

## HOOFDSTUK 1 : BETONBESTANDELEN

(p. 3)

Beton is samengesteld uit granulaten (grove granulaten + zand), cement en water. Het mengsel cement/water vormt een pasta of lijm. Die verhardt tot cementsteen. Cementpasta en zand vormen mortel die de grovere granulaatkorrels tot een hecht geheel bindt.

Hulpstoffen en toevoegsels dienen om bepaalde eigenschappen van het verse of verharde beton te verbeteren.  
*(NB : De termen 'granulaten' en 'toeslagmaterialen' zijn synoniemen. De norm 'NBN EN 12620 – Toeslagmaterialen voor beton' definieert nog een derde type granulaten, nl. het granulaatmengsel of 'all-in'. Dit is een mengsel van grove granulaten en zand, welke ook de manier is om dit mengsel te verkrijgen.)*

(p. 4)

Grind en steenslag (gebroken rots) zijn de meest gebruikte grove granulaten. Voor bepaalde types beton (licht, zwaar, isolerend...) worden ze soms geheel of gedeeltelijk vervangen door andere toeslagmaterialen of 'kunstgrind'. Om natuurlijke grondstoffen te sparen worden ook puingranulaten aangewend.

*(NB: In Nederland wordt de term 'granulaat' gebruikt voor steenachtige materialen afkomstig van recyclage: metselwerkgranulaat, betongranulaat, menggranulaat.)*

(p. 5)

Enkele voorbeelden van verontreinigingen.

Typische schadefenomenen aan het betonoppervlak zijn :

- roestvlekken, door aanwezigheid van ijzerhoudende verbindingen;
- 'pop-outs' (afschilferingen), door aanwezigheid van materiaalresten die zwellen door wateropname...

(p. 7)

De intrinsieke kenmerken houden verband met de aard van het ontgonnen materiaal :  
verbrijzelingsweerstand, slijtweerstand, weestand tegen polijsten.

*(NB : De eisen inzake weerstand tegen polijsten zijn niet van toepassing op gerolde of halfgerolde granulaten, en evenmin op granulaatmengsels, omdat deze materialen niet worden gebruikt voor wegverhardingen.)*

(p. 8)

De geometrische kenmerken zijn fabricagekenmerken.

De vorm van de korrels is van belang voor de verwerkbaarheid en de stabiliteit (d.w.z. de bestandheid tegen ontmenging) van het mengsel, en voor de benodigde hoeveelheid cementlijm en mortel.

(p. 9)

De korrelverdeling of -gradering van een granulaat wordt bepaald met behulp van een genormaliseerde reeks zeven. De korrelmaat d/D geeft de afmetingen in mm van de kleinste en de grootste korrel.

In beton met een correcte korrelverdeling is het aantal holtes tussen de korrels beperkt en de hoeveelheid grove granulaten zo groot mogelijk.

(p. 10)

Een korrelverdeling wordt weergegeven in een grafische voorstelling: deze zogenoemde zeefkromme geeft aan welke massapercentages door de opeenvolgende zeefopeningen vallen.

Voor de meest gebruikte korrelmaten zijn in de normen de graderings- of korrelverdelingsgebieden vastgelegd waarbinnen de zeefkrommes zich moeten situeren.

(p.11)

Met zeefkromme en korrelverdelingsgebied kunnen de geometrische kenmerken van een granulaat in één oogopslag worden beoordeeld.

(p. 12)

De korrelmaten moeten worden aangeduid doormiddel van zeefopeningen gekozen uit één enkele reeks :

ofwel 'basisset + set 1' (BS + Set 1) ;

ofwel 'basisset + set 2' (BS + Set 2).

De figuur toont twee voorbeelden van korrelverdelingskrommes : 6/14 en 14/20. Ze zijn beide opgebouwd volgens de reeks BS + Set 2.

(p. 13)

Voorbeelden van riviergranulaten.

(p. 14)

Voorbeelden van groevegranulaten.

