

Mechanische eigenschappen

De belangrijkste mechanische eigenschappen van beton zijn druksterkte en treksterkte. De druksterkte is de belangrijkste kwaliteitsparameter van beton. Veel kwaliteitsaspecten zijn gerelateerd aan de druksterkte.

Beton heeft een hoge druksterkte en een relatief lage treksterkte. De treksterkte is maar ongeveer 10% van de druksterkte. Dat maakt het tot een broos materiaal.

In veel constructies is behoefte aan een hogere treksterkte dan beton uit zichzelf kan bieden. Dan is versterking nodig met behulp van vezels, wapening of voorspanning. Hier spreken we van vezelversterkt beton, gewapend beton of van voorgespannen beton.

In de fase van het constructief ontwerp wordt gerekend met een bepaalde druksterkte. Deze rekenwaarde is dus een keuze van de constructeur, waarbij hij rekening houdt met economische en technische randvoorwaarden. In de uitvoeringsfase wordt beton besteld op basis van de specificaties zoals ze door de constructeur zijn verstrekt. De betonmortelproducent zal de samenstelling zodanig kiezen dat de gevraagde sterkte wordt bereikt.

De betonvoorschriften geven een indeling in sterkteklassen.

Druksterkte

De druksterkte is zonder twijfel de meest gebruikte kwaliteitsaanduiding van beton. In werkelijkheid heeft beton meer dan één bepaalde druksterkte. Met de term 'druksterkte' wordt meestal de kubusdruksterkte bedoeld. Deze wordt in de betonvoorschriften nauwkeurig is beschreven (NEN-EN 206-1 artikel 4.3.1).

Op grond van de sterkteklasse van de verwerkte betonspecie is weliswaar de potentiële druksterkte van het beton bekend, maar de werkelijk gerealiseerde druksterkte van het beton is mede afhankelijk van de uitvoeringstechniek, de verhardingsomstandigheden en van de nabehandeling van het beton.

Er zijn betrouwbare en genormaliseerde methoden om de werkelijk gerealiseerde druksterkte in het werk te meten:

- methode van gewogen rijpheid, volgens NEN 5970
- verhardingsproef met temperatuurregeling, volgens NEN 5989
- verhardingsproef, volgens NEN 5988

Sterkteklassen

Na de opstijving van de verse betonspecie begint de verharding. In het begin gaat de sterkteontwikkeling snel. De snelheid van de sterkteontwikkeling neemt na verloop van tijd steeds meer af, totdat een zekere eindwaarde is bereikt. De snelheid, de duur en de eindwaarde van de sterkteontwikkeling zijn afhankelijk van de speciesamenstelling en van de verhardingscondities.

Omdat zowel de speciesamenstelling als de verhardingscondities nagenoeg oneindig kunnen variëren, is omwille van de beheersing van het ontwerp en het bouwproces het begrip **sterkteklasse** ingevoerd.

De sterkteklasse van een partij betonspecie is gebaseerd op druksterktemetingen aan monsters uit die partij. Tijdens de productie worden speciemonsters getrokken die op een genormaliseerde wijze in kubusmallen worden gestort en verdicht. De kubussen verhardened gedurende 28 dagen onder genormaliseerde condities. Vervolgens wordt van elke kubus de druksterkte bepaald.

Gebouw Cementrum
Sint Teunislaan 1
5231 BS 's-Hertogenbosch
Postbus 3532
5203 DM 's-Hertogenbosch

t. 073 640 12 31
f. 073 640 12 84

info@cementenbeton.nl
www.cementenbeton.nl

Onvermijdelijk geven de meetresultaten van elke serie proefkubussen enige spreiding te zien. Daarom wordt uit de meetresultaten de karakteristieke kubusdruksterkte berekend. Deze karakteristieke kubusdruksterkte bepaalt in welke sterkteklasse de betreffende partij betonspecie mag worden ingedeeld. De constructeur hanteert de sterkteklasse als uitgangspunt voor de mechanische eigenschappen van het beton.

Voor normaal- en zwaarbeton geeft NEN-EN 206-1 een indeling in 16 sterkteklassen. De sterkteklassen worden aangeduid met de letter C (van 'concrete') gevolgd door 2 getallen. Het eerste getal staat voor de karakteristieke cilinderdruksterkte, het tweede getal staat voor de karakteristieke kubusdruksterkte.

Voor lichtbeton kent NEN-EN 206-1 een indeling in 14 sterkteklassen. Deze sterkteklassen worden aangeduid met de letters LC (van 'lightweight concrete'), ook gevolgd door 2 getallen.

NEN 8005, de Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1, doet een aanbeveling om voor normaal- en zwaarbeton het aantal sterkteklassen te beperken tot de volgende voorkeurreksen:

Beton vanaf de sterkteklasse C53/65 en hoger wordt benoemd als hogesterktebeton.

Voorkeurreeks sterkteklassen, volgens NEN 8005	
normal en zwaar beton	licht beton
C12/15	LC12/13
C20/25	LC20/22
C28/35	LC30/33
C35/45	LC40/44
C45/55	LC50/55
C53/65	LC60/66
C60/75	LC70/77
C70/85	LC80/88
C80/95	
C90/105	
C100/115	

Treksterkte

De treksterkte van beton hangt weliswaar samen met de druksterkte, maar het verband tussen die twee grootheden is niet eenduidig. Dit komt mede doordat de treksterkte indirect gemeten wordt met de slijtproef. NEN 6720 houdt onderstaande relatie aan:

$$f_{\text{brep}} = 0,7(1,05 + 0,05 f'_{\text{ck}}) \text{N/mm}^2$$

Hierin is f_{brep} de representatieve waarde van de treksterkte. Dat wil zeggen de treksterkte, die de constructeur gebruikt voor berekeningen in doorsneden waar langdurige trekspanningen in het beton zullen optreden.

Materiaaleigenschappen normaal- en zwaarbeton volgens NEN 6720 en CUR-Aanbeveling 97

Volgens	Sterkteklasse	f_{ck}	f_b	f_b	f_{bm}	E'_b
NEN 6720	C12/15	15	9	0,90	1,8	26000
	C20/25	25	15	1,15	2,3	28500
	C28/35	35	21	1,40	2,8	31000
	C35/45	45	27	1,65	3,3	33500
	C45/55	55	33	1,90	3,8	36000
	C53/65	65	39	2,15	4,3	38500
CUR- Aanb. 97	C60/75	75	45	2,25	4,5	38900
	C70/85	85	50	2,35	4,7	39300
	C80/95	95	55	2,45	4,9	39700
	C90/105	105	60	2,55	5,1	40100

Verklaring:

f_{ck} = karakteristieke kubusdruksterkte (N/mm²)
 f_b = rekenwaarde van de druksterkte (N/mm²)
 f_b = rekenwaarde van de treksterkte (N/mm²)
 f_{bm} = gemiddelde treksterkte (N/mm²)
 E'_b = elasticiteitsmodulus (N/mm²)