

Hoofdstuk 3

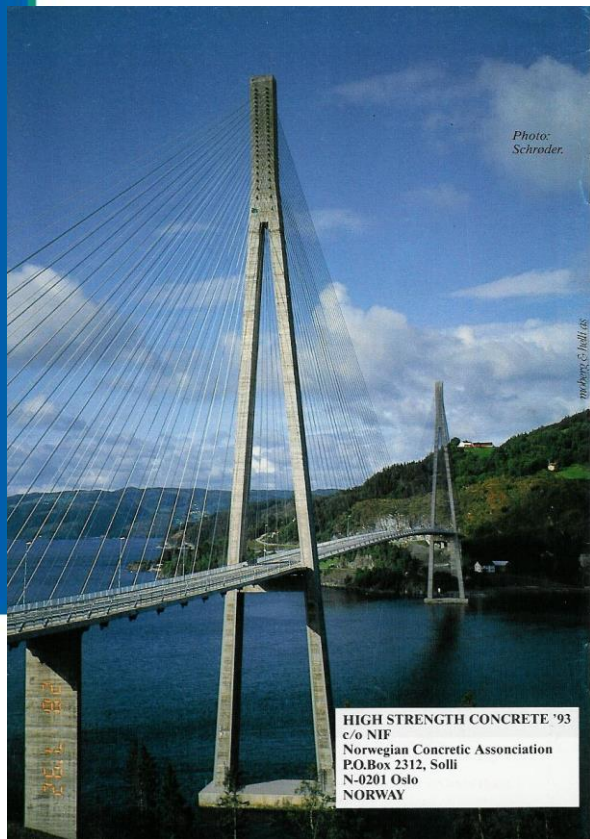
- Beton met specifieke eisen of bijzondere samenstellingen

3.2 Beton met bijzondere specificaties

3.3 Bijzondere uitvoeringsmethoden

Beton met bijzondere specificaties

- Beton met verhoogde sterkte
- Beton met afwijkende volumieke massa
- Schuimbeton
- Vloeistofdicht beton
- Colloïdaal beton
- Vezelbeton



Beton met verhoogde sterkte

- Inventarisatie eisen

- **Betonspecie**

- meer tijd en mengenergie nodig
- lagere productiecapaciteit
- moeilijker te verdichten
- gevoeliger voor plastische krimp

- keuze voor hoge consistentieklasse

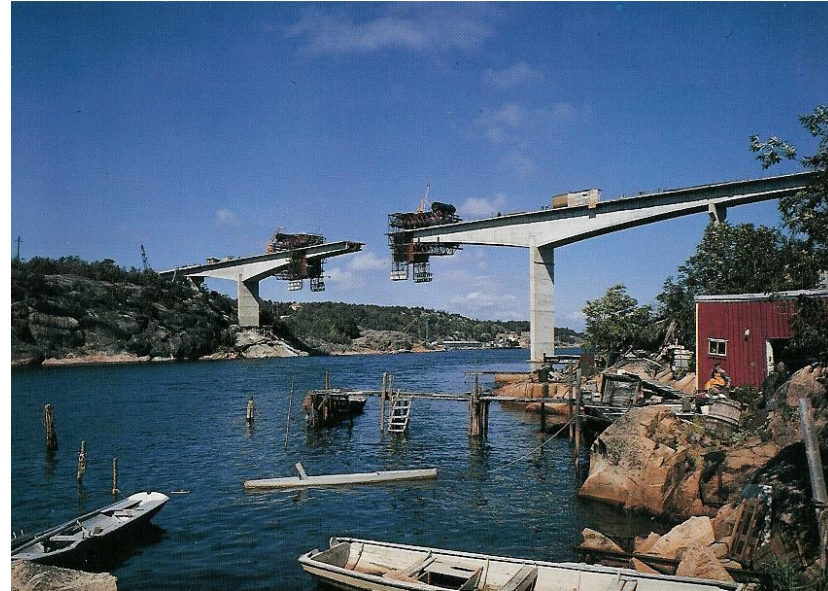
Beton met verhoogde sterkte

➤ Verhardend beton

- snelle sterkte-ontwikkeling
- hogere hydratatiewarmte
- meer kans op scheurvorming

➤ Verhard beton

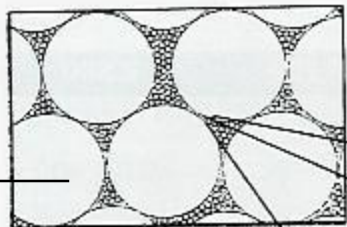
- hoge sterkte = hoge duurzaamheid
- eisen m.b.t. wcf en min. cement geen probleem
- gebruik van silica fume geeft donkere kleur



Beton met verhoogde sterkte

- Keuze van grondstoffen
 - speciaal toeslagmateriaal
 - kleinere korrelgrootte
 - gebroken toeslagmateriaal voor betere hechting
 - continue korrelgrootteverdeling
 - gebruik van silica fume

