



Cleantech Research for Transition



enabling the future



Zandfractie van gerecycleerd beton hergebruiken in hoogwaardige toepassingen

Filip Props





IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

1



Cleantech Research for Transition



enabling the future



Sand2Sand - project

INLEIDING

Filip Props
O.B.B.C. nv

Sand2Sand werd bij zijn voorstelling tijdens het Cleantechfestival bekroond tot meest beloftevol Cleantechproject.



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

2

1

Sand2Sand - project

OVERZICHT

Filip Props
O.B.B.C. nv

- 1) MOTIVATIE
- 2) TOEPASSINGEN
- 3) RECYCLAGEZAND
- 4) BETONMENGSELS
- 5) BETONPROEVEN
- 6) CASESTUDIE
- 7) CONCLUSIES

Ecologische & economische drijfveren
Welke betontypes & bijhorende eisen
Soorten, hoeveelheden en verschillen
Recyclagezand i.p.v. natuurgranulaten
Analyse invloeden van recyclagezand
Toepassing recyclagebeton in praktijk
Potentieel & enkele aandachtspunten



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

3

Sand2Sand - project

1) MOTIVATIE Ecologische & economische drijfveren

Filip Props
O.B.B.C. nv

- 1) Meerwaardecreatie fijne fractie
+ hergebruik in hoogwaardige toepassingen
+ géén downcycling, maar echte recycling
- 2) Zandtekort en impact op milieu
+ zandtekort door wereldwijde bouwwoede
+ grote impact op ecosystemen en dieren
+ kust kwetsbaarder voor overstromingen
+ lokale grondstoffen dus minder transport
- 3) Noodzaak naar meer onderzoek
+ in werkelijke productieomstandigheden
+ recyclagezand van hoogwaardige kwaliteit
+ enkel fijne fractie vervangen, niet de grove



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

4

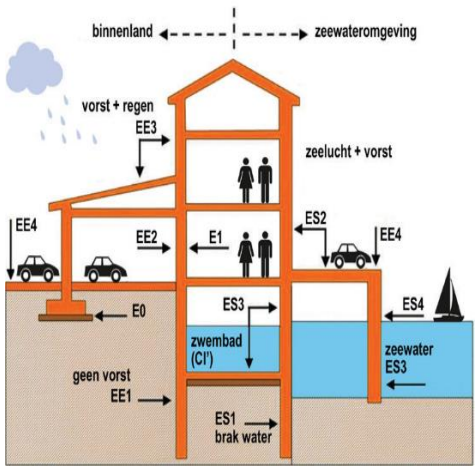
Sand2Sand - project

2) TOEPASSINGEN Betontypes en blootstellingen

Filip Props
O.B.B.C. nv



		CONSTRUCTIES			WEGENIS
		BETON 1 EE1	BETON 2 EE2	BETON 3 EE3	BETON 4 B8-B10, BF
Blootstelling	Vorst		✓	✓	✓
	Regen			✓	✓
	Dooizouten				✓
Toepassingen	Fundering	Onder vorstgrens	Boven vorstgrens	/	Landbouw- wegen en fietspaden
	Vloeren	Druklagen	Binnen	Buiten	
	Wanden	/			
Taakverdeling	Obbc	✓	✓	✓	
	Jacobs		✓	✓	
	Brabandere		✓		✓



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

5

Sand2Sand - project

2) TOEPASSINGEN Eisen vers en verhard beton

Filip Props
O.B.B.C. nv



			CONSTRUCTIES				WEGENIS	
			BETON 1		BETON 2	BETON 3		BETON 4
			EE1		EE2	EE3		B8-B10, BF
			OB	GB	OB = GB	OB	GB	OB = GB
RECEPT	Bindmiddel- gehalte	eis recept	nvt ≥ 280	≥ 280	≥ 300	≥ 300 ≥ 320	≥ 375	
	W/C-factor	eis recept	≤ 1,00 ≤ 0,60	≤ 0,60	≤ 0,55 ≤ 0,55	≤ 0,55 ≤ 0,50	≤ 0,50 ≤ 0,50	
	Dmax	kaliber	20 mm		20 mm	20 mm	20 mm	
VERS beton	Consistentie	klasse	S4		S4	S4	CC60	
	Luchtgehalte	eis	160-210 mm		160-210 mm	160-210 mm	20-60 mm	
		klasse	/		/	/	A3	
VERHARD beton	Druksterkte	7 dagen	/		/	/	Fcm ≥ 20 MPa	
		28 dagen klasse	≥ C12/15	≥ C20/25	≥ C25/30	≥ C25/30 ≥ C30/37	CS30	
		28 dagen eis	Fck ≥ 25 MPa		Fck ≥ 30 MPa	Fck ≥ 37 MPa	Fcm ≥ 30 MPa	
	Water- opslorping	klasse	/		/	WAI (0,50) als extra eis	W TBR	
		eis	/		/	indiv ≤ 6,5% & gem ≤ 6,0 %	TBR	
	Vorst-dooi	28 cycli	/		/	/	≤ 3,000 kg/m²	



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

6

Sand2Sand - project

3) RECYCLAGEZAND: soorten, kalibers en hoeveelheden

Filip Props
O.B.B.C. nv

SOORTEN RECYCLAGEZAND	
Betonggranulaat type A en A+	Kaliber
Jacobs	0/4
De Brabandere & OBBC	0/6,3