(p.15)

Voorbeeld van aanduiding van granulaten en van de gegevens inzake korrelverdeling die minimaal door de producent moeten worden verschaft.

(p. 16)

Voorbeelden van zandtypes.

In het afgebeelde grovezand overheerst één korrelgrootte: hierdoor is het a priori ongeschikt voor beton.

(p. 17)

De figuur toont een voorbeeld van korrelverdelingskromme van een zand 0/2.

Voor zand 0/1, 0/2 en 0/4 definieert de norm :

(1) de grenzen waaraan  $D_{1,4D}$  en  $2D$  moeten voldoen ;

(2) de toleranties op de percentages doorval door de zeefopeningen 0,063 – 0,125 – 0,25 – 0,5 – 1 – 2 – 4.

De producent moet bovendien volgende gegevens verstrekken :

(3) het gehalte aan fijne deeltjes ;

de fijnheidsmodulus (= som van de gecumuleerde percentages zeeffresten, gedeeld door 100).

(p. 18)

Fijn tot middelgrof zand is geschikt voor mortel voor binnenmetselwerk. Middelgrof zand wordt gebruikt voor mortel voor buitenmetselwerk en voor pleistermortel.

Bij sommige betonsoorten kan een minimum hoeveelheid fijne deeltjes ( $\leq 0,250$  mm) nodig zijn : vulstof of steenmeel, d.w.z. van niet-kleiachtige oorsprong.

(p. 19)

Voorbeeld van zandaanduiding en van de gegevens inzake korrelverdeling die minimaal door de producent moeten worden verschaft.

(p. 20)

Zand, en vooral fijn zand, "zwellt" onder invloed van vocht. De volumevermeerdering is het grootst bij een vochtgehalte van 5 % (percentage van de massa van het droge zand).

(p. 21)

Cement is een hydraulisch materiaal: uit de scheikundige reactie van cementpoeder met water ontstaat een onoplosbaar kunstmatig mineraal, namelijk cementsteen. Hoe fijner het cementpoeder, hoe sneller deze reactie (hydratatie, vorming van hydraten) verloopt.

Hydratatie is een exotherme reactie, d.w.z. er komt warmte vrij.

De verharding gebeurt zowel onder water als in de lucht.

(p. 23)

Een cementoven dient om (portland)klinker te fabriceren, één van de hoofdbestanddelen van cement. Klinker heeft sterk hydraulische eigenschappen. De klinker wordt verkregen door het sinteren van een nauwkeurig gedoseerd mengsel van grondstoffen waarin zich calcium-, silicium-, aluminium-, en ijzeroxide bevinden. Omdat 65 % van de nodige oxiden uit kalk afkomstig zijn, bevinden cementfabrieken zich naast kalksteen- of krijtgroeven.

(p. 24)

Cement is het fijngemalen mengsel van klinker en één of meer van de volgende andere hoofdbestanddelen:

- hoogovenslak : bestanddeel met latent hydraulische eigenschappen, d.w.z. dat de hydratatiereactie eerst moet worden geactiveerd. De portlandklinker zorgt hiervoor.

- vliegask : bestanddeel met puzzolane eigenschappen, d.w.z. dat het zich met de kalk verbindt die tijdens de hydratatie van klinker wordt gevormd.

- kalksteen : inert materiaal. Wordt gebruikt om de verwerkbaarheid van het vers beton te verbeteren.

(NB: Elk cement bevat steeds een kleine hoeveelheid calciumsulfaat – bv. gips – als bindingsregelaar.)

(p. 25)

Naargelang van de samenstelling worden de cementsoorten ingedeeld in 'types'. In België worden 10 'gewone' cementsoorten geproduceerd. Zij beantwoorden aan de eisen van de Europese norm EN 197-1. Dit wordt geattesteerd door de CE-markering. Sommige cementsoorten voldoen bovendien aan bijkomende eisen zoals vermeld in de Belgische normen. Zij dragen het BENOR-merk.

