

4 BETON MET SPECIFIEKE EIGENSCHAPPEN

Beton is een bouw materiaal dat zeer breed kan worden ingezet, variërend van vierkante meters in het platte vlak, zoals vloeren, verhardingen en wegen, tot constructies die zich in de hoogte verheffen, zoals kolommen en pijlers voor utiliteitsbouw en kunstwerken.

Verreweg het meeste van dergelijke betonconstructies kan worden gerealiseerd met wat NEN-EN 206 het 'normale' beton noemt.

In een aantal gevallen wordt van het beton echter een specifieke eigenschap gevraagd. Soms past deze specifieke eigenschap nog wel binnen het kader van NEN-EN 206, maar voor sommige toepassingen zijn aanvullende eisen gewenst. Ook kan het zijn dat de samenstelling van het beton totaal niet meer binnen de grenzen van NEN-EN 206 past. Meestal is daar andere of aanvullende regelgeving voor ontwikkeld in de vorm van CUR-Aanbevelingen. En soms kan worden volstaan met de productinformatie van de betreffende producent.

4.1 Aluminiumcementbeton

Betonspecie en beton gemaakt met aluminiumcement hebben een aantal bijzondere eigenschappen:

Eigenschap	Opmerking
Sterkteontwikkeling Bij normale temperaturen zeer snel. Door een chemische omzetting van aluminiumcementsulfaat naar een meer poreuze vorm (conversie) zal de bereikte sterkte echter na enkele dagen teruglopen. Dit sterkteverlies geeft onzekerheid over de veiligheid van de constructie in de gebruiksfase.	<ul style="list-style-type: none">• De eerste 24 uur verharden bij temperaturen boven 60 °C levert minder sterkte, maar verlaagt het conversierisico.• Autoclaafbehandeling wordt afgeraden.• Betonsamenstellingen met een cementgehalte . 400 kg/m³ en een wcf # 0,4 worden geacht conversie te kunnen ondergaan met sterkteverlies, maar zonder kwaliteitsverlies; dit wordt echter niet door alle deskundigen onderschreven.

Eigenschap	Opmerking
Duurzaamheid Vuurvast, tot temperaturen boven 1900 °C.	Afhankelijk van het Al_2O_3 -gehalte van het cement en het gebruikte toeslagmateriaal.
Sulfaatbestandheid Bestand tegen zwakke zuren. Niet bestand tegen alkali-loog.	Mits niet geconverteerd; na conversie is zowel de bestendigheid tegen sulfaten, als tegen zwakke zuren verdwenen.

■ **Let op!**

- *Laat aluminiumcementbeton altijd voldoende uitharden voordat er 'gewoon' beton tegenaan gestort wordt.*
- *Zorg dat mengers, transportmiddelen en gereedschap goed schoon zijn alvorens over te schakelen van de ene op de andere cementsoort.*

4.2 Colloïdaalbeton

Colloïdaalbeton onderscheidt zich van normaal beton door de enorme samenhang in de betonspeciefase. Het is dan ook bij uitstek geschikt voor toepassing in de waterbouw. De cohesie van de betonspecie is zodanig groot dat bij vrije val door water nauwelijks uitspoeling optreedt van cement en andere fijne materialen. Ontmenging van de betonspecie is niet aan de orde.

Colloïdale hulpstoffen zijn gemodificeerde, natuurlijke polymeren, veelal afgeleid van cellulose. Ze verdikken als het ware het water en bevorderen de onderlinge aantrekkingskracht van de fijne delen in de specie waardoor de samenhang verbetert.

In de waterbouw worden twee typen colloïdaalbeton toegepast:

- colloïdaalbeton met een dichte structuur (ρ_a is ca. 2300 kg/m³);
- colloïdaalbeton met een open structuur (ρ_a is ca. 1650 – 1850 kg/m³).

Eigenschappen colloïdaalbeton in vergelijking met normaal beton met een nagenoeg vergelijkbare samenstelling:

Eigenschap	Normaal beton	Colloïdaalbeton met dichte structuur
Waterbehoefte	referentie	hoger t.o.v. referentie
Water-cementfactor	referentie	hoger t.o.v. referentie
Gewichtsverlies bij uitspoelproef	> 25%	< 5%
Druksterkte	referentie	lager
Elasticiteitsmodulus	32600 N/mm ²	26800 N/mm ²
Treksterkte	referentie	geen verschil t.o.v. referentie
Vorstbestandheid	referentie	geen verschil t.o.v. referentie
Permeabiliteit	referentie	lager t.o.v. referentie
Krimp	referentie	hoger t.o.v. referentie
Scheurgevoeligheid	referentie	geen verschil t.o.v. referentie

Colloïdaalbeton met een open structuur wordt in de waterbouw toegepast om overdruk onder de dijkbekleding tegen te gaan. De waterdoorlatendheid van colloïdaalbeton met een open structuur komt overeen met die van het toegepaste grove toeslagmateriaal.

Materiaal	Waterdoorlatendheid
Zand	$10^{-2} - 10^{-4}$ m/s
Grind	$> 10^{-2}$ m/s
Open colloïdaalbeton (D_{\max} 31,5)	$5 \cdot 10^{-3}$ m/s
Open colloïdaalbeton (grind 15-50)	$3 \cdot 10^{-3}$ m/s

Toepassingen van colloïdaalbeton:

Functie	Type constructie
Oeverbescherming	<ul style="list-style-type: none">• monoliet constructie in gesloten of open colloïdaalbeton• breuksteen bestortingen vastgelegd met gesloten of open colloïdaalbeton
Bodembescherming	Open of gesloten colloïdaalbeton op die plaatsen waar door snelstromend water gevaar van sterke erosie aanwezig is: <ul style="list-style-type: none">• bodem van beken en rivieren• stortebedden bij sluizen en stuwen
Bodemafsluiting bij bouwputten	Onderwater (gewapende) betonvloeren. Aanbrengen van beton met kubel of betonpomp zonder gebruik van speciale stortmethoden
Afdichten van funderingen	<ul style="list-style-type: none">• vullen van lange holle buispalen in grondwater• toepassing in diepwanden bij hoge hydrostatische druk

Let op!

(Super)plastificeerders met dispergerende werking (naftalenen) kunnen de cohesie van colloïdaal beton negatief beïnvloeden.

4.3 Cementgebonden gietvloeren

Gietvloeren worden veelal toegepast in de woning- en appartementsbouw als een harde dekvloer op een draagvloer. Een cementgebonden gietvloer combineert de voordelen van cement met het gemak van gieten. Cementgebonden gietvloeren zijn zelfnivellerend, met een vloeimaat van minimaal 180 mm (gemeten met een Heagermankegel) en worden aangebracht in een dikte van 30 tot circa 80 mm.

CUR-Aanbeveling 110, Gietvloeren met cement als bindmiddel maakt onderscheid tussen de volgende vloertypen:

- gietvloer direct op een draagvloer (GD-D);
- gietvloer op een tussenvloer (GD-T);
- zwevende gietvloer (GD-Z) op een akoestische en/of thermisch isolerende laag.

Alle drie de vloertypen kennen nog een variant waarbij in de gietvloer vloerverwarming is opgenomen (+V).

CUR-Aanbeveling 110 kent verder een indeling in klassen op basis van druksterkte, buigtreksterkte en indrukweerstand vallende last.

Minimale gemiddelde druksterkte cementgebonden gietvloeren op basis van proefstukken uit het werk, in N/mm².

Klasse	C _w 5	C _w 7	C _w 12	C _w 16	C _w 20	C _w 25	C _w 30	C _w 35	C _w 40	C _w 50	C _w 60	C _w 70	C _w 80
Druksterkte ¹⁾	5	7	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80

¹⁾Elke individuele meetwaarde moet tenminste 85% bedragen van de opgegeven gemiddelde waarde

■ Let op!

In NEN-EN 13813, *Dekvloermortels en dekvloeren*, zijn sterkteklassen gedefinieerd, bepaald aan mortelprisma's. CUR-Aanbeveling 110 neemt de gerede vloer als uitgangspunt. Opgemerkt wordt dat voor gietvloeren zal gelden dat de sterkte van de mortel bepaald volgens NEN-EN 13813 nagenoeg zal overeenkomen met de gerealiseerde sterkte in het werk.

Minimale gemiddelde buigtreksterkte cementgebonden gietvloeren op basis van proefstukken uit het werk in N/mm².

Klasse	F _w 1	F _w 2	F _w 3	F _w 4	F _w 5	F _w 6	F _w 7	F _w 10	F _w 15	F _w 20	F _w 30	F _w 40	F _w 50
Buigsterkte ¹⁾	1	2	3	4	5	6	7	10	15	20	30	40	50

¹⁾ Elke individuele meetwaarde moet tenminste 85% bedragen van de opgegeven gemiddelde waarde

■ Let op!

Opgemerkt wordt dat de buigtreksterkte in het werk lastig te meten is. Bij gietvloeren zal de buigtreksterkte in het werk doorgaans weinig afwijken van de buigtreksterkte gemeten aan mortelbalkjes.

Classificatie op basis van indrukking.

Klasse	A	B	C
Indrukking maximaal (mm)	3	4	5
Gebruikswaarde	industrie	kantoorgebouwen	woongebouwen

Let op!

De methode is ontleend aan de BRE-Screed test, vastgelegd in de Engelse BS 8204-1. De methode zegt iets over de weerstand die de gietvloer biedt tegen (extreme) vallende lasten en kan daarmee als een graadmeter voor de gebruikswaarde worden beschouwd.

Voordelen van een cementgebonden gietvloer:

- verbetering van arbeidsomstandigheden ten opzichte van de traditionele handmatig aangebrachte dekvloer;
- intensieve handmatige verdichting is overbodig;
- hoge productiesnelheid, mede door de zelfnivellerende eigenschappen (tot 1000 m² per dag met een ploeg van twee personen);
- gelijkmatige kwaliteit over het gehele vloerveld;
- lange verwerkingstijd van minimaal 2,5 uur na aanmaak;
- hoge vlakheid zonder nabewerking;
- vochtongevoelig, dus ook geschikt voor vochtige ruimtes als badkamers en douches;
- perfecte omhulling van nutsleidingen en leidingen van vloerverwarming waardoor een uitstekende warmteoverdracht kan plaatsvinden.

4.4 Hittebestendig beton

Als een betonconstructie door een brand wordt verhit, dan dringt de warmte slechts langzaam dieper in de betonconstructie door. Beton is een slechte warmtegeleider.

De snelheid waarmee een betonconstructie opwarmt wordt bepaald door:

- de intensiteit van de brand (temperatuur en brandduur);
- de thermische geleidbaarheid;
- de warmtecapaciteit van het beton en het wapeningsstaal.

Bij hoge temperaturen ontstaat schade door een combinatie van de volgende factoren:

- **temperatuurverschillen**
Wanneer een brand in één vertrek of op één verdieping woedt, worden wanden en vloeren éénzijdig verhit. Dit leidt tot ongelijkmatige uitzetting en kromtrekken. Verhinderen van de vervorming leidt tot uitwendige scheurvorming.
Balken en kolommen worden bij een brand aan drie of vier zijden verhit. De buitenste schil bereikt een veel hogere temperatuur dan de kern. Het temperatuurverschil over de doorsnede leidt tot interne scheurvorming.
- **afname van sterkte en stijfheid**
Bij verhitte van beton nemen sterkte en stijfheid af door interne scheurvorming en degradatie van de cementsteen.

Omzetting bij hoge temperaturen

Vanaf 100 °C	Water verdampt in de poriën
Vanaf 150 – 180 °C	Chemisch gebonden water komt vrij. Cementsteen verliest zijn samenhang en toeslagmaterialen zetten uit
Vanaf 400 °C	Cementsteen wordt chemisch ontbonden
Vanaf 1150 – 1200 °C	Beton gaat smelten, eerst de cementsteen en vervolgens de toeslagmaterialen
Vanaf 1300 – 1400 °C	Beton is volledig gesmolten

- **afspatten van beton**
Onder het spatten wordt verstaan het afbreken van stukjes of schollen beton van het oppervlak van het constructieonderdeel. Dit kan een geleidelijk proces zijn maar ook een heftig verschijnsel, dat gepaard gaat met explosies.
Het spatten van beton is onder meer van de volgende factoren afhankelijk:
 - de aanwezigheid van vocht in beton;
 - de temperatuur en de snelheid waarmee deze oploopt;
 - de dampdichtheid en de poriënstructuur van beton;
 - de aanwezigheid en richting van drukspanningen.

Maatregelen om bezwijken van een betonconstructie tegen te gaan:

- voldoende dekking op de wapening en in bepaalde gevallen een overdimensionering van kritische constructie-onderdelen, om materiaalverlies bij brand op te vangen;
- toepassen van hittewerende bekleding in de vorm van platen of spuitmortel;
- toepassen van polypropyleenvezels in het beton om met name de kans op spatten te verminderen. Bij brand smelten de vezels en vormen een stelsel van fijne kanaaltjes in de cementsteen waardoor de opbouw van een te grote dampspanning wordt voorkomen.
- toepassen van een fijnmazige huidwapening in combinatie met een grotere dekking op de constructieve wapening om de schade als gevolg van afspaten te verminderen.

4.5 Hogesterktebeton

4.5.1 CUR-Aanbeveling 97 Hogesterktebeton

NEN-EN 206 en NEN 8005 definiëren hogesterktebeton vanaf de sterkteklasse C50/60.

CUR-Aanbeveling 97 bevatte aanvullende eisen op NEN 6720 tot en met de sterkteklasse C90/105. Met het van kracht worden van NEN-EN 1992 (Eurocode 2) en het intrekken van NEN 6720 is de CUR-Aanbeveling 97 in feite overbodig geworden en zal dan ook binnenkort worden ingetrokken.

4.5.2 Aanvullende bepalingen NEN-EN 206

Ten aanzien van de betontechnologie voor hogesterktebeton geeft Annex H van NEN-EN 206 aanvullende bepalingen op het gebied van:

- controle op de grondstoffen;
- controle op opslag, afweeg-, en mengapparatuur;
- productiecontrole en controle op betoneigenschappen.

4.5.3 Brandwerendheid en hogesterktebeton

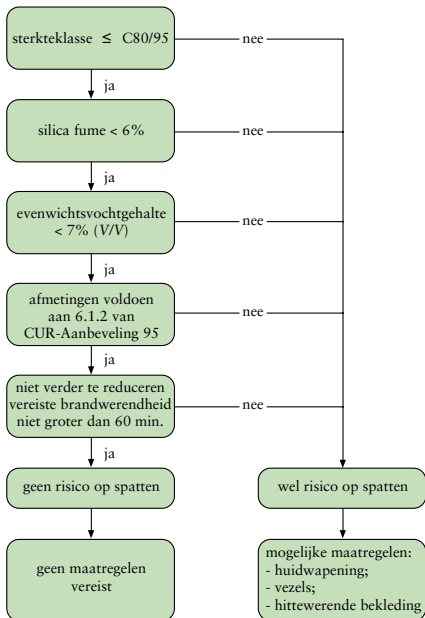
De brandwerendheid met betrekking tot bezwijken is ondermeer afhankelijk van de afmetingen van het bouwdeel, de grootte van de betondekking en de positie van de wapening. Voor de rekenkundige bepaling van de brandwerendheid wordt gebruik gemaakt van NEN 6071. Voorwaarde

hierbij is dat het beton zodanig is samengesteld, dat er geen risico op spat-
ten aanwezig is.

CUR-Aanbeveling 95 geeft ter vermijding van het risico op spatten richtlijnen.

In het stroomschema is aangegeven wanneer er welke maatregelen tegen
spatten genomen moeten worden.

Stroomschema: beoordeling risico op spatten conform CUR-Aanbeveling 95



Silica fume < 6% (m/m)

Het gehalte aan silica fume moet kleiner zijn dan 6% (m/m) ten opzichte van het cementgewicht.

Let op!

Als hogesterktebeton met zelfverdichtende betonspecie gemaakt wordt, dan is CUR-Aanbeveling 93 van toepassing. In artikel 5.6 van die aanbeveling wordt aan vulstoffen de voorwaarde gesteld dat de fijnheid volgens Blaine niet meer dan 700 m²/kg mag bedragen. De toelichting op dit artikel vermeldt dat silica fume niet aan deze grens voldoet. Dat silica fume in CUR-Aanbeveling 95 toch wordt toegepast is te rechtvaardigen uit het feit dat uit oriënterende proeven is gebleken dat toepassing van een beperkte hoeveelheid silica fume niet leidt tot een verhoogd risico op spatten.

Evenwichtsvochtgehalte < 7% (v/v)

Het evenwichtsvochtgehalte is een dynamische eenheid, afhankelijk van de relatieve vochtigheid van de omgeving van het beton. Het evenwichtsvochtgehalte moet kleiner zijn dan 7% (v/v). Dit betekent dat op enig moment theoretisch het volume aan capillair water niet meer mag bedragen dan 70 liter per m³. In een droog binnenmilieu (milieuklasse XC1) mag ervan worden uitgegaan dat het evenwichtsvochtgehalte, bij voldoende hydratatie, kleiner is dan de genoemde grens.

Afmetingen voldoen aan art. 6.1.2 van CUR-Aanbeveling 95

De breedte (b) van balken en kolommen en de dikte (h) van platen en wanden (in mm) moeten ten minste gelijk zijn aan de getalswaarde van:

$$80 + 3,3 \sigma'_{b;d}$$

waarin:

$\sigma'_{b;d}$ = de getalswaarde van de rekenwaarde in N/mm² van de drukspanning in het beton bij kamertemperatuur, ten gevolge van de rekenwaarde van de belasting volgens art. 7 van NEN 6071.

Niet verder te reduceren vereiste brandwerendheid ≤ 60 minuten

Met de 'niet verder te reduceren vereiste brandwerendheid' wordt de vereiste brandwerendheid na aftrek van toegestane verminderingen bij een lage vuurbelasting of bij toepassing van een sprinklerinstallatie bedoeld.

Wel risico op spatten

Indien niet aan alle voorwaarden in het stroomschema wordt voldaan, dan moet ervan worden uitgegaan dat spatten kan optreden. In dat geval moet ten minste één van de volgende maatregelen worden genomen:

- toepassing van huidwapening. CUR-Aanbeveling 95 bevat de eisen die aan deze huidwapening worden gesteld. Bij deze maatregel mag ervan worden uitgegaan dat het 15 minuten duurt voordat de beschermende functie van de huidwapening is opgeheven;
- toepassing van ten minste 2,5 kg polypropyleenvezels per m³ beton met een diameter van ten minste 10 µm en ten hoogste 20 µm en een lengte van ten minste 6 mm en ten hoogste 20 mm.
In dit geval mag bij de berekening van de brandwerendheid van de volledige doorsnede worden uitgegaan.

Spatten kan ook worden voorkomen door beschermende maatregelen, zoals een hittewerende bekleding.

4.6 Lichtbeton

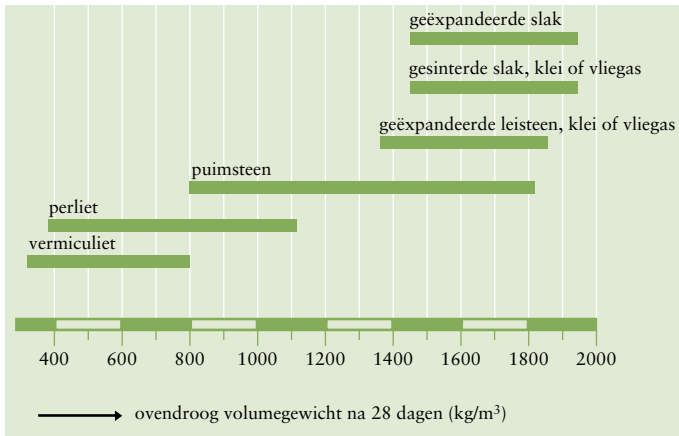
Constructief lichtbeton is een betonsoort waarin het grove harde toeslagmateriaal (grind e.a.) is vervangen door toeslagmateriaal met een lagere volumieke massa.

Lichtbeton heeft een ovendroge volumieke massa van niet meer dan 2000 kg/m³.

NEN-EN 206 onderscheidt voor lichtbeton zes zogenaamde dichtheidsklassen ingedeeld op basis van de volumieke massa:

Dichtheidsklasse	Dichtheid in kg/m ³
D1,0	≥ 800 en ≤ 1000
D1,2	> 1000 en ≤ 1200
D1,4	> 1200 en ≤ 1400
D1,6	> 1400 en ≤ 1600
D1,8	> 1600 en ≤ 1800
D2,0	> 1800 en ≤ 2000

Volumieke massa (ovendroog) van lichtbeton met verschillende soorten licht toeslagmateriaal. Zie paragraaf 9.5.1



Lichtbeton wordt hoofdzakelijk toegepast vanwege de gewichtsbesparing van de constructie. Een bekende toepassing is het geprefabriceerde zelfdragende gevelelement. Lichtere elementen geven een besparing in transportkosten. Mechanische eigenschappen als sterkte, elasticiteitsmodulus, krimp en kruip worden sterk beïnvloed door het lichte toeslagmateriaal. De sterkte van het lichtbeton neemt toe met de volumieke massa van het lichtbeton. De elasticiteitsmodulus van lichtbeton ligt een factor 0,7 – 0,75 lager dan die van normaal beton voor een vergelijkbare sterkteklasse.

4.7 Schoonbeton

Schoonbeton is in het werk gestort beton of prefab beton, waarbij vooraf bewust eisen zijn gesteld aan de esthetische kwaliteit van het zichtbaar blijvende betonoppervlak. De esthetische kwaliteit wordt in hoofdzaak bepaald door de structuur en de kleur van het oppervlak, de betonsamenstelling en de eventuele bewerking die na verharding op het beton wordt toegepast. Schoonbeton is geen speciale betonsoort maar een product dat

speciale aandacht vergt. CUR-Aanbeveling 100 geeft definities, classificaties, eisen en aanbevelingen voor de uitvoering.

Deze aanbeveling werd in 2004 geïntroduceerd en was revolutionair omdat het de mogelijkheid bood om beton op ‘grijstint’ toe te passen. Opgedane ervaringen na de introductie leerden evenwel dat CUR-Aanbeveling 100 hier en daar knelpunten had zoals met betrekking tot maakbaarheid en het voldoen aan de vooraf gestelde eisen. Bij de herziening van CUR-Aanbeveling 100 heeft men gebruik gemaakt van de opgedane ervaringen sinds 2004. Dit heeft er toe geleid dat de te stellen eisen aan het eindproduct een meer realistisch karakter hebben gekregen. Belangrijkste verschillen zijn aanpassing van de beoordelingsklassen en de grijstinten.

Schoon beton wordt in CUR-Aanbeveling 100 onderscheiden in de volgende beoordelingsklassen.

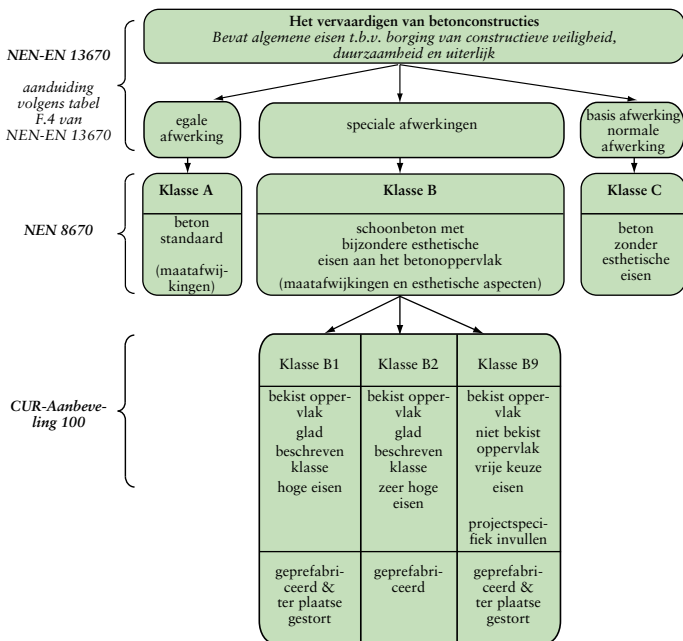
Klasse	Omschrijving
Klasse B1*	niet-geprofileerd bekist oppervlak, zonder verdere bewerking, van een in het werk gestort beton of van een geprefabriceerd betonelement
Klasse B2	niet-geprofileerd bekist oppervlak, zonder verdere bewerking, van een geprefabriceerd betonelement
Klasse B9	betonoppervlak, niet behorende tot B1 of B2

*Voor klasse B1 is voor maatafwijkingen en scheuren onderscheid gemaakt in civiele werken en niet-civiele werken zoals woningbouw of utiliteitsgebouwen.

Toelichting

De klasse indeling uit CUR-Aanbeveling 100 kan gezien worden als een nadere invulling van klasse B volgens NEN 8670.

De relatie tussen de normatieve documenten met criteria voor het betonoppervlak.



4.7.1 Aanbevelingen voor schoonbeton

Coördinator schoonbetonwerk

Een belangrijk middel om het proces te sturen en de kwaliteit te beheersen is het benoemen van een coördinator schoonbetonwerk. Deze functionaris coördineert de ontwerp- én uitvoeringsaspecten van het schoonbetonwerk en speelt een belangrijke rol bij het tot stand komen van (detail)werkplannen, het beoordelen van proefstukken en gerealiseerd werk. Het verenigen van belangen van verschillende partijen om tot het gewenste resultaat te komen vergt communicatieve vaardigheden en een transparante benadering.

Projectspecificatie voor B1 en B2

De specificatie dient door de of namens de opdrachtgever te worden opgesteld en beschrijft een aantal uiterlijke kenmerken van het schoonbeton. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ‘verplichte aspecten’, voor de oppervlakteklasse B1 en B2 en ‘optionele aspecten’. Indien in de projectspecificatie geen keuze wordt gemaakt voor een of meerdere aspecten is de opdrachtnemer vrij in zijn keuze. Zie de volgende tabellen, de verwijzingen hierin hebben betrekking op CUR-Aanbeveling 100.

Altijd op te nemen aspecten in projectspecificatie schoonbetonwerk

Afspraken, aspecten	Opmerking, toelichting
1 Coördinator schoonbetonwerk	Aanstellen en bevoegdheid afstemmen op contractbepalingen.
2 Onderdelen in schoonbeton	Er wordt op gewezen dat ook over de hoogte van een gevel of per bouwdeel verschillend eisen kunnen gelden aan het betonoppervlak. Daarom moeten de onderdelen in schoonbeton en de oppervlakteklasse expliciet worden vermeld in de projectspecificatie en/of op tekeningen. Bij gebruik van tekeningen moet bij voorkeur gebruik worden gemaakt van de tekenafspraken zoals opgenomen in de bijlage G
3 Uitvoeringswijze	Aangeven of bovengenoemde onderdelen gerealiseerd moet worden in ter plaatse gestort of geprefabriceerd beton, een combinatie of dat er geen voorkeur is (vrije keuze).
4 Oppervlakteklasse	Opgeven B1 of B2 Indien afgeweken wordt van de standaard-eisen die behoren bij deze klassen, geldt automatisch B9. Voor aanvullende eisen behorende bij B1 of B2 wordt verwezen naar 3.4.2.
5 Vorm van hoeken	Baseren op de indeling volgens 4.4. Daarbij moet de straal en/of schuimte c.q. maat van de vellingkant worden vermeld.
6 Bekisting, patroon plaatnaden en center-sparingen	Wel of geen voorgeschreven patroon. Indien voorgeschreven patroon dit patroon nader omschrijven en vastleggen, bijvoorbeeld op tekeningen. (zie opmerking).
7 Afwerken center-sparingen	Keuze opgeven op basis van classificatie volgens 4.5
8 Afwerken hijsogen en sparings	Nader omschrijven, bijvoorbeeld verdiept, in het vlak. Aangeven met welk materiaal.
9 Schroef- en spijkergaten	Wel of niet toestaan dat deze in het zicht blijven

Overzicht optioneel op te nemen aspecten in projectspecificatie

Afspraken, aspecten	Opmerking, toelichting
1 Schoonbeton, uiterlijk	
1.1 Grijstint	Bijvoorbeeld gebaseerd op CUR-grijsschaal-beton (zie opmerking) of op basis van foto's, eerder uitgevoerd werk (referenties) of een monster.
1.2 Niet-bekiste zijde	Gewenste afwerking vastleggen indien afwijkend van standaard (zie 4.9). voor opties zie ook bijlage G.
1.3 Op te nemen onderdelen	Te denken is aan tegels of andere in te storten onderdelen die in het zicht blijven.
1.4 Proefstorten	Het aantal uit te voeren proefstorten (mock-ups), inclusief afmetingen van te storten elementen. Tevens moet zijn vastgelegd het moment van ont-kisten en de conditionering.
2 Bekisting	
2.1 Het te gebruiken bekistingmateriaal	Hout, staal, kunststof.
2.2 Type bekisting	Wel of niet toepassen van een systeemkist. <i>(indien patroon is voorgeschreven moet het type bekisting hierop worden afgestemd, zie ook bijlage D)</i>
2.3 Profiel-/vellinglatten	Wel of niet toepassen en zo ja waar, welke vorm, afmeting en afwerking daarvan (zie hoofdstuk 4.4).
2.4 Afstandhouders	Toe te passen materiaal/vorm afstandhouders
3 Beton, betonspecie, uitvoering	
3.1 Beton, betonspecie	Eventuele bijzonderheden ten aanzien van de betonsamenstelling. (zie 4.8)
3.2 Storten / stortplan	Stortnaden (stortonderbrekingen): de locatie en afwerking daarvan. Plaats van schijn-, dilatatie- en krimpvoegen. Moment van ont-kisten. Wijze van afwerken van stortzijden.
3.3 Nabehandelen	Wijze van nabehandelen, indien voorkeur voor een bepaalde techniek (zie 6.6).
4 Overig	
4.1 Patroon elementnaden	Bij geprefabriceerde elementen patroon van de naden tussen de elementen en de toegestane variatie in wijdte van deze naden.

Projectspecificatie voor B9

Omdat B9 een klasse is waarvoor in deze CUR-Aanbeveling geen eisen of grenswaarden zijn vastgelegd moet alles worden vastgelegd in de projectspecificatie. Het behoeft geen betoog dat dit met de grootst mogelijke zorgvuldigheid moet gebeuren om misverstanden en teleurstellingen te voorkomen. Er moet een referentie aan de projectspecificatie worden toegevoegd in de vorm van een foto of een verwijzing naar een reeds gerealiseerd en toegankelijk werk.

Werkplan

Voordat de uitvoering start moet de opdrachtnemer een werkplan schoonbeton opstellen en ter beoordeling voorleggen aan de coördinator schoonbetonwerk.

Classificatie Schoonbeton

De vaste beoordelingsaspecten voor de oppervlakteklassen B1 en B2 zijn opgenomen in onderstaande tabel. Belangrijk hierin is het onderscheid dat gemaakt wordt voor klasse B1 tussen civiel en niet civiel werk, voor de aspecten 'maatafwijking' en 'scheuren'. Civiel werk wordt vaak op grotere (zicht)afstand en/of met hoge snelheid gepasseerd in vergelijking met woningbouw/utiliteitsbouw.

Vaste beoordelingsaspecten voor oppervlakteklasse B1 en B2

BEOORDELINGSASPECT	KLASSE B1		KLASSE B2
Maatafwijking bekist oppervlak			
	civiel	niet-civiel	
1 Plaatnaden	≤ 2 mm	≤ 2 mm	≤ 1 mm
2 Elementnaden	≤ 3 mm	≤ 2 mm	≤ 1 mm
3 Bramen bij naden	≤ 3 mm	≤ 2 mm	≤ 1mm
4 Vlakheid klein oppervlak gemeten met rei 400 mm	≤ 2 mm	≤ 2 mm	≤ 2 mm
5 lakheid groot oppervlak gemeten met rei 2 m	≤ 7 mm	≤ 5 mm	≤ 2 mm

(vervolg)

BEOORDELINGSASPECT	KLASSE B ₁	KLASSE B ₂
Betonoppervlak		
6 Variatie in grijstint	Vallen binnen drie opeenvolgende schalen van de CUR-grijsschaal-beton	Vallen binnen twee opeenvolgende schalen van de CUR-grijsschaal-beton.
7 Luchtbelletten (beide eisen gelden)	Niet zichtbaar op 5 meter en $\leq 50 \text{ mm}^2/\text{dm}^2$ en $\leq 1000 \text{ mm}^2/\text{m}^2$	Niet zichtbaar op 5 meter en $\leq 20 \text{ mm}^2/\text{dm}^2$ en $\leq 300 \text{ mm}^2/\text{m}^2$
8 Grindnesten	$\leq 50 \text{ mm}^2/\text{dm}^2$	Niet toegestaan
9 Zandstrepen	Ten hoogste 1 per 10 m ²	Niet toegestaan
10 Kalkstrepen	Niet zichtbaar op 5 meter	Zie B1
Betonverwerking		
11 Vulling aansluitingen, naden en hoeken	Ten minste 98 %	100 %
12 Aftekening stortonderbrekingen, stortfront	Niet zichtbaar op 5 meter	Zie B1
Onvolkomenheden		
13 Vlekken	Niet zichtbaar op 5 meter	Zie B1
14 Roeststrepen, roestvlekken door oer (pyriet) of andere verontreinigingen	Niet toegestaan	Zie B1
15 Aftekening roeststrepen ten gevolge van wapening	Niet toegestaan	Zie B1
16 Aftekening wapening	Niet zichtbaar op 5 meter	Zie B1
17 Aftekening oplegmateriaal (afdrukken noppen)	Niet zichtbaar op 5 meter	Niet toegestaan
18 Aftekening afstandhouders	Niet zichtbaar op 5 meter	Niet toegestaan

(vervolg)

BEORDELINGSASPECT	KLASSE B ₁	KLASSE B ₂	
19 Reparaties, dichtpoetsen luchtbellen	Toegestaan	Zie B1	
Aftekening reparaties	Grijstint niet meer dan 1 schaaldeel afwijkend van het omringende beton. Geen hoogteverschil tussen reparatie en direct omringd beton. Oppervlaktetextuur gelijk aan omringend niet gerepareerde beton.	Zie B1	
20 Scheuren (niet gepland)	civiel Geen eis	niet-civiel ≤ 0,2 mm	≤ 0,1 mm
Voegen bij geprefabriceerd beton (geldig voor voegen tot 25 mm)			
21 Voegwijdtevariatie tussen elementen loodrecht op vlak	Geen eisen, niet van toepassing		Vlakwisseling ten hoog- ste 6 mm. Bij maximaal 10% van het oppervlak 8 mm toegestaan
22 Voegwijdtevariatie tussen elementen Evenwijdig aan vlak	Geen eisen, niet van toepassing		Voegbreedtewisseling ten hoogste +5 of -5 mm ten opzichte van theoretische maat. Voegverloop maximaal 5 mm.

Voor oppervlakteklasse B9 gelden zoals eerder aangegeven geen vaste beoordelingsaspecten met bijbehorende eisen. Omdat het in de klasse B9 echter vaak geprofileerd en/of beton met een textuur betreft is het van belang deze goed en helder vast te leggen in de projectspecificatie.

Bekisting

Het plaatmateriaal van bekistingen voor schoonbeton is meestal van hout, maar kan ook van staal zijn. Bij gebruik van een absorberende beplating

(houten delen, spaanplaat, niet gecoat triplex) zal het betonoppervlak weliswaar minder luchtballen vertonen maar ook minder glad zijn dan bij gebruik van niet absorberende beplating. Afhankelijk van de gevraagde structuur kunnen flexibele rubbermatten, structuurplaten of papier met daarop een afbeelding geprint met vertragingsmiddel in de bekisting worden opgenomen.

Beton

Een betonmengsel moet ontworpen zijn op de wijze van verwerking en kan wel of niet zelfverdichtend zijn. De grijs tinten II t/m VI zijn met (een combinatie van) gebruikelijke bindmiddelen en vulstoffen te realiseren. De tinten I en VII vergen een aangepast betonmengsel. Om het ontstaan van ongerechtigheden aan het (wand)oppervlak te voorkomen dient het betonmengsel voldoende stabiel te zijn en te blijven tijdens verdichting. Het betonmengsel mag geen discontinuïteit hebben in korrelopbouw en moet beschikken over een hoeveelheid fijn materiaal $\leq 0,25$ mm van ten minste 160 l/m^3 . De vlekkenindex van het toe te passen toeslagmateriaal mag ten hoogste 20 bedragen. Het gebruik van secundair toeslagmateriaal wordt in CUR-Aanbeveling 100 afgeraden maar niet uitgesloten.

Verwerken, verdichten en nabehandelen

Hierbij is onderscheid nodig tussen het gebruik van zelfverdichtend beton en traditioneel beton. Zelfverdichtend beton wordt gekenmerkt door een hoge vloeibaarheid in combinatie met een hoge mate van stabiliteit van het mengsel. Trilnaalden zijn bij zelfverdichtend beton niet nodig. Door de hoge mate van speciëel stabiliteit heeft het mengsel een grote weerstand tegen ontmengen. Zelfverdichtend beton kan worden overwogen als aan profileren en textuur hoge eisen worden gesteld in combinatie met complexe vormgeving.

Bij toepassing van traditioneel beton is een zorgvuldige verwerking en verdichting absolute voorwaarde.

Aandachtspunten traditioneel beton	Opmerkingen
Maximale stortlaag hoogte	0,50 m
Maximale valhoogte	1,00 m
Laagsgewijs storten	Doortrillen tot in de onderliggende laag
Trilnaalden	Hoog-frequent (14.000 trillingen /min.). Type afstemmen op ruimte en bereikbaarheid die de bekisting en wapening bieden
Te weinig trillen	Kans op grindnesten
Te veel trillen	Kans op ontmenging en lekkage van cementlijm bij naden en centerpennen. Bezwijken bekisting
Hoge wanden / kolommen	Naverdichten om scheurvorming door zetting/zakking van de betonmortel te voorkomen

De verhardingstijd moet voor de verschillende uit te voeren bouwelementen zoveel mogelijk gelijk zijn. Houd hierbij ook rekening met langere perioden als er gestort wordt vlak voor weekenden of andere vrije dagen.

■ Let op!

Een verschillende verblijfstijd in de bekisting of gelijke verblijfstijd onder verschillende verhardingscondities kan storende kleurverschillen veroorzaken. Het verdient aanbeveling om bij repeterend werk te ontkisten op (gelijke) gewogen rijpheid!

Hydrofoberen

Het verdient aanbeveling, zeker voor donker gekleurd beton, het oppervlak direct na ontkisten te hydrofoberen om het risico op ontsierende kalkuitbloeiing te minimaliseren.

Keuring en controle

Schoonbeton kan als volgt worden beoordeeld:

- Visueel waarnemen en toetsen aan de gestelde eisen;
- Meetkundige waarnemingen toetsen aan de gestelde eisen;
- Een combinatie van visueel en meetkundig waarnemen en vervolgens toetsen aan de gestelde eisen.

Visuele controle moet plaatsvinden bij diffuus licht, loodrecht op het te beoordelen oppervlak en van een afstand van 5 meter. Het te beoordelen oppervlak moet winddroog zijn.

Herstel van onvolkomenheden

Er wordt onderscheid gemaakt tussen esthetisch repareren (herstel van beschadigingen) of esthetisch afwerken (schuren van het oppervlak). Afwerking mag pas plaatsvinden indien een eventuele noodzakelijke reparatie is uitgevoerd.

4.7.2 Beton in kleur

Het samenstellen, mengen en verwerken van betonspecie met kleur vergt extra aandacht, omdat bij gebruik van kleurstoffen niet alleen de gewone technologische overwegingen gelden, maar ook overwegingen aangaande de kleur van beton.

Invloed op kleur	Opmerkingen
Cementsoort	Hoogovencement en vooral wit cement geven het betonoppervlak een lichte homogene kleur. Wit cement in combinatie met pigmenten leidt tot meer heldere kleuren dan de combinatie grijs cement en pigment. Zie hiervoor ook 4.7.3
Pigment	Anorganische pigmenten (metaaloxiden) geven het beste resultaat voor wat betreft kleurintensiteit en kleurvastheid. Het kleureffect van pigmenten is sterk afhankelijk van de andere grondstoffen en van de betonsamenstelling Een gebruikelijke dosering is 3 tot 6% ten opzichte van de cementmassa Pigmenten moeten voldoen aan NEN-EN 12878
Zwart of bijna zwart beton	Werkelijk zwart beton is niet te maken Het donkerste beton is eerder antraciet dan zwart. Zeer donker beton laat zich het beste vervaardigen op basis van wit (!) cement met antraciet metaaloxide in combinatie met roet (roet is echter niet duurzaam) Na het ontkisten direct hydrofoberen om vochttransport in de betonhuid te blokkeren
Vulstoffen	Effect van vulstoffen op kleur vooraf testen
Waterreducerende hulpstoffen	Verlaging van de wcf geeft het beton een donkerder kleur
Stralen of uitwassen van het betonoppervlak	Kies de kleur van het toeslagmateriaal overeenkomstig de gewenste betonkleur
Menger en transportmiddel vooraf schoonmaken	De eerste lading betonspecie uit een menger of transportmiddel die niet brandschoon is, is vaak niet helemaal op kleur
Menger en transportmiddel naderhand schoonmaken	Na overgang terug op grijs beton kan de eerste lading een kleurafwijking te zien geven

4.7.3 Gekleurd beton met wit cement

Gebruik van wit cement vergroot het scala aan mogelijkheden voor gekleurd beton enorm; naast wit beton zijn een groot aantal extra betonkleuren mogelijk, die met grijs cement niet te verwezenlijken zijn.

Beton met wit cement is een bijzonder geval van gekleurd beton, omdat in dat geval het bindmiddel tevens kleurstof is. Bij gebruik van wit cement gelden daarom niet alleen technologische overwegingen aangaande het bindmiddel, maar ook overwegingen aangaande de kleur van het beton. Die twee zaken lopen niet overal parallel, zodat het soms nodig is te kiezen voor kleur en daarbij te accepteren dat het gehalte aan wit cement hoger moet zijn dan voor sterkte of duurzaamheid noodzakelijk is. Dit geldt niet alleen voor wit beton, maar ook voor gekleurd beton met wit cement als bindmiddel.

Aandachtspunten	Opmerkingen
Kies een betrouwbare cementproducent	Maken van wit cement vergt niet alleen zeer zuivere grondstoffen, maar bovendien een zeer strenge kwaliteitscontrole. Variaties in kleur en helderheid van het cement leiden tot onvoorspelbare veranderingen in het aanzien van beton
Gebruik ten minste 350 kg cement per m ³	Bij lagere doseringen werkt wit cement uitstekend als bindmiddel, maar verliest effect als kleurstof
Gebruik geen vulstoffen	Vulstoffen verdunnen het cementgehalte en daarmee het kleureffect van het cement
Test het effect van pigmenten in wit beton altijd vooraf	Pigmenten geven bij gelijke dosering in wit beton andere kleuren dan in grijs beton
Maak menger en transportmiddelen vooraf grondig schoon en 'vertin' de menger met wit cement	De eerste lading betonspecie met wit cement is zonder vertinnen niet helemaal op kleur

4.7.4 Betonspecie in kleur van de centrale

Mebin-centrales kunnen gekleurde betonspecie leveren in 10 standaardkleuren, in de sterkteklassen C20/25 t/m C55/67 en in de consistentieklassen S2 t/m S4 en F2 t/m F4.

Gezien het grote belang van bekisting en uitvoering, is overleg vooraf en zorgvuldige onderlinge afstemming tussen centrale en aannemer onontbeerlijk. Zo zullen bij het geschiktheidsonderzoek de omstandigheden in het werk zo veel mogelijk moeten worden nagebootst. Bovendien is het verstandig de kleur op grond van een betonnen monsterplaat overeen te komen.

Let op!

Mebin kan natuurlijk ook in kleur leveren aan fabrieken voor betonproducten.

4.8 Schuimbeton

Schuimbeton is een al dan niet verhard mengsel van cement, water, vulstoffen en/of hulpstoffen en eventueel fijn toeslagmateriaal, waaraan afzonderlijk geproduceerd schuim is toegevoegd. Voor de plastische fase van het mengsel verdient de term schuimbetonspecie de voorkeur.

De uiteindelijke samenstelling is afhankelijk van de toepassing en de volumieke massa. Naast het geringe gewicht en de geringe wateropname zijn producteigenschappen als sterkte, thermische isolatie en duurzaamheid minstens even belangrijk. Schuimbeton is niet-corrosief en niet giftig.

4.8.1 Classificaties

CUR-Aanbeveling 59 geeft naast definities, eisen en regels voor de vervaardiging en beproeving van schuimbeton een klasse-indeling op basis van volumieke massa en/of sterkteklasse.

Voorkeurreeks voor volumieke massa in kg/m³:

400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------

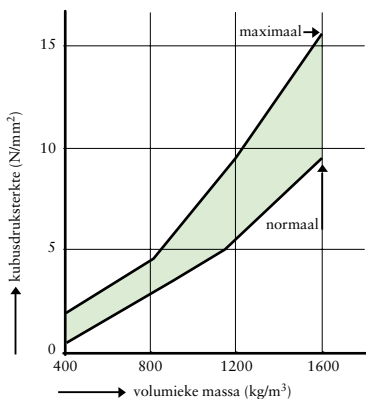
Op grond van de karakteristieke kubusdruksterkte van schuimbeton bij 28 dagen ouderdom worden de volgende sterkteklassen onderscheiden:

SB 0,5	SB 0,75	SB 1,0	SB 1,5	SB 2,0	SB 3,0	SB 4,0	SB 5,0	SB 7,5	SB 10,0
--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

De maximaal bereikbare kubusdruksterkte van schuimbeton wordt in belangrijke mate bepaald door de volumieke massa. In de onderstaande figuur is ter indicatie een bandbreedte gegeven voor de kubusdruksterkte als functie van de volumieke massa van de schuimbetonspecie. Daarnaast

wordt de druksterkte van schuimbeton beïnvloed door het cementgehalte, de cementsoort en sterkteklasse van het cement, eventuele vulstoffen alsmede de vorm en korrelafmeting van het toeslagmateriaal.

Globaal verband tussen kubusdruksterkte en volumieke massa van schuimbeton



4.8.2 Fysische eigenschappen

Schuimbeton wordt veelal toegepast vanwege zijn isolerende eigenschappen. Het isolerende vermogen heeft een duidelijke relatie met de volumieke massa.

	Volumieke massa in kg/m ³		
	450 - 500	900	1100
Warmtegeleidingscoëfficiënt in W/(m.K)	0,09	0,20	0,30
Waterdampdiffusieweerstandsgetal (bij 70 – 100% RV)	6,0	9,0	11,0

4.8.3 Toepassingen

Toepassing	Functie	Vol.massa in kg/m ³	Sterkteklasse
Bodemafdichting: • Bestaande bouw • Nieuwbouw	Afscherming van vocht en stank	500	SB 0,75
	Afscherming van vocht en stank en verlaging van RV in de kruipruimte	1100	SB 2,5
Funderingsplaat voor woningen/bedrijven	Werkvloer voor aanbrengen betonvloer	500	SB 1,0
Isolerende werkvloer	Alternatief voor EPS-isolatieplaten. Drukverdelende laag en werkvloer voor aanbrengen vloerwapening	400 - 500	SB 0,75
Ruimtefilling in bijv. kelder en kruipruimte	Tegengaan vochtoverlast en ondersteuning van bovenconstructie	Van 500 ...	Van SB 0,75 ...
	Bij gevaar voor opdrijven	... tot 1100	... tot SB 4,0
Vullaag op betonvloer	Omhullen van leidingen, bijv. voor vloerverwarming	Afhankelijk van laagdikte 1400 > 15 mm 1100 > 30 mm 900 > 50 mm 500 > 90 mm	SB 6,0 SB 4,0 SB 2,5 SB 0,75
Dakafschotlaag	Creëren van dakafschot en onderlaag voor dakbedekkingssysteem • losliggende dakbedekking • gekleefde dakbedekking	900	SB 2,5
		1100	SB 4,0
Wegconstructie	Lichtgewicht plaatfundering in zettingsgevoelige gebieden	Afhankelijk van dimensionering	Afhankelijk van dimensionering

(vervolg)

Toepassing	Functie	Vol.massa in kg/m ³	Sterkteklasse
Kadeconstructie	Lichtgewicht aanvulling voor reductie van horizontale belasting op damwand	Afhankelijk van dimensionering	Afhankelijk van dimensionering
Leidingsoverkluizing	Stijve lichte ontlastplaat ter bescherming van kritische leidingen	Afhankelijk van dimensionering	Afhankelijk van dimensionering
Rioolvulling	Ter voorkoming van uitspoeling en/of verzakking van de bovengrond bij het niet verwijderen van een vervallen rioolleiding	Droog riool: 500 Niet droog riool: 1100	SB 0,5 SB 0,5

4.9 Spuitbeton

Spuitbeton is beton dat met perslucht op een ondergrond wordt gespoten en daarbij gelijk wordt verdicht. Bij spuitbeton vindt het mengen, transporteren, aanbrengen én verdichten in één arbeidsgang plaats. De betonsamenstelling van spuitbeton voldoet aan NEN-EN 206.

Voor meer specifieke eigenschappen van spuitbeton zoals de 'jonge sterkte', de hechtsterkte aan de ondergrond, de toepassing van vezels, keuring van het gereede product, e.a. is een aparte norm ontwikkeld: NEN-EN 14487-1, Spuitbeton - Deel 1: Definities, eisen en conformiteit.

Een samenstelling van spuitbeton heeft de volgende globale kenmerken:

- maximale korrelgrootte van 8 mm;
- aardvochtig bij de droge methode;
- plastisch bij de natte methode;
- iedere gangbare cementsoort kan worden gebruikt;
- cementgehalte 350 – 400 kg/m³;
- water-cementfactor 0,25 – 0,45;
- eventueel plastificeerders (natte methode);
- eventueel versnellers (natte methode);
- eventueel vezels.

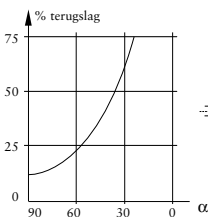
4.9.1 Aanbrengen

Het aanbrengen van spuitbeton kan met behulp van twee systemen: de droge en de natte methode. Bij het droge systeem wordt de droge mortel door middel van lucht door de slang getransporteerd en pas bij de spuitmond wordt water toegevoegd. De bevochtigde mortel wordt vervolgens verspoten. Bij de natte methode wordt het water al voor het transport bij de droge mortel gevoegd. Vervolgens wordt dit door de slang gepompt. Bij de spuitmond wordt alleen lucht toegevoegd om het beton te verspuiten op de ondergrond.

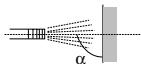
4.9.2 Terugslag

Bij het aanbrengen onder luchtdruk zal een deel van met name het toeslagmateriaal afketsen en zullen de fijne delen zoals cement en water vernevelen. De terugslag kan oplopen tot 15% bij de natte methode tot wel 40% bij de droge methode. De mate van terugslag is verder afhankelijk van de mengsamenstelling, het type ondergrond en de werkwijze. Zo is de terugslag onder andere afhankelijk van de hoek waaronder de spuitmond staat ten opzichte van de ondergrond en van de afstand van de spuitmond tot de ondergrond.

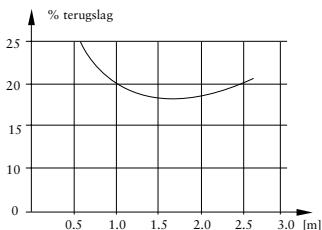
Terugslag door het scheefhouden van de spuitmond



α = de hoek tussen de spuitmond en de ondergrond in graden



Terugslag door het te dichtbij of te ver weg houden van de spuitmond



Afstand tot ondergrond

4.9.3 Karakteristieken droog en nat systeem

	Natte systemen		droog systeem
	Traditioneel	Hoge capaciteit (robot)	
Toepassingsgebied	Renovatie en betonherstel	Renovatie, betonherstel en nieuwbouw	Renovatie, betonherstel en nieuwbouw
Type materiaal	Gemodificeerde reparatiemortel	Betonmortel met spuitversnellers	Betonmortel
Algemeen toegepaste laagdikte	Tot 50 mm	50 – 500 mm	50 – 250 mm
Homogeniteit aangebrachte materiaal	Groot	Groot	Afhankelijk van de betonspuitser
Capaciteit per machine incl. afwerking onder normale arbeidsomstandigheden	1 – 4 m ³ per dag	10 – 25 m ³ per dag	2 – 8 m ³ per dag
Arbeidsomstandigheden (gewicht van de spuitmond/slang)	Aanvaardbaar	Licht door gebruik van een robot	Aanvaardbaar
Terugslag	5 – 15%	5 – 15%	25 – 40%
Stofvorming	Gering	Gering	Groot

4.9.4 Toepassingen

De toepassingsmogelijkheden van spuitbeton zijn talrijk; traditioneel wordt spuitbeton in Nederland toegepast bij betonreparaties. Inmiddels zijn daar, mede door ervaringen in het buitenland, de nodige toepassingen en ervaringen bij nieuw te bouwen constructies bijgekomen.

Toepassing	Constructie
Ondergrondse constructies	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnel linings • Opslagreservoirs
Waterkerende constructies	<ul style="list-style-type: none"> • Zee- en riviermuren • Reservoirs en dammen • Aquaducten • Zwembaden • Watertorens • Kanalen • Irrigatie- en drainageleidingen
Bekledingen	<ul style="list-style-type: none"> • Brandwerende bekleding • Akoestische bekleding • Vuurvaste isolatie
Vrije vormen voor	<ul style="list-style-type: none"> • Zwembaden • Landschappen • Klimmuren • Pretparken • Beeldende kunst • Aquaria
Diverse constructies	<ul style="list-style-type: none"> • Schaalconstructies voor daken • Grondkerende wanden • Silo's

4.10 Slijtvast beton

De slijtvastheid van beton geeft aan in welke mate het oppervlak bestand is tegen erosie door vaste deeltjes die langs het oppervlak schuren, stoten of glijden. De slijtvastheid van beton is vooral van belang voor betonwegen en voor zwaarbelaste industrievloeren. Een slijtvaste betonvloer wordt gevraagd bij intensief heftruckverkeer of palletwagens, geschuif met zware onderdelen en/of intensieve schoonmaakactiviteiten.

Bij een monolithisch afgewerkte betonvloer wordt door een mechanische bewerking van het oppervlak (schuren en vlinderen) een kwaliteitsverbetering verkregen.

Om het oppervlak de nodige slijtvastheid te geven wordt tijdens het schuren het oppervlak ingestrooid met een mengsel van cement en minimaal 4 kg/m² slijtvast toeslagmateriaal.

Toeslagmaterialen die hiervoor in aanmerking komen, zijn kwarts en porfier en de hele harde mineralen als korund en carborundum.

Toepassing van slijtvaste materialen alleen is echter niet voldoende. Na het instrooien en vlianderen behoort het betonoppervlak te worden nabehandeld tot in het betonoppervlak minimaal 50% van de voorgeschreven sterkteklasse aanwezig is.

NEN 2743, 'Oppervlak monolithisch afgewerkte betonvloeren – Uitvoering en kwaliteitsbeoordeling (2003)' kent een klasse-indeling op basis van slijtvastheid. De slijtvastheid wordt bepaald door middel van de Amsler-afslijfproef (NEN 2874) en wordt uitgedrukt in de gemiddelde afslijting in mm.

Indeling vloeren naar slijtvastheid (NEN 2743)

Klasse	Maximaal toelaatbaar gemiddelde afslijting in mm
I	1,0
II	1,5
III	2,0
IV	Geen eis

4.11 Ultra hogesterktebeton (UHSB)

Hoewel UHSB als bouw materiaal veelbelovend lijkt, vindt de toepassing in Nederland aarzelend zijn weg. In bouwkundige constructies nauwelijks of niet maar in civiele constructies zijn er al wel (positieve) ervaringen. De terughoudendheid vindt zijn oorsprong enerzijds in het ontbreken van betrouwbare rekenregels voor de constructeur en anderzijds door de hoge kosten per eenheid product. Door zijn veel hogere druksterkte leent UHSB zich uitstekend om toegepast te worden in combinatie met voorspanning, resulterend in slanke constructies die hoge belastingen kunnen opnemen.

3.11.1 Definitie

Op dit moment is er voor ultra hogesterktebeton (UHSB) nog geen regelgeving beschikbaar. NEN-EN 206 en NEN 8005 beperken zich tot beton met een karakteristieke kubusdruksterkte van maximaal 115 MPa en CUR-Aanbeveling 97 tot 105 MPa. UHSB wordt in (internationale) literatuur

wel gedefinieerd als beton met een karakteristieke kubusdruksterkte van ten minste 150 MPa.

4.11.2 Principe UHSB

De unieke eigenschappen van UHSB worden gerealiseerd dankzij een vergaande optimalisatie van de betonsamenstelling. Zo is er geen sprake meer van toepassing van grof toeslagmateriaal $D_{\max} > 4$ mm en wordt de ruimte tussen de toeslagmaterialen maximaal opgevuld met poeders van verschillende fijnheden om een optimale pakkingsdichtheid te verkrijgen. Omdat een verhoging van de (druk)sterkte van het beton tot een brosser gedrag leidt, bevat UHSB vrijwel altijd een cocktail van staal- en/of kunststofvezels. De maximale wbf bedraagt niet meer dan 0,25. Deze lage wbf in combinatie met het toepassen van vezels maakt de toepassing van hoogwaardige superplastificeerders noodzakelijk. UHSB is in principe zelfverdichtend.

4.11.3 Eigenschappen UHSB

Mechanische eigenschappen (indicatieve waarden)

Eigenschap	Gewoon beton	HSB	UHSB
Druksterkte (MPa)	20 - 55	65 - 115	150 -200
Treksterkte (MPa)	2,3 – 4,3	4,5 – 5,0	6 - 10
Elasticiteitsmodulus (GPa)	28 - 38	38 - 41	50 - 60
Volumieke massa (kg/m ³)	2400	2450	2525

Duurzaamheidseigenschappen

Eigenschap	Gewoon beton	HSB	UHSB
Carbonatatie	+	++	+++
Vorstdooi	+	++	+++
Sulfaten	+	++	+++
Chloriden	+	++	+++
Brand	+++	++	+

4.11.4 Toepassingen UHSB

Functie	Type
Architectonische elementen	Straatmeubilair Gevelpanelen Trappen
Overspanningen	Fiets- en voetgangers bruggen Dunne daken/dakelementen Balken
Herstel / versteviging / Verduurzaming	Overlagen (Extra) dekking

4.12 Vezelbeton

Vezels worden aan beton toegevoegd om de volgende specifieke eigenschappen van beton te beïnvloeden: het verhogen van de treksterkte, taaheid en het beheersen van scheurvorming.

Vezelbeton kan worden vervaardigd op basis van staalvezels, kunststofvezels of een combinatie van beide.

4.12.1 Beton met staalvezels

Beton met staalvezels kan worden gespecificeerd op basis van de NEN-EN 206 / NEN 8005 onder vermelding van de gewenste hoeveelheid en type vezel maar ook op basis van de NEN-EN 206 / NEN 8005 en een verwijzing naar de BRL 5060. De BRL 5060 maakt het mogelijk om staalvezelbeton onder 'Attest-met-productcertificaat' voor te schrijven en te leveren. Hierbij worden geen hoeveelheid en type staalvezels gespecificeerd maar wordt een prestatie geformuleerd. Zie ook 4.16 'Speciale Mebin producten': Mebin Fibercrete (S)[®].

Voordelen van staalvezelbeton:

- vorming van een homogene driedimensionale wapening over de gehele doorsnede;
- verhoging van de scheurweerstand en de taaheid;
- overbrugging van scheuren door middel van vezels die verdere scheurvorming voorkomen, waardoor de draagkracht toeneemt;
- hogere draagkracht, waardoor de betondoorsnede kan afnemen.

Toepassingen staalvezelbeton

Toepassing	Specifieke kenmerken
<p>Elastisch ondersteunde betonvloeren en verhardingen</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opslagplaatsen; • magazijnen; • fabrieks- en overslagterreinen. 	<p>Ten opzichte van gewapend beton een verbetering van buigtreksterkte, scheurweerstand en schok- en vermoeiingsweerstand</p> <p>CUR-Aanbeveling 35. Bepaling van de buigtreksterkte, de buigtaaiheid en de equivalente buigtreksterkte van staalvezelbeton</p> <p>CUR-Aanbeveling 36. Ontwerpen van elastisch ondersteunde betonvloeren en -verhardingen</p>
<p>Vloeren op palen</p>	<p>Ter vervanging van één of meerdere lagen wapeningsnetten</p> <p>Dilatatievoegen kunnen op grotere afstand van elkaar geplaatst worden</p> <p>CUR-Aanbeveling 111. Staalvezelbeton, bedrijfsvloeren op palen – Dimensionering en uitvoering</p>
<p>Staalplaatbetonvloeren</p>	<p>Een hybrideconstructie waarbij het staalvezelbeton gestort wordt op een geprofileerde staalplaat die als verloren bekisting dient. Vooral uitvoeringstechnisch is dit een zinvolle optie voor verdiepingsvloeren</p>
<p>Vloeistofdichte vloeren</p>	<p>Reductie van scheurvorming ten gevolge van temperatuurschommelingen en uitdrogingskrimp</p>
<p>Wanden</p> <p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (mest)kelders; • silogebouwen en bunkers voor opslag van bulkgoederen; • bankkluizen; • militaire installaties. 	<p>Alternatief ter vervanging van de traditionele constructieve wapening</p>

(vervolg)

Toepassing	Specifieke kenmerken
Onderwaterbeton	Ter voorkoming van krimpscheuren na het droogzetten van de bouwput
	Onderwaterbetonvloer kan soms dunner gedimensioneerd worden
Vibropalen	Ter vervanging van de traditionele korfwapening

4.12.2 Beton met kunststofvezels

Kunststofvezels verbeteren in belangrijke mate de samenhang of specie-stabiliteit van de betonspecie. Daarnaast wordt scheurvorming als gevolg van plastische krimp sterkt verminderd of zelfs geheel voorkomen.

Toepassing	Specifieke kenmerken
In de grond gevormde palen	Vraagt een zeer stabiele betonmortel in combinatie met een hoge verwerkbaarheid. Snellere verwerking op de bouwplaats Door hoge stabiliteit geen 'lek-verliezen' in slappe grondlagen Homogene samenstelling over de totale hoogte van de fundatiepaal
Betonvloeren en -verhardingen	Sterke reductie van de kans op scheurvorming ten gevolge van plastische krimp Hoge betonspeciesticiteit
Vloeiستofdichte betonvloeren	Sterke reductie van de kans op scheurvorming ten gevolge van plastische krimp
Brandbestand beton	Bij brand smelten de vezels en vormen een stelsel van fijne kanaaltjes in de cementsteen waardoor de opbouw van een te grote dampspanning en daarmee het afspatten van de betondekking wordt voorkomen

4.12.3 Dosering

Staal- en kunststofvezels dienen bij voorkeur op de betoncentrale aan de betonspecie worden toegevoegd.

Het toevoegen op de betoncentrale heeft een aantal additionele voordelen:

- optimale afstemming tussen staal- of kunststofvezels en betonsamenstelling;
- gegarandeerde homogene menging van de staal- of kunststofvezels in de betonmortel;
- gegarandeerde buigtaaiheid;
- gewenste verwerkbaarheid op het werk.

4.13 Vloeistofdicht beton

4.13.1 Wettelijk kader

De Wet Milieubeheer en de Wet Bodembescherming geven aan dat we maatregelen moeten nemen als we activiteiten gaan ontplooiën die kunnen leiden tot bodemverontreiniging. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft hiervoor de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten (NRB) opgesteld.

De NRB is een hulpmiddel voor zowel het bevoegd gezag als het bedrijfsleven voor het bepalen van het risico van bodembedreigende activiteiten. De richtlijn geeft een beschrijving van de stand der wetenschap en techniek op het gebied van bodembeschermende voorzieningen en maatregelen. De stand der techniek wordt vastgelegd in kennisdocumenten en beoordelingsrichtlijnen ten behoeve van certificatieregelingen.

De realisatie van deze technische documenten gebeurt onder de paraplu van het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV).

4.13.2 Regelgeving

Binnen de regelgeving van het PBV wordt gesteld dat een constructie als vloeistofdicht mag worden beschouwd zolang de verontreinigende vloeistof gedurende de levensduur van de constructie de niet door die vloeistof belaste zijde van de constructie niet bereikt. Ofwel, de vloeistof mag wel de constructie indringen, maar mag er aan de andere kant niet als vloeistof uitkomen.

Voor de betontechnologische regelgeving zijn twee CUR/PBV-Aanbevelingen beschikbaar.

CUR/PBV-Aanbeveling 63

Deze aanbeveling beschrijft de bepaling van de vloeistofindringing op basis van de capillaire absorptieproef. Onder normale omstandigheden (en bij een uitwendige druk < 2 meter vloeistofkolom) wordt de indringing in beton van zowel waterige oplossingen als organische vloeistoffen nagenoeg volledig bepaald door capillaire absorptie.

De indringingsdiepte van een willekeurige vloeistof is daarbij afhankelijk van de poriënstructuur van het beton, de expositieduur en de belangrijkste eigenschappen van de vloeistof zoals oppervlaktespanning en viscositeit.

CUR/PBV-Aanbeveling 65

Deze aanbeveling bevat regels voor het ontwerp, de materialen en de aanleg van vloeistofdichte betonvloeren en –verhardingen. Daarnaast bevat zij regels voor beschermlagen die toegepast worden om constructies en verhardingen vloeistofdicht te maken.

Bij het ontwerp op vloeistofdichtheid zijn de volgende zaken essentieel:

- de detaillering van de constructie;
- de beheersing van de scheurwijdte;
- de vloeistofindringing.

4.13.3 Bepaling ontwerpdikte (d) van een vloeistofdichte voorziening

De ontwerper/constructeur krijgt van de opdrachtgever informatie over het type vloeistof, de oppervlaktespanning en viscositeit bij gebruikstemperaturen. De opdrachtgever moet een inschatting geven van de mate waarin de betonconstructie met de betreffende vloeistoffen daadwerkelijk in contact zal zijn gedurende de tijd dat de constructie geacht wordt vloeistofdicht te zijn. Deze tijd (continue, incidenteel, morsgedrag), de representatieve belastingsduur (t_{rep}) is een belangrijke factor in de berekening van de ontwerpdikte (d). Met behulp van de capillaire absorptieproef wordt vervolgens de indringingsdiepte van een vloeistof gemeten. Dit gebeurt aan de voorgenomen betonsamenstelling gedurende een bepaalde tijd, bijvoorbeeld na 144 uur (e_{144}). De gemiddelde verwachte indringing (e) gedurende de beoogde functionele levensduur wordt berekend uit:

$$e = e_{144} \cdot \sqrt{\frac{t_{rep}}{144}}$$

Als eis voor niet gescheurd beton geldt de ontwerpdikte $d = 2 \times e$.

4.14 Zelfverdichtend beton

Onder zelfverdichtend beton (ZVB) verstaan we een betonspecie met een hoge verwerkbaarheid welke zichzelf onder invloed van zijn eigen gewicht verdicht. De bekisting wordt volledig gevuld en sparingen, wapening en andere instortingen worden volledig omhuld. De betonspecie behoudt hierbij haar homogeniteit. En dat zonder dat er enige aanvullende verdichtingsenergie nodig is.

Eenmaal verhard, voldoet zelfverdichtend beton aan de eisen ten aanzien van sterkte en levensduur volgens de NEN-EN 206 en NEN 8005.

4.14.1 Meetmethoden voor zelfverdichtend beton

Begrip	Symbol	Norm	Omschrijving
Vloeimaat	SF	NEN-EN 12350-8	Het gemiddelde van twee loodrecht op elkaar staande diagonalen van uitgevloede betonspecie na lossen van de kegelmantel zoals gebruikt bij de bepaling van de zetmaat volgens NEN-EN 12350-2
Viscositeit/ Vloeitijd	VS t_{500}	NEN-EN 12350-8	De tijd die bij het bepalen van de vloeimaat verloopt tussen het lossen van de kegelmantel en het bereiken van een vloeimaat van 500 mm (t_{500})
Viscositeit/ Trechttertijd	VF	NEN-EN 12350-9	Een maat voor de viscositeit van betonspecie, gemeten als de tijd die betonspecie nodig heeft om uit een V-trechter te lopen
Blokkerings- maat	PL	NEN-EN 12350-10	Een maat voor de gevoeligheid van betonspecie voor ontmenging door blokkering van het grove toeslagmateriaal door de wapening (L-Box test)

(vervolg)

Begrip	Symbol	Norm	Omschrijving
Blokkeringsmaat	PJ	NEN-EN 12350-12	Een maat voor het bepalen van de vloeibaarheid en de gevoeligheid voor ontmenging door blokkering van het grove toeslagmateriaal door de wapening (J-Ring test)
Stabiliteit	SR	NEN-EN 12350-11	Een maat voor de weerstand tegen ontmenging, beoordeeld op basis van de hoeveelheid materiaal die zich afscheidt wanneer een monster betonspecie wordt beproefd op bleeding en vervolgens op afzeving

4.14.2 Verwerkingsklassen voor zelfverdichtend beton

Zelfverdichtend beton wordt in NEN-EN 206 als volgt ingedeeld

Klasse	Slump-flow* in mm gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-8
SF 1	550 – 650
SF 2	660 – 750
SF 3	760 – 850

* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{\max} > 40$ mm

Aanvullend op het vloeigedrag kunnen, indien van toepassing, andere eigenschappen zoals viscositeit, het vermogen om obstakels in de bekisting te passeren en de gevoeligheid voor ontmengen te benoemen.

Aanvullende eigenschappen

Viscositeit (stroperigheid). De klassen VS en VF definiëren dezelfde eigenschap maar komen niet exact met elkaar overeen.

Klasse	t_{500} * in sec. gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-8
VS 1	< 2
VS 2	660 – 750

* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{\max} > 40$ mm

of

Klasse	t_v * in sec. gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-9
VF 1	< 9,0
VF 2	9,0 – 25,0
* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{max} > 40$ mm	

Vermogen om obstakels in bekisting te passeren. De klassen PL en PJ definiëren dezelfde eigenschap maar komen niet exact met elkaar overeen.

Klasse	L-box verhouding gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-10
PL 1	$\geq 0,80$ met 2 staven
PL 2	$\geq 0,80$ met 3 staven
* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{max} > 40$ mm	

of

Klasse	Hoogteverschil in mm binnen/buiten ring. gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-12
PJ 1	≤ 10 met 12 staven
PJ 2	≤ 10 met 16 staven
* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{max} > 40$ mm	

Gevoeligheid voor ontmengen.

Klasse	Afgescheiden hoeveelheid a in % (m/m) gemeten overeenkomstig NEN-EN 12350-11
SR 1	≤ 20
SR 2	≤ 15
* Niet geschikt voor betonmengsels met $D_{max} > 40$ mm	

4.14.3 Eigenschappen in relatie tot toepassing

Om een indruk te krijgen welke consistentieklasse gekozen moet worden om een bepaalde constructie te kunnen maken, zijn in de volgende tabel een aantal voorbeelden gegeven waarbij de meetmethode en de bijbehorende consistentieklasse zijn gekoppeld aan de toepassing:

Consistentie	Waarde	Beoordeeld	Toepassing
SF1	550–650 mm	Vloeimaat	Ongewapende en licht gewapende constructies, gestort zonder belangrijke obstakels (bijvoorbeeld vloeren van woningen)
SF2	660–750 mm		Geschikt voor de meest gebruikelijke toepassingen (bijvoorbeeld wanden en kolommen)
SF3	760–850 mm	Vloeimaat	Geschikt voor complexe vormen en moeilijk toegankelijke bekistingen met hoge concentratie aan wapening of andere ingestorte onderdelen. D_{\max} is meestal kleiner dan 16 mm
VS1	$T_{500} \leq 2$ sec	Vloeitijd en trechtertijd	Heeft zeer goede vuleigenschappen, ook bij hoge concentratie wapening. Geeft een mooi oppervlak. Is gevoeliger voor bleeding en ontmenging Bij toenemende vloeitijd wordt de betonspecie meer thixotroop. Grote weerstand tegen ontmenging. Beperkt de bekistingsdruk
VF1	$VF \leq 9$ sec		
VS2	$T_{500} > 2$ sec		
VF2	$VF 9-25$ sec		
PL1 of PJ1	$\geq 0,80$ bij 2 staven	Blokkeringsmaat	Passeert gemakkelijk openingen van 80 x 100 mm (woningbouw en verticale constructies)
PL2 of PJ2	$\geq 0,80$ bij 3 staven		Passeert openingen van 60 x 80 mm (civiele constructies)
SR1	$\leq 20\%$	Ontmenging/ Stabiliteit	Algemeen toepasbaar in dunne vloeren, openingen groter dan 80 x 80 mm en een vloeiafstand, minder dan 5 meter
SR2	$\leq 15\%$		Bij voorkeur in verticale constructies en vloeiafstanden, meer dan 5 meter

4.15 Zwaar beton

Wanneer de volumieke massa van beton hoger is dan 2600 kg/m^3 dan noemt NEN-EN 206 een dergelijk beton zwaar beton. Voor zwaar beton gelden dezelfde eisen ten aanzien van sterkteklasse, milieuklasse en consistentieclassen als voor normaal beton.

Het enige afwijkende ten opzichte van normaal beton is de keuze van het zware toeslagmateriaal. Zwaar beton kan alleen vervaardigd worden met een toeslagmateriaal met een veel hogere volumieke massa in vergelijking tot de normale toeslagmaterialen als zand en grind. Zie 9.5.4.

Afhankelijk van de toepassing en de keuze van het zware toeslagmateriaal wordt zwaar beton geproduceerd met een volumieke massa die globaal ligt tussen de 3000 en 5000 kg/m^3 . Het voordeel van een hogere volumieke massa komt met name tot zijn recht bij constructie in en onder water omdat dan niet de ‘droge’ massa maar het ‘schijnbare gewicht onder water’ bepalend is voor de prestatie.

Bedenk dat een kubieke meter ‘normaal’ beton met een volumieke massa van 2350 kg/m^3 onder water nog slechts 1350 kg weegt. Een kubieke meter zwaar beton met een volumieke massa van 3700 kg/m^3 weegt onder water nog 2700 kg . Dat is maar liefst twee keer zoveel.

Aandachtspunten bij de vervaardiging en verwerking van zwaar beton

Aandachtspunt	Kenmerken
Korrelopbouw zwaar toeslagmateriaal	Afwijkende korrelvorm, soms veel fijnmateriaal, heeft negatief effect op de waterbehoefte van het mengsel
Afwegen en mengen	Pas chargegrootte aan aan de capaciteit van de weegschalen en om overbelasting van de menger te voorkomen
Transport naar het werk	Truckmixers kunnen niet de maximale hoeveelheid m^3 meenemen in verband met de mogelijke overbelading
Transport op het werk	Kraan en kubel worden zwaarder belast. Bij het pompen ‘over de giek’ wordt de giek veel zwaarder belast
Storten en verdichten	De zware toeslagmaterialen hebben de neiging tot uitzakken en ontmenging van de betonspecie
Temperatuurontwikkeling	Door de veel hogere warmtecapaciteit zal de temperatuurstijging tijdens het verharden een stuk lager zijn in vergelijking tot normaal beton

Toepassing	Kenmerken
Onderwaterbeton	Ballastvloeren onder water, door het hoge eigen gewicht hogere weerstand tegen opdrijven
Bekleding van pijpleidingen	Om het niet opdrijven, de veiligheid en duurzaamheid van pijpleidingen op de zeebodem te waarborgen, worden deze voorzien van een gewichtsbekleding van zwaarbeton
Golfbrekers en kustbescherming	Door het hoge gewicht biedt zwaar beton beter weerstand tegen aanvallen door hoge golven
Stralingsafscherming	<ul style="list-style-type: none"> • opslag radioactief afval • afdeling radiologie in ziekenhuizen • afscherming in kerncentrales
Contragewicht	<ul style="list-style-type: none"> • contragewicht bij bascule bruggen • contragewicht bij vorkhefrucks

4.16 Speciale Mebin producten

Mebin kan de hiervoor beschreven soorten leveren. Maar het productenpakket bevat nog meer speciale producten. Onderstaand een overzicht.

Bermcrete®	drainerend beton voor toepassing als een natuurlijk ogende bermverharding
Castcrete®	<i>koude gietbouwspecie</i> met een snelle sterkteontwikkeling; ook bij lage temperaturen
Citycrete®	betonspeciemengsel speciaal ontwikkeld voor moeilijk bereikbare stortplaatsen. Citycrete® combineert de lichtere en flexibele pompleidingen met een speciaal daarop afgestemd betonspeciemengsel
Colorcrete®	door en door <i>gekleurd beton</i> . Colorcrete® wordt geleverd in 10 standaard kleuren
Easycrete®	Betonspecie welke tijdens het storten niet verdicht hoeft te worden
Ecocrete®	30, 50 of 100 Betonspecie waarin, in overleg met de afnemer, respectievelijk 30%, 50% of 100% (v/v) van het grove toeslagmateriaal wordt vervangen door betongranulaat type A1 ($\rho_{rd} \geq 2200 \text{ kg/m}^3$)
Fibercrete®	productsysteem voor <i>vezelversterkt beton</i> , onderverdeeld in de volgende speciaalproducten:
<ul style="list-style-type: none"> • Fibercrete(S)® • Fibercrete (K)® 	beton, versterkt met <i>staalvezels</i> betonspecie met <i>kunststofvezels</i> ter verhoging van de weerstand van de betonspecie tegen plastische krimp-scheuren
<ul style="list-style-type: none"> • Fibercrete (SK)® 	beton met <i>staal- én kunststofvezels</i>
Finishcrete®	een productsysteem voor <i>cementgebonden gietvloeren</i>
Floorcrete®	Betonspecie op basis van een speciaal bindmiddel en een evenwichtige mengselopbouw, specifiek voor monolithisch af te werken vloeren.
Flowcrete®	<i>hoogvloerbare en zelfverdichtende betonspecie</i> , schudmaat klasse F6. Bij Flowcrete® kan een hoge vloeibaarheid worden gecombineerd met een stabiliteit die op de toepassing is afgestemd. Er zijn meerdere combinaties van vloeibaarheid en stabiliteit (trechterklasse) mogelijk
Heavycrete®	<i>zwaarbeton</i> met een volumieke massa tot 4000 kg/m^3

(vervolg)

Hydrocrete®	<i>colloïdaal beton</i> is betonspecie met een sterke weerstand tegen uitspoelen. Naast toepassing als constructief onderwaterbeton, ook bijzonder geschikt voor oever- en bodembescherming. Hydrocrete® is zowel met gesloten als met open structuur leverbaar; de laatste is waterdoorlatend en daardoor zeer geschikt als dijkbekleding.
Lightcrete®	<i>lichtbeton</i> met een volumieke massa tussen 1200 – 2000 kg/m ³
Safetycrete®	Beton met open structuur en het vermogen om een beginnende vloeistofbrand te doven. Past in een systeem van passieve veiligheid.
Starcrete®	<i>hogesterkebeton</i> ; sterkteklassen C60/75 t/m C80/95
Streetcrete®	Beton voor (weg)verhardingen waarbij grote lengten zonder dilataties gerealiseerd kunnen worden

Een aantal soorten uit het productenpakket van Mebin is eerder in dit hoofdstuk toegelicht.