REKENVOORBEELD HOEEVEELHEID RECYCLAGEZAND				
%	Granulaten	Vervanging	Dichtheid	Massa
10%	700 liter/m3	70 liter/m3	2,25 kg/liter	± 157 kg/m3
20%	700 liter/m3	140 liter/m3	2,25 kg/liter	± 315 kg/m3
30%	700 liter/m3	210 liter/m3	2,25 kg/liter	± 472 kg/m3

- 2 soorten: type A (van ‘gewoon’ betonpuin) en A+ (hoogwaardig betonpuin)
- 2 kalibers: 0/4 mm (Jacobs) en 0/6,3 mm (De Brabandere en OBBC)
- 3 hoeveelheden: 10 - 20 - 30% van totaal volume granulaten = betongranulaat
0% vervanging = referentiemengsels zonder betongranulaat



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

7

Sand2Sand - project

3) RECYCLAGEZAND - verschillen met natuurzanden

Filip Props
O.B.B.C. nv

GRANULAATPROEVEN		NATUURZAND		RECYCLAGEZAND		EIS GROVE FRACTIE
		Zeezand	Rivierzand	Type A	Type A+	Type A+
GEOMETRIE	Korrelverdeling en kaliber	0/2 (0/0,5)	0/4	0/6,3		nvt
	Korrelvorm	rond		gebroken		/
	Gehalte fijne deeltjes < 0,063mm	0%		5,1%	4,5%	≤ 10 % (f10)
	Methyleenblauwproef (MB _F)	1,7 gram		1,7 gram	1,7 gram	nvt
FYSISCH	Zandequivalentwaarde SE(10)	/		73	73	nvt
	Dichtheid 1 0/0,063 ± 5 %	/		2,50 kg/lit	2,50 kg/lit	/
	Dichtheid 2 0,063/4 ± 70 %	2,65 kg/lit		2,13 kg/lit	2,21 kg/lit	/
	Dichtheid 3 4/6,3 ± 25 %	/		2,29 kg/lit	2,31 kg/lit	/
	Dichtheid 0/6,3	2,65 kg/lit		2,19 kg/lit	2,25 kg/lit	≥ 2,20 kg/liter
	Absorptie 1 0/0,063 ± 5 %	/		0,0 %	0,0 %	/
	Absorptie 2 0,063/4 ± 70 %	0,3 ± 0,2 %		7,1 %	7,7 %	/
	Absorptie 3 4/6,3 ± 25 %	/		5,1 %	6,1 %	/
CHEMISCH	Absorptie 0/6,3	0,3 ± 0,2 %		6,9 %	7,0 %	≤ 10 %
	Classificatieproef (4/6,3)	/		92%Rc 5%Ru	94%Rc 6%Ru	Rc>90% - Rc<95%
	Water oplosbare chloorzouten	< 0,060 %	< 0,001%	0,007 %	0,006 %	nvt
	Zuur oplosbaar sulfaat	AS _{0,2}		nvt	Nvt	nvt
	Water oplosbare sulfieten SO ₃	nvt		< 0,1 %	< 0,1 %	≤ 0,20 % (SS _{0,2})
	Totaal gehalte aan zwavel S	NPD		< 0,1 %	< 0,1 %	
	Alkaligehalte (Na ₂ O equivalent)	0,026 %	0,010 %	0,002 %	0,019 %	≤ 0,030 %
	Invloed begin binding cement	Voldoet		/	4 minuten	10 minuten
	Vorst-dooi weerstand (4/8)	/		/	2,4 %	≤ 4 % (F4) bij EE3



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

8

Sand2Sand - project

4) BETONMENGSELS - recyclagezand i.p.v. natuurzand

Filip Props
O.B.B.C. nv

- Beton ZONDER recyclagezand = grondstoffen & samenstelling per firma
- Beton MET recyclagezand = granulaten vervangen door recyclagezand
 - Bindmiddelgehalte, effectief watergehalte en effectieve W/C blijven gelijk
 - Extra hoeveelheid superplastificeerder om zelfde consistentie te bekomen
 - Verschillen tussen natuur- & recyclagezand compenseren in rekenmethode



	VOORBEELDCIJFERS			THEORETISCHE MENGSELONTWERP	
	Natuur	Recycling	Vershil	Vervanging natuur- door recyclagezand	Rekenwijze in mengselontwerp
Absorptie	0,5 %	7,0 %	6,5%	Hogere waterabsorptie door granulaten	Toevoegen als extra aanmaakwater
Dichtheid	2,65 kg/lit	2,25 kg/lit	0,40 kg/lit	100 liter = 265 kg natuur = 225 kg recycling	Vervanging in volume (ipv in massa)
Kaliber	0/4 mm	0/6,3 mm	4/6,3 mm	Naast zand 0/4 ook deel 4/6,3 vervangen	Berekening met de KWM-methode



