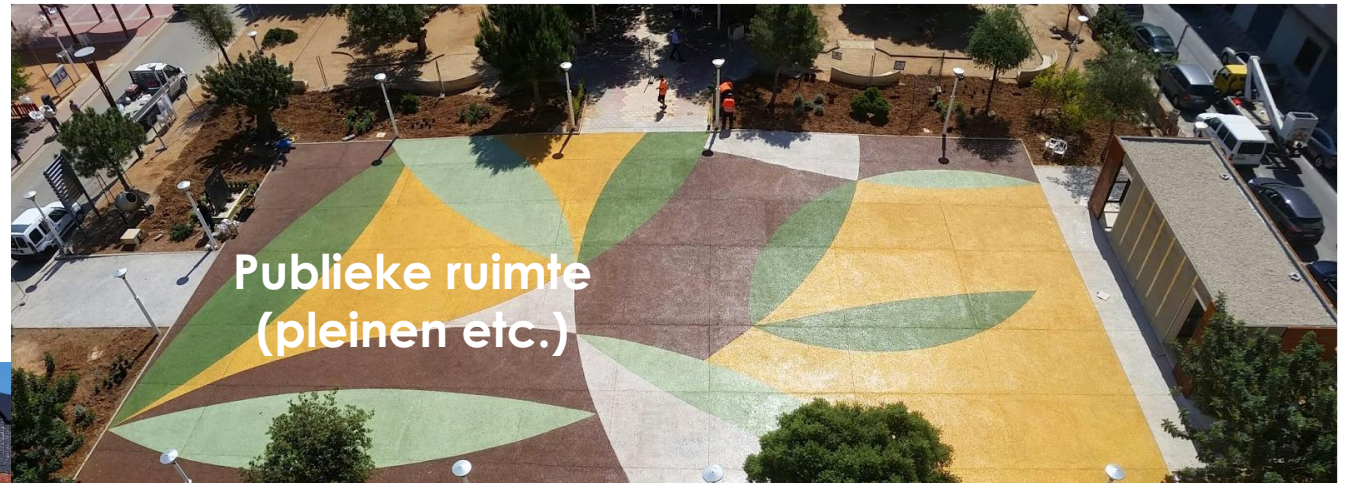


- Zie: <https://brrc.be/nl/expertise/expertise-overzicht/onderzoek-be-drain-duurzame-wegverhardingen-ter-plaatse-gestort>

MAAR: Aandachtspunten drainerend beton voor toplagen

- Veel variatie mogelijk met poreuze betonmengsels
- Goede en slechte ervaringen met toepassingen
- Bijkomende richtlijnen (onder voorbehoud):
 - Maximale korrelmaat beperken tot 8 mm;
 - Minimaal cementgehalte = 300 kg/m³;
 - Verplicht gebruik van colloïdale hulpstoffen;
 - Voldoende bescherming tegen uitdroging (bij voorkeur met plastic folie)
- **TO BE CONTINUED...**

Voorbeelden van toepassingen in drainerend, ter plaatse gestort beton



Naast de gekende oplossingen in prefab beton



POREUS



WATERDOORLATEND



GRASBETON

Met ook enkele West- en Oost-Vlaamse voorbeelden...





... maar ook heel wat ontwikkeling laatste jaren



PTV 121
Grasbetontegels



**Sinds
september
2017**



PTV 126
**Betonproducten voor
waterdoorlatende bestratingen**

PTV 122
**Waterdoorlatende
betonstraatstenen en -tegels**



Keuze van waterdoorlatende bestrating ifv toepassing – belastingsklassen volgens PTV 126

BELASTINGSKLASSE	KARAKTERISTIEKE BELASTING BIJ 2 OPLEGGINGEN (N/MM) – PTV 126	TOEPASSING RICHTINGGEVEND	VOORBEELDEN TOEPASSING - RICHTINGGEVEND	POREUZE STENEN / TEGELS	GRASBETONTEGELS	WATERPASSERENDE STENEN / TEGELS
BC1	10	Voetgangerszones	Alle plaatsen die niet toegankelijk zijn voor lichte of zware voertuigen	x	x	x
BC2	20	Parkings voor lichte voertuigen	- Privéopritten (1) - Parkeerterreinen (1)	x x	x x	x x
BC3	25	Frequenter licht verkeer	- Winkelstraten (1) - Pleinen (1) - Woonerven (1)	x x x	x x x	x x x
BC4	30	Licht verkeer en occasioneel zwaar verkeer	- Winkelstraten (2) - Pleinen (2) - Woonerven (2) - Parkeerterreinen (2) - Privéopritten (2)	x (3) x (3) x (3) x (3) x (3)	x x x x x	x x x x x
BC5	40	Beperkt zwaar verkeer	- Bermbescherming - Brandwegen - Winkelstraten en pleinen toegankelijk voor commercieel zwaar verkeer (leveringen) - Bushaltes - Industriële verhardingen - Parkeerterreinen voor zwaar verkeer		x x x x x x	x x x x x x
BC6	80	Frequenter zwaar verkeer	- Industriële verhardingen - Parkeerterreinen voor zwaar verkeer			x x

