

Dit informatieblad is een uitgave van de bij VOBN aangesloten betonmortel-fabrikanten.



Zelfverdichtend Beton (ZVB)

Zelfverdichtend Beton (ZVB) is een innovatief product van de betonmortelindustrie dat ontwikkeld is om alle typen betonconstructies zonder gebruik van verdichtingsapparatuur te storten.

ZVB is zeer vloeibaar, waardoor de betonmortel door eigen gewicht uitvloeit en de bekisting vult met een volledige verdichting.

Hierdoor is ZVB geschikt om complexe bekistingvormen zonder trilapparatuur te vullen en gevlochten wapeningsknopen te omsluiten. Door een grote mate van stabiliteit en samenhang van het betonmengsel vindt tijdens het vloeien geen ontmenging plaats, zelfs niet in geval van een hoge wapeningsdichtheid.

Het visceuze en stabiele gedrag van ZVB tijdens de verwerking garandeert een grote mate van homogeniteit en minimale holle ruimten. Dit resulteert in een hoge oppervlakte-dichtheid en daardoor in een duurzame constructie.

Voordelen Zelfverdichtend Beton

De voordelen van ZVB komen vooral tot uiting bij het verwerken. Dit komt ten goede aan de kwaliteit, hetgeen voor de ontwerper weer nieuwe mogelijkheden biedt om meer complexe vormen te realiseren. De eigenschappen van ZVB kunnen daarom vanuit verschillende gezichtspunten beoordeeld worden.

Vanuit verwerking

- Bij grote wapeningsdichtheid is storten zonder verdichten mogelijk (geen grind-nesten door onvolledige verdichting).
- Wanden met sparingen en moeilijk bereikbare plaatsen worden zonder lucht-insluiting gestort.
- Verlichting van de arbeid door eenvoudige verwerking, dus minder arbeid.
- Verbetering van de arbeidsomstandigheden, geen trillingen/geen geluidsoverlast.
- Minder slijtage van bekistingen door het ontbreken van trilapparatuur.

Vanuit kwaliteit

- De grote dichtheid van ZVB levert een hoge dichtheid van het oppervlak en daarmee een duurzame betonconstructie.
- Daar waar aan de oppervlaktekwaliteit van de betonconstructie hoge esthetische eisen worden gesteld, wordt door toepassing van zelfverdichtend beton het optreden van grindnesten en zandlopers voorkomen.
- Minder reparatiekosten.

Vanuit ontwerp

- Complexe betonvormen zijn zonder gebruik van verdichtingsapparatuur te storten
- Mooie gladde afwerking, dus uitermate geschikt voor schoon beton (zichtwerk).



• Bepalen van de viscositeit van ZVB door middel van de trechtertijd.



• Met de J-ringtest wordt vastgesteld dat de betonsamenstelling voldoende om de wapeningsstaven vloeit.

Verwerkingseigenschappen

De eigenschappen van ZVB zijn met name in de verwerkingsfase van belang en dienen afgestemd te worden op de vorm van de te storten constructie en de specifieke omstandigheden waaronder wordt gewerkt. De eigenschappen van ZVB worden bepaald door de vloeimaat en de trechtertijd. De vloeimaat is een maat voor de consistentie, de trechtertijd is een maat voor de viscositeit.

Bij de toepassing van het storten van vloeren is een lage viscositeit gewenst, terwijl voor wanden en kolommen een hogere viscositeit wordt toegepast. In onderstaand schema zijn globaal de grenzen van de vloeimaat en de trechtertijd voor de diverse toepassingen aangegeven.

Zelfverdichtend Beton

Viscositeit	Trechtertijd	Toepassingen					
VF1	<9 sec	Vloeren					
		Wanden				Hoog en slank	
VF2	9-25 sec						
Vloeimaat (mm)		550	650	660	750	760	850
Consistentieklasse		SF1		SF2		SF3	

Wapeningsdichtheid – J-ringtest

PJ 1	12 spijlen
PJ 2	16 spijlen

Er zijn verschillende testmethoden om deze eigenschap van ZVB te toetsen. De in Nederland meest gebruikte zijn de V-funneltest, J-ringtest en de zeef stabiliteitstest. De proef met de J-ring kan worden uitgevoerd met 12 of met 16 spijlen, afhankelijk van de korrelgrootte van het grove toeslagmateriaal. De normen voor de ZVB testmethoden zijn uitgegeven onder de nummers EN 12350- 8 t/m 12.

In de tabel zijn globaal de gebieden aangegeven voor de diverse toepassingen. Opvallend hierbij is dat bij toenemende trechtertijd ook een grotere vloeimaat hoort, zoals voor hoge en slanke constructies. In de praktijk wordt in verschillende termen over vloeibare species gesproken, zonder dat het onderscheid daarbij altijd duidelijk is. De betonspecies welke zijn aangeduid als vloeibaar, verdichtingsarm en zelfverdichtend dienen daarom gespecificeerd te worden op basis van vloeimaat en trechtertijd. Alleen dan is toetsing op verwerkingseigenschappen mogelijk.