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

9

Sand2Sand - project

5) BETONPROEVEN - proevenlijst vers & verhard beton

Filip Props
O.B.B.C. nv



PROEF	NORM	LABO	
Vers beton		Intern	Extern
Dichtheid en luchtgehalte	NBN EN 12350-6	✓	
Watergehalte door droging	TRA 550 versie 3.1	✓	
Consistentie - zetmaat na aanmaak	NBN EN 12350-2	✓	
Consistentie - zetmaat behoud in de tijd	NBN EN 934-2	✓	
Verhard beton (mechanische eigenschappen)		Intern	Extern
Druksterkte na 7 en 28 dagen	NBN EN 12390-3	✓	✓
Verhard beton (duurzaamheidseigenschappen)		Intern	Extern
Wateropslorping door onderdompeling (WAI)	NBN B 15-215	✓	✓
Carbonatatie-weerstand (wapeningscorrosie)	NBN EN 13295		✓
Vorstdooi-weerstand met dooizout (slab test)	CEN/TS 12390-9		✓
Vorstbestandheid interne schade, verandering van de spijltreksterkte en elasticiteitsmodulus	NBN B 15-100 & CEN/TR 15177		✓



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

10

Sand2Sand - project

5) BETONPROEVEN - invloed recyclagezand A+ op consistentie

Filip Props
O.B.B.C. nv

PARAMETER VERS BETON	THEORETISCHE RICHTWAARDE	Invloed recyclagezand A+ op consistentie (- Ic-factor)						VERSCHIL 20 volume% TOV 0 volume% GEMIDDELD
		0 volume% (= 4 proeven)			20 volume% (= 4 proeven)			
		REFERENTIE			ZONDER extra superplast			
		min	GEMIDDELD	max	min	GEMIDDELD	max	
Luchtgehalte	1,5 %	0,4	1,1 %	1,8	0,9	1,9 %	2,8	+ 0,8 %
Rendement	1000 liter	988	998 liter	1004	990	1003 liter	1019	+ 5 liter
Bindmiddel	315 kg/m3	312	315 kg/m3	318	309	314 kg/m3	318	- 1 kg/m3
W/C effectief	0,55	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,58	+ 0,02
Watersverschil	0 kg/m3	- 7	- 2 kg/m3	+ 2	+ 1	+ 6 kg/m3	+ 10	+ 8 kg/m3
Consistentie	19 cm	15	19 cm	21	14	17 cm	20	- 2 cm
Ic-factor	0	- 7	-1	+ 1	+ 8	+ 10	+ 11	+ 11



zand A+	zand A	BETONPROEVEN	EXTRA SUPERPLAST	10% A of A+	20% A of A+	30% A of A+
reeks 1	reeks 2	EE2 beton	EE1 of EE2	+ 0,25 kg/m ³	+ 0,50 kg/m ³	+ 0,75 kg/m ³
	reeks 3	EE1 beton				



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

11

Sand2Sand - project

5) BETONPROEVEN reeks 1 = zand type A+ in beton EE2

Filip Props
O.B.B.C. nv

RICHT WAARDE	VERS BETON & DRUKSTERKTE	PROEFREES 1 = 'hoogwaardig' recyclagezand type A+ in beton EE2							
		0 volume% (4 stalen)		10 volume% (3 stalen)		20 volume% (3 stalen)			
		REFERENTIE		superplast + 0,25 kg/m3		superplast + 0,50 kg/m3			
		GEM		Δ	GEM	Δ%	Δ	GEM	Δ%
1,5 %	Luchtgehalte	1,1 %		0	1,1 %	0%	+0,6	1,7 %	+55%
1000 liter	Rendement	998 liter		-6	992 liter	-1%	+4	1002 liter	0%
315 kg/m3	Bindmiddel	315 kg/m3		+3	318 kg/m3	+1%	-1	314 kg/m3	0%
0,55	W/C effectief	0,54		-0,01	0,53	-2%	0	0,54	-1%
0 kg/m3	Watersverschil	- 2 kg/m3		0	-2 kg/m3		0	-2 kg/m3	
19 cm	Consistentie	19 cm		0	19 cm		-2	17 cm	
0	Ic-factor	-1		-1	- 2		+3	+ 2	
/	Druksterkte 7D	31,2 MPa		+0,8	32,0 MPa	+3%	+0,4	32,6 MPa	+5%
> 43 MPa	Druksterkte 28D	49,8 MPa		-0,2	49,6 MPa	0%	+0,5	50,0 MPa	0%
	DUURZAAMHEID	0 volume% (1 staal)		10 volume% (1 staal)		20 volume% (1 staal)			
	Wateropsloping	6,5 %		+0,7	7,2 %	+11%	+0,4	6,9 %	+7%
	Carbonatatie 56D	6,1 mm		-0,2	5,9 mm	-3%	+0,6	6,7 mm	+10%
	Vorstdooi 56 cycli	4,8kg/m ²		-0,4	4,4 kg/m ²	-7%	-1,0	3,8 kg/m ²	-20%



