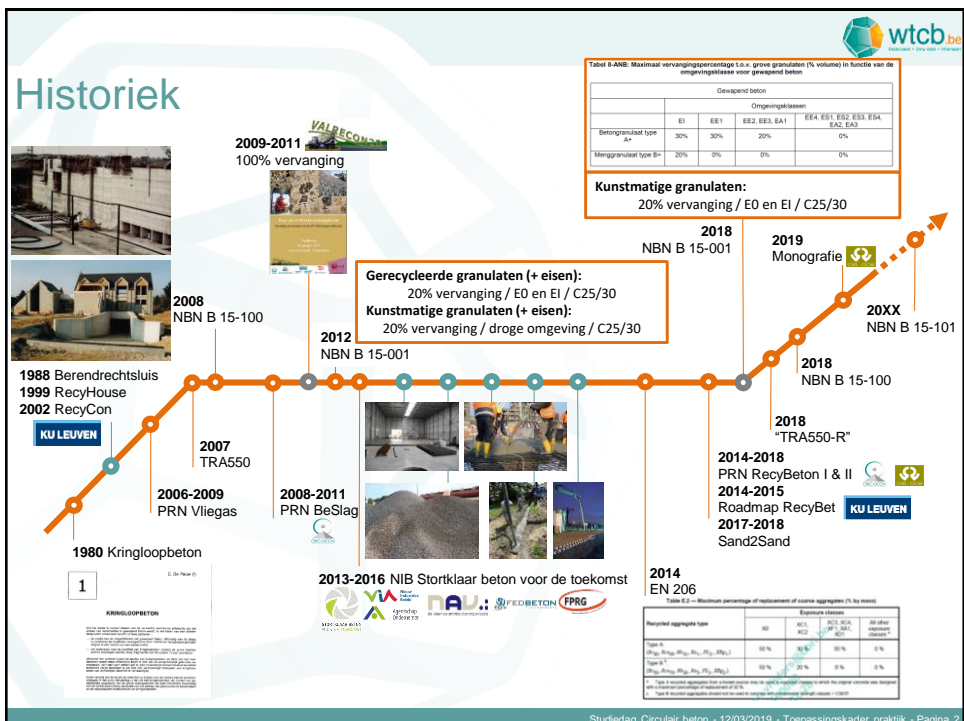


# Van innovatie en onderzoek naar een duidelijk toepassingskader voor de praktijk

Bram Doms  
Labo Betontechnologie

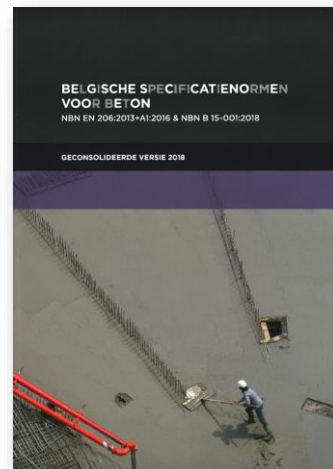


## Historiek

- Nieuwe normen, aanpassingen normen:
  - Evoluties in de betontechnologie
  - Evoluties in andere normen
  - Tendensen, mentaliteit op de werf m.b.t.
    - Prestaties
    - Gebruiksgemak
    - Circulariteit
    - ...
- Het WTCB draagt bij op basis van
  - Resultaten prenormatieve onderzoeksprojecten
  - Resultaten ontwikkelingsprojecten
  - Ervaringen opgevolgde werf

## NBN EN 206 en NBN B 15-001

- Eisen voor beton en de grondstoffen
  - Cement
  - Granulaten
  - Aanmaakwater
  - Hulpstoffen
  - Toevoegsels
  - Vezels



# NBN EN 206 (2014)



## 1. Cement

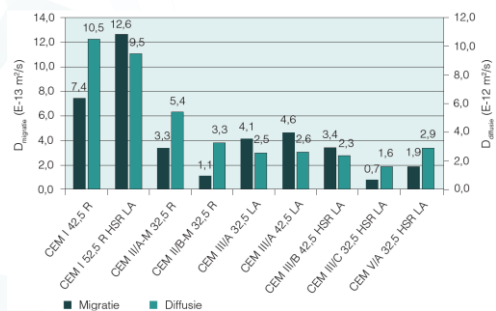
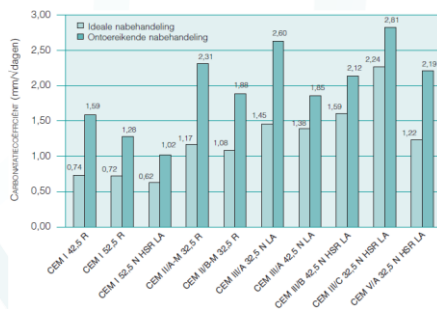
- Algemene gebruiksgeschiktheid van cement volgens EN 197-1 en EN 14216 is aangetoond
- Gebruiksgeschiktheid van cement volgens EN 14647 en EN 15743: zie regels op de plaats van gebruik
- Keuze van cement houdt rekening met
  - Uitvoering
  - Toepassing
  - Nabehandeling
  - Afmetingen
  - Omgevingscondities
  - Potentiële ASR-reactiviteit

# NBN B 15-001 (2018)



## 1. Cement

- Prenormatieve onderzoeksprojecten (i.s.m. CRIC-OCCN / OCW): invloed cementtype op carbonatatie, chloridenindringing, vorst,...



# NBN B 15-001 (2018)



## 1. Cement

- Conform NBN EN 197-1, NBN EN 14216 of NBN EN 15743  
→ Algemene gebruiksgeschiktheid is aangetoond
- Aantonen specifieke gebruiksgeschiktheid
  - Niveau I: ok, zie tabellen
  - Niveau II: ok mits bijkomende beperkingen, zie tabellen
  - Niveau III: (-) in tabellen,  $V_{CO}$ , toepassing buiten regels van de norm
    - Aantonen voor *bepaald toepassingsgebied* volgens NBN B 15-100  
→ Technische Goedkeuring (ATG) of gelijkwaardig
  - Niveau IV: (-) in tabellen,  $V_{CO}$ , toepassing buiten regels van de norm
    - Aantonen voor een *specifiek project en betonsamenstelling* volgens NBN B 15-100  
→ Projectbeton

# NBN B 15-001 (2018)



## 1. Cement

- Conform NBN EN 197-1, NBN EN 14216 of NBN EN 15743  
→ Algemene gebruiksgeschiktheid is aangetoond
- Aantonen specifieke gebruiksgeschiktheid

		Gewapend en voorgespannen beton																								
		CEMENT										Combinaties CEM met toevoegsel type II														
CEM I		CEM II/A					CEM II/B					CEM III/A	CEM III/B	CEM V/A	CEM II/A-S-V		CEM II/A-LL-V		CEM II/A+V		CEM II/A+V	CEM II/Silica Fume	CEM I+LMA			
		S	V	LL	L	M	S	V	LL	L	M				S-V	V-LL	S-V	V-LL	S-V	V-LL				S-V	V-LL	S-V
OK		NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT											
II		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
EE	EE1	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	EE2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	EE3	ok	ok	ok	[a] min A*	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]											
	EE4	ok	ok	ok	(f)	-	ok	(f)	-	ok	(c) en (i)	(f)	-	ok	(c) en (i)	(d)										
ES	ES1	ok	ok	ok	(j)	-	ok	(j)	-	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	ES2	ok	ok	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]	ok	[a] min A* of [b]											
	ES3	ok	ok	ok	(j)	-	ok	(j)	-	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	ES4	ok	ok	ok	(j)	-	ok	(j)	-	ok	(c) en (i)	(j)	-	ok	(c) en (i)	(d)										
EA	EA1	ok	ok	ok	[a]	-	ok	[a]	-	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	EA2 (a)	ok	ok	ok	(h)	-	ok	(h)	-	ok	ok	ok	ok	ok	ok											
	EA3 (a)	ok	ok	ok	(i)	-	ok	(i)	-	ok	[a]	-	ok	[a]	-	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	

## NBN B 15-001 (2018)



### 1. Cement

- Niet conform NBN EN 197-1, NBN EN 14216 of NBN EN 15743
- Combinaties cement-toevoegsel, niet opgenomen in norm
  - Algemene gebruiksgeschiktheid aantonen:
    - ETB voor gebruik in beton volgens NBN EN 206
    - ATG volgens goedkeuringsleidraad die specifiek verwijst naar gebruik in beton volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001 (NBN B 15-100)
- Specifieke gebruiksgeschiktheid volgens NBN B 15-100
  - Niveau III
  - Niveau IV

## NBN B 15-100 (2018)

Beton - Methodologie voor de evaluatie en attestering van de gebruiksgeschiktheid van cementen en van toevoegsels bestemd voor beton

- Toepassingsgebied:
  - Cement conform NBN EN 197-1, niet niveau I, of combinaties ervan
  - Hydraulische cementen overeenkomstig een andere norm
  - Niet-genormaliseerde hydraulische cementen
  - Toevoegsels (enkel hoofdbestanddelen van cement)
  - Combinaties
    - Niet: cement dat substantieel verschilt van deze gedefinieerd in bestaande normen, bijvoorbeeld met een nieuwe type klinker
- Basis voor Technische Goedkeuringsleidraden 

## NBN B 15-100 (2018)

### ■ Aantonen algemene gebruiksgeschiktheid

1. Identificatie: relevante samenstellings- en prestatie-eigenschappen, minstens:

Cement	Toevoegsel	Combinatie	Proefmethode
Samenstelling	Samenstelling		
Gehalte aan alkalien	Gehalte aan alkalien		
Gehalte aan chloriden	Gehalte aan chloriden		NBN EN 196-2
Gloeiverlies	Gloeiverlies		
Onoplosbare rest	Onoplosbare rest		
Sulfaatgehalte	Sulfaatgehalte		
Mechanische druksterkte op 2 of 7 dagen en op 28 dagen		Mechanische druksterkte op 2 of 7 dagen en op 28 dagen	NBN EN 196-1
Stabiliteit		Stabiliteit	NBN EN 196-3
Begin en einde van de binding		Begin en einde van de binding	NBN EN 196-8 of NBN EN 196-9
Hydratiewarmte		Hydratiewarmte	
Andere relevante eigenschappen voor dit cement	Andere relevante eigenschappen voor dit toevoegsel	Andere relevante eigenschappen voor deze combinatie	

+ conformiteitsevaluatie (productcertificatie)

## NBN B 15-100 (2018)

### ■ Aantonen algemene gebruiksgeschiktheid

2. Basis prestatie-eigenschappen

→ Fysico-mechanische prestaties

- Verband tussen druksterkte en slijttreksterkte
- Verband tussen druksterkte en elasticiteitsmodulus
- Verband tussen sterkteontwikkeling en krimp
- Verband tussen sterkteontwikkeling en kruip

## NBN B 15-100 (2018)

- Aantonen specifieke gebruiksgeschiktheid
    - Toepassingsgebied (Niveau III)
      - Proeven op meerdere samenstellingen die samen representatief zijn voor dit toepassingsgebied
    - Projectbeton (Niveau IV)
      - Initiële typeproeven (ITT) op reële samenstellingen
1. Mechanische en fysische eigenschappen
  2. Duurzaamheid: vergelijking met referentiesamenstelling, conform de eisen voor het toepassingsgebied
  3. Technologische eigenschappen

## NBN EN 206 (2014)



### 2. Granulaten

- Gerecycleerde en kunstmatige granulaten
  - Zie regels op de plaats van gebruik
- Aanbevelingen:

Table E.2 — Maximum percentage of replacement of coarse aggregates (% by mass)

Recycled aggregate type	Exposure classes			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	All other exposure classes <sup>a</sup>
Type A: ( $R_{c90}$ , $R_{cu95}$ , $R_{b10}$ , $R_{a1}$ , $FL_2$ , $XRg_1$ )	50 %	30 %	30 %	0 %
Type B <sup>b</sup> : ( $R_{c50}$ , $R_{cu70}$ , $R_{b30}$ , $R_{a5}$ , $FL_2$ , $XRg_2$ )	50 %	20 %	0 %	0 %

<sup>a</sup> Type A recycled aggregates from a known source may be used in exposure classes to which the original concrete was designed with a maximum percentage of replacement of 30 %.

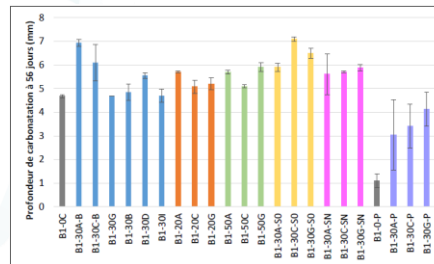
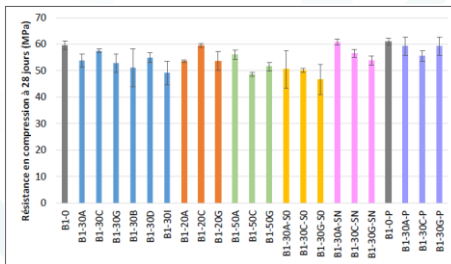
<sup>b</sup> Type B recycled aggregates should not be used in concrete with compressive strength classes > C30/37.

# NBN B 15-001 (2018)



## 2. Granulaten

- Prenormatieve onderzoeksprojecten (i.s.m. CRIC-OCCN / OCW) RecyBeton I en II
  - Variabiliteit gerecycleerde granulaten
  - Invloed op vers beton
  - Invloed hard beton (mechanisch, duurzaamheid)



# NBN B 15-001 (2018)



## 2. Granulaten

### I. Gerecycleerde granulaten

- Betongranulaat type A+

Betongranulaat type A+ is een gerecycleerd granulaat dat voldoet aan **NBN EN 12620** en aan volgende bijkomende eisen:

- **d ≥ 4 mm** en D ≥ 10 mm;
- voldoet minimaal aan de samenstellingscategorieën R<sub>c50</sub>/R<sub>cu56</sub>/R<sub>a1</sub>/XR<sub>g0.5</sub> **FL2** van NBN EN 12620;
- voldoet minimaal aan de categorieën Fl<sub>20</sub>, f<sub>1.5</sub>, LA<sub>35</sub>, SS<sub>2</sub>, A<sub>40</sub> van NBN EN 12620;
- heeft een volumieke massa (ρ<sub>sd</sub>) van tenminste 2 200 kg/m<sup>3</sup>;
- heeft een waterabsorptie van maximaal 10 %, met een variatie van maximaal ± 2 % ten opzichte van de gedeclareerde waarde.

- Menggranulaat type B+

### II. Kunstmatige granulaten + bijkomende eisen

→ Algemene gebruiksgeschiktheid is aangetoond



# NBN B 15-001 (2018)



## 2. Granulaten

- Maximaal vervangingspercentage i.f.v. omgevingsklasse
- Maximale druksterkteklasse

Tabel 7-ANB — Maximaal vervangingspercentage t.o.v. grove granulaten (% volume) in functie van de omgevingsklasse voor ongewapend beton

Ongewapend beton			
	Omgevingsklassen		
	E0, E1, EE1	EE2, EE3, ES1, ES2, ES3, EA1	EE4, ES4, EA2, EA3
Betongrunulaat type A+	50 %	20 %	0 %
Mengrunulaat type B+	20 %	0 %	0 %

Tabel 8 — ANB: Maximaal vervangingspercentage t.o.v. grove granulaten (% volume) in functie van de omgevingsklasse voor gewapend beton

Gewapend beton				
	Omgevingsklassen			
	E1	EE1	EE2, EE3, EA1	EE4, ES1, ES2, ES3, ES4, EA2, EA3
Betongrunulaat type A+	30 %	30 %	20 %	0 %
Mengrunulaat type B+	20 %	0 %	0 %	0 %

# NBN B 15-001 (2018)



## 2. Granulaten

- Hogere vervangingspercentages?
- Andere omgevingsklassen?
- Andere druksterkteklassen?
- Voorgespannen beton?
- Fijne fractie A+?
- Andere kunstmatige granulaten?