• Voor het bepalen van de stabiliteit van de ZVB samenstelling wordt de hoeveelheid uitvloeiing, ofwel segregatie, op een vastgestelde zeefmaat gemeten.

Stabiliteit

Onder de stabiliteit van een ZVB-mengsel verstaan we de weerstand tegen segregatie of ontmenging. De stabiliteit is van groot belang voor de homogeniteit en de kwaliteit van het betonmengsel. Met name bij hoge vloeibaarheid bestaat kans op ontmenging. De beton-technoloog kan met de juiste keuze van grondstoffen een ZVB-samenstelling ontwerpen die tot een stabiel mengsel leidt. Niet alleen het vloeien van de specie, maar ook de mate waarin de specie rondom obstakels als wapening blijft vloeien zonder te ontmengen, is een belangrijke eigenschap van ZVB.

Men spreekt dan over de capaciteit van het ZVB-mengsel om langs wapening en nauwe openingen te vloeien, zonder dat blokkeren of ontmengen optreedt. De grootte en hoeveelheid van de te passeren openingen zijn mede bepalend voor de toe te passen korrelgrootte van het toeslag-materiaal en derhalve voor de samenstelling van ZVB. Er bestaan verschillende testmethodes om deze eigenschap van ZVB te toetsen, bijvoorbeeld de met de Boxtest en de Vesseltest.

Eisen aan bekisting

■ Betonoppervlak

De benodigde aandacht ter voorbereiding van de bekisting bij toepassing van ZVB is groter dan die bij standaard beton. Dat heeft te maken met het feit dat de oppervlakte van het beton bij toepassing van ZVB een kwalitatief hoogwaardige afspiegeling is van de bekisting. Lekkage van specie kan ter plaatse van naden in de bekisting optreden en de oppervlakte-kwaliteit beïnvloeden. Echter, bij ZVB komen grindnesten en zandstrepen zoals bij normaal getrild beton niet voor.

■ Ontkistingsmiddelen

Het betonoppervlak van ZVB is veelal van hoogwaardige kwaliteit en daarom dient er extra aandacht gegeven te worden bij de keuze van het type ontkistingsmiddel. Met name bij weinig absorberende bekistingoppervlakken kan een overmaat aan bekistingolie resulteren in vlekken, kleven van luchtbellen en andere onvolkomenheden. Plantaardige, minerale of in water opgeloste ontkistingsmiddelen dienen in zeer dunne lagen opgebracht te worden. ZVB zal ingesloten lucht tussen bekisting en specie bij normale stijgsnelheid toestaan te ontsnappen. Daarom dient ook het ontkistingsmiddel hierop afgestemd te worden, zodat de lucht daadwerkelijk op het raakvlak van de bekisting kan ontsnappen. Goede afstemming tussen bekisting en ontkistingsmiddel is noodzakelijk om een goed resultaat te behalen. Het opzetten van een proef is daarbij gewenst.

■ Speciedruk

Voor het verloop van de betonspeciedruk over de hoogte van een wandbekisting dient de hydrostatische verdeling aangehouden te worden. Algemeen zal het opstijfgedrag van ZVB tijdens het storten niet in rekening gebracht kunnen worden, tenzij uit proeven is gebleken dat het thixotropische gedrag van het ZVB-mengsel en de stijgsnelheid in de bekisting anders aangeven. De stijfheid van de bekisting en de sterkte van de centerpennen dienen hierop dan ook afgestemd te worden.

Nieuwe methoden voor de verwerking van ZVB maken het mogelijk de betonmortel van onderuit in de bekisting te pompen/persen. In dat geval is de pomp via een speciale koppeling voorzien van een afsluiter, welke met de bekisting is verbonden. Het ontwerp van de bekisting moet ter plaatse van de aansluiting meer dan de volledige hydrostatische druk van ZVB kunnen weerstaan.

Materiaaleigenschappen in verharde toestand

De materiaaleigenschappen in de verharde toestand van met ZVB vervaardigde constructies zijn gelijkwaardig aan traditioneel verdicht beton. Derhalve kunnen de in de normen gehanteerde eigenschappen als druksterkte, treksterkte, elasticiteits-modulus, krimp en kruip, thermisch uitzettingscoëfficiënt, aanhechting wapening, brandbestendigheid en duurzaamheid conform de rekenregels worden toegepast. De grote dichtheid van ZVB levert hogere druksterktes dan bij normale betonsamenstellingen, zodat in het algemeen met ZVB-sterkteklassen hoger dan C20/25 gerealiseerd zullen worden.

