

VOORSCHRIJVEN VAN BETON

VOLGENS DE NORMEN

NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018

TECHNOLOGIE | JANUARI 2020



		q4	(Ajp)
--	--	----	-------

BB/SfB

- **BASISEISEN & AANVULLENDE EISEN**
- **HOE BETON VOORSCHRIJVEN**
- **VOORBEELDEN**
- **TYPE-BESTEKTEKST**





VOORWOORD

De norm NBN B 15-001:2012 (Belgisch toepassingsdocument van de norm NBN EN 206-1:2004) werd onlangs vervangen door de norm NBN B 15-001:2018, Belgisch toepassingsdocument van de norm NBN EN 206:2013+A1:2016.

Beide laatstgenoemde normen zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en dragen dezelfde titel: 'Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit'. De norm NBN B 15-001:2018 vult sommige delen van de Europese norm NBN EN 206:2013+A1:2016 aan of vervangt ze.

In voorliggend bulletin komt enkel het voorschrijven van 'courante' betonsoorten aan bod. Voor de specificatie van andere betonsoorten verwijzen we naar een volgende publicatie – zie verder.

Volgens beide normen kan beton op verscheidene manieren worden voorgeschreven (gespecificeerd). De belangrijkste manier is die waarbij de gebruiker (architect, studie bureau, aannemer, bouwheer) de gewenste prestatie-eisen van het beton of – zoals de norm het formuleert – een beton met '**gespecificeerde eigenschappen**' voorschrijft.

Bij het omschrijven van de gewenste prestatie-eisen voorzien beide normen '**basiseisen**' en '**aanvullende eisen**'.

Basiseisen moet de gebruiker bij het voorschrijven van elk beton, opgeven.

Aanvullende eisen moeten alleen vermeld worden, indien het verse of het verharde beton specifieke prestatie-eisen moet vervullen of indien de verwerking dit vereist.

Er zijn vijf basiseisen. De eerste is van algemene aard en stelt dat het beton moet voldoen aan NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018.

De vier andere basiseisen worden hieronder aangeduid met de letters A, B, C en D. De letter E wordt gebruikt voor de aanduiding van aanvullende eisen. Dit is waarvoor deze letters staan:

- A- de gewenste karakteristieke druksterkte, aangeduid door een **sterkteklasse**;
- B- de gewenste duurzaamheid naargelang het **gebruiksdomein (B1)** en de **omgevingsklasse (B2)**;
- C- de gewenste consistentie, aangeduid door een **consistentieklasse**;
- D- de gewenste **grootste nominale korrelafmeting** D_{max} van de granulaten;
- E- de gewenste **aanvullende eisen**.

VOORSCHRIJVEN VAN BETON MET GESPECIFICEERDE EIGENSCHAPPEN

Deze methode is niet alleen erg handig, maar geeft de gebruiker ook een grote kwaliteitsgarantie. Daarenboven laat enkel deze methode toe een beton voor te schrijven dat drager is van het conformiteitsmerk BENOR.

Drager zijn van het BENOR-label betekent dat de controle die de producent op de fabricage uitvoert door een derde partij wordt geverifieerd. Het BENOR-merk is bijgevolg synoniem van de garantie dat het beton beantwoordt aan de gespecificeerde basiseigenschappen en aan voorgeschreven bijkomende eisen (behalve in de uitzonderlijke gevallen dat geen externe controle mogelijk is).

De gebruiker hoeft de conformiteit van het beton met de eisen dus niet meer zelf te controleren. Het BENOR-merk levert dus tijdswinst op en werkt kostenbesparend. De gebruiker moet enkel nog de leveringsbon en de uitvoering van het werk controleren.



De norm vermeldt nog een andere manier om beton voor te schrijven, namelijk door het opgeven van de samenstelling. Hiervoor is wel een grondige betontechnologische kennis vereist. Tevens moet men de eigenschappen van de beschikbare bestanddelen kennen.

Daarenboven evolueert de betontechnologie erg snel en neemt het aantal mogelijke bestanddelen om beton samen te stellen alsmaar toe. De kans dat de door de gebruiker opgegeven samenstelling een beton met de gewenste technische en economische prestaties zal opleveren, is dan ook erg klein. Daarom wordt deze methode hier niet verder behandeld. In de volgende hoofdstukken wordt dieper ingegaan op de gegevens, nodig voor het voorschrijven van 'beton met gespecificeerde eigenschappen'. De lezer krijgt niet alleen praktische richtlijnen, maar ook voorbeelden van 'betonspecificaties' en een type-bestektekst.

DE NORM NBN EN 206:2013+A1:2016 EN ZIJN NATIONALE BIJLAGE, DE NORM NBN B 15-001:2018 : 'BETON - SPECIFICATIE, EIGENSCHAPPEN, VERVAARDIGING EN CONFORMITEIT'

De Europese norm EN 206:2013+A1:2016 is opgemaakt door het Technisch Comité 'Concrete and related products' van het Europees normalisatie-instituut (CEN). Deze norm is van toepassing in alle landen die lid zijn van CEN, waaronder België.

Het NBN, Belgisch Bureau voor Normalisatie, heeft deze norm gepubliceerd als nationale norm met als aanduiding en nummer: NBN EN 206:2013+A1:2016. De nationale bijlage NBN B 15 001:2018 vult deze Europese norm aan, geeft er toelichting bij en vervangt sommige delen ervan.

De 'aanvullingen' op en 'vervangingen' van delen van de NBN EN 206:2013+A1:2016 zijn normatief, behalve wanneer dit uitdrukkelijk anders is aangeduid. Zij regelen die aspecten die volgens de NBN EN 206:2013+A1:2016 nationaal moeten vastgelegd worden. Zij kunnen ook onderwerpen behandelen die in de Europese norm niet aan bod komen, maar waarover wel ervaring bestaat in de Belgische context. De 'toelichtingen' zijn informatief. Zij geven bijkomende informatie over de normatieve bepalingen.

Beide normen zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Een verwijzing naar de ene impliceert eveneens een verwijzing naar de andere.

FEBELCEM publiceerde een geconsolideerde versie van de twee normen met het doel ze toegankelijker te maken en ruimer te verspreiden. Zie Bibliografie [3].

De twee normen bevatten duidelijke eisen in verband met de bestanddelen, samenstelling, duurzaamheid, vers beton en verhard beton. Zij geven richtlijnen om beton voor te schrijven en te leveren. Zij bevatten voorschriften over de productiecontrole en de controle, criteria en evaluatie van de conformiteit. Beide normen gelden voor ongewapend, gewapend en voorgespannen beton, bestemd voor gebouwen en kunstwerken

Zij zijn van toepassing op normaal beton (volumieke massa van 2000 tot 2600 kg/m³), zwaar beton (volumieke massa > 2600 kg/m³) en licht beton (volumieke massa begrepen tussen 800 en 2000 kg/m³), op stortklaar beton en beton aangemaakt op de bouwplaats. Zij gelden ook voor geprefabriceerde betonproducten (vervaardigd in de fabriek), alhoewel in de Europese geharmoniseerde 'productnormen' dikwijls specifieke regels worden opgegeven.

1. NODIGE EISEN OM BETON VOOR TE SCHRIJVEN

1.1 ALGEMENE BASISEIS: HET BETON MOET VOLDOEN AAN DE NORMEN NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018

1.2 BASISEIS A: DRUKSTERKTEKLASSE

De druksterkte is de belangrijkste eigenschap van verhard beton. Hierop steunt de sterkteberekening en de dimensionering van betonconstructies. De norm definieert 16 druksterkteklassen (zie tabel 7), van C8/10 tot C100/115. Elke klasse wordt weergegeven door de letter C, gevolgd door de karakteristieke cilinder- en kubusdruksterkte in MPa.

Beide waarden zijn belangrijk: $f_{ck,cyl}$ wordt gebruikt bij de berekening van de betonconstructie; $f_{ck,cube}$ bij de kwaliteitscontrole (kubussen zijn praktischer).

C $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$

(Voorbeelden: C25/30, C30/37, enz.)