→ Aantonen algemene en specifieke gebruiksgeschiktheid

## NBN B 15-001 (2018)



### 2. Granulaten

- Technische Goedkeuringsleidraden
- Norm in ontwerp prNBN B 15-101 “*Methodologie voor de evaluatie en attestering van de gebruiksgeschiktheid van inerte grondstoffen bestemd voor beton*”

## prNBN B 15-101

- Toepassingsgebied:
  - Grove granulaten conform betonnormen maar toepassing buiten de voorwaarden van betonnormen
  - Zand met eenzelfde oorsprong als de hierboven genoemde grove granulaten buiten de voorwaarden van betonnormen
  - Filler met eenzelfde oorsprong als de hierboven genoemde grove granulaten buiten de voorwaarden van betonnormen
  - Granulaten, zand en filler niet conform betonnormen, indien anorganisch, met specifieke risicoanalyse in functie van de beoogde toepassing
  - Gerecycleerde granulaten conform NBN EN 12620, maar niet aan A+ of B+

## prNBN B 15-101

→ Basis voor Technische Goedkeuringsleidraden



- Aantonen van de algemene gebruiksgeschiktheid
- Aantonen van de specifieke gebruiksgeschiktheid

## TRA 550

### ■ BENOR-certificatie van stortklaar beton

- NBN EN 206 en NBN B 15-001
- Uitgave 4.0
- Nieuwe categorieën:
  - Recyclage Standaard - RS
  - Recyclage Duurzaam - RD



# TRA 550

## ■ BENOR-certificatie van stortklaar beton

→ Grondstoffen

Grondstof	Type Grondstof	Algemene gebruiksgeschiktheid
Cement	Cementsoorten volgens EN 197-1	Voldaan indien CE-markering met AVCP 1+
	Cementsoorten niet volgens EN 197-1	Voldaan indien CE-markering met AVCP 1+ die specifiek verwijst naar het gebruik in beton volgens EN 206 of indien drager van een technische goedkeuring ATG met certificatie volgens een goedkeuringsleidraad die specifiek verwijst naar het gebruik in beton volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001
Granulaten	Natuurlijke granulaten (normaal en zwaar granulaat)	Voldaan indien CE-markering met een AVCP 2+ volgens EN 12620
	Gerecycleerde granulaten (Type A+ en B+)	Voldaan indien CE-markering met een AVCP 2+ volgens EN 12620 <b>en</b> indien drager van een kwaliteitsmerk met certificatie voor gebruik in beton volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001
	Kunstmatige granulaten	Voldaan indien CE-markering met een AVCP 2+ volgens EN 12620 <b>en</b> indien drager van een kwaliteitsmerk met certificatie voor gebruik in beton volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001
	Lichte granulaten	Voldaan indien CE-markering met een AVCP 2+ volgens EN 13055

# TRA 550

## ■ BENOR-certificatie van stortklaar beton

→ Grondstoffen

Grondstof	Type grondstof	Bijkomende eisen grondstoffen	Bijkomende eisen samenstelling
Cement	Cementsoorten volgens EN 197-1	Enkel de cementen en cement-toevoegsel combinaties opgenomen in tabel 2-ANB van NBN B 15-001, onder 'Niveau I' en 'Niveau II'  Indien cement met bijkomende eigenschappen buiten deze gedekt door EN 197-1 voorgeschreven wordt (LA, HSR, HES, ...), dienen deze eigenschappen onder certificatie (BENOR of gelijkwaardig) gegarandeerd te worden	Eisen opgenomen in tabellen 3-ANB, 4-ANB en 5-ANB van NBN B 15-001
	Cementsoorten niet volgens EN 197-1	--	Gebruiksgeschiktheid per omgevingsklasse aan te tonen conform NBN B 15-100 <sup>(1)</sup>
Granulaten	Natuurlijke granulaten (normaal en zwaar granulaat)	--	--
	Gerecycleerde granulaten (Type A+ en B+)	--	Enkel de samenstellingen die aan de eisen beschreven in NBN B 15-001 beantwoorden
	Kunstmatige granulaten	Enkel de granulaten die beantwoorden aan de aanduidingen vermeld bij 5.1.3 van NBN B 15-001	Enkel de samenstellingen die beantwoorden aan de eisen gespecificeerd in NBN B 15-001
	Lichte granulaten	--	--

## Monografie WTCB/OCW (2019)

- Ontwikkelingen en huidig toepassingskader
- Gerecycleerde granulaten
- Beton met gerecycleerde granulaten
- Toepassing op de werf
- Aanbevelingen voor stortklaar beton voor gebouwen en wegen