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

12

Sand2Sand - project

5) BETONPROEVEN reeks 2 = zand type A in beton EE2

Filip Props
O.B.B.C. nv

RICHT WAARDE	VERS BETON & DRUKSTERKTE	PROEFREEKS 2 = 'gewoon' recyclagezand type A in beton EE2									
		0 volume% (4 stalen)	10 volume% (3 stalen)			20 volume% (3 stalen)			30 volume% (1 staal)		
		REFERENTIE	superplast + 0,25 kg/m3			superplast + 0,50 kg/m3			superplast + 0,75 kg/m3		
		GEM	Δ	GEM	Δ%	Δ	GEM	Δ%	Δ	GEM	Δ%
1,5 %	Luchtgehalte	0,8 %	+0,5	1,3 %	+73%	+0,9	1,7 %	+131%	+2,2	3,0 %	+300%
1000 liter	Rendement	994 liter	+4	998 liter	0%	+11	1005 liter	+1%	+22	1016 liter	+2%
315 kg/m3	Bindmiddel	316 kg/m3	+1	315 kg/m3	0%	-3	313 kg/m3	-1%	-5	311 kg/m3	-2%
0,55	W/C effectief	0,56	+0,1	0,55	-1%	+0,01	0,57	+2%	-0,01	0,55	-2%
0 kg/m3	Watersverschil	+ 4 kg/m3	-3	+1 kg/m3		+1	+5 kg/m3		-7	-3 kg/m3	
19 cm	Consistentie	18 cm	-0,5	17,5 cm		0	18 cm		-1	17 cm	
0	Ic-factor	+6	+1	+5		0	+6		-6	0	
/	Druksterkte 7D	27,2 MPa	-0,9	26,3 MPa	-3%	-1,3	25,9 MPa	-5%	-3,5	23,7 MPa	-13%
> 43 MPa	Druksterkte 28D	44,7 MPa	-0,9	43,8 MPa	-2%	0,3	44,4 MPa	0%	-6,0	38,6 MPa	-14%
	DUURZAAMHEID	0 volume% (1 staal)	10 volume% (1 staal)			20 volume% (1 staal)			30 volume% (1 staal)		
	Wateropsorping	6,5 %	+0,5	7,0 %	+9%	+1,1	7,6 %	+18%	+1,9	8,4 %	+30%
	Carbonatatie 56D	6,1 mm	+1,4	7,5 mm	+23%	+1,6	7,7 mm	+26%	+2,3	8,4 mm	+38%
	Vorstdooi 56 cycli	3,4 kg/m ²	-0,2	3,2 kg/m ²	-5%	-1,1	2,3 kg/m ²	-47%	-1,6	1,8 kg/m ²	-47%

IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

13

Sand2Sand - project

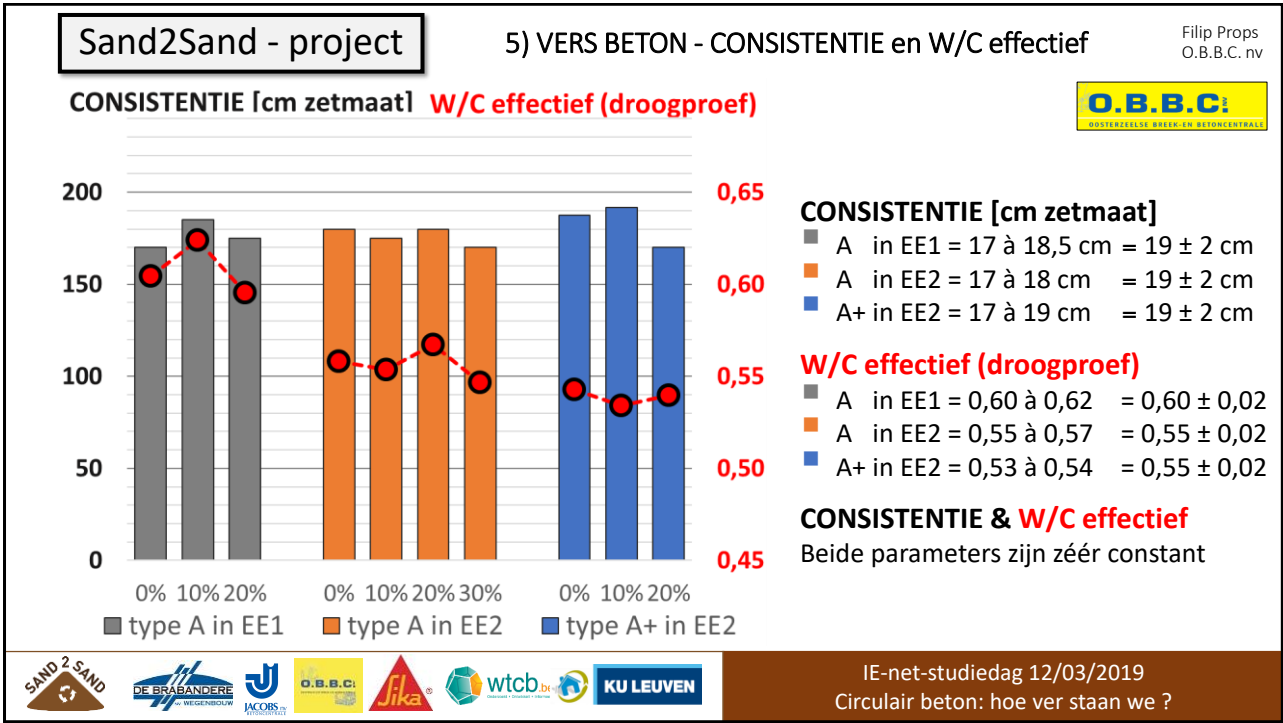
6) BETONPROEVEN reeks 3 = zand type A in beton EE1