Bij het voorschrijven van een beton met gespecificeerde eigenschappen moet altijd één van de 16 druksterkteklassen worden opgegeven. Alleen op die manier wordt de gewenste karakteristieke druksterkte éénduidig bepaald.



OPMERKINGEN:

- Deze druksterkteklassen gelden voor normaal en zwaar beton. Voor 'lichtbeton' gelden andere druksterkteklassen, die worden aangeduid met de letters LC i.p.v. C.
- De druksterkte van beton wordt uitgedrukt door haar karakteristieke waarde f_{ck} , afgeleid uit een statistische analyse van drukproefresultaten. Voor een bepaald beton geeft die waarde de sterkte weer waarboven minstens 95 % van de meetresultaten van de druksterkte moet liggen.
- De waarde $f_{ck,cube}$ van de sterkteklasse wordt afgeleid uit drukproeven op kubusvormige proefstukken met een zijde van 150 mm. De proefstukken worden vervaardigd en bewaard volgens de norm NBN EN 12390-1:2012 'Beproeving van verhard beton – Deel 1: Vorm, afmetingen en verdere eisen voor proefstukken en mallen' en NBN EN 12390-2:2019 'Beproeving van verhard beton – Deel 2: Vervaardiging en bewaring van proefstukken voor sterkteproeven'. De proefstukken worden gedurende 28 dagen bewaard bij $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ onder water of in een kamer met relatief vochtgehalte $\geq 95\%$. De druksterkte wordt bepaald volgens de norm NBN EN 12390-3:2019 'Beproeving van verhard beton – Deel 3 : Druksterkte van proefstukken'
- De waarde $f_{ck,cyl}$ van de sterkteklasse is gedefinieerd als de karakteristieke druksterkte op cilindervormige proefstukken met een hoogte van 300 mm en een diameter van 150 mm, vervaardigd en bewaard zoals de kubussen.
- Vorm en afmetingen van het proefstuk beïnvloeden het resultaat van de drukproef. Daarom verschilt $f_{ck,cyl}$ van $f_{ck,cube}$ en bevat elke sterkteklasse twee getallen.
- De druksterkteklasse van basiseis A staat volledig los van de druksterkteklasse die als aanvullende duurzaamheidseis impliciet wordt opgegeven bij het voorschrijven van de omgevingsklasse (zie basiseis B). De sterkteklasse voor de berekening van de dimensionering moet minstens zo hoog zijn als de minimale sterkteklasse die volgt uit de specificering van de duurzaamheid. Zodoende worden het minimale wapeningspercentage en de scheurwijdte niet onderschat. Deze twee parameters zijn functie van de karakteristieke druksterkte van het beton.

1.3 BASISEIS B (B1 EN B2) : DUURZAAMHEID : GEBRUIKSDOMEIN EN OMGEVINGSKLASSE

De aan het beton te stellen **duurzaamheidseisen** hangen onder andere af van het **gebruiksdomein** (B1) en de **omgevingsklasse** (B2). Het gebruiksdomein geeft aan of het beton **ongewapend**, **gewapend** of **voorgespannen** is. Dat onderscheid is nodig omdat ongewapend beton aan minder talrijke aantastingsmechanismen onderhevig is dan gewapend en voorgespannen beton. Door het opgeven van het gebruiksdomein wordt ook impliciet het maximum toegelaten gehalte aan chloride-ionen opgelegd (zie eerste opmerking hierna voor meer informatie).

Er is evenwel een uitzondering: de norm is

strenger inzake chloride-ionengehalte (ClO_{20}) voor gewapend beton in een omgeving waar een toevoer van chloride-ionen mogelijk is. Dit kan desgevallend worden aangegeven als bijkomende eis 'E' (zie § 1.6).

De omgevingsklasse verwijst naar de **omgeving** waaraan het beton wordt blootgesteld. Een betonelement dat deel uitmaakt van de binnenstructuur moet meestal aan minder strenge duurzaamheidseisen beantwoorden dan een buitenelement. De eisen voor een buitenelement hangen af van de mogelijke aanwezigheid van vocht, vorst, dooizouten, zeewater of agressieve stoffen in de omgeving.

In de norm NBN B 15-001:2018 wordt de duurzaamheid van beton in rekening gebracht door het definiëren van klassen die overeenstemmen met omgevingen die in België veel voorkomen. De 'omgevingsklassen' worden aangeduid met de letter E van het Engelse 'Environment', gevolgd door een letter – I van het Engelse 'Interior', E van het Engelse 'Exterior', S van het Engelse 'Sea' of A van 'Agressive' – en eventueel een cijfer om de omgeving nader te omschrijven. Er zijn 13 omgevingsklassen. Zie tabel 7.

De Belgische benadering van de duurzaamheid van beton is veel eenvoudiger dan die van de Europese norm NBN EN 206:2013+A1:2016

die uitgaat van 'milieuklassen'. Eén omgevingsklasse volstaat om de omgeving waaraan het beton is blootgesteld te karakteriseren, tenzij het beton zich bevindt in een agressieve omgeving. Dan zijn steeds twee omgevingsklassen nodig: bijvoorbeeld een licht agressieve buitenomgeving met kans tot vorst zonder contact met regen wordt aangeduid met EA1 en EE2.

Voor elke klasse zijn **duurzaamheidseisen** geformuleerd voor de drie gebruiksdomeinen. Deze eisen leggen belangrijke randvoorwaarden op aan de samenstelling (bijvoorbeeld minimum cementgehalte, maximum water-cementfactor ...).

Bij het voorschrijven van een beton met gespecificeerde eigenschappen moeten altijd het gebruiksdomein (aanduiding of het beton ongewapend, gewapend of voorgespannen is) (B1) en de omgevingsklasse (B2) worden opgegeven (twee klassen in het geval van EA1; EA2 of EA3). Zo worden de duurzaamheidseisen éénduidig bepaald.

OPMERKINGEN:

- Door het opgeven van het gebruiksdomein wordt impliciet het maximum toegelaten gehalte aan chloride-ionen opgelegd. In de norm staat dat het maximum toegelaten gehalte in de Belgische context gelijk is aan 1,00 % in ongewapend beton, 0,40 % in gewapend beton en 0,20 % in voorgespannen beton. Het wordt berekend ten opzichte van de cementmassa in het beton, rekening houdend met eventuele toevoegsels van type II (zie verder).

Chloriden in gewapend of voorgespannen beton kunnen door chloride geïnitieerde corrosie veroorzaken. Zij kunnen aanwezig zijn in cement, hulpstoffen, granulaten, enz. Het is dus belangrijk om het totale gehalte aan chloride-ionen te beperken. Het is verboden om calciumchloride of op chloride gebaseerde hulpstoffen toe te voegen aan gewapend en voorgespannen beton

- Voor elke omgevingsklasse zijn de opgelegde duurzaamheidseisen vermeld in tabel 1 in functie van het gebruiksdomein. De duurzaamheidseisen worden in de NBN B 15-001:2018 weergegeven in de vorm van een betontype, eventueel aangevuld met 'andere eisen'. Er zijn 10 betontypes, zie tabel 2.

Een betontype is een specifieke combinatie van de volgende duurzaamheidseisen:

- (1) maximale water-cementfactor. Deze factor geeft de verhouding weer tussen het effectieve watergehalte, aanwezig in het verse beton, en het cementgehalte. Het effectieve watergehalte is gelijk aan het totale watergehalte verminderd met het gehalte dat geabsorbeerd is door de granulaten. Het cementgehalte houdt rekening met de aanwezigheid van eventuele

toevoegsels van type II (vliegas, silica fume, gemalen gegranuleerde hoogovenslakken) volgens de bepalingen van artikels 5.2.5.2.1 tot en met 5.2.5.2.4 van NBN EN 206-1:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018.

- (2) minimaal cementgehalte. Dit gehalte houdt rekening met de aanwezigheid van eventuele toevoegsels van type II zoals hierboven vermeld.

OPGELET !

Het bruikbare cementtype, de eventuele combinatie van dit cement met toevoegsels van type II en de eventuele verhoging van het minimale gehalte staan in de tabellen 3-ANB, 4-ANB en 5-ANB van NBN B 15-001:2018. Deze tabellen geven de specifieke geschiktheid aan van de bindmiddelen in functie van de blootstellingsklassen en omgevingsklassen van ongewapend of gewapend en voorgespannen beton.

