

Circulariteit in België: van R&D naar normalisatie

Niels Hulsbosch - R&D expert Structural Work (Concrete)
niels.hulsbosch@buildwise.be

Seminarie "Strategieën van circulariteit" – Stufib/Stutech/Stubeco
TUDelft – 16/10/2024

1

Buildwise in een notendop (2023)

295 projecten
15 concrete bedrijven
109.114 m³ beton
100% gerecycleerd beton

2

LIVING LAB CIRCULAIR BETON

VLAIO | NLAARDEN CIRCULAIR | Gefinancierd door de Europese Unie NextGenerationEU

VRAAG NAAR AANBOD VAN

RICHTING EEN SUCCESVOLLE, GROOTSCHALIGE TOEPASSING VAN CIRCULAIR BETON IN VLAANDEREN

3

1. Circulariteit als strategie...

om afval tot een minimum te beperken
om grondstoffen te besparen
in fine de milieu-impact van beton te verminderen

CIRCULAIR
DOWNWATERALEN, BOONPROCES, DISTRIBUËREN, ONDERHOUDEN, HERGEBRUIKEN, RECYCLEREN, VERBANDEN, STORTEN, BEPERKEN VAN DE RESTSTROOM, HERSTELLEN, INZAMELLEN

LINEAIR

Principe van de circulaire economie in de waardketen van de bouwsector (aangepaste versie van een grafiek van het World Economic Forum (7)).

4

1. Circulariteit als strategie

Milieu impact van gewapend beton

→ Grootste bijdrages:

- Wapeningstaal
- Optimalisatie beton en wapening!
- Cement

→ Effect gerecycleerde granulaten:

- Beperkte (positieve) impact op
 - GWP score beton
 - Gewogen milieuscore beton
- Wel positief effect op
 - Land use
 - Transport
 - Lokale uitputting grondstoffen

Vloerplaat 15 cm Omgevingklasse EES (XC4-XF3) Cement 320 kg/m³

Wapeningstaal

Stortbaar beton EES

Referentie Hoopruimte-cement 50 % gerecycleerde granulaten 2 wapeninggranulaten van 10 x 10 mm (Ø 10 x 10 mm)

Bev. ANGG2014 norm (Dec 2015) V1.05

5

2. Circulaire tools in Belgisch beton-normenkader

6


2. Circulaire tools in Belgisch normenkader

Betonnormenkader*: gebruik gerecycleerde granulaten


Betongranulaat type A+ Anno 10/2024 geen zandfractie (0 - 4 mm)

Sinds NBN B 15-001:2018

- $d \geq 4$ mm en $D \geq 10$ mm
- Voldoet minimaal aan de samenstellingscategoriën Rc90/Rcu95/Ra1-/XRg0,5-/FL2- van NBN EN 12620
- Voldoet minimaal aan de categoriën WA10, FI20, f1,5, LA35, SS0,2, A40 van NBN EN 12620
- Volumieke massa (ρ_{rel}) ≥ 2200 kg/m³



* NBN EN 206 & NBN B 15-001



7


2. Circulaire tools in Belgisch normenkader

Betonnormenkader*: gebruik gerecycleerde granulaten


Menggranulaat type B+ Anno 10/2024 geen zandfractie (0 - 4 mm)

Sinds NBN B 15-001:2018

- $d \geq 4$ mm en $D \geq 10$ mm
- Voldoet minimaal aan de samenstellingscategoriën Rc50/Rcu70/Rb30-/Ra5-/XRg2-/FL2- van NBN EN 12620
- Voldoet minimaal aan de categoriën WA15, FI50, LA50, SS0,2, A40 van NBN EN 12620
- Volumieke massa (ρ_{rel}) ≥ 1700 kg/m³



* NBN EN 206 & NBN B 15-001



8

2. Circulaire tools in Belgisch normenkader

Toepassingskader


Specifieke gebruiksgeschiktheid gerecycleerde granulaten (NBN B 15-001)

Maximaal vervangingspercentage t.o.v. grove granulaten (% volume)

	Milieuklassen				
	X0	XC1	XC2	XC3, XC4, XF1, XF3, XA1, XD1	Alle andere milieuklassen
Betongranulaat type A+	50 %	30 %	30 %	20 %	0 %
Menggranulaat type B+	20 %	20 %	0 %	0 %	0 %

Betongranulaat A+: \leq C30/37
Menggranulaat B+: \leq C20/25

Certificatie van beton met gerecycleerd granulaat volgens NBN B 15-001 (TRA 550)



9


ZIN-project - 2024 (Brussel)




10

2. Circulaire tools in Belgisch normenkader

Aanbod BENOR-beton met gerecycleerde granulaten



Gerecycleerd granulaat	Productie 2023 [kiloton]
Betongranulaat	8043
waaronder betongranulaat A+	45
Menggranulaat	6560
waaronder menggranulaat B+	0,7