Toepassingsgebied

- Gevels in schoon beton.
- Complexe vormgeving in bruggen en viaducten.
- Wanden bij spoorwegonderdoorgangen (eerst het dek en daarna de wand onder het dek storten).
- Bij ondergronds bouwen (Haagse tramtunnel/Noord-Zuidlijn Amsterdam).
- Sparingen in wanden, penanten onder raamopeningen in een werkfase zonder verdichting te storten.



• Pompen/persen van mortel in tunneldek.



• Pompen/persen van mortel in wand.

Duurzaam bouwen met beton?

Beton is een veelzijdig en betrouwbaar bouw materiaal, dat duurzame bouwprojecten mogelijk maakt. Het keurmerk Beton Bewust garandeert de duurzame productie van betonmortel. Samenwerken met een betoncentrale die dit keurmerk mag voeren, verschaft zekerheid. U kunt er op rekenen dat de betonfabrikant meedenkt en een hoogwaardige bijdrage levert aan de duurzame doelstellingen van uw bouwproject.

Meer informatie: www.betonbewust.nl



VOBN

Postbus 383
3900 AJ Veenendaal
T 0318 55 74 74
F 0318 55 74 70
E info@vobn.nl
W www.vobn.nl

Aandachtspunten bij de verwerking

Bij het storten met een kubel of een pomp dient de valhoogte van de specie zoveel mogelijk beperkt te worden, zodat zo min mogelijk lucht wordt ingebracht. Daarom bij voorkeur 'nat in nat' storten, d.w.z. de stortpijp of slang in de reeds gestorte specie steken. Algemeen dient niet te snel gestort te worden, zodat de specie de kans krijgt om dicht te vloeien en te ontluichten voor zover er lucht met het storten is ingebracht. Het storten dient vanuit vooraf geselecteerde locaties in de bekisting plaats te vinden.

In speciale gevallen, bijvoorbeeld als men moeilijk van bovenaf kan storten, is het mogelijk de specie van onderaf in de bekisting op te pompen. Hierbij kunnen met name bij de aankoppeling speciedrukken optreden die groter zijn dan de hydrostatische druk. Daarom dient men te zorgen voor een overloop ter voorkoming van overdruk en luchtinsluitingen.

ZVB gedraagt zich niet als water, maar als een stroperige specie die afhankelijk van de viscositeit langzamer of sneller door de bekisting vloeit. Ter voorkoming van ontmenging dient men voor een verdeling van de stortpunten te kiezen, die afhankelijk van het vloeigedrag niet verder dan 10 m uit elkaar liggen.

Verder zal rekening gehouden dienen te worden met de terugloop van de verwerkings-eigenschappen, ca. 1,5 uur na aanmaak. Dit is vooral van belang bij langere rijtijden (rijtijden van ca. 45 min) en in het algemeen lage stortnelheden van 10 á 15 mD/uur.

Bij toepassing van ZVB dient in het algemeen het gebruik van trilapparatuur te worden vermeden om uitzakken van de grove toeslagmaterialen te voorkomen. Ook zal, als na een stortonderbreking het stortvlak velvorming door opstijving vertoont, de stortmethode aangepast dienen te worden, respectievelijk het stortvlak opgeruwd dienen te worden. Hiermee wordt de kans op onthechting aan het oppervlak van de stortonderbreking voorkomen.

ZVB is gevoelig voor uitdroging aan het stortoppervlak. Nabehandeling dient derhalve direct na het storten plaats te vinden, voor het verkrijgen van een duurzaam resultaat.

Levering volgens certificaat

In de betonnorm NEN-EN 206-1 zijn geen aanvullende eisen gesteld voor ZVB.

Het KOMO-productcertificaat voor betonmortel is ook van toepassing op zelfverdichtend beton. In de Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 1801 zijn producteisen opgesteld waaraan zelfverdichtend beton dient te voldoen. Zo geldt voor consistentieklasse F6 een vloeimaat van 540 – 660 mm en voor consistentieklasse F7 geldt een vloeimaat van 630 – 800 mm. De levering van ZVB geschiedt op basis van productspecificaties, zoals trechtertijd en vloeimaat, naast de van toepassing zijnde sterkteklasse en milieuklassen.

Het voldoen aan de gewenste productspecificaties van ZVB vraagt om gericht onderzoek naar de te verwerken grondstoffen. Dit betekent dat de voorbereidingstijd langer is dan voor de standaard betonmortelproducten. Men dient daarom ruimschoots vooraf zijn wensen met de betoncentrale te overleggen, zodat voldoende voorbereidingstijd voor levering beschikbaar is.

Checklist verwerking ZVB

- beperk vloeiafstand 5 – 10 m
- beperk vrije valhoogte < 1 m
- afstemmen van storttempo i.v.m. continu storten: nat in nat
- tijdige verwerking (binnen 90 min) i.v.m. terugloop vloeibaarheid
- ronde kolom met hoekvulling: tempex druk in met ZVB: geen hoekige kolom
- bespreek de toepassing van ZVB, afstemmen met betonmortelleverancier
- voorkom insluiten lucht in wandbekisting