- (3) minimale druksterkteklasse. Het feit dat het beton hieraan beantwoordt, is een indicatie dat het niet in strijd is met de andere eisen. Dus zal beton dat voldoet aan de eis van de minimale druksterkteklasse waarschijnlijk ook voldoen aan de eis van het minimaal cementgehalte en die van de maximale water-cementfactor. Beton met een druksterkte lager dan de minimale druksterkteklasse zal waarschijnlijk niet beantwoorden aan beide andere eisen. Met betrekking tot de duurzaamheid heeft de minimale druksterkteklasse dus een informatieve, controlerende functie.
- (4) minimum luchtgehalte (eventueel). Een betontype wordt aangeduid met het symbool **T**, gevolgd door een getal dat verwijst naar de maximaal toelaatbare water-cementfactor en eventueel door de letter **A** (van het Engelse 'Air') bij aanwezigheid van het opgelegde minimum luchtgehalte.

Voor EE3, EE4 en ES4 zijn er twee betontypes mogelijk, namelijk één met en één zonder een 'eis voor het minimum luchtgehalte'. Indien de voorschrijver het betontype A, dus met een 'eis voor het minimum luchtgehalte', wenst, moet hij dit als een aanvullende eis vermelden (zie § 1.6). Zonder deze vermelding gaat de betonproducent ervan uit dat de voorschrijver een beton zonder ingebrachte lucht kiest.

- XA1, XA2 en XA3 – overeenstemmend met respectievelijk EA1, EA2 en EA3 – worden gedefinieerd volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2013+A1:2016. Die tabel bevat voor elke klasse grenswaarden met betrekking tot de zuurtegraad en het ionengehalte van bepaalde voor beton agressieve stoffen. Bijvoorbeeld, de grenswaarden voor het sulfaationengehalte in grondwater of in contact met betonconstructies zijn als volgt:
 - Zwak agressieve omgeving EA1: $200 \leq \text{SO}_4^{2-} \leq 600 \text{ mg/l}$
 - Matig agressieve omgeving EA2: $600 < \text{SO}_4^{2-} \leq 3000 \text{ mg/l}$
 - Sterk agressieve omgeving EA3: $3000 < \text{SO}_4^{2-} \leq 6000 \text{ mg/l}$
- Vanaf een sulfaationengehalte boven 600 mg/l in water of 3000 mg/kg grond in contact met het beton moet een cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (volgens NBN B 12-108:2015) gebruikt worden. Het is ook mogelijk een combinatie te gebruiken van cement en gemalen gegranuleerde hoogovenslak, conform voetnoot (a) van tabel 1 (= tabel F 3-ANB van NBN B 15-001:2018). Indien een cement SR/HSR of een combinatie (cement + toevoegsel) nodig is, moet dit als aanvullende eis (E) gemeld worden.

- De cementen 'met hoge bestandheid tegen sulfaten' volgens NBN B 12-108 zijn:
 - portlandcement CEM I SR 0 en CEM I SR 3,
 - hoogovencement CEM III/B SR en CEM III/C SR,
 - composietcement CEM V/A (S-V) HSR,
 - overgesulfateerd cement SSC HSR (zie EN 15743+A1:2015 'Supersulfated cement - Composition, specifications and conformity criteria').
- Zoals eerder aangestipt bieden de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018 ook de mogelijkheid om beton voor te schrijven met behulp van **milieuklassen**. Milieuklassen zijn gedefinieerd in NBN EN 206-1:2001. Hun definitie gaat uit van de eventuele aantastingmechanismen waaraan beton onderhevig kan zijn, zoals vorst/dooicycli met of zonder dooizouten, chemische aantasting en – in aanwezigheid van wapening – corrosie geïnitieerd, hetzij door carbonatatie, hetzij door chloriden. Er zijn 18 verschillende milieuklassen gedefinieerd.

Het oordeelkundig voorschrijven van milieuklassen vraagt meer betontechnologische kennis dan het voorschrijven van omgevingsklassen. Omgevingsklassen selecteren gebeurt vlugger en is handiger dan milieuklassen. Daarom wordt in NBN B 15-001:2018 aanbevolen om duurzaamheidseisen met behulp van omgevingsklassen op te leggen.

Wel is het nodig om te weten dat beide soorten klassen onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. De duurzaamheidseisen van de omgevingsklassen zijn afgeleid uit die van de milieuklassen.

Voor meer informatie over de milieuklassen, de daaraan verbonden duurzaamheidseisen, hoe zij moeten geselecteerd worden en hun relatie met de omgevingsklassen, wordt verwezen naar de eerder genoemde normen en het handboek 'Betontechnologie' van de Belgische Betongroepering (BBG, 2018). Zie Bibliografie [2].



OMGEVINGSKLASSE		DUURZAAMHEIDSEISEN			
Aanduiding	Omschrijving	OB		GB of VB	
		Betontype	Bijkomende eisen	Betontype	Bijkomende eisen
EO	Niet agressieve omgeving	T(1,00)	(b)	Niet van toepassing	
E1	Droge binnenomgeving	T(1,00)		T(0,65)	
EE	Vochtige binnenomgeving of buitenomgeving				
EE1	Geen vorst	T(1,00)		T(0,60)	
EE2	Vorst, geen contact met regen of opspattend water	T(0,55)		T(0,55)	
EE3	Vorst, contact met regen of opspattend water	T(0,50) of T(0,55)A	(c)	T(0,50) of T(0,50)A	(c)
EE4	Vorst en dooizouten (aanwezigheid van ter plaatse ontdooid of opspattend of aflopend dooizouthoudend water)	T(0,45) of T(0,50)A	(c)	T(0,45) of T(0,45)A	(c)
ES	Environnement marin				
	Geen contact met zeewater ; wel contact met zeelucht (tot 3 km van de kust) en/of brak water				
ES1	Geen vorst	T(0,60)		T(0,50)	
ES2	Vorst	T(0,50) of T(0,55)A	(c)	T(0,50) of T(0,50)A	(c)
	Contact met zeewater				
ES3	Ondergedompeld	T(0,55)		T(0,45)	
ES4	Getijden- en spatzone	T(0,45) of T(0,50)A	(c)	T(0,45) of T(0,45)A	(c)
EA	Chemisch agressieve omgeving				
EA1	Zwak chemisch agressieve omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206:2013+A1:2016	T(0,55)		T(0,55)	
EA2	Middelmatig chemisch agressieve omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206:2013+A1:2016	T(0,50)	(a)	T(0,50)	(a)
EA3	Sterk chemisch agressieve omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206:2013+A1:2016	T(0,45)	(a)	T(0,45)	(a)

(a) Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (volgens NBN B 18-008) of een combinatie van cement en gemalen gegranuleerde hoogovenslakken conform de ATG 'Gemalen gegranuleerde hoogovenslakken – LMA' met minstens 66 % m/m LMA ten opzichte van de totale hoeveelheid cement + LMA moet gebruikt worden indien het sulfaatgehalte > 600 mg/kg in water en > 3000 mg/kg of 2000 mg/kg (zie voetnoot c in tabel 2 van NBN EN 206) in de grond. In geval van gebruik van LMA, moet de hoge bestandheid tegen sulfaten aangetoond worden volgens de regels gedefinieerd in de Technische Goedkeuring (ATG) voor gemalen hoogovenslakken gedekt door een ATG met certificatie en verwijzend naar deze norm.

(b) Uitzonderlijk kan betontype T(1,50) worden gebruikt voor toepassingen in ongewapend beton, zoals bijvoorbeeld zuiverheidsbeton voor funderingen.

(c) Beton zonder ingebrachte lucht tenzij de voorschrijver het eist.