Versterken matrix met fijnere korrels



Fijnzand

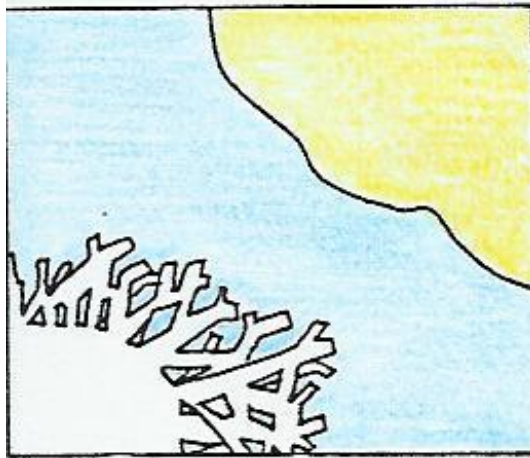
Cement

Silicafume

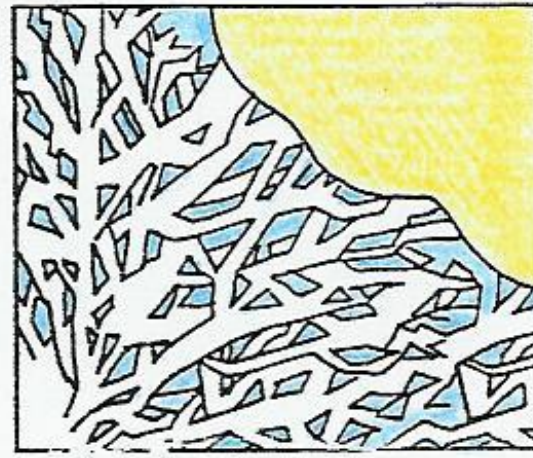
Gemiddelde korreldiameter (μm):

Fijn zand	250
Cement	13
Kwartsmeel	10
Silica fume	0,2

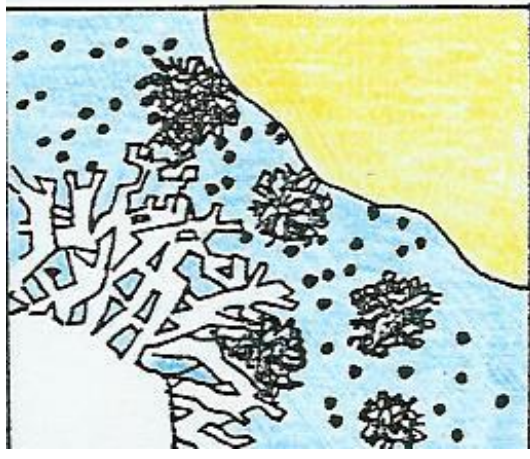
Silicafume



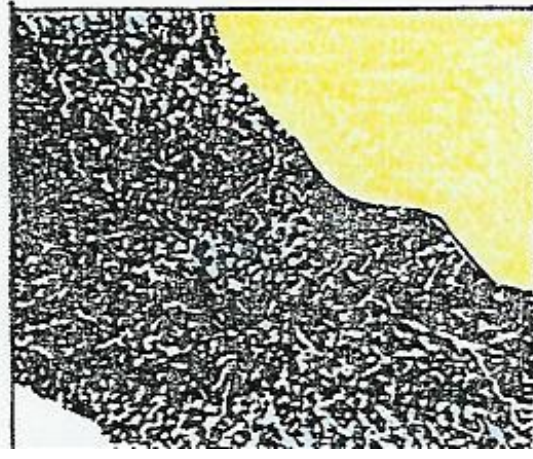
Normaal beton tijdens hydratatie



Normaal beton na de hydratatie



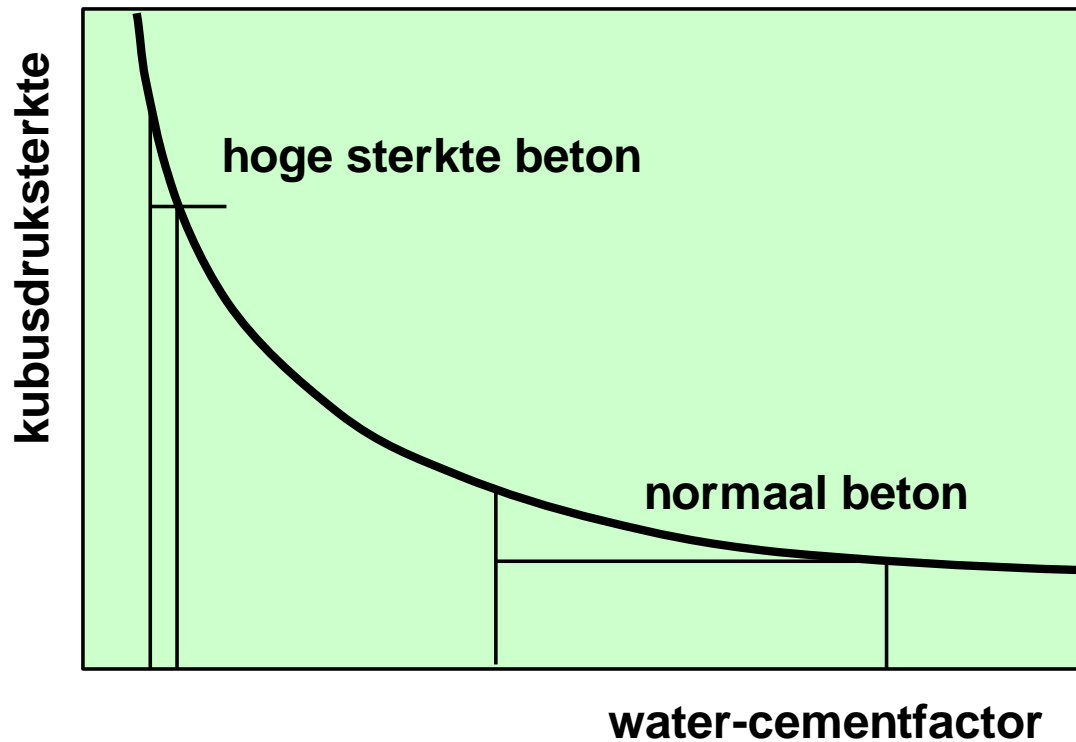
Beton met silicafume tijdens hydratatie



Beton met silicafume na de hydratatie

Beton met verhoogde sterkte

- Mengselontwerp
 - invloed water-cementfactor hoofdrol



Beton met verhoogde sterkte

- Kenmerken voor ontwerp
 - Lage water-cementfactor
 - Krachtige superplastificeerders (polycarboxylaten)
 - Fijne vulstoffen: minder kans op ontmenging
 - Geen eenduidige regels
- Geschiktheidsonderzoek

Hogesterktebeton

- Aandachtspunten

- hoge mengselstabiliteit → lastiger verdichten
- snel nabehandelen om plastische krimp te voorkomen
- snelle sterkte- en warmteontwikkeling
- gevoeliger voor spatten bij brand als gevolg van hoge dichtheid → gebruik van polypropyleenvezels en huidwapening

Beton met afwijkende volumieke massa

- Licht beton

met volumieke massa van 800 tot 2000 kg/m³

- Zwaar beton

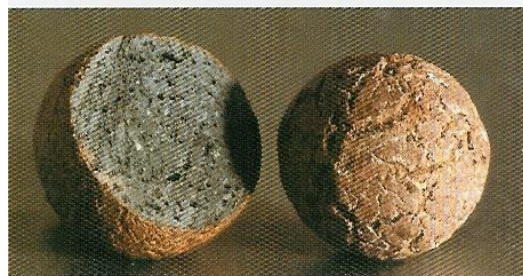
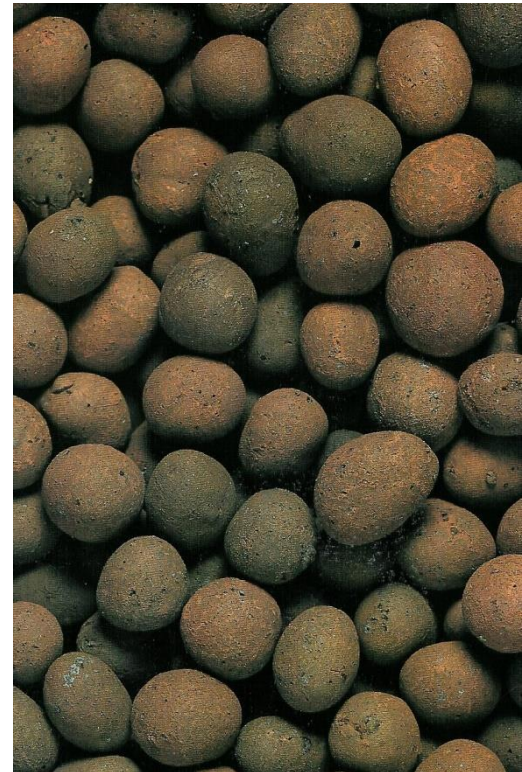
met volumieke massa boven 2600 kg/m³

Toepassingen

- Licht beton:
 - slanke bruggen en/of grotere overspanningen
 - vooraf vervaardigde elementen (besparing op transportkosten)
- Zwaar beton:
 - stralings scherm bij röntgenapparatuur
 - veiligheidsconstructie in kerncentrales
 - golfbreker-elementen

Lichtbeton

- Keuze grondstoffen
 - (gedeeltelijk) lichte toeslagmaterialen
 - van natuurlijke oorsprong:
 - bims
 - lava
 - kunstmatig vervaardigd:
 - geëxpandeerde klei
 - gesinterde vliegashuisjes



Lichtbeton

Volumieke massa van lichte toeslagmaterialen

benaming	ρ_{rd}	ρ_{ssd}	ρ_b
styropor	25 - 50	25 - 50	
perliet of vermiculiet	100 - 400	125 - 800	60 - 250
geëxpandeerde klei	600 - 1500	700 - 1700	350 - 900
gesinterde vliegglas	1500 - 2000	1600 - 2150	900 - 1200

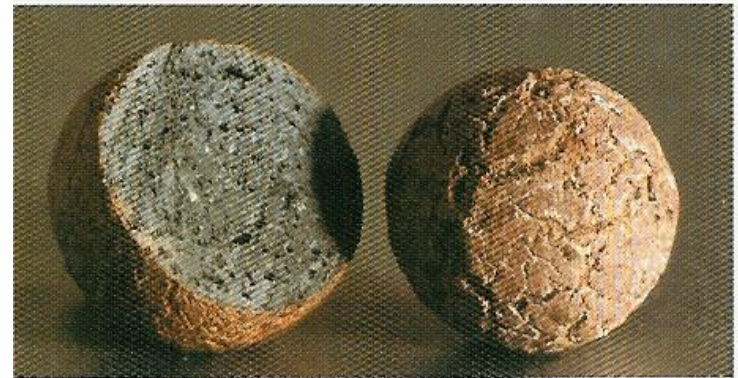
Absorptie: 5 tot 25 % na ca. 0,5 uur

Lichtbeton

- Verwerkbaarheid
 - neemt af door absorptie van lichte poreuze korrels

– te voorkomen door:

- voorbevochtigen
- nog te absorberen water toevoegen



Lichtbeton

- Mengselontwerp
 - als traditioneel beton
 - gebruik luchtbelvormer om stabiliteit te verbeteren door meer fijne delen
 - relatie druksterkte - wcf niet van toepassing
 - meer cementsteen kan hogere sterkte geven
 - geschiktheidsproeven

Zwaar beton

- Keuze grondstoffen:
 - gebruik van zware toeslagmaterialen

materiaal	ρ_a
basalt	2750 - 3150
staalslakken	2800 - 3400
ijzererts	3300 - 3400
hematiet	3300 - 3400
jarosietlak	3300 - 3600
loodslakken	3300 - 3700
magnetiet	3400 - 4300
bariet	4700 - 4900
staal(pons)doppen	7850

Zwaar beton

- Mengselontwerp

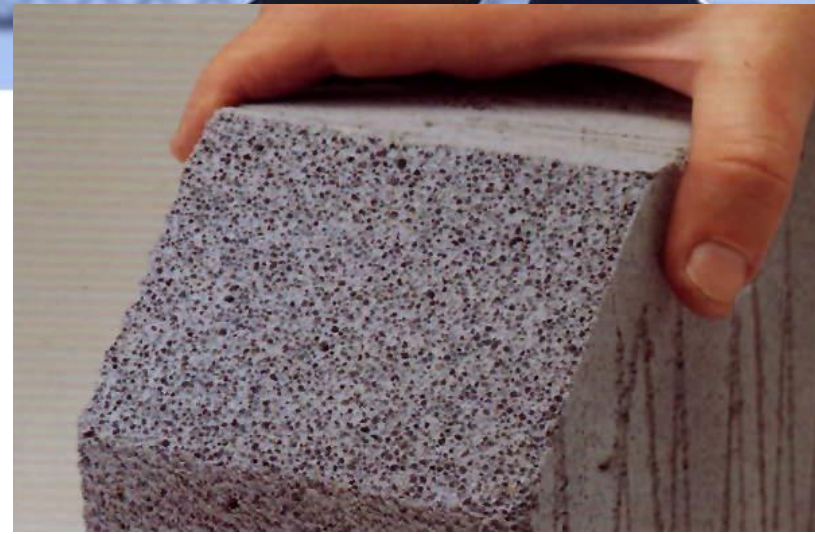
- als traditioneel beton
- gebroken toeslagmateriaal vraagt meer water
- meer kans op ontmengen door zware delen
- bij berekenen van massa hogere volumieke massa (meer gewicht in truckmixer)
- geschiktheidsproeven gewenst



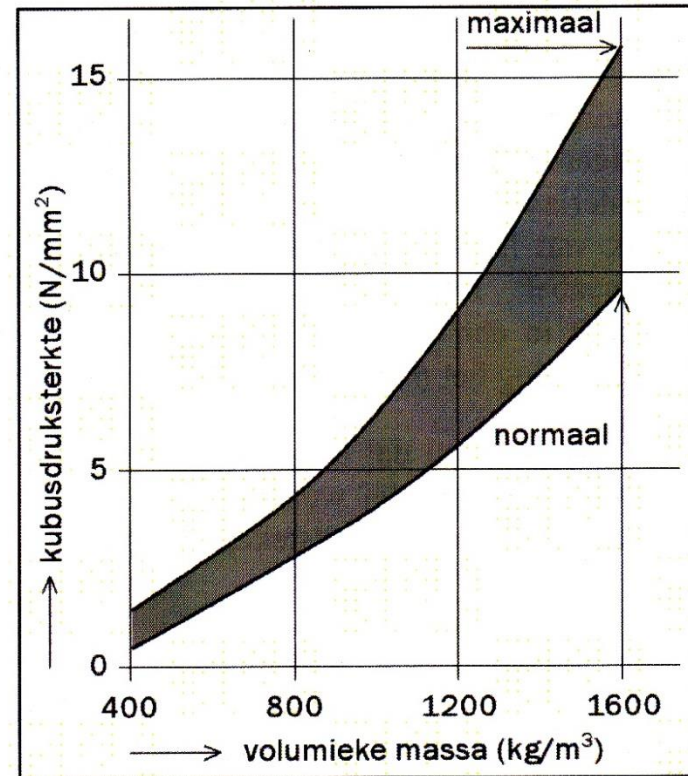
hematiet

Schuimbeton

- Toepassing voor:
 - werkvloeren
 - afschot en/of isolatielagen op daken
 - lichte fundering onder wegen, parkeerplaatsen
 - isolatie-ondervloeren
 - isolatie van kruipruimten
 - vulmateriaal voor lege tanks en leidingen



Schuimbeton



Schuimbeton

- Eigenlijk geen beton
- Inventarisatie eisen:
 - volumieke massa 400 tot 1600 kg/m³
 - druksterkte gemiddeld van 1 tot 12 N/mm²
 - treksterkte 10 tot 15 % van druksterkte
 - elasticiteitsmodulus zeer laag
 - krimp ca. 10 x zoveel als grindbeton

Schuimbeton

- Voorkeurreeks sterkteklassen
schuimbeton

sterkteklasse		S1	S1,5	S2	S2,5	S3	S4	S6	S8	S10	S12
gemiddeld	N/mm ²	1	1,5	2	2,5	3	4	6	8	10	12
karakteristiek	N/mm ²	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	3,1	4,6	6,2	7,7	9,2

Schuimbeton

- Inventarisatie vervolg
 - krimp ca. 10 x zoveel als grindbeton
 - thermische uitzettingscoëfficiënt als grindbeton
 - warmtegeleidingscoëfficiënt is afhankelijk van volumieke massa en vochtgehalte
 - waterabsorptie sterk afhankelijk van volumieke massa
 - ongevoelig voor verrotting en schimmels

Schuimbeton

- Keuze grondstoffen
 - cement
 - water
 - schuim
 - eventueel aangevuld met
 - fijn zand, fijn licht toeslagmateriaal, polystyreenbolletjes, vulstoffen en hulpstoffen

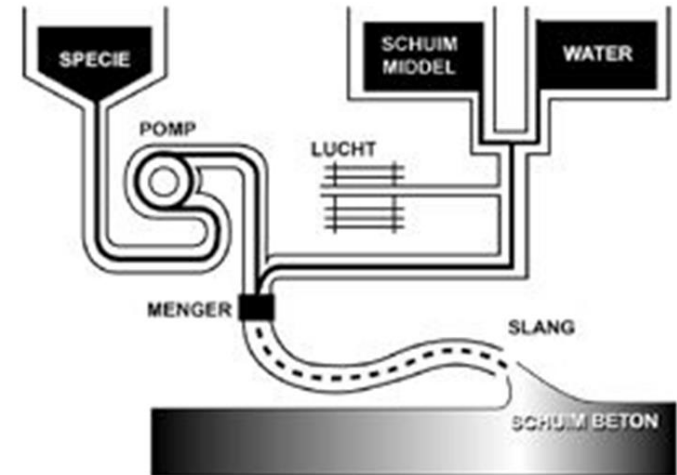


Schuimbeton

- Mengselontwerp

- vergelijkbaar met lichtbeton, met schuim i.p.v. lichte korrels
- cementgehalte van 100 tot max. 350 kg per m³
- w/c-factor tussen ca. 0,5 en 1,0
- vliegglas om cementgehalte te verminderen i.v.m. hydratatie temperatuur

Schuimbeton

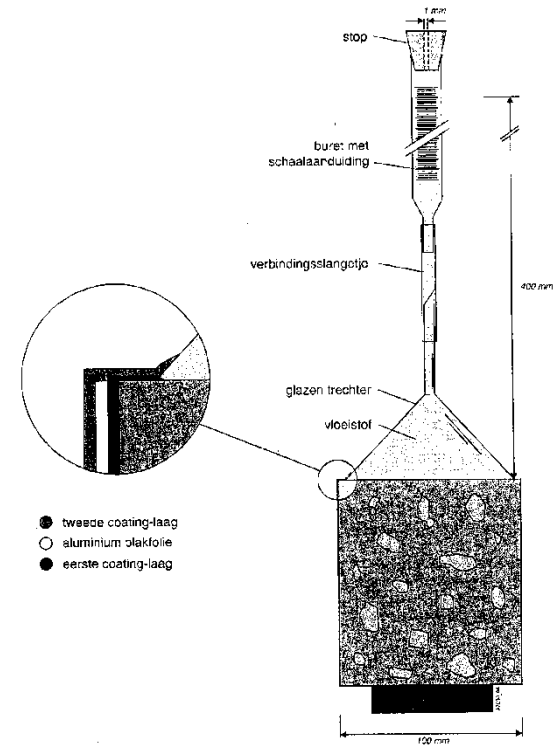


- Productie

- basismengsel van cement en water, eventueel met vulstoffen en/of deel fijn zand
- mengen met stabiel schuim
- gebruik van stationaire menger

Vloeistofdicht beton

- Beschermen van milieu
 - berekenen van ontwerpdiepte (e) van gevaarlijke stoffen, rekening houdend met
 - viscositeit
 - oppervlaktespanning
 - capillaire absorptieproef
 - vloeistof mag constructie wel in, maar niet eruit
 - $d = 2 \times e$



Vloeistofdicht beton

- Betonsamenstelling
 - cementsoort CEM III/B of CEM II/B-V
 - $wcf \leq 0,50$
 - cementpasta max. 290 liter per m^3
 - hard dicht toeslagmateriaal
 - korrelverdeling binnen nauwe grenzen
 - fijn materiaal $< 0,160 m^3$
 - luchtgehalte $< 3 \%$

Voorbeeld calamiteitenbak



Colloïdaal beton

- Toepassing
 - door grote samenhang onder water te verwerken, zonder uitspoelen
- Inventarisatie eisen
 - uitspoeling conform CUR-Aanbeveling 18
 - zetmaat ca. 200 mm

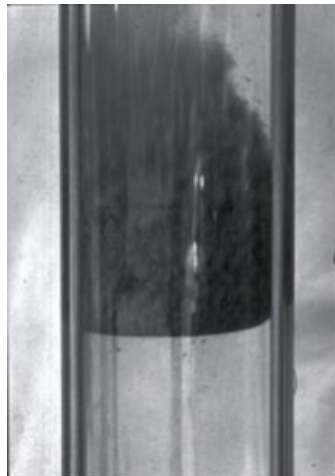
Colloïdaal beton

Colloïdaal beton op stortsteen



Colloïdaal beton

Uitspoelproef met normaal en colloïdaal beton



Colloïdaal beton

- Keuze grondstoffen
 - geen bijzondere eisen
 - waterretentiemiddel
 - bij open structuur: weglaten grove deel van zand en fijne deel van grind
- Mengselontwerp
 - grotere waterbehoefte door waterretentiemiddel

Vezelbeton

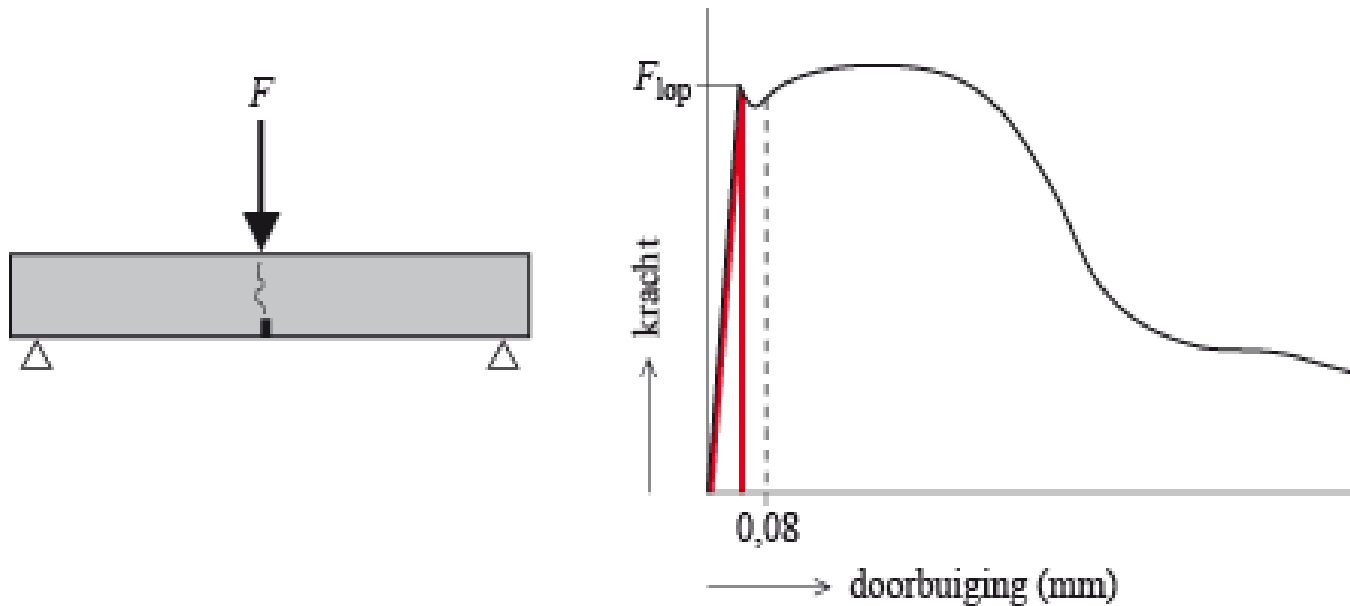
- Toepassing
 - beton met staalvezels of kunststofvezels
 - wapening constructief nog nodig
 - specifieke eigenschappen verbeteren
 - specifiek in bedrijfsvloeren
 - verhogen scheurcapaciteit
 - opnemen van stootbelastingen (defensie)

Vezelbeton

- Eigenschappen staalvezelbeton
 - verbeterd nascheurgedrag/buigtaaiheid
 - verhoging scheurweerstand
 - betere scheurverdeling
 - verbeterde brandwerendheid
 - verbeterde stabiliteit

Vezelbeton

Beproeving staalvezelbeton op buiging



Vezelbeton

- Eigenschappen beton met kunststofvezels
 - verbeterde samenhang
 - grotere stabiliteit
 - minder gevoelig voor plastische krimp scheuren
 - betere brandwerendheid
 - smelten van vezels
 - vorming van kanaaltjes voor stoomafvoer

Vezelbeton

- Keuze grondstoffen
 - staalvezels in vele verschillende uitvoeringen
 - kunststofvezels ook in veel varianten
 - polypropyleenvezels het meest toegepast

Vezelbeton

- Mengselontwerp
 - staalvezels 25 tot 50 kg per m³
 - kunststofvezels 600 tot 2000 gram per m³
 - door groot oppervlak per volume neemt behoefte aan fijn materiaal toe
 - meeste methoden voor meten van consistentie niet geschikt

Bijzondere uitvoeringsmethoden

- **Glijbekistingen**

- opstijfgedrag bepalend voor glij snelheid
- eisen mengselopbouw
 - goede samenhang
 - stabiel
 - niet te vet
- zetmaat binnen nauwe grenzen
- opstijfgedrag moet beheerst zijn

Bijzondere uitvoeringsmethoden

- **Onderwaterbeton**

- meestal hulpconstructie ('werkvloer')
- vlakheid bodem en vlakheid beton variabel ($\pm 0,25$ m)
- dikte vloer variabel, helling 1 : 10 ($\pm 0,15$ m)
- gewichtsconstructie tegen grondwaterdruk
- vaak ook met trekankers (of -palen)
- scheurvorming te voorkomen door dilatatie

Onderwaterbeton, verwerkbaarheid en vlakheid



Onderwaterbeton



Onderwaterbeton

- Inventarisatie eisen
 - belasting maximaal direct na droogpompen
 - duurzaamheid: milieuklasse X0
 - waterdichtheid
- Aanbrengen
 - meestal met Hop-dobber
 - ook ventielmethode met betonpomp

HOP-dobber



Onderwaterbeton

- Verwerkbaarheid
 - hoge zetmaat 220 ± 20 mm
 - goede vulling damwandkassen
 - strenge vlakheidseisen (helling 1 : 10)
 - niet te verdichten

Onderwaterbeton

- Samenstelling
 - consistentieklasse S3 → S4/F4 met plastificeerder (vaak ook met vertrager)
 - extra fijn voor stabiliteit (> 150 l per m³)
 - poederkoolvliegias

Onderwaterbeton

- Sterkte van beton
 - lage watertemperatuur
 - dikte zorgt voor relatief hoge temperatuur
 - gevaar voor scheurvorming
 - methode gewogen rijpheid

Onderwaterbeton

- Ontwikkelingen
 - bouwput dieper
 - hogere waterdruk dus grotere belasting
 - gewapende vloer, maar blijft moeilijk omdat
 - wapening aanbrengen vraagt om problemen
 - plaats van trekelementen
 - slibvrij maken damwandkassen
 - lastig te controleren tijdens storten

Wegenbouwbeton

- Verwerking
 - slipformpaver = 'horizontale glijbekisting'



- storten
- verdichten
- afwerken

Wegenbouwbeton

- Eisen samenstelling
 - consistentieklasse C1
 - verdichtingsmaat tussen 1,20 en 1,40
 - goede continue korrelopbouw
 - laag watergehalte
 - fijn materiaal ca. 160 liter per m³

Bijzondere uitvoeringsmethoden

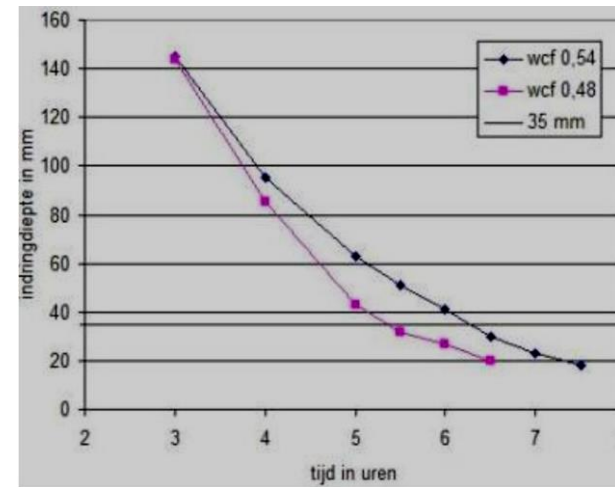
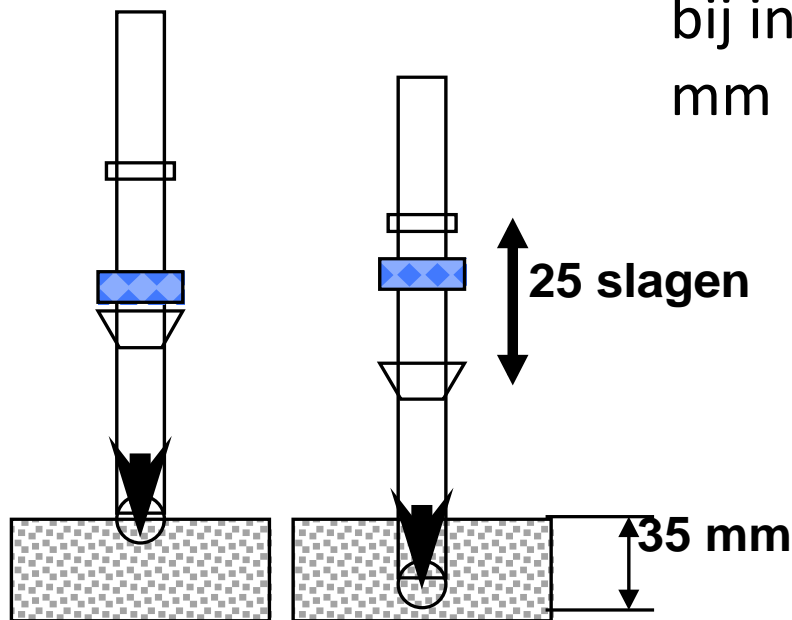
- Beton voor monoliet afgewerkte vloeren
 - naast NEN-EN 206 aparte norm NEN 2743: In het werk vervaardigde vloeren - Kwaliteit en uitvoering van monolitisch afgewerkte betonvloeren en -verhardingen
 - Aanbevelingen
 - schudmaat 450 - 600 mm
 - beheersen temperatuurspanningen
 - beperken bleeding: ten minste 140 liter < 0,250 mm
 - min. C20/25 en min. C = 320 kg

Beton voor monolitisch afgewerkte vloeren

- Aandachtspunten
 - specie stabiliteit
 - opstijfgedrag onder controle
 - consistentie constant houden
 - idem voor water-cementfactor
 - continu storten en verdichten
 - nabehandeling

Beton voor monolitisch afgewerkte vloeren

Tijdstip van afwerken bepalen met HUMM-sonde



Beton voor monolitisch afgewerkte vloeren

- Problemen
 - kans op oerhout → oppervlakteschade
 - bewaking oorsprong toeslagmateriaal
 - ook met lichte delen in menggranulaat
 - losliggende toplaag, kan veroorzaakt zijn door:
 - te hoog luchtgehalte
 - onvoldoende stabiliteit
 - te vroeg opstijven
 - invloed afwerking

Bijzondere uitvoeringsmethoden

- Sduitbeton
 - droge en natte methode
 - verschil in laagdikte
 - droog met lage water-cementfactor, nat hoger
 - beide zeer geschikt voor reparaties
 - terugslag en stofvorming verschillend

Spuitbeton

	droge methode	natte methode
toepassing	constructieve reparaties grote reparaties	plaatselijke reparaties esthetische toepassingen indien weinig overlast gewenst is
water-cementfactor	0,25 – 0,45	0,35 – 0,55 (soms + plast.)
krimpeffecten	minder gevoelig door lage wcf	gevoeliger gemiddeld wat hogere wcf
constructieve reparaties	zeer geschikt	minder geschikt
laagdikte	dikkere lagen mogelijk	dunne lagen (20 – 30 mm)
rebound (terugslag)	20 - 50%	10 – 20%
stofvorming	meer	minder