Data: COPRO cijferrapport 2023 & Procerus Extranet

11

2. Circulaire tools in Belgisch normenkader

Opschaling via Living Lab – bv. pilotproject Colruyt Temse





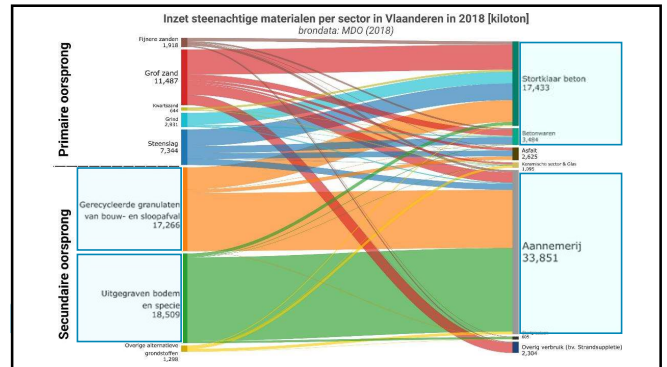
12

3. Prenormalisatie-projecten rond "circulair beton"



Buldwise

13



14

3. Prenormalisatie-projecten rond "circulair beton"

Studies voor prenormalisatie

- DOEL: Wetenschappelijke en technische basis voor ontwikkeling van nieuwe (prestatie-gerichte) normen
- Gesubsidieerd: FOD Economie (50%) en onderzoekscentra (50%)
- 2 jaar

Recente PRN projecten rond beton

- PRN GRANISEC "Geschiktheid van secundaire inerte toeslagmaterialen voor gebruik in beton" - '19 - '22
- PRN NEOCEM I & II "Specifieke gebruiksgeschiktheid van nieuwe Belgische cementsoorten (EN 197-5 & -6)" - '20 - '24
- PRN RECY SAND "Gebruik van hoogwaardig betonbrekerzand in stortklaar beton" - '23 - '25

Buldwise **economie** **NBN**

15

Prenormalisatie-projecten

PRN GRANISEC: secundaire zanden



Secundaire zanden in België:

- RVS slakzand: 1, 2
- Fysicochemische gereinigde zanden: 3
- Koperlakzand: 4
- Bodemas-zand: 5
- Beton- en menggranulaatzand: 6, 7, 8, 11 en 12
- Loodslakzand: 9, 10

Buldwise

16

3. Prenormalisatie-projecten rond "circulair beton"

PRN GRANISEC: evaluatie-methodologie

Belgische norm

NBN B 15-105:2022

NBN



Beton - Methodologie voor de evaluatie en attestering van de gebruiksgeschiktheid van inerte grondstoffen bestemd voor beton

Belgische norm


NBN B 15-100:2018

Buldwise

17

3. Prenormalisatie-projecten rond "circulair beton"

Methodologie NBN B 15-105




Identificatie-kenmerken grondstoffen

- i.f.v. korrelgrootte
- Geometrische, fysische, chemische kenmerken

Algemene gebruiksgeschiktheid – fysico-mechanische verbanden (*)

1. Druksterkte & slijptreksterkte
2. Druksterkte & elasticiteitsmodulus
3. Sterkteontwikkeling & krimp
4. Sterkteontwikkeling & kruip

(*) indien niet opgenomen in NBN EN 206 & NBN B 15-001



Specifieke gebruiksgeschiktheid – duurzaamheid ()**

1. Weerstand carbonatatie
2. Weerstand diffusie chloriden
3. Vorstbestandheid – interne schade
4. Vorstbestandheid – oppervlakteschade door zouten
5. Weerstand zeewater, sulfaten en/of zuren

(**) Onder andere in functie van beoogde toepassing (milieuklassen), soort grondstof etc.

Evaluatiecriteria

- Minimale vereiste waarden
- (Grens)waarden i.f.v. toepassing
- Variabiliteit/kwaliteit/traceerbaarheid
- Type-samenstellingen of representatieve druksterkteklassen of specifieke samenstellingen
- Verificatie van Eurocode 2 (NBN EN 1992-1-1 + ANB)
- Relatieve evaluatie t.o.v. referentiebeton conform NBN EN 206 & NBN B 15-001
- Absolute evaluatie t.o.v. grenswaarden

Buldwise

18

3. Prenormalisatie-projecten rond "circular beton"

PRN RECYSAND: collectieve aantoning betonbrekerzand



Definitie "betonbrekerzand A+"

- Voldoet aan NBN EN 12620
- Afkomstig van betongranulaat type A+ of hoogwaardig betongranulaat
- $D \leq 4 \text{ mm}$
- GF85, f10, WA10, SS0,7 en A40 volumemassa (prf) $> 2100 \text{ kg/m}^3$
- Fijne deeltjes categorie a van PTV 411
- Wateroplosbaar chloridegehalte te declareren

Toepassing in constructief beton

NBN B 15-001 (status: discussies op niveau van E104):

- OB (GB → o.b. v. finale resultaten Recysand)
- E0, E1, EE1: 30 vol.% zandfractie
- EE2, EE3, ES1, ES2, ES3, EA1: 15 vol.% zandfractie