Tabel 1 – Duurzaamheidseisen voor ongewapend (OB), gewapend (GB) en voorgespannen (VB) beton

Aanduiding	T(1,50)	T(1,00)	T(0,65)	T(0,60)	T(0,55)	T(0,55)A	T(0,50)	T(0,50)A	T(0,45)	T(0,45)A
Max. water-cementfactor	1,50	1,00	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45
Min. cementgehalte (c)	-	-	260	280	300	300	320	320	340	340
Min. druksterkteklasse (a) (b)	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C20/25	C30/37	C25/30	C35/45	C30/37
Min./max. luchtgehalte in % voor $D_{\max}$										
$20 \text{ mm} \leq D_{\max} \leq 31,5 \text{ mm}$						4,0/8,0		4,0/8,0		4,0/8,0
$14 \text{ mm} \leq D_{\max} \leq 6 \text{ mm}$						5,0/9,0		5,0/9,0		5,0/9,0
$5,6 \text{ mm} \leq D_{\max} \leq 12 \text{ mm}$						6,0/10,0		6,0/10,0		6,0/10,0
(a) Deze eis geldt op een ouderdom van 28 dagen, behalve voor betonsamenstellingen met een zeer trage sterkteontwikkeling waarvoor een hogere ouderdom kan worden vastgelegd met toestemming van de voorschrijver. (b) Niet van toepassing op licht beton. (c) Zie opmerking 1.3 (2)										

Tabel 2 – Betontypes

1.4 BASISEIS C : CONSISTENTIEKLASSE

Om een behoorlijke druksterkte en duurzaamheid te verkrijgen moet het beton goed geplaatst, verdicht en beschermd worden. De betonspecie dient daarvoor de verwerkbaarheid te bezitten die optimaal is afgestemd op de complexiteit en de afmetingen van het te storten element, de wapeningsdichtheid, de stort- en verdichtingsmethode.

De norm definieert verschillende consistentieklassen. Hun definitie hangt af van de gehanteerde methode om de consistentie te meten. De norm vermeldt vier methoden. De volgende twee zijn de meest gebruikte:

- bepaling van de zetmaat (*slump*) met de Abrams-kegel (5 klassen aangeduid door de zetmaat: van S1 tot en met S5). Zie tabel 7;

- bepaling van de schudmaat (*flow*) op de schoktafel (6 klassen aangeduid door de schudmaat: F1 tot en met F6). Zie tabel 7.

Wanneer het verdichten en trillen van het beton moeilijk of zelfs onmogelijk is door de wapeningsdichtheid, de complexiteit of de hoogte van de bekisting, de eisen met betrekking tot ingebrachte lucht, of door andere parameters, dan is het gebruik van zelfverdichtend beton (*self compacting concrete – SCC*) wellicht aangewezen. Zelfverdichtend beton wordt niet getrild!

- De norm biedt ook de mogelijkheid om in de plaats van een consistentieklasse een richtwaarde op te geven, bijvoorbeeld een *slump* van $200 \pm 30 \text{ mm}$.

Bij het voorschrijven van een beton met gespecificeerde eigenschappen moet altijd een consistentieklasse (aangeduid door de *zetmaat* of de *schudmaat*) worden opgegeven.

OPMERKINGEN:

- De consistentie wordt gemeten volgens de norm NBN EN 12350-2:2019 'Beproeving van de betonspecie - Deel 2: Zetmaat' of de norm NBN EN 12350-5:2019 'Beproeving van de betonspecie - Deel 5: Schudmaat (= schokmaat, flow)'. De resultaten worden uitgedrukt tot op 10 mm nauwkeurig.
- Buiten een zeker consistentiebereik zijn de proefmethoden zeer onnauwkeurig. Daarom is het aangewezen om de methoden te gebruiken binnen de volgende intervallen: $10 \text{ mm} \leq \text{slump} \leq 210 \text{ mm}$ en $340 \text{ mm} \leq \text{flow} \leq 620 \text{ mm}$
- In de praktijk wordt vaak de voorkeur gegeven aan klasse S4 (slump-zetmaat), omdat deze klasse een zeer gemakkelijke plaatsing en goede verdichting mogelijk maakt. Voor binnenvloeren wordt afhankelijk van de plaatsingsmethode S4 of zelfs S5 gebruikt. Rekening houdend met de toepassing, de wapeningsdichtheid, de stort- en verdichtingsmethode kan het aangewezen zijn een andere consistentieklasse voor te schrijven.
- De waterhoeveelheid die met het betontype overeenstemt, is dikwijls te klein om het beton voldoende verwerkbaar te maken. Om tegelijkertijd te voldoen aan de eisen van duurzaamheid en consistentie moet daarom vaak een superplastificeerder (sterk waterreducerend vloeimiddel) toegevoegd worden.
- Indien – op vraag van de gebruiker – op de bouwplaats **water** of andere producten (vezels of hulpstof) aan het beton worden toegevoegd, is het **betreffende beton niet meer gedekt door het BENOR-merk**: op de leveringsbon dient het logo te worden doorgestreept. De aard van de toegevoegde bestanddelen en hun hoeveelheden moeten worden vermeld. Ook moet in dat geval de conformiteit van het beton met de gespecificeerde eisen opnieuw aangetoond worden door middel van proeven: bepaling van druksterkte, water-cementfactor, enz. Toevoegen van water heeft een negatieve invloed op de betonkwaliteit. Onder andere de druksterkte en de duurzaamheid verminderen erdoor.



Bepaling van de zetmaat
© CRIC



Bepaling van de schudmaat
© CRIC

1.5 BASISSEIS D : NOMINALE GROOTSTE KORRELAFMETING $D_{\max}$

Een duurzaam beton vereist onder meer dat de wapening volledig en perfect omhuld is door betonspecie en dat de **betondekking** voldoende dik is. Zo wordt wapeningscorrosie vermeden en is een goede hechting van het beton aan de wapening verzekerd. De granulaten mogen evenwel niet te groot zijn aangezien zij de volledige omhulling van de wapening kunnen verhinderen. In NBN EN 206:2013+A1:2016 staat dat bij de keuze van de nominale grootste korrelafmeting ($D_{\max}$) rekening moet worden gehouden met de betondekking en met de kleinste afmeting van het te storten element. NBN B 15-001:2018 bevat meer gedetailleerde aanbevelingen voor de keuze van $D_{\max}$.

De **nominale grootste korrelafmeting** ($D_{\max}$) is de bovenwaarde (D) van een genormaliseerde korrelmaat (d/D). De korrelmaten zijn gedefinieerd in de Europese norm NBN EN 12620+A1:2008 'Toeslagmateriaal voor beton' en laten een zeefrest op D en een zeefdoorval door d toe. Er dient een keuze gemaakt uit een reeks van 13 nominale grootste korrelafmetingen. Zie tabel 7.

De NBN EN 206:2013+A1:2016 introduceert ook de waarden D_{lower} en D_{upper} . Beton kan evenwel correct worden voorgeschreven zonder er gebruik van maken.

Bij het voorschrijven van een beton met gespecificeerde eigenschappen moet altijd één van de 13 nominale grootste korrelafmetingen ($D_{\max}$) worden opgegeven.

OPMERKINGEN:

- In overeenstemming met de informatieve bijlage P bij de NBN B 15-001:2018 wordt aanbevolen om $D_{\max}$ van het granulaat zo groot te kiezen als voor het mengen, transporteren en verwerken toelaatbaar is. Wapening en $D_{\max}$ worden zo gekozen dat het beton:

- (1) bij het storten de wapening volledig kan omsluiten;
- (2) op een correcte manier kan verdicht worden zonder ontmenging.

Het is gebruikelijk om $D_{\max}$ niet groter te kiezen dan:

- (1) 1/5 van de kleinste afstand tussen de bekistingswanden;
- (2) 1/5 van de vloerdikte;
- (3) 3/4 van de kleinste tussenruimte tussen de wapeningsstaven.
In het geval van gelaste wapeningen: 1,5 maal de kleinste tussenruimte;
- (4) 2/5 van de druklaag van een samengestelde vloer;
- (5) de betondekking.

- Volgens NBN EN 12620+A1:2008 zijn stenen tot een maximale korrelafmeting van 2D toegelaten.
- Rekening houdend met de toegepaste verwerkings- of afwerkingsmethode kan het aangewezen zijn een aangepaste nominale grootste korrelafmeting voor te schrijven.

