



In januari 2014 is er een herziening verschenen van de Europese norm NBN EN 206-1 met betrekking tot de specificatie, de eigenschappen, de vervaardiging en de conformiteit van beton. In vergelijking met zijn vorige versie uit 2001, bevat deze herziene norm NBN EN 206 enkele bijkomende eisen voor het beton dat bestemd is voor speciale geotechnische werkzaamheden.

Specificatie van een beton voor diepwanden

Deze eisen spruiten voort uit de plaatsingswijze van het beton in funderingen, zoals het geval is bij diepwanden waarbij het beton door middel van buizen op grote diepte (tot 30 m, of zelfs meer) gestort wordt in een steunvloeistof (bentoniet-suspensie) die de stabiliteit van de uitgegraven sleuf verzekert.

De meeste van deze eisen zijn niet nieuw, aangezien ze reeds vermeld werden in enkele specifieke normen met betrekking tot de uitvoering van speciale geotechnische werkzaamheden, waaronder de norm NBN EN 1538 omtrent diepwanden.

Vroeger baseerden vele voorschrijvers zich bij de bestelling van beton voor diepwanden enkel op de norm NBN EN 206-1 en zijn bijlage NBN B 15-001 en zagen ze de eisen uit de norm NBN EN 1538 inzake de uitvoering ervan dikwijls over het hoofd.

Dit gaf niet zelden aanleiding tot moeilijkheden op de werf: uitvoeringsproblemen

door een ontoereikende en niet-behouden vloeibaarheid tijdens het storten, een zwakke aanhechting tussen de lagen ten gevolge van een te snelle verharding, de aanwezigheid van waterafscheidingskanalen door een overmatige 'bleeding', een onvoldoende wapeningsdekking, holtes... Gelet op het feit dat dezewanden meestal een definitieve functie vervullen met een verwachte levensduur van 50 jaar of meer, is het van groot belang dat ze geen significante onvolkomenheden vertonen. Men dient immers niet alleen te waken over de levensduur, maar ook te vermijden dat er tijdens de uitgraving grond of grondwater in de bouwput zou terechtkomen. Dit zou namelijk aanleiding kunnen geven tot belangrijke meerkosten voor de herstelling of – erger nog – tot schade aan de omgeving.

Aangezien tal van eisen uit de Europese norm slechts een 'informatief' karakter hebben en door elke lidstaat afzonderlijk vastgelegd moeten worden, zou de norm NBN EN 206 in 2016 aangevuld moeten worden met een herziening van de nationale bijlage NBN B 15-001. In het geval van speciale geotechnische werkzaamheden hebben de eisen voor diepwanden echter reeds een normatief karakter, vermits ze in de normatieve bijlage D opgenomen zijn.

Naast de aspecten die noodzakelijk zijn voor elke betonspecificatie (mechanische sterkte, omgevingsklassen of blootstellingsklassen voor de duurzaamheid ...), dient men er bij de betonspecificatie voor diepwanden voor te zorgen dat het:

- een zeer goede verwerkbaarheid heeft
- een grote ontmengingsweerstand vertoont
- in staat is om op doeltreffende wijze

onder invloed van de zwaartekracht verdicht te worden

- gedurende het volledige betonneringsproces verwerkbaar blijft.

De specificatie moet niet alleen in overeenstemming zijn met de norm NBN EN 206 en de toekomstige herziening van de bijlage NBN B 15-001, maar ook de hieronder beschreven elementen bevatten.

1 De druksterkte

De druksterkte wordt vastgelegd door het studie bureau teneinde de stabiliteit van de diepwanden te verzekeren. Voor de uitvoering is er niettemin een aanzienlijke hoeveelheid cement nodig. Dit kan leiden tot een beton met een hogere sterkteklasse dan deze die om mechanische redenen vereist wordt.

2 De omgevingsklasse

Om de duurzaamheid van het beton te verzekeren, moet het over een minimaal cementgehalte en een maximale watercement-verhouding beschikken en dit, in functie van de omgevingsklasse (zie de [WTCB-Dossiers 2006/2.10](#)) of de blootstellingsklassen en het feit of het beton al dan niet gewapend is. Onder de vorstgrens moet het beton voor diepwanden gewapend zijn en tot omgevingsklasse EE1 behoren.

3 De maximale korrelgrootte van het granulaat

De D_{sup} - en D_{inf} -waarden dienen gespeci-

Schade vastgesteld aan diepwanden





ficeerd te worden. Het gaat hier respectievelijk om de grootste en de kleinste toelaatbare afmeting voor de granulaten van de korrelklasse d/D . De werkelijk in het beton gebruikte D -waarde moet tussen deze waarden begrepen zijn en wordt D_{\max} genoemd.

De D_{\sup} -waarde mag niet groter zijn dan 32 mm of een kwart van de afstand tussen de langsstaven (waarbij de laagste van beide waarden weerhouden wordt).

Indien men een bepaalde D_{\max} -waarde wil bekomen, mag D_{\inf} gelijk zijn aan D_{\sup} .

4 De consistentieklasse

Voor de uitvoering van diepwanden is een hoge vloeibaarheid vereist. Hiertoe moet men een zetmaat van 220 mm \pm 40 mm voorzien.

5 Bijkomende eisen

Naast voornoemde basiseisen moet er volgens de norm NBN EN 206 nog aan een aantal andere aanvullende eisen voldaan worden die essentieel zijn voor een correcte uitvoering van de diepwanden.

5.1 Het minimale cementgehalte

Het cementgehalte dat voortvloeit uit de keuze van de omgevingsklasse volstaat in geen geval om voor het beton een hoge vloeibaarheid en een goede stabiliteit te bekomen. Het cementgehalte moet overeenstemmen met de eisen uit onderstaande tabel en dit, rekening houdend met de D_{\max} -waarde.

5.2 De continue korrelverdeling

Het granulaire skelet moet continu zijn om het optreden van ontmenging zoveel mogelijk te vermijden.

5.3 Het fijn stof- en zandgehalte

Wanneer D_{\max} gelijk is aan 32 mm, moet het zandgehalte ($D \leq 4$ mm) van de granulaten groter zijn dan 40 % zonder de continuïteit van de korrelverdelingscurve in het gedrang te brengen.

De totale massa van de fijne deeltjes ($D \leq 0,125$ mm) in de betonsamenstelling (met inbegrip van het cement en de andere fijne stoffen) moet tussen 400 en 550 kg/m³ gelegen zijn.

5.4 Het behoud van de consistentie

Gelet op de bijzondere plaatsingswijze en de lange stortduur (meerdere uren) van een diepwandpaneel, dient de in § 4 gespecificeerde consistentie gedurende de volledige theoretische stortduur behouden te blijven. Bij gebrek aan andere specificaties, moet de verwerkbaarheid van het beton gedurende 30 minuten na de eventuele toevoeging van hulpstoffen en het hermengen van het beton behouden blijven. Indien er een langere verwerkbaarheid vereist is, moet dit gespecificeerd worden.

Het gebruik van niet-poreuze granulaten is vereist. Bij toepassing van gerecycleerde of poreuze granulaten kan het behoud van de consistentie in de tijd immers in het gedrang komen.

5.5 De waterafscheiding

De waterafