



Belgian Road Research Centre  
Your partner for sustainable roads

Elia Boonen



Onderzoeker –  
Betonwegen en  
Bestratingen



29 november 2018, Knokke

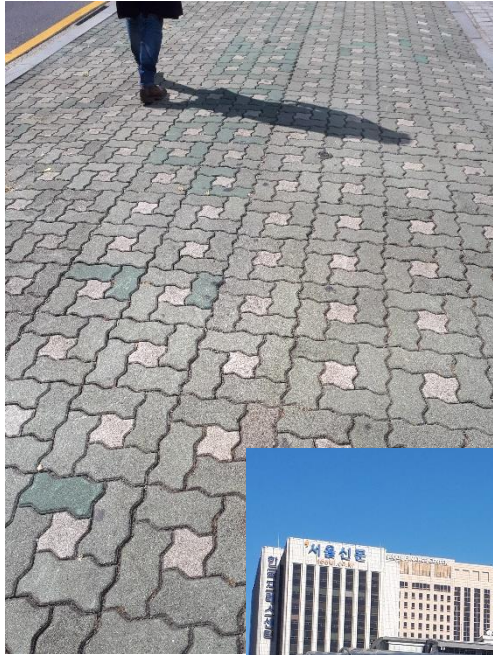
# Samenvatting 12<sup>th</sup> International Conference on Concrete Block Pavement (ICCBP 2018)

+/- 300 deelnemers  
34 presentaties uit 13 landen  
Internationale beurs met 52 stands

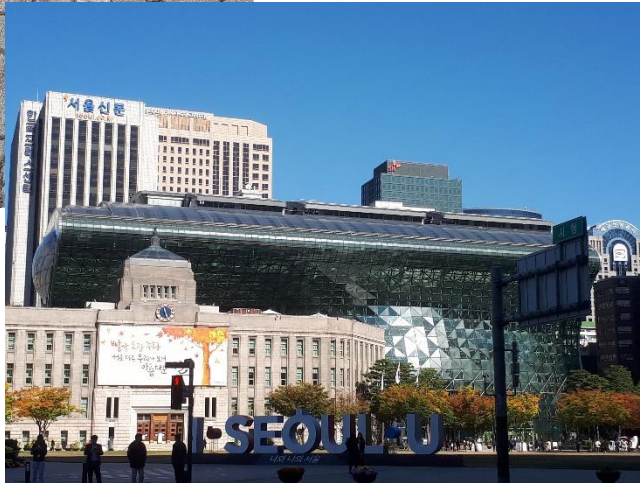
1980 – Newcastle, England  
1984 – Delft, The Netherlands  
1986 – Sydney, Australia (workshop)  
1988 – Rome, Italy  
1992 – Auckland, New Zealand  
1994 – Oslo, Norway (workshop)  
1996 – Tel Aviv, Israel  
1998 – Cartagena, Columbia (workshop)  
2000 – Tokyo, Japan  
2003 – Sun City, South Africa  
2006 – San Francisco, California USA  
2009 – Buenos Aires, Argentina  
2012 – Shanghai, China  
2015 – Dresden, Germany  
2018 – Seoul, South Korea  
2021 – ???







# Seoul, 16-19 oktober 2018



# Topics of ICCBP 2018

---

- Design and analysis of BP under heavy loading
- Innovative material application
- Case studies of Block Paving
- Benefits of Block Paving
- Surface characteristics
- Evaluation of road bearing capacity
- Production technology



# Design and analysis of BP

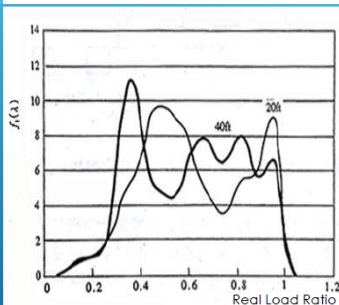




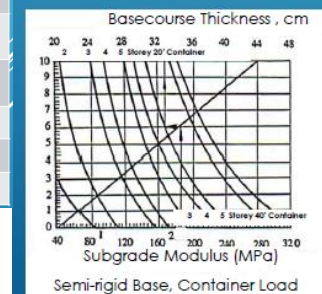
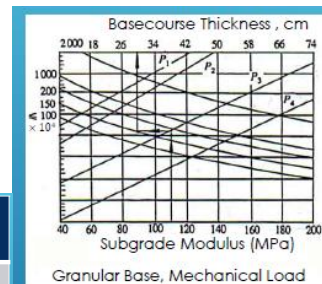
# Analysis and design consideration for interlocking concrete block paving in harbor areas

L. Sun, Tongji University (China)

- Toepassing in zwaar belaste havengebieden sinds eind jaren '90 in China
- Ontwerptabellen op basis van modellering en testsites:



Load Classification	Load Parameters	Representative Load
P1	P=100kN,S=300,r=10cm	1 storey 40' container, 5T tyre crane foot
P2	P=150kN,S=300,R=10cm	2 storeys 40' container, 10T tyre crane foot
P3	P=200kN,S=300,R=10cm	3 storeys 40' container, 16T tyre crane foot
P4	P=250kN,S=300,R=10cm	4 or 5 storeys 40' container
P5	P=300kN,S=900,R=17cm	23T tyre crane foot
P6	P=350kN,S=900,R=17cm	25T tyre crane foot



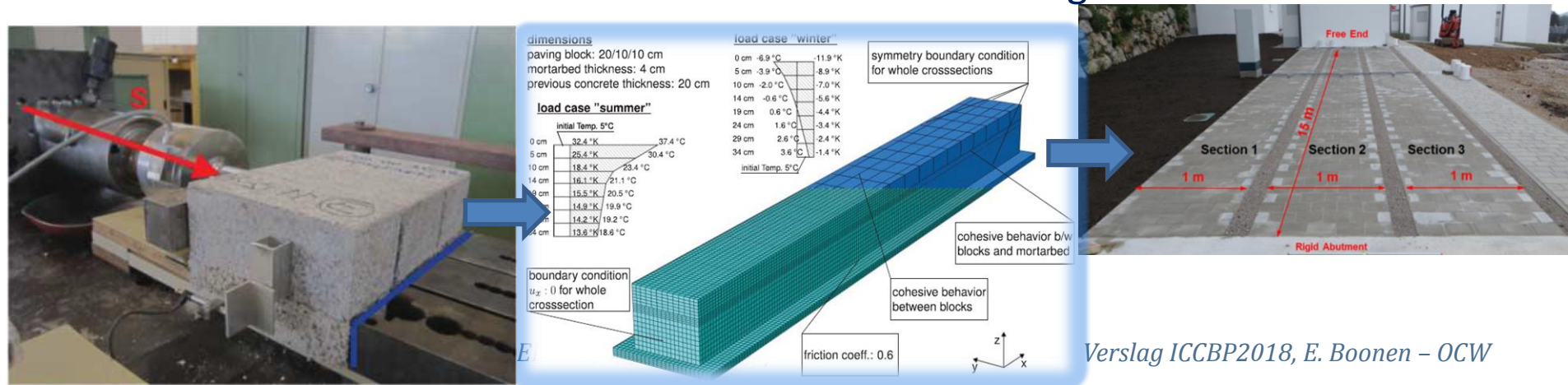




## Rigid paving block structures: full scale experiments and numerical simulations

H. Hengl, TU Wien (Austria)

- Laboproeven, numerieke simulaties en proefvakken van bestratingen met cementgebonden voegen
- Bepaling van thermische spanningen die tot scheurvorming leiden + invloed van hechtsterkte tussen steen en straatlaag:



# Innovative material application







## Development of Solar Road-Block and Review for Road Application

J.-S. Choi, Seokyeong University (Korea)

- Betonstraatsteen als “zonnepaneel” !?
- Ontwikkelen van prototypes met acrylaat-panels en testen op laboschaal

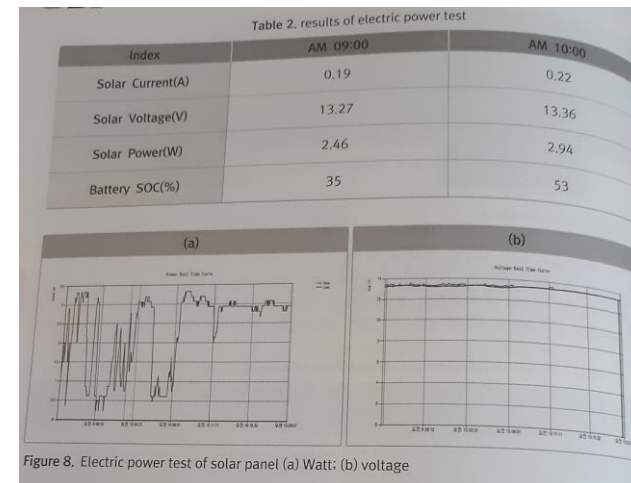
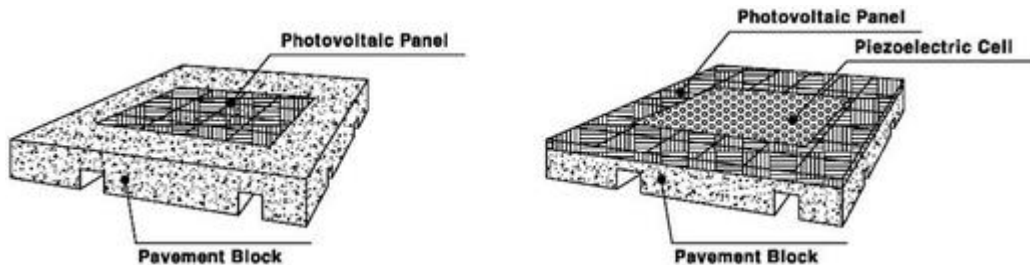


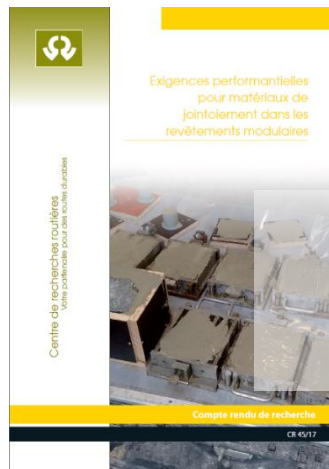
Figure 8. Electric power test of solar panel (a) Watt; (b) voltage



## Performance requirements for joint filling materials in small element paving – (PREVOSTRAT)

E. Boonen, BRRC (Belgium)

- Samenvatting van Belgisch pre-normatief onderzoek naar prestatie-eisen voor voegvullingsmaterialen in bestratingen



New BRRC *Research Report* RV 45

[http://www.brrc.be/nl/artikel/n430\\_01](http://www.brrc.be/nl/artikel/n430_01)

## Case studies of BP

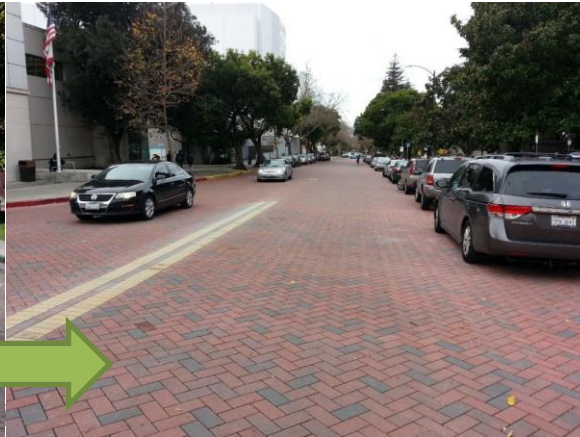




## Allston Way PICP Case Study – Berkeley, California

D. Hein, Applied Research Associates, Inc. (Canada)

- Gevalstudie van waterdoorlatende bestrating op gemeentelijke weg
- Speciale behandeling van bestaande boomwortels met “plastic containers” en soort bomengranulaat ?







## Concrete block permeable pavements, a Norwegian perspective

P, Moller-Pedersen, Storm Aqua AS. (Norway)

- Verschillende test- en demonstratiesites met WDB in Noorwegen
- Veelbelovende resultaten, zelfs onder winterse omstandigheden



## Benefits BP

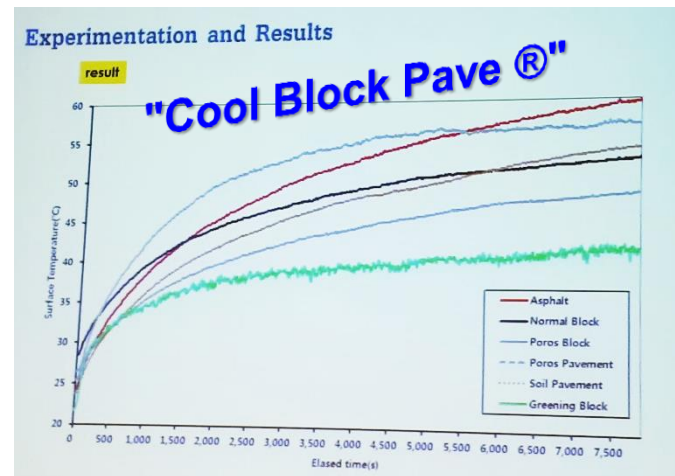
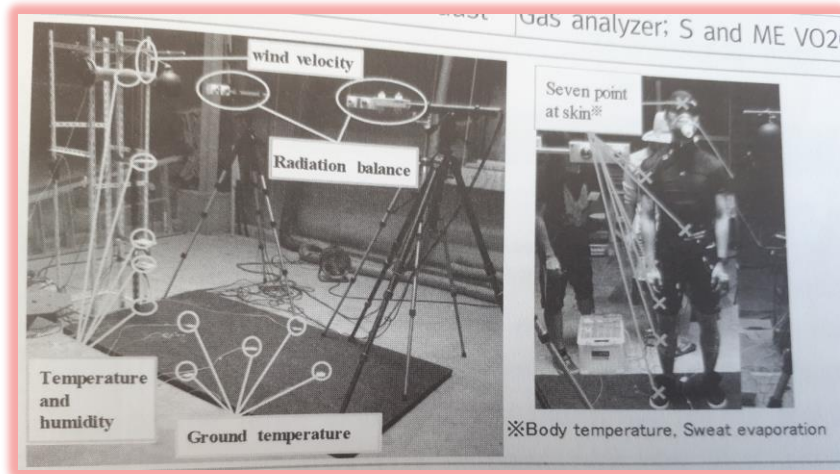




## Impact on urban heat island effect and human thermal comfort

Japans onderzoeken: M. Aoki et al. + J.H. Ko et al. + A. Karasawa et al.

- Positieve effecten van waterdoorlatende en/of –capterende betonstraatstenen op oppervlaktemperatuur (tot  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ !) + menselijke gezondheid!

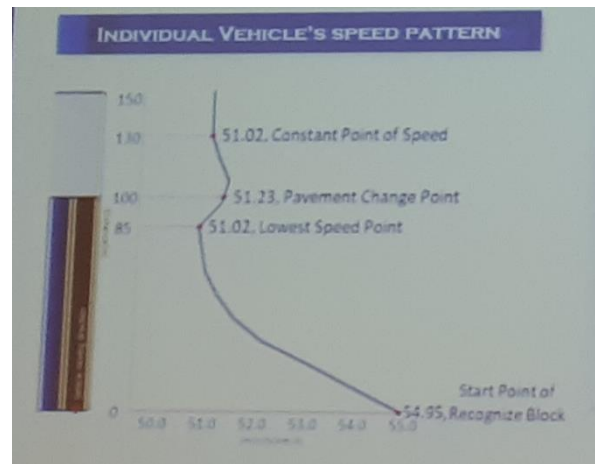
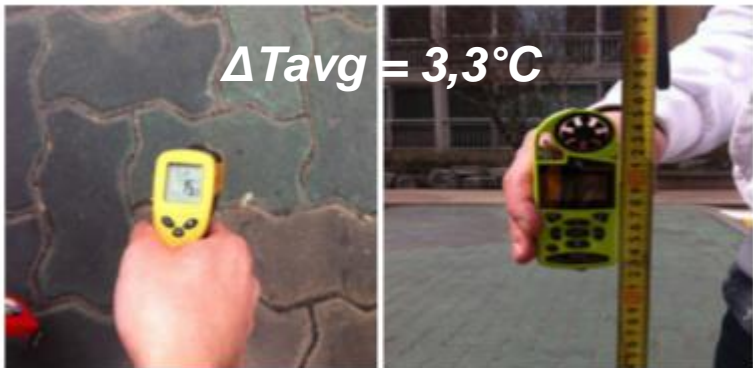




## Quantifying Benefits of Interlocking Block pavement in Korea

W. Baek et al. (Korea)

- Additionele effecten van betonsteenbestratingen op vlak van geluid, voertuigsnelheid, luchttemperatuur en stofvorming:





# Surface characteristics





## Surface Characteristics of Segmental Concrete Pavements Acceptable to Wheelchair Users

David R. Smith et al., ICPI (USA)

- Meting van comfort voor rolstoelgebruikers a.h.v. ruwheidsindex (*PathMet*)
- Onderzoek naar invloed van voegbreedte en velling van straatstenen:

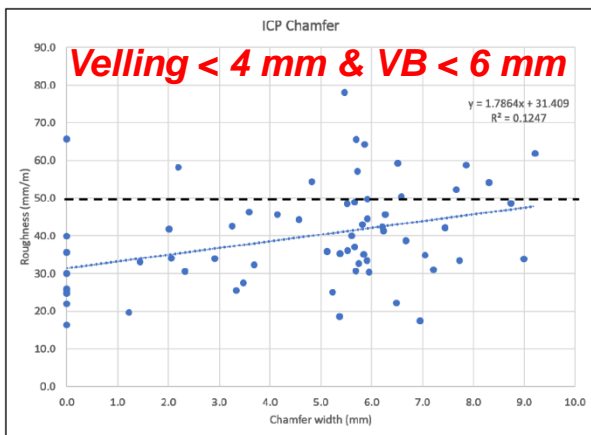
### PathMeT

- Accurate, High Resolution Sidewalk Data
- Images Every 10 Feet
- GIS Integration
- Location (Lat/Lon)
- Roughness
- Running/Cross Slope
- Sidewalk Length
- Sidewalk Width
- Distance From Corner
- Max Tripping Hazard
- # of Tripping Hazards
- High Resolution Images



PathMeT is the only device qualified to measure sidewalk roughness standards

Understand which surfaces are accessibility and wheelchair-user friendly



### Meetrolstoel OCW



# Belgische bijdrage ?



- **New Belgian code of good practice for pavements with large precast concrete flags and slabs, E. Boonen, A. Beeldens and L. Rens (Belgium)**

# Conclusie van het congres ?

- Focus op **“added value”** van bestratingen en verhardingen in prefab beton, naast functionele en esthetische eisen:
  - Safety (‘‘traffic calming’’)
  - Environmental
  - Social







## Nieuwe OCW-handleiding voor “verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton”

### Context

- Toename in publieke ruimte gedurende laatste 10 jaar in België (functionele, esthetische en/of milieu-technische overwegingen)
- Vereisen aangepaste ontwerp- en uitvoeringsmethoden ≠ traditionele betonsteenbestratingen
- Geen bestaande richtlijnen in België



*OCW-werkgroep “grootformaat prefab elementen” (2015-2019?)*





## Nieuwe OCW-handleiding voor “verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton”

### Inhoud

- **Toepassingsgebied en terminologie**
- **Structuuropbouw**
- **Plaatsing**
- **Productie en oppervlakafwerking**
- **Productvereisten en controle**
- **Speciale toepassingen**
- **Onderhoud en herstelling**





## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

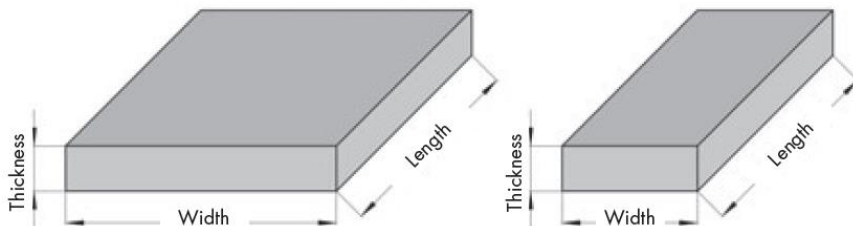
### 1. Toepassingsgebied en terminologie

#### ▪ Indeling in productgroepen

- Traditionele betonstraatstenen:  $L/D \leq 4$  and  $L \leq 320$  mm
- Grote betonstraatstenen:  $L/D \leq 4$  and  $320 < L \leq 800$  mm
- Traditionele betontegels:  $L/D > 4$  and  $L \leq 600$  mm
- **Grootformaattegels:**  $L/D > 4$  and  $600 < L \leq 1\ 500$  mm;
- **Prefab betonplaten:**  $L/D > 4$  and  $L > 1\ 500$  mm.

NBN EN 1338 +  
NBN B21-311  
NBN EN 1339 +  
NBN B 21-211






NBN EN 1339  
(only up to 1000 mm)





# Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

## Toepassingsgebied en terminologie

Category	Application	Flags	Large flags	Precast slabs	Loading (max. wheel load)**						
1 – Heavy traffic, till 100 heavy vehicles* per day 	Industrial estates		X	X	65 kN						
2 – Limited heavy traffic 	Shopping streets and squares accessible to commercial heavy vehicles (deliveries); bus stops		X	X	40 kN - 65 kN occasionally	4 – Light traffic 	Bicycle lanes; pedestrian areas; public spaces not accessible to traffic; private driveways	X	X	X	10 kN
3 – Light traffic, occasional heavy traffic 	Residential areas; car parks for light vehicles; driveways	X	X	X	20 kN	5 – No vehicular traffic 	Terraces	X	X	X	

\* = voertuig > 3.5 t

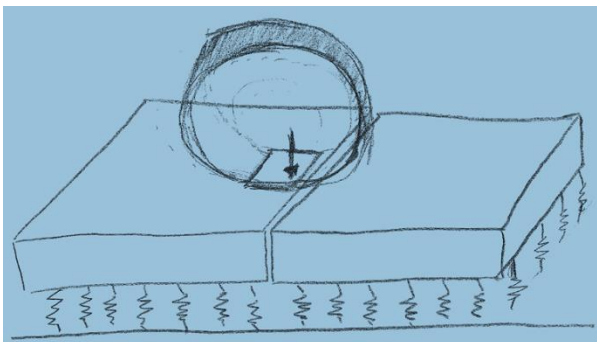
\*\* 10 kN = lichte vrachtwagens; 20 kN = vrachtwagens – heftrucks; 40 kN = zware vrachtwagens, deels geladen – bussen - brandweerwagens; 65 kN = zware vrachtwagens, **maximaal geladen**



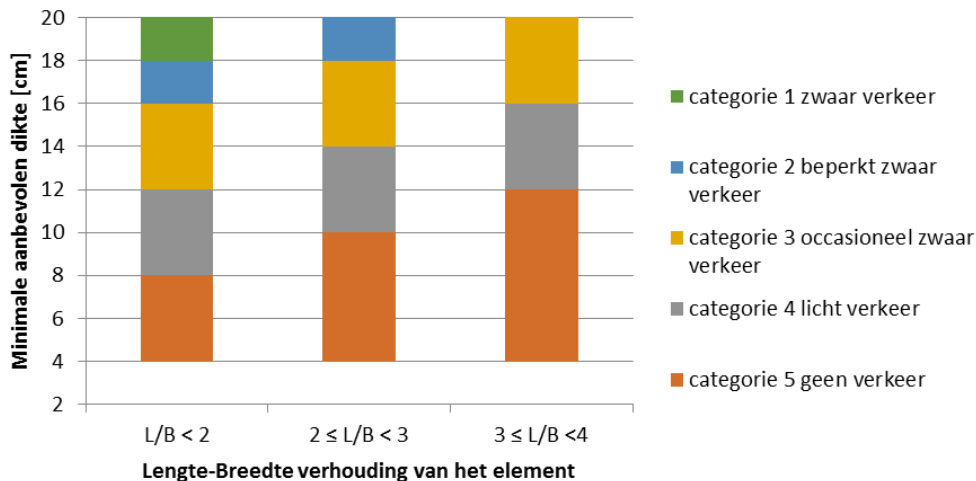
## Nieuwe OCW-handleiding voor “verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton”

### 2. Structuuropbouw

- **Dimensionering:**  
 (“Klasse U” tegels)
- **Hogere L/W:**
  - Specifieke berekening!



### Diktes in functie van verkeersbelasting en lengte-breedteverhouding

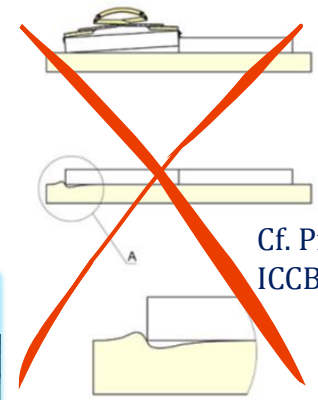






## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

### 3. Plaatsing: goede praktijk



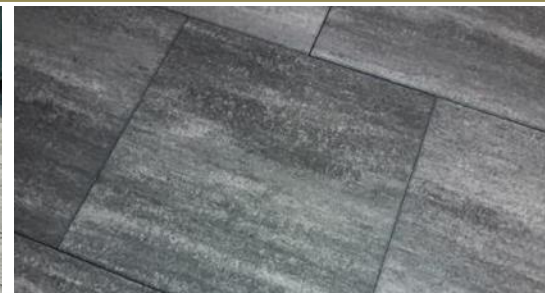
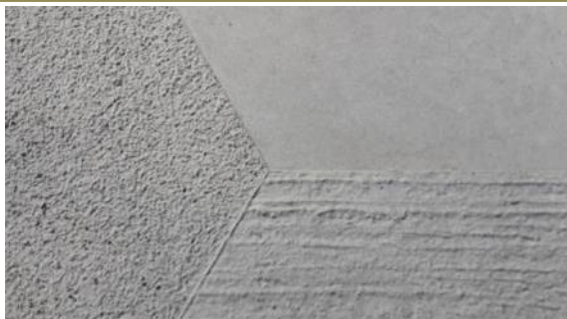
Cf. Probst et al.,  
ICCBP2015, Dresden





## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

### 4. Productie en oppervlakafwerking





## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

### 5. Productvereisten en kwaliteitscontrole

- CE-markering volgens NBN EN 1339 en BENOR-merk volgens NBN B 21-211 voor  $L \leq 1$  m



- Aanbevelingen voor  $L > 1$  m!

Deviation in mm	Large flags ( $1000 \text{ mm} < L \leq 1500 \text{ mm}$ )			Precast slabs ( $L > 1500 \text{ mm}$ )		
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 1	Class 2	Class 3
Length	+/-5	+/-3	+/-2	+/-3	+/-2	+/-1
Width	+/-5	+/-3	+/-2	+/-3	+/-2	+/-1
Thickness	+/-3	+/-3	+/-2	-1/+4	-1/+3	-1/+2



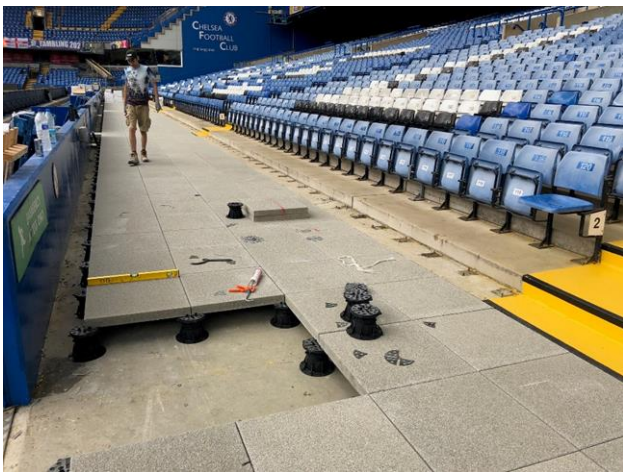




## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

### 6. Speciale toepassingen

- **Waterdoorlatende verhardingen;**
- **Dakconstructies, inclusief toepassing op tegeldragers;**
- **Speciale vormen;**





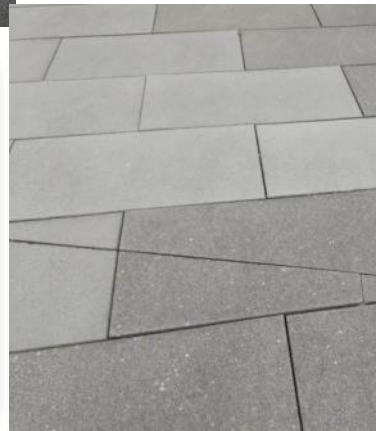
## Nieuwe OCW-handleiding voor "verhardingen met grootformaattegels en prefab platen in beton"

### 7. Onderhoud en herstellingen

- **Regelmatige inspectie, controle van de voegen en/of onkruidbeheer**
- **Herstelling !?**



Cf. Boonen et al. ,  
ICCBP2015, Dresden







Belgian Road Research Centre  
Your partner for sustainable roads

Enkele mooie West-Vlaamse, "grootse" voorbeelden...



@Mariakerke



@Knokke



@Knokke-Heist, Dijk



@Duinenplein, Bredene



Belgian Road Research Centre  
Your partner for sustainable roads



@Hendrik  
Brugmanstraat -  
Brugge



@Kortrijk- BARCO



@Stationsplein- Roeselare









Thanks to...

Ebema, Stradus Infra en Eurodal voor het aanleveren van fotomateriaal

Alle leden van de OCW-werkgroep “grootformaattegels in beton”








Belgian Road Research Centre  
Your partner for sustainable roads

... en dank u voor uw aandacht!

Elia Boonen

Researcher – Concrete Roads & Pavings

 +32 (2) 766 03 41

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