1.6 AANVULLENDE EISEN E

In functie van de blootstelling van het beton en/of de verwerkingstechnieken kan het nuttig zijn om aanvullende eisen of proefmethodes te definiëren. Aanvullende eisen moeten betontechnologisch compatibel zijn met de basiseisen. Bij twijfel is overleg met de betonproducent aan te raden.

Wij vestigen de aandacht in het bijzonder op twee duurzaamheidsaspecten, namelijk maatregelen tegen de alkali-silicareactie in het beton, en de waterabsorptie door onderdompeling.

Aanvullende eisen kunnen betrekking hebben op :

1) de betonsamenstelling

- cement :
 - cementtype (bijvoorbeeld CEM III/B),
 - sterkteklasse van het cement (bijvoorbeeld 42,5 N),
 - kleur van het cement (grijs of wit),
 - gebruik van een SR/HSR-cement bij een hoog gehalte aan sulfaten,
 - voor een snelle binding (bijvoorbeeld in de winter) gaat de voorkeur naar portlandcement CEM I, R (*Rapid*) en/of met hoge aanvangssterkte (HES).
Voor een tragere sterkteontwikkeling (bijvoorbeeld massieve constructies) zijn hoogoven-cementen CEM III/A of CEM III/B en/of met lage hydratatiewarmte (LH) meer aangewezen.
- type granulaten: bijvoorbeeld kalksteen (kalksteengranulaten worden gekenmerkt door een lagere thermische uitzettingscoëfficiënt – dus lagere thermische krimp –, en betonelementen op basis van kalksteen hebben een grotere brandweerstand dan elementen met siliciumhoudende granulaten), uitgewassen beton, minimum gehalte aan fijne deeltjes ...
- beton met ingebrachte lucht. Zoals eerder aangestipt (tabel 1, voetnoot c) zijn voor EE3, EE4, ES2 en ES4 twee betontypes mogelijk, namelijk een ‘met een eis inzake luchtgehalte’ en een zonder die eis. Indien de voorschrijver een betontype A wenst, d.w.z. ‘met een eis inzake luchtgehalte’, moet hij dit opgeven als aanvullende eis. Zonder deze vermelding gaat de betonproducent ervan uit dat de voorschrijver een betontype zonder ingebrachte lucht wenst.
- maatregelen tegen alkali-silicareactie: de voorschrijver kan het ASR-preventieniveau (PREV) en de ASR-blootstellingscategorie (AR) (zie Bijlage I van NBN B 15-001:2018) definiëren. Indien het een ‘belangrijk bouwwerk’ betreft, moet de voorschrijver het vereiste preventieniveau (PREV3) aangeven. Zie verder.
- strengere eis voor wat het chloride-gehalte betreft (Cl 0,20) voor gewapend beton in een omgeving waar een aanvoer van chloor-ionen mogelijk is.

2) **vers beton**: eis van een langere verwerkingstijd dan de verwerkingstijd bij ontstentenis en/of eis van een langere tijd van behoud van consistentie dan de waarde bij ontstentenis;

3) **verwerking**: stort- en verwerkingswijze (bijvoorbeeld pompbeton: aanduiden van hoogte en afstand), leveringsritme;

4) verhard beton

- waterabsorptie door onderdompeling WAI (*Water Absorption by Immersion*):

Waterabsorptie door onderdompeling	Betontype	Gemiddelde waarden	Individuele waarden
WAI(0,50)	T(0,50)	6,0 %	6,5 %
WAI(0,50)A	T(0,50)A	6,3 %	6,8 %
WAI(0,45)	T(0,45)	5,5 %	6,0 %
WAI(0,45)A	T(0,45)A	5,8 %	6,3 %
WAI(0,40)	T(0,45)	5,0 %	5,5 %

Tabel 3 – WAI cfr. Annexe O van NBN B 15-001:2018

NB: Mits akkoord van alle betrokken partijen kan een verhoging van de limietwaarden worden toegepast indien $D_{\max} \leq 16$ mm (zie tabel O.1-ANB van NBN B 15-001:2018).

- inschatten van de betonsterkteontwikkeling voor het vastleggen van nabehandelingstijden en duur van ondersteuning. In de praktijk wordt de sterkteontwikkeling bepaald door het cementtype, cfr. NBN B 15-400:2015/AC:2016, tabel 9-ANB. Ze verloopt bijvoorbeeld:
 - 'snel' voor CEM I 52,5 N of R;
 - 'middelmatic' voor CEM I 42,5 N of R, CEM III/A 42,5 N of 52,5 N;
 - 'traag' voor CEM III/A 32,5 N, CEM III/B 32,5 N of 42,5 N en CEM V/A 32,5 N;
 - 'traag' of 'zeer traag' voor combinaties van cement en toevoegsels van type II.

Voor aanvullende eisen met betrekking tot prefab betonproducten wordt verwezen naar desbetreffende normen of technische voorschriften.

OPMERKINGEN:

- De informatieve Bijlage I van NBN B 15-001:2018 definieert vier mogelijke voorzorgsmaatregelen tegen alkali-silicareactie. Zie tabel 5 voor een samenvatting. Er is minstens een vochtige omgeving nodig opdat ASR zou kunnen optreden.

	AR1 (EO en EI bij ontstentenis)	AR2 (EE, ES en EA 1 tot 3 bij ontstentenis)	AR3 (EE4 en ES4 bij ontstentenis)
PREV1 (ASR aanvaardbaar) Bijv.: Ongewapende elementen, vervangbare producten zoals stalroosters, gecoate elementen, tijdelijke constructies ...	Geen	Geen	Geen
PREV2 (bij ontstentenis) (ASR in geringe mate aanvaardbaar) Bijv. : constructief beton, wegeninfrastructuur (lijnvormige elementen, boordstenen, goten ...), wegverhardingen voor weinig of matig verkeer	Geen	1 of 2 of 3 of 4	1 of 2 of 3 of 4
PREV3 (ASR niet aanvaardbaar) Bijv. : constructief beton voor grote en/ of belangrijke bouwwerken (hoogbouw, voetbalstadions ...) en infrastructuurwerken (bruggen, tunnels, kaaimuren ...), wegverhardingen voor druk verkeer	Geen	1 of 3 of 4	1 of 3 ^(a) of 4 ^(a)
(a) met strengere voorgeschreven waarden			
Maatregel 1 : gebruik van granulaten met geattesteerde verklaring van niet-reactiviteit			
Maatregel 2 : gebruik van één LA-cement (geen mengsel van cementen) conform de norm NBN B 12-109 en maximaal één toevoegsel type II in hoeveelheden zoals aangeduid in tabel 6			
Maatregel 3 : beperking van het alkaligehalte van het beton tot een vastgelegde waarde (alkalibalans $\leq 3,5$ à $10,0$ kg/m ³ beton, afhankelijk van het gebruikte bindmiddel)			
Maatregel 4 : uitvoeren van zwelproeven die de bestandheid van het betonsamenstelling tegen ASR bevestigen			

Tabel 5 – Te nemen voorzorgsmaatregelen tegen alkali-silicareactie in functie van het ASR-preventieniveau (PREV) en de ASR-blootstellingsklasse (AR)

CEMENTTYPE	ZONDER TOEVOEGSELS (kg/m ³)	MET TOEVOEGSELS TYPE II (hoeveelheid toevoegsels ≤ 50 kg/m ³) (kg/m ³)
CEM I LA	420	350
CEM III/A LA	450	380
CEM III/B LA	450	380
CEM III/C LA	450	-
CEM V/A LA	450	-

Tabel 6 – Maximaal toegelaten cementgehalte bij toepassing van voorzorgsmaatregel 2 (Tabel I.4-ANB van NBN B 15-001:2018)

Het BENOR-merk garandeert dat het beton beantwoordt aan de voorgeschreven aanvullende eisen op voorwaarde dat controle mogelijk is door een (onafhankelijke) derde partij. Bij twijfel is voorafgaand overleg met de betonproducent aan te raden.