19

19

3. Prenormalisatie-projecten rond "circular beton"

PRN RECYSAND: "Afwijkende" karakteristieken



Bv. WA-bepaling Belgisch betonbrekerzand & beton-waterhuishouding

Fijn-gehalte: ~~5,6%~~

WA₂₄: $8,3 \pm 1,4\%$ (NBN EN1097-6)

→ Vnl. onderschatten WA

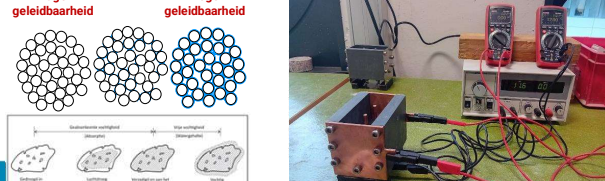
20

20

3. Prenormalisatie-projecten rond "circular beton"

PRN RECYSAND: Waterabsorptie beproeving

Nieuwe meetmethode waterabsorptie secundaire zanden gebaseerd op elektrische geleidbaarheid



21

21

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond



22

22

Hergebruik secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

ECA-project Haven van Antwerpen

- 3 km kademuuren → 350.000 m³ zand
- 'Business as usual' (BAU) Noordzee of buurlanden
- Dokuitgraving → 30.000 m³ zand



23

23

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

Terugwinning van zand uit grond in beton

Uitdagingen

- Zeer fijn zand (0/0,5 mm)
- Aanwezigheid van glauconiet (~5-20 gew.%)
- Productiekosten vergelijkbaar met de beoogde BAU
- 10-40 v% zandvervanging
- Opschaling, normalisatie en certificering van zand- en betonproductie → **Verzekerbaarheid**

Technische benodigdheden

- Minimale ontwerplevensduur = 100 jaar
- Toepassing: **goede verwerkbaarheid** en reologie
- **Hoogwaardig beton** → **duurzaamheid** (EN 206, NBN B 15-001):
 - XC4: carbonatie – cyclisch nat en droog
 - XS3: zeewater – Getijden-, spat- en sproeizones
 - XF4: vorst – Hoge waterverzadiging met zouten
 - XA1: agressief – Enigszins agressieve chemische omgeving



24

24

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

Representatief zand en upcycling

- **Glaucanietzand** = aangenomen als **niet geschikt** voor beton (Westgate et al. 2023)
- Upcycling (verwijdering van glauconiet)
 - Natzeven, magnetisch, natschudtafel & hydrocycloon
- Gepresenteerde resultaten = **op zand 'zoals ontvangen' = WORSTCASE SCENARIO**

Eigendom	Amoraa	Zandstok A12	Tussen zand	Lila-Oorderen
Fractie <63 µm [%]	14	12	20	25
Relatieve dichtheid [kg/m ³]	2,51	2,66	2,58	2,59
Waterabsorptie [%]	1,1	1,4	1,2	1,6
Glaucanietgehalte [%]	10	12	5	8
Kalkhoudende stoffen [%]	14	6	14	25

Foto: Deckers et al. (2020)

25

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

Uitdaging: beton-mixdesign & beton-reologie

Glauconite

Surface adsorption

PCE

Intercalation

26

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

Geschiktheidsonderzoek beton: NBN B 15-105

Status: Afgerond / Legend

Mortar		Concrete: durability	
Setting time	EN 480-2	Resistance to carbonatation	EN 14630, EN 13295
Flexural and compressive strength (2, 7, 28 and 91 d)	EN 196-1	Resistance to chloride migration	NT Build 492
Resistance to alkali-silica reaction	CUR 89/Annex E	Resistance to freeze-thaw cycles	CEN/TS 12390-9
PCE compatibility			

Concrete: fresh state		Concrete: design life	
Mix design optimisation	EN 480-2	In-situ, real scale monitoring	
Fresh properties	EN 12390-2, EN 12390-7	Life cycle analysis	

Concrete: physico-mechanical	
Density and water absorption	EN 12390-7
Compressive strength (28 and 91 d)	EN 12390-3
Flexural strength (28 d)	EN 12390-5
Wear resistance - Bohme	EN 13892-3

Technische geschiktheid van gebruik glauconietzand (z 300 kg/m³) in hoogwaardig beton (Xc4-XS3-XF4-XA1)

27

4. Valorisatie secundair zand uit lokaal ontgonnen grond

Monitoring en levensduur-analyses

Doorlopende in-situ monitoring
→ Service-life voorspellingen

28

Bedankt voor de aandacht

Buildwise Zaventem
Kleine Kloosterstraat 23
B-1932 ZAVENTEM
Tel.: 02 716 42 11
E-mail: info@buildwise.be

Buildwise Limelette
Avenue P. Holofre 21
B-1342 LIMLETTE
Tel.: 02 655 77 17

Buildwise Bruxelles
Dieudonné Larivièrestraat 17
B-1020 BRUSSEL
Tel.: 02 716 42 11

Buildwise buildwise.be

29