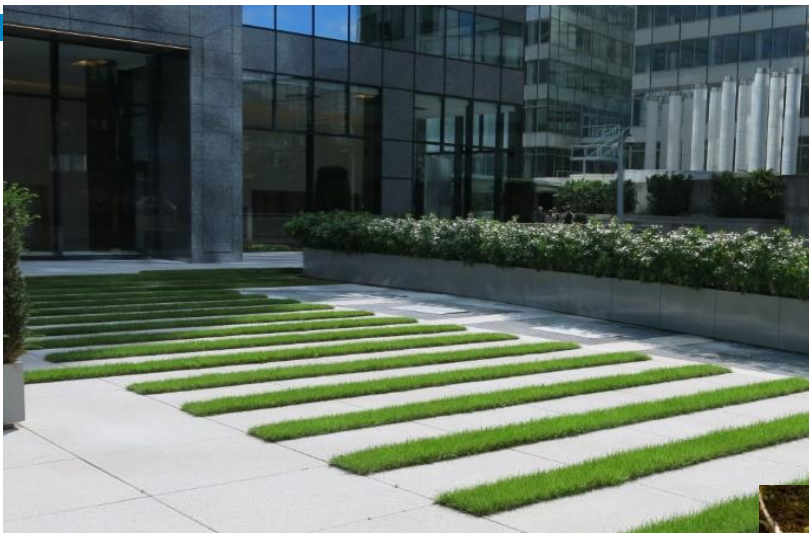
(1) Niet toegankelijk voor alle zwaar verkeer

(2) Niet toegankelijk voor niet prioritair zwaar verkeer

(3) BC4 bij poreuze stenen enkel na gunstig advies fabrikant

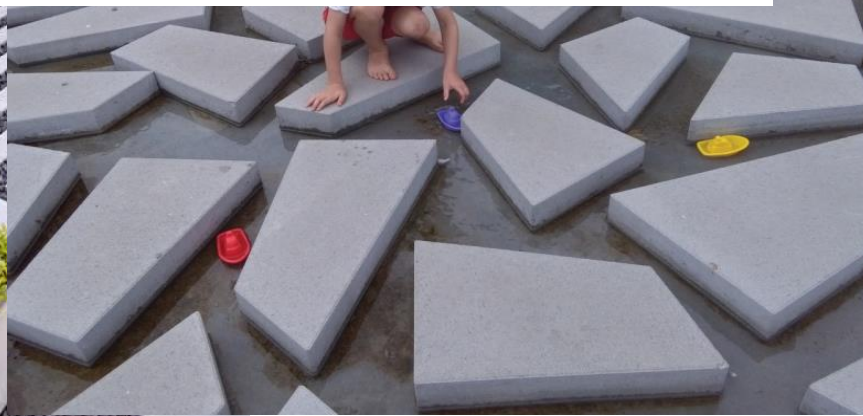


Grootformaat en waterdoorlatend...



Cf. OCW-handleiding A97 (2019), zie:

<https://brrc.be/nl/expertise/expertise-overzicht/handleiding-verhardingen-tegels-grootformaattegels-geprefabriceerde>



Meer recent...