Filip Props
O.B.B.C. nv

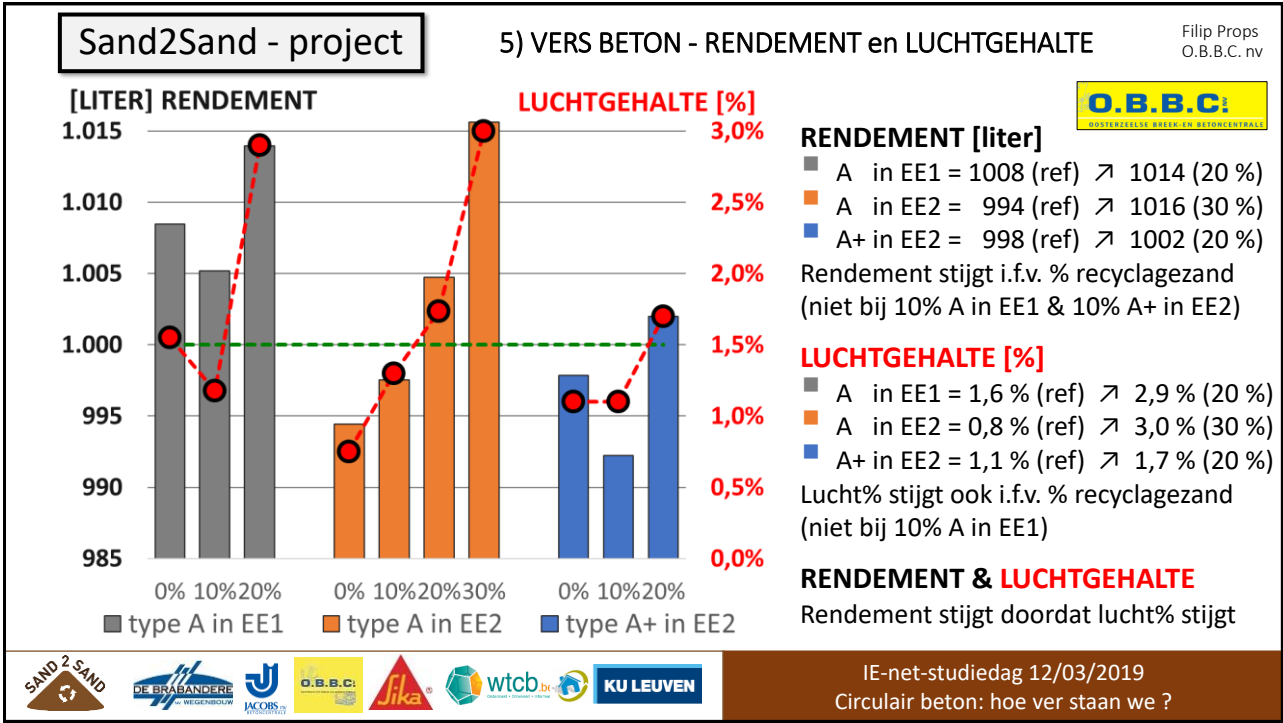
RICHT WAARDE	VERS BETON & DRUKSTERKTE	PROEFREEKS 3 = 'gewoon' recyclagezand type A in beton EE1							
		0 volume% (2stalen)	10 volume% (2 stalen)			20 volume% (2 stalen)			
		REFERENTIE	superplast + 0,25 kg/m3			superplast + 0,50 kg/m3			
		GEM	Δ	GEM	Δ%	Δ	GEM	Δ%	
1,5 %	Luchtgehalte	1,6 %	-0,4	1,2 %	-24%	+1,3	2,9 %	+87%	
1000 liter	Rendement	1008 liter	-3	1005 liter	-3%	+6	1014 liter	+1%	
293 kg/m3	Bindmiddel	290 kg/m3	+1	291 kg/m3	+1%	-1	289 kg/m3	0%	
0,60	W/C effectief	0,60	+0,02	0,62	+3%	0	0,60	-1%	
0 kg/m3	Watersverschil	0 kg/m3	+6	+6 kg/m3		-3	-3 kg/m3		
19 cm	Consistentie	17 cm	+1,5	18,5 cm		+0,5	17,5 cm		
0	Ic-factor	0	+3	+3		-3	-3		
/	Druksterkte 7D	23,1 MPa	-1,3	21,8 MPa	-6%	-3,4	19,7 MPa	-15%	
> 43 MPa	Druksterkte 28D	40,3 MPa	-2,4	37,9 MPa	-6%	-5,0	35,3 MPa	-12%	
	DUURZAAMHEID	0 volume% (1 staal)	10 volume% (1 staal)			20 volume% (1 staal)			
	Wateropsorping	7,1 %	+0,2	7,3 %	+3%	+0,7	7,8 %	+10%	
	Carbonatatie 56D	9,1 mm	0	9,1 mm	0%	+0,5	9,6 mm	+5%	
	Vorstdooi 56 cycli	3,2 kg/m ²	+1,1	4,3 kg/m ²	+32%	-1,8	1,8 kg/m ²	-45%	

IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

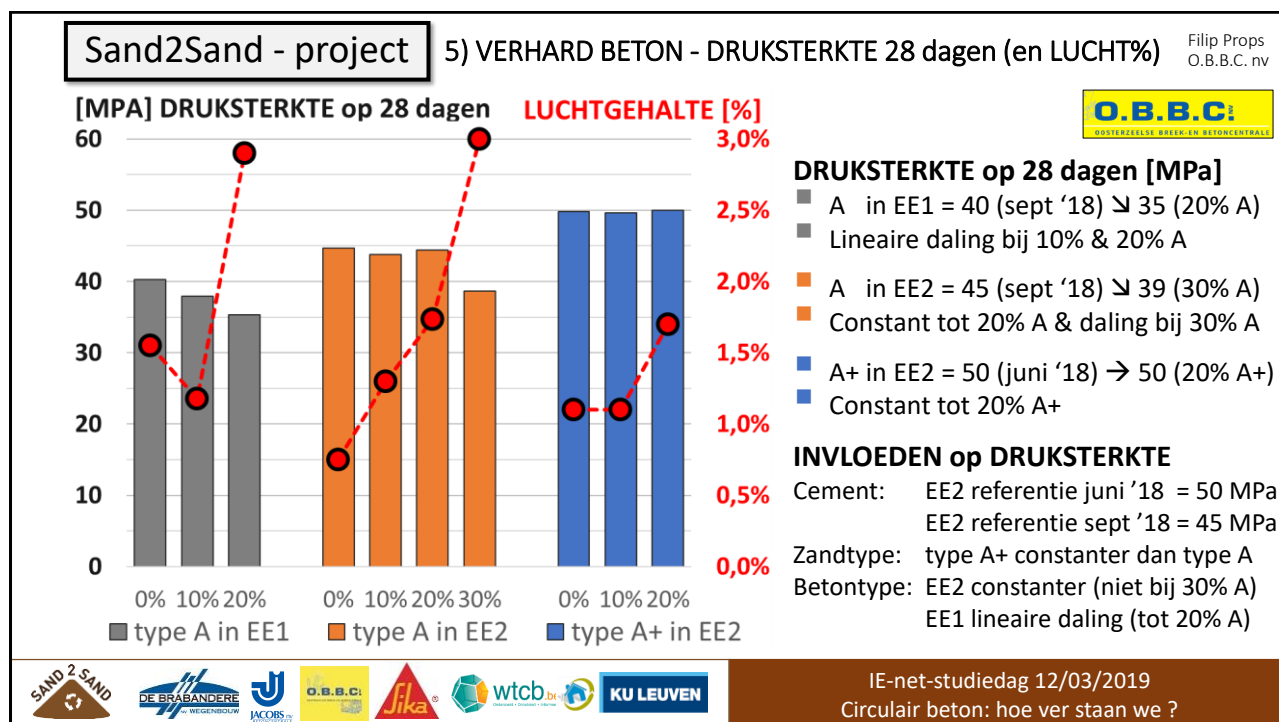
14



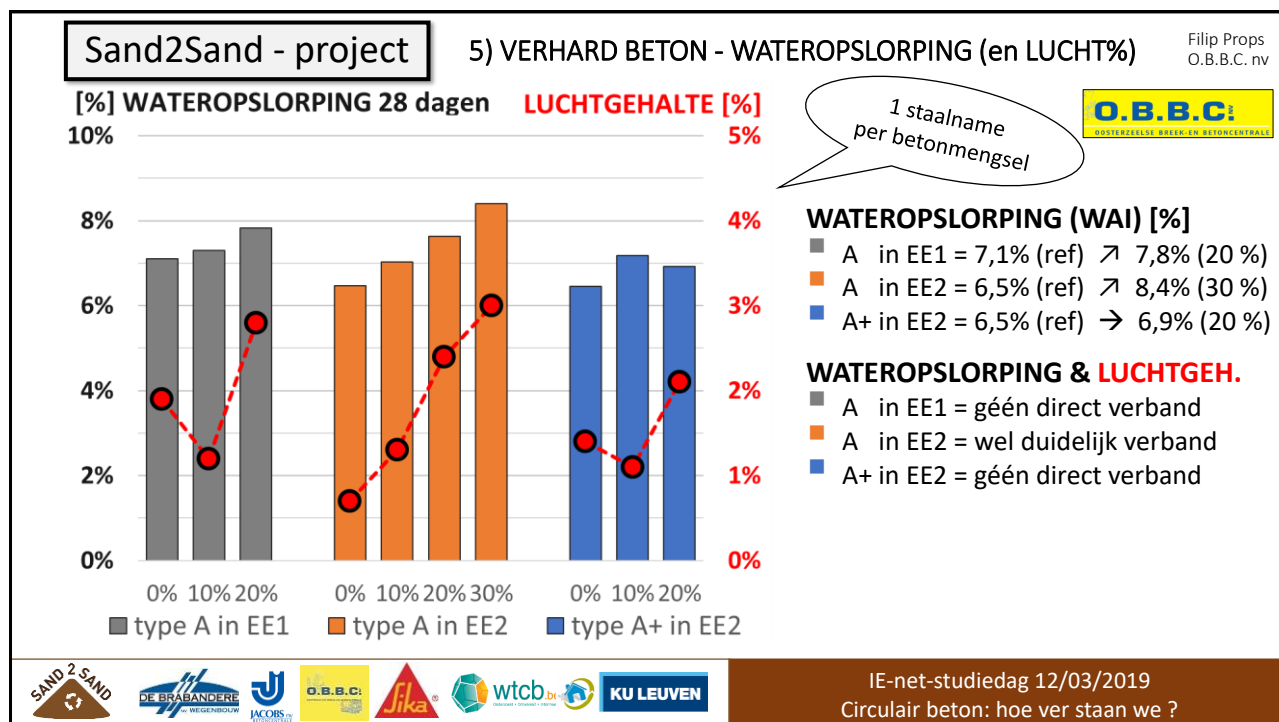
15



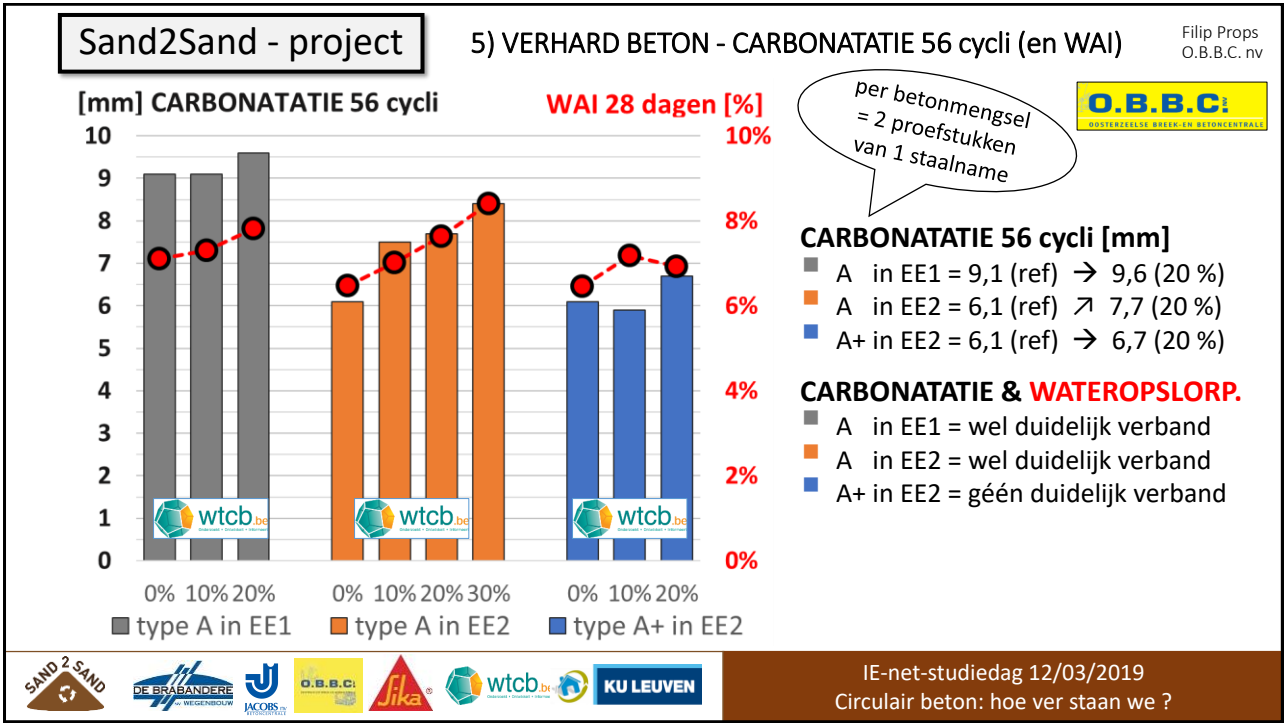
16



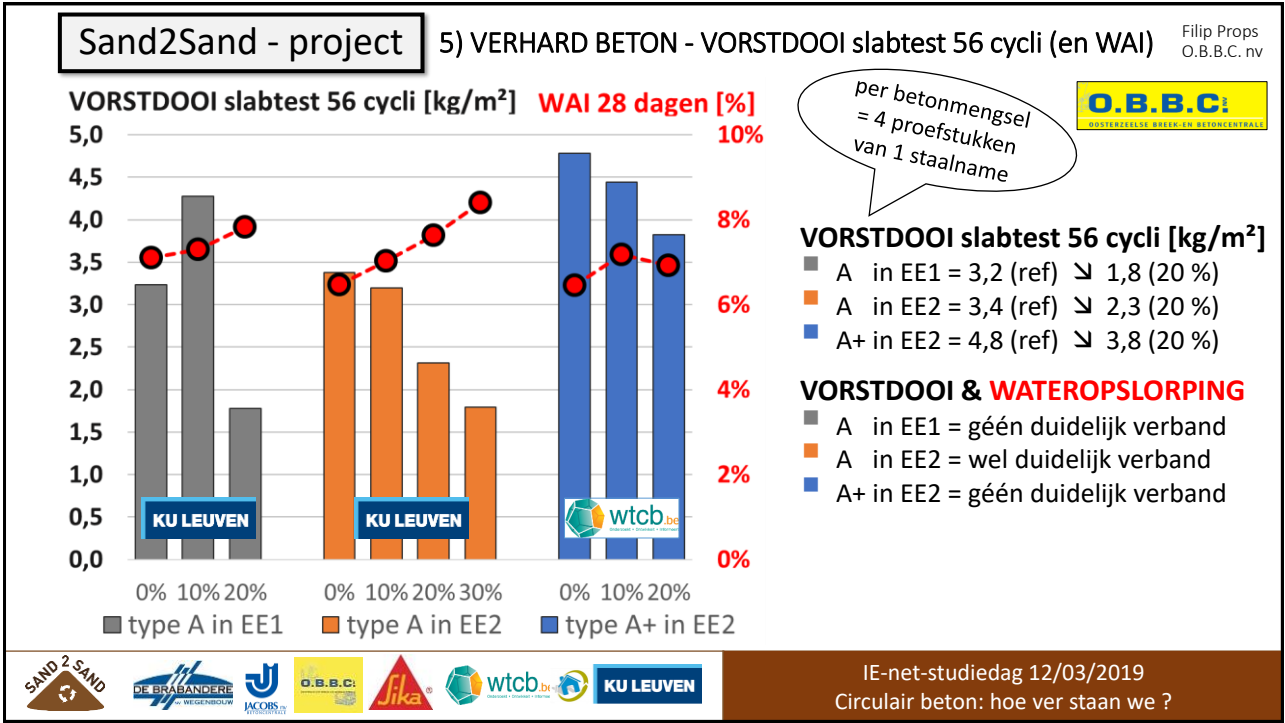
17



18



19



20

Sand2Sand - project

6) CASESTUDIE - videopresentatie & proefresultaten

Filip Props
O.B.B.C. nv



1800 m2 BEDRIJFSVLOER
C35/45 EE3 EA2 Dmax 20 mm S4
met 20% recyclagezand type A+
en superplastificeerder Sika ViscoCrete 1068
Oosterzele
december '18

RICHT- WAARDE	PARAMETER	zand A+ in EE3		VERSCHIL
		0 vol%	20 vol%	
1,5 %	Luchtgehalte	1,2 %	1,8 %	+ 0,6 %
1000 liter	Rendement	998 liter	1008 liter	+ 10 liter
375 kg/m3	Bindmiddel	375 kg/m3	372 kg/m3	- 3 kg/m3
0,49	W/C effectief	0,46	0,50	+ 0,04
0 kg/m3	Waterverschil	- 8 kg/m3	+ 5 kg/m3	+ 13 kg/m3
19 cm	Consistentie	18 cm	17 cm	- 1 cm
0	Ic-factor	-6	+ 10	+ 16