(NB: CEM IV – puzzolaancement – ontbreekt in dit overzicht omdat dit type niet in België wordt geproduceerd.)

(p. 26)

De samenstelling en de maalfijnheid van een cement bepalen zijn sterkte-ontwikkeling. Op basis hiervan worden cementen ingedeeld in 'sterkteklassen'. Die beantwoorden aan minimale (en ook maximale) drukweerstand na 28 dagen. Binnen elke sterkteklasse bepalen de prestaties op jonge leeftijd het onderscheid tussen de 'normale' (N) en de 'snelle' (R) versie.

(p. 27)

Enkele voorbeelden van cementaanduidingen en hun betekenis, zoals ze in de Europese norm EN 197-1 zijn vastgelegd.

(p. 28)

Onder normale omstandigheden is bij de keuze van het cement de sterkteklasse doorslaggevend.

(p. 29)

Bij koud weer is cement met een hoger klinkergehalte meer aangewezen.

(p. 30)

Bij warm weer is cement met een hoger slakgehalte meer aangewezen.

(p. 31)

De 'Low Alkali'-cementen zijn de volgende :

CEM I LA, CEM III/A LA, CEM III/B LA, CEM III/C LA, CEM V/A (S-V) LA.

Voor LA-cement bestaat nog geen Europese norm. Daarom wordt verwezen naar de Belgische norm NBN B12-109. De conformiteit met deze norm wordt geattesteerd door het BENOR-merk.

(p. 32)

De 'High Sulfate Resisting'-cementen zijn de volgende:

CEM I HSR, CEM III/B HSR, CEM III/C HSR, CEM V/A (S-V) HSR.

Voor HSR-cement bestaat nog geen Europese norm. Daarom wordt verwezen naar de Belgische norm NBN B12-108. De conformiteit met deze norm wordt geattesteerd door het BENOR-merk.

(p. 33)

Voor HES-portlandcement bestaat nog geen Europese norm. Daarom wordt verwezen naar de Belgische norm NBN B12-110. De conformiteit met deze norm wordt geattesteerd door het BENOR-merk.

(p. 34)

De aanduiding LH is nog niet genormaliseerd. De nodige informatie over 'Low Heat'-cement wordt verstrekt door fabrikant of leverancier.

(p. 35)

Leidingwater voldoet vanzelfsprekend. Heeft het water een andere oorsprong, dan is een scheikundige analyse aangewezen. Kleur, geur of smaak bieden immers onvoldoende uitsluitel.

Bij de dosering van het aanmaakwater dient ook het vochtgehalte van de granulaten, voornamelijk het zand, in rekening te worden gebracht.

(p. 36)

Bij gelijkblijvende verwerkbaarheid kan de waterbehoefte worden verminderd :

- met 5 à 15 % , door het gebruik van een plastificeerder/waterreducerder;
- met 20 à 30 % , door het gebruik van een superplastificeerder/sterk waterreducerder.

(p. 37)

Superplastificeerders/sterk waterreducerders verhogen in een korte tijdspanne en voor een bepaalde duur de verwerkbaarheid ("vloeibaarheid") van het beton. Hiermee moet terdege rekening worden gehouden bij het ontwerp van de bekisting, die mogelijk aan grote zijdelingse drukkrachten zal worden blootgesteld.

(p. 38)

De werking van hulpstoffen kan worden beïnvloed door allerlei factoren: cementtype en -gehalte, hoeveelheid fijne deeltjes, mengtijd, weersomstandigheden...

(p. 39)

'Fillers' worden gefabriceerd door het verpulveren van kalksteen, zandsteen of porfier.

Vliegashoudend ontstaat bij de verbranding van steenkool in elektrische centrales en is vergelijkbaar met puzzolanen van vulkanische oorsprong. (NB: De term 'puzzolaan' is afgeleid van Pozzuoli, stad in Zuid-Italië.)

Microsilica is een restproduct van de fabricage van silicium en ferrosilicium-legeringen en heeft een grote puzzolaniteit.