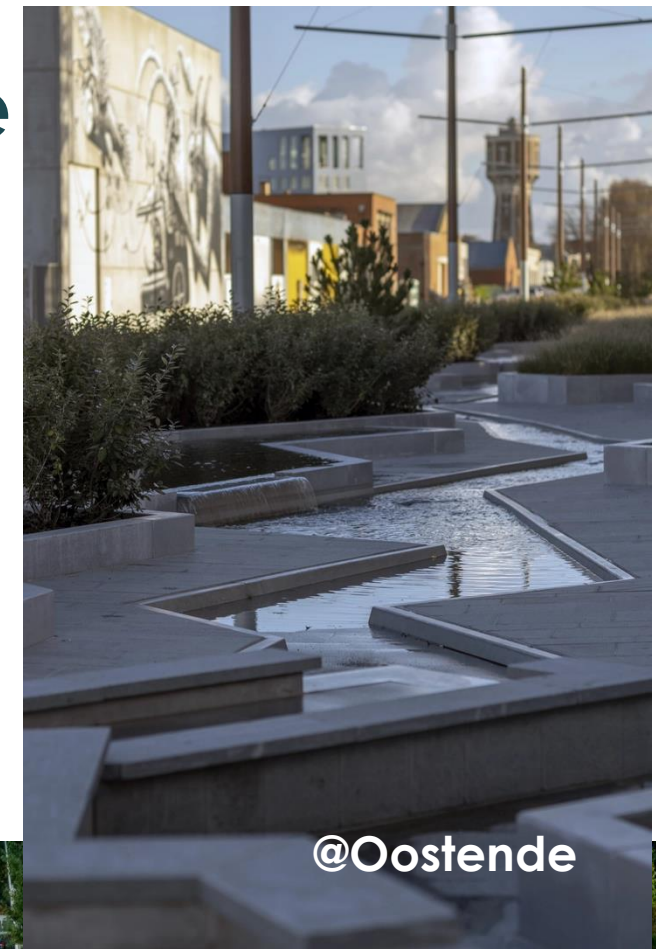
- Proefvakken met nieuw type waterdoorlatende straatsteen op OCW-terrein in Sterrebeek (september 2021):
 - Aanpassing van PTV 126 in 2022!
 - “10%-regel” in België ??



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw



Enkele nieuwere Oost- en West-Vlaamse voorbeelden



Laatste voorbeeld...

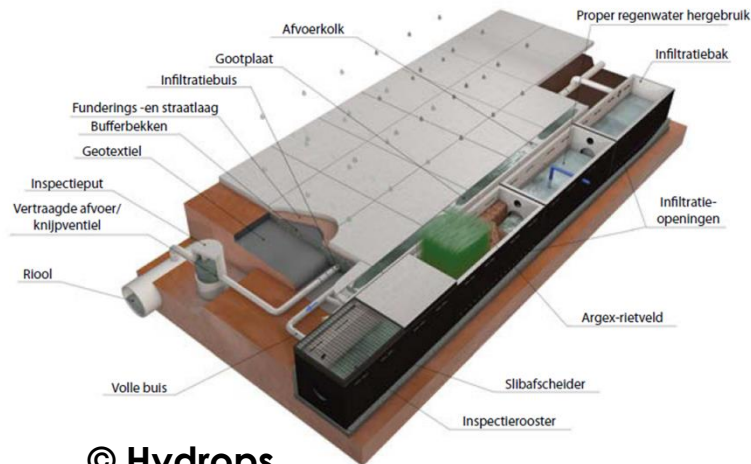


@ Lithobeton,
Zwevegem



Nood aan geïntegreerde oplossingen voor duurzaam waterbeheer

- Enkele voorbeelden:
 - Poreuze betonnen infiltratiekolken
 - Combinatie met waterzuivering & hergebruik
 - Buffering en infiltratie onder fietspad
 - ...



© Hydrops

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw



“Smart street”
@ B-rain Connect



www.b-rainconnect.be/home



BENOR-merk voor doorlatende bakken voor waterinfiltratie

PROBETON stelt een nieuwe BENOR-certificering voor via een uitbreiding van PTV 105 voor geprefabriceerde betonnen bakken voor waterafvoer en -infiltratie

➔ Meer info op onze website:

- [BENOR-merk voor doorlatende bakken voor waterinfiltratie](#)



@ Aquafin



Climatepath®

Conclusies & vooruitzichten

Drainerende betonverhardingen blijven een veelbelovende (deel)oplossing voor duurzaam waterbeheer in stedelijke omgeving

Meer ervaring en verbeterde technische richtlijnen in België voor ter plaatse gestorte toepassing: *van fundering tot wegverharding*

Wel nog aandacht voor functionele eigenschappen als poreuze betonverharding en duurzaamheid op langere termijn?



Met dank aan

- Onderzoekspartner CRIC-OCCN en advies Febelcem bij het onderzoek Be-Drain
- Holcim, Ebema, Stradus en Lithobeton voor het aanleveren van fotomateriaal
- FOD Economie en NBN voor financiële steun





Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen



FEBELCEM
Partner van infobeton.be

Dr. Ir. Elia Boonen

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw – Adjunct afdelingshoofd
Geotechniek – Waterafvoer en infiltratietechnieken – Betonwegen

T +32 2 766 03 41 – +32 477 94 38 21

E e.boonen@brrc.be

W www.brrc.be