2. HOE BETON MET GESPECIFICEERDE EIGENSCHAPPEN VOORSCHRIJVEN IN DE PRAKTIJK?

- Door te eisen dat het beton in overeenstemming is met de normen **NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018**, en ...
- ... door **verplicht** alle vakken A tot en met D (basiseisen) in te vullen, en **facultatief** vak E (aanvullende eisen)

A	B1	B2	C	D	E
----------	-----------	-----------	----------	----------	----------

Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018

BASISEIS A : kies de sterkteklasse van het beton C $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ ⁽¹⁾

Het betreft de hoogste klasse die volgt uit de constructieve dimensionering en de keuze van de omgevingsklasse

KLASSE	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C40/50
	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115

⁽¹⁾ $f_{ck,cyl}$: karakteristieke druksterkte (N/mm²) op cilinder met hoogte 300 mm en diameter 150 mm

$f_{ck,cube}$: karakteristieke druksterkte (N/mm²) op kubus met zijde 150 mm

BASISEIS B1 : duid het gebruiksdomein aan

OB	Ongewapend beton (klasse voor chloridegehalte Cl 1,00)
GB	Gewapend beton (klasse voor chloridegehalte Cl 0,40)
VB	Voorgespannen beton (klasse voor chloridegehalte Cl 0,20)

BASISEIS B2 : duid de omgevingsklasse aan

KLASSE	OMSCHRIJVING	Minimale sterkteklasse	
		OB	GB/VB
EO	Niet agressieve omgeving (enkel van toepassing op ongewapend beton)	C12/15	NVT
EI	Droge binnenomgeving (binnenkant van woningen en kantoren met normaal binnenklimaat)	C12/15	C16/20
EE	<i>Vochtige binnenomgeving of buitenomgeving</i>		
EE1	Geen vorst (b.v. funderingen onder vorstgrens, beton blijvend onder water)	C12/15	C20/25
EE2	Vorst, geen contact met regen et/of opspattend water (b.v. kruipkelder, open doorgang in gebouw)	C25/30	C25/30
EE3	Vorst, contact met regen of opspattend water (b.v. buitenmuur of horizontale buitenoppervlakken in contact met regen of opspattend water)	C30/37 C20/25 ⁽²⁾	C30/37 C25/30 ⁽²⁾
EE4	Vorst en dooizouten (b.v. delen van weginfrastructuur, vloeren van parkeergarages aan vorst onderhevig (al dan niet overdekt) of buitenoppervlakken, in contact met dooizouten)	C35/45 C25/30 ⁽²⁾	C35/45 C30/37 ⁽²⁾

⁽²⁾ Beton met ingebrachte lucht

BASISEIS B2 : duid de omgevingsklasse aan (vervolg)			
KLASSE	OMSCHRIJVING	Minimale sterkteklasse	
		OB	GB/VB
ES	<i>Zeeomgeving</i>		
	<i>Geen contact met zeewater, wel contact met zeelucht (tot 3 km van de kust) et/of brak water ⁽³⁾</i>		
ES1	Geen vorst (b.v. fundering onder vorstgrens in contact met brak water ...)	C25/30	C30/37
ES2	Vorst (b.v. buitenmuur of horizontale buitenoppervlakken in contact met regen in kustgebied ...)	C30/37 C20/25 ⁽²⁾	C30/37 C25/30 ⁽²⁾
	<i>Contact met zeewater</i>		
ES3	Ondergedompeld	C25/30	C35/45
ES4	Getijden- en spatzone (b.v. kaaimuren ...)	C35/45 C25/30 ⁽²⁾	C35/45 C30/37 ⁽²⁾
EA	<i>Chemisch agressieve omgeving (altijd in combinatie met een van de hierboven vermelde omgevingsklassen)</i>		
EA1	Zwak chemisch agressieve omgeving	C25/30	C25/30
EA2	Middelmatig chemisch agressieve omgeving	C30/37	C30/37
EA3	Sterk chemisch agressieve omgeving	C35/45	C35/45
⁽²⁾ Beton met ingebrachte lucht ⁽³⁾ Brak water is grondwater waarin zich zeewater heeft vermengd. Ondiep brak water komt voornamelijk voor in de kustvlakte, het poldergebied in de omgeving van Diksmuide, sommige Oost-Vlaamse polders en rond de haven van Antwerpen. De hoogtelijn van 6 m wordt vastgesteld als de grens tot waar deze gebieden zich uitstrekken.			

BASISEIS C : kies de gewenste consistentieklasse			
KLASSE	ZETMAAT (Slump) in mm	KLASSE	SCHUDMAAT (Flow) in mm
S1	10 - 40	F1	≤ 340
S2	50 - 90	F2	350 - 410
S3	100 - 150	F3	420 - 480
S4	160 - 210	F4	490 - 550
S5	≥ 220	F5	560 - 620
		F6	≥ 630

BASISEIS D : kies de nominale grootste korrelafmeting (D _{max})													
Kies D _{max} uit deze reeks	6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63

AANVULLENDE EISEN E
Met betrekking tot de betonsamenstelling : onder andere het ASR-preventieniveau PREV1, 2 (bij ontstentenis) of 3
Met betrekking tot het verse beton
Met betrekking tot de verwerking: b.v. al dan niet pompen
Met betrekking tot het verharde beton: b.v. met ingebrachte lucht

Tabel 7 - Hoe beton voorschrijven met gespecificeerde eigenschappen

3. VOORBEELDEN VAN BETONSPECIFICATIES VOOR ENKELE COURANTE BETONTOEPASSINGEN

Tabel 8 geeft de betonspecificaties voor enkele courante betontoepassingen. In de praktijk zal elke specificatie worden aangepast aan de specifieke situatie, in functie van de precieze toepassing, ervaringsgegevens, eventuele specifieke vereisten enz.) De ontwerper (architect, studiebureau ...) is verantwoordelijk voor de te geven onderrichtingen met betrekking tot:

- Algemene eisen: het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15 001:2018 ;
- Basiseis A: druksterkteklasse;
- Basiseis B: toepassingsdomein (B1) en omgevingsklasse (B2);
- Basiseis C : consistentieklasse;
- Basiseis D : maximale korreldiameter;
- Aanvullende eisen E (eventueel).

Mits akkoord van de ontwerper kan de aannemer de consistentieklasse (C) en de maximale korreldiameter (D) wijzigen en eventueel aanvullende eisen formuleren.

Voor wat de verantwoordelijkheid betreft,

stelt de norm NBN EN 206:2013+A1:2016 uitdrukkelijk:

‘In de praktijk kunnen verschillende partijen betrokken zijn bij het voorschrijven van eisen in verschillende stadia van het ontwerp- en bouwproces, bijvoorbeeld de opdrachtgever, de ontwerper, de aannemer en de onderaannemer voor het bouwwerk. Eenieder is ervoor verantwoordelijk dat de gespecificeerde eisen, tezamen met eventuele aanvullende eisen, worden doorgegeven aan de volgende partij in de keten totdat deze bij de producent terechtkomen. Volgens de in deze Europese norm gehanteerde terminologie wordt de laatstgenoemde verzameling van eisen de ‘specificatie van het beton’ genoemd. Omgekeerd kunnen de opsteller van de specificatie, de producent en de gebruiker een en dezelfde partij zijn (bijvoorbeeld een fabrikant van geprefabriceerde betonproducten of een aannemer die zowel belast is met het ontwerp en de berekening als met de uitvoering). Bij stortklaar beton is de koper van de betonspecie degene die de specificatie van het beton opstelt en aan de producent opgeeft.’



	A	B1	B2	C	D	E
n° 1	Funderingszool gewapend met staalvezels van het type AAA. Het beton is niet in contact met agressieve stoffen ...					
	<i>Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018</i>					
	C25/30	GB	EE1	S4	20 mm	• 30 kg/m³ staalvezels type AAA • pomp 32 m
n° 2	Vloerplaat in GB in een binnenruimte, blootgesteld aan zeer agressieve producten (EA3)					
	<i>Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018</i>					
	C35/45	GB	EI+ EA3	S4	16 mm	• cement CEM III/B 42,5 N-SR LA • behoud van verwerkbaarheid gedurende 60 min • pomp 42 m
n° 3	Massief bouwwerk in GB voor opslag van agressieve stoffen bevat (sulfaatgehalte in de orde van 2500 mg/l in water in contact met het beton). Beperking van de waterabsorptie door onderdompeling is noodzakelijk. Bovendien zijn voor dit bouwwerk de gevolgen van ASR onaanvaardbaar. Herstelling of vervanging van aangetaste elementen heeft immers een substantiële economische impact.					
	<i>Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018</i>					
	C30/37	GB	EE3 + EA2	S4	20 mm	• cement CEM III/B 42,5 N-LH/SR LA • kalksteengranulaten • WAI(0,50) • PREV3/AR2 • pomp 24 m
n° 4	Kolom in GB van een kunstwerk in de wegenbouw. Geen contact met agressieve stoffen, maar wel met dooizouten. Beperking van de waterabsorptie door onderdompeling is noodzakelijk. Bovendien zijn voor dit bouwwerk de gevolgen van ASR onaanvaardbaar. Herstelling of vervanging van aangetaste elementen heeft immers een substantiële economische impact.					
	<i>Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018</i>					
	C35/45	GB	EE4	S4	20 mm	• cement CEM III/A 42,5 N LA • kalksteengranulaten • WAI(0,45) • PREV3/AR3
n° 5	Druklaag gewapend met een mengsel van staal- en kunststofvezels type BB.					
	<i>Het beton moet voldoen aan de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018</i>					
	C25/30	GB	EI	S5	8 mm	• 10,6 kg/m³ staal- en kunststofvezels type BB • pomp 24 m

Tabel 8 – Voorbeelden van betonspecificaties

4. BESCHRIJVENDE TEKST 'BETON' IN TE LASSEN IN DE LASTENBOEKEN



(NB: Dit artikel is niet van toepassing op betonelementen geprefabriceerd in de fabriek)

BETON

1. Algemene specificaties en eisen

De vervaardiging, specificatie en eigenschappen van het beton en de productiecontrole moeten voldoen aan de eisen en de richtlijnen van de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018 'Beton-Eisen, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit'. Beide normen zijn in hun geheel van toepassing. Dit bestek vult beide normen aan waar een keuze moet gemaakt worden. Alle betonsoorten zijn van het type 'met gespecificeerde eigenschappen'. Dit impliceert dat de aannemer verantwoordelijk

is voor de levering van beton dat beantwoordt aan de basiseisen en de eventuele aanvullende eisen vereist door dit lastenboek en door beide voornoemde normen.

2. Bijzondere specificaties

De gebruikte terminologie is die van de normen NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018.

2.1 Eisen voor de verschillende betontoepassingen

	Eisen ⁽¹⁾					
	A	B		C	D	E
		B1	B2			
2.1.1						
2.1.2						
2.1.3						

⁽¹⁾ A : sterkteklasse ;

B : duurzaamheidseisen met B1 (gebruiksdomein) en B2 (omgevingsklasse) ;

C : consistentieklasse ;

D : nominale grootste korrelafmeting (D_{max}) ;

E : aanvullende eisen

2.2 Controle op de bouwplaats van de conformiteit met de eisen.

2.2.1 Herkomst van het beton

Voor de aanvang van het storten moet de aannemer de herkomst van het beton melden aan de bouwheer: ofwel gefabriceerd op de bouwplaats, ofwel afkomstig van een niet-BENOR-centrale, ofwel van een BENOR-centrale.

2.2.2 BENOR-beton

Beton afkomstig van een centrale beschikkend over de BENOR-licentie werd geproduceerd onder controle van een derde partij. Het moet niet meer gecontroleerd worden op de bouwplaats. De herkomst van een BENOR-centrale wordt bewezen door leveringsbonnen die het BENOR-label dragen en het identificatienummer toegekend door het BENOR-certificatieinstelling.

Op de bon moeten alle eisen van 2.1 en alle gegevens volgens artikel 73 van bovengenoemde normen vermeld staan. De leveringsbonnen worden bewaard op de bouwplaats en blijven ter beschikking van de bouwheer.

2.2.3 Niet-BENOR-beton

Beton dat niet geleverd of gefabriceerd wordt onder het BENOR-merk valt volledig onder de verantwoordelijkheid van de aannemer zelfs als hij de fabricage ervan toevertrouwt aan een derde (niet-BENOR) centrale. De aannemer moet bijgevolg het chronologische verloop van het storten van het beton (samenstelling, hoeveelheden en uitgevoerde controles) in het logboek bijhouden. Bovendien moet hij zich, door middel van regelmatige controles, vergewissen van de conformiteit met de eisen. Deze controle slaat op alle factoren die de kwaliteit van het beton kunnen aantasten,

zoals vermeld in hoofdstuk 9 van NBN EN 206:2013+A1:2016. De schriftelijke verslagen van de uitgevoerde controles en van de verkregen resultaten moeten op eenvoudige aanvraag aan de bouwheer overhandigd kunnen worden.

2.2.3.1 Controle van de sterkteklasse

Wat de sterkteklasse van het beton in het bijzonder betreft, zijn de controlemodaliteiten als volgt :

- De aannemer zal alle controlewerkzaamheden i. v. m. de sterkte van het beton, op zijn kosten, toevertrouwen aan een erkend laboratorium, en dit vanaf de monsterneming van het beton op de bouwplaats tot het verbrijzelen van de proefstukken.
- Ongeacht de plaats waar het beton gefabriceerd wordt, gebeuren de monsternemingen altijd op de bouwplaats. De monsternemingen hebben plaats ten minste 1 maal per productie- of leveringsdag van het beton, voor iedere gefabriceerde of geleverde sterkteklasse. Indien de gefabriceerde of geleverde hoeveelheid van één dag voor een zelfde sterkteklasse meer dan 150 m³ bedraagt, wordt overgegaan tot een monsterneming per schijf van 150 m³, waarbij uit elke begonnen schijf een monster genomen wordt.
- Elke monsterneming moet afkomstig zijn van een verschillende lading of truckmixer. Uit elke monsterneming worden 3 kubusvormige proefstukken vervaardigd van 150 mm zijde. Op 28 dagen worden de proefstukken onderworpen aan een drukproef. Het resultaat dat de monsterneming kenmerkt, is het gemiddelde van de 3 proeven. De controle slaat op elke groep van 3 opeenvolgende resultaten, waarbij ieder resultaat slechts tot één groep behoort (sterkteklasse).

Het gemiddelde f_{cm} van de 3 opeenvolgende resultaten moet groter dan of gelijk zijn aan: $f_{ck,cube} + 4$ (in N/mm²)

Elk resultaat moet hoger zijn dan of gelijk aan: $f_{ck,cube} - 4$ (in N/mm²).

$f_{ck,cube}$ is het tweede getal in de genormaliseerde aanduiding $C f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ van de sterkteklasse (cfr. 2.1).

Het erkende laboratorium dat aangeduid is om de proeven uit te voeren bezorgt een kopie van de proefverslagen rechtstreeks aan de bouwheer.

2.2.3.2 Controle van de consistentie

De aannemer voert de controles op de consistentie van het gefabriceerde of geleverde beton uit met dezelfde frequentie als die op de sterkteklasse. Daartoe moet hij beschikken over het nodige materiaal.

2.2.3.3 Andere controles

De bouwheer behoudt zich het recht toe op zijn kosten alle controles uit te voeren of te laten uitvoeren m.b.t. tot andere eisen dan die van de sterkte- of consistentieklasse. De aannemer wordt geacht hem hiertoe, kosteloos, de nodige assistentie te verlenen.

2.3 Transport, verwerking en nabehandeling van het verse beton

De aannemer wordt geacht de nodige maatregelen te treffen om de kwaliteit van het beton te vrijwaren tijdens het transport op de bouwplaats, de verwerking en de duur van de verharding. Deze maatregelen worden toegelicht in NBN EN 13670-1:2010 'Uitvoering van betonconstructies' en zijn nationale bijlage NBN B 15-400:2015+AC:2016.

Telkens de bouwheer of zijn afgevaardigde, in het kader van zijn opdracht van algemeen toezicht op de werken, op de bouwplaats komt, zal hij streng toekijken op de strikte naleving van deze maatregelen.

2.4 Nalatigheid (inbreuk, overtreding) en niet-conformiteit

Wanneer de bouwheer merkt dat de technische en administratieve vereisten m.b.t. de kwaliteit van het beton niet of onvoldoende nageleefd worden, stelt hij hiervan een procesverbaal op en verwittigt hij de aannemer. Als deze laatste geen aannemelijke verklaring kan geven, wordt hem automatisch een forfaitaire boete van ... EUR per overtreding aangerekend. Beton dat niet conform is met de vereiste sterkte wordt geweigerd en afgebroken.

Op vraag van de aannemer, en op zijn kosten, kan evenwel een bijkomend onderzoek gevoerd worden naar de reële kwaliteit van het beton in het bouwwerk. Afhankelijk van de resultaten van dat onderzoek kan de bouwheer besluiten het beton niet af te breken maar wel een korting toe te passen evenredig met de ernst van het sterktegebrek en de hoeveelheid verdacht beton.

BENOR

De nieuwe editie van het toepassingsreglement voor stortklaar beton TRA 550 v4.0 dateert van augustus 2018. Dit maakt de onmiddellijke certificatie mogelijk van stortklaar beton volgens NBN B 15-001:2018

Om de leesbaarheid van de documenten te verbeteren is elk Toepassingsreglement opgesplitst in drie afzonderlijke delen die samen een geheel vormen:



Deze documenten zijn downloadbaar op dit webadres:

<http://www.be-cert.be/nl/documents/reglement-benor.html>

Deel C : Reglement voor productcertificatie

Deel P : Bepalingen voor de producent

Deel E : Bepalingen voor de externe controle

De voornaamste punten in deze nieuwe editie zijn:

- Voorzorgsmaatregelen om alkali-silicareactie te voorkomen
- Ruimer gebruik van gerecycleerde granulaten (categorieën RS = Recyclage Standaard en RD = Recyclage Duurzaam)
- Zelfverdichtend beton: certificatie van de kenmerken van SCC
- Vezelversterkt beton
- Beton voor speciale geotechnische werken

De gegarandeerde verwerkingstermijn van het beton wordt in de norm NBN B 15-001:2018 en het BENOR-reglement TRA 550 gedefinieerd als de tijd die verstrijkt na het eerste contact tussen het cement en het water en tijdens welke de binding van het beton in geen geval is begonnen. De betoncentrale garandeert aan de gebruiker dat het beton binnen die termijn kan verwerkt worden (storten, verdichten en aanbrengen van nabehandelingsproduct) zonder negatieve gevolgen voor de druksterkte en de duurzaamheid van het beton.

Met de gegarandeerde verwerkingstermijn kunnen geen uitspraken worden gedaan over de evolutie van de consistentie in de tijd.

De producent vermeldt de gegarandeerde verwerkingstermijn op de leveringsbon, uitgedrukt in minuten. Hij bedraagt bij ontstentenis 100 minuten voor beton op basis van CEM I en 120 minuten voor beton op basis van CEM III en CEM V.

Er kan evenwel een langere verwerkingstijd gedeclareerd worden voor zover de producent de nodige bewijsstukken kan voorleggen aan de organismen belast met de externe controles met betrekking tot het BENOR-merk.

De consistentieklasse die op de leveringsbon van een BENOR-beton conform het BENOR-reglement TRA 550 staat aangeduid, moet gedurende minstens 30 minuten na aankomst op de bouwplaats behouden blijven (of anders na het inbrengen van de superplastificeerder in de mengwagen). Een langer behoud van consistentieklasse kan worden gedeclareerd voor zover de producent de nodige bewijsstukken kan voorleggen aan de organismen belast met de externe controles met betrekking tot het BENOR-merk. De norm NBN B 15-400:2015 (§3.26) beveelt voor elk beton een behoud van consistentie aan van tenminste 30 minuten.

(Vervolg van pagina 3)

Aspecten met betrekking tot het berekenen en dimensioneren van constructies staan in de norm NBN EN 1992 1-1:2005+A1:2015 en zijn nationale bijlage NBN EN 1992 1-1 ANB:2010 (Eurocode 2). Voor de uitvoering van betonstructuren is het nodig de norm NBN EN 13670:2010 en zijn nationale bijlage NBN B 15-400:2015 – met inbegrip van het corrigendum NBN B 15-400:2015/AC:2016 – te raadplegen.

De sterkteklasse wordt door de ontwerper gespecificeerd op basis van aannames in het ontwerp. Noteer dat de rekenregels uit de huidige Eurocode 2 gelden voor betonsterkteklassen kleiner of gelijk aan C90/105. In de normen EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018 is C100/115 de hoogste sterkteklasse. Deze normen zijn dan ook niet van toepassing op ultrahogesterktebeton (*ultra high performance concrete – UHPC*), waarvan de gemiddelde druksterktes meer dan 120 MPa na 28 dagen bedraagt.

SPECIALE BETONSOORTEN VOOR BIJZONDERE TOEPASSINGEN

Naast beton voor ‘courante’ toepassingen bestaan er nog andere betonsoorten die eveneens worden gedekt door de NBN B 15-001:2018

- zelfverdichtend beton (*self compacting concrete – SCC*),
- beton bestemd voor geotechnische werken,
- beton met gerecycleerde granulaten,
- zichtbeton en architectonisch beton,
- gevulderd beton voor binnenvloeren (‘polierbeton’),
- vezelversterkt beton,
- hogesterktebeton,
- spuitbeton,
- licht beton,
- zwaar beton,
- beton met een voorgeschreven sterkte op een andere ouderdom dan 28 dagen,
- colloïdaal beton.

Specifieke voorschriften voor deze betonsoorten zullen aan bod komen in een bulletin met als titel ‘VOORSCHRIJVEN VAN BETON VOLGENS DE NORMEN NBN EN 206:2013+A1:2016 & NBN B 15-001:2018 – SPECIALE BETONSOORTEN EN SPECIFIEKE TOEPASSINGEN’

Bovendien zijn er ook nog betonsoorten en toepassingen **waarvoor de NBN B 15-001:2018 niet geldt**, zoals:

- schuimbeton,
- beton met een volumieke massa kleiner dan 800 kg/m³,
- ultrahogesterktebeton,
- drainerend of poreus beton,
- cellenbeton,
- vuurvast (refractair) beton,
- polymeer-gemodificeerd beton.

Voor deze betonsoorten en toepassingen en voor bijkomende of anderssoortige specificaties wordt verwezen naar andere Europese normen of, bij ontstentenis hiervan, naar Belgische normen of Gewestelijke lastenboeken.

Betonsoorten voor wegen en voor wegfunderingen wordt beschreven in de Gewestelijke lastenboeken. In sommige gevallen kunnen ze worden gespecificeerd volgens NBN B 15-001:2018.



T-7

Dit bulletin is een publicatie van
FEBELCEM
Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Vorstlaan 68 b11
1170 Brussel
tel. 02 645 52 11
www.febelcem.be
info@febelcem.be

Auteur :
ir. J.-F. Denoël, FEBELCEM

Photos :
FEBELCEM tenzij anders vermeld

Wettelijk depot :
D/2020/0280/04

V.u.:
H. Camerlynck

infobeton.be

BIBLIOGRAFIE

- [1] Voorschrijven van beton volgens de normen NBN EN 206-1:2001 & NBN B 15-001:2004 Dossier Cement 34, FEBELCEM, april 2005
- [2] Betontechnologie : Belgische Betongroepering, Brussel, 5e editie, 2018
- [3] Belgische specificatienormen voor beton
NBN EN 206-1:2001 & NBN B 15-001:2004
Geconsolideerde versie, FEBELCEM, 2018
- [4] NBN B 15-400:2015 - Uitvoering van betonconstructies - Nationale bijlage bij de NBN EN 13670:2010 en corrigendum NBN B 15-400:2015/AC:2016
- [5] NBN EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+AC:2010) en addendum A1:2015 en nationale bijlage NBN EN 1992-1-1 ANB:2010