Druksterkte 28 dagen	OBBC	58,0 MPa	58,4 MPa	+ 0,4 MPa
	SECO	60,8 MPa	61,1 MPa	+ 0,3 MPa
	WTCB	60,4 MPa	62,5 MPa	+ 2,1 MPa
WAI Water- opslorping 28 dagen	GEM	59,7 MPa	60,7 MPa	+ 1,0 MPa
	OBBC	6,0 %	7,2 %	+ 1,2 %
	SECO	6,0 %	7,1 %	+ 1,1 %
Carbonatatie	GEM	6,0 %	7,2 %	+ 1,2 %
	WTCB	2,7 mm	2,8 mm	+ 0,1 mm
	VORST-DOOI slabtest 28 cycli	KUL	2,9 kg/m²	3,0 kg/m²
VORST-DOOI schade intern (% na vorst)	WTCB	3,0 kg/m²	3,6 kg/m²	+ 0,6 kg/m²
	GEM	3,0 kg/m²	3,3 kg/m²	+ 0,3 kg/m²
	Splijttreksterkte	57,7 %	64,5 %	+ 6,8 %
Elasticiteitsmodulus	89,6 %	93,4 %	+ 3,8 %	



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

21

Sand2Sand - project

7) CONCLUSIES - potentieel & aandachtspunten

Filip Props
O.B.B.C. nv

BETONNIVEAU

- BETONMENGSEL: verschillen recyclage- en natuurzanden compenseren in rekenmodel
- VERVANGINGS%: hoeveelheid recyclagezand heeft invloed, 30% vervanging is mogelijk
- RECYCLAGEZAND: weinig verschil tussen A en A+, zowel op granulaat- als betonniveau
- DUURZAAMHEID: verbetering vorst-dooi, en kleine verslechtering WAI en carbonatatie
- VERWERKING: recyclagebeton heeft betere verwerkbaarheid en is stabiel mengsel

GRANULAATNIVEAU

- BASISPARAMETER: proefresultaat dichtheid & waterabsorptie verschilt van labo tot labo
- NORMENKADER: kaliber 0/6,3 is in feite geen “zand”, maar wel een granulaatmengsel



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

22

Bedankt voor uw aandacht ! Vragen ?

Filip Props
O.B.B.C. nv



Zandfractie van gerecycleerd beton
hergebruiken in hoogwaardige toepassingen

Meer info?
filip@obbc.be
info@obbc.be



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

23

Met dank aan:

Filip Props
O.B.B.C. nv

Subsidiërende overheid



Onderzoeksteam Sand2Sand



Stakeholders



IE-net-studiedag 12/03/2019
Circulair beton: hoe ver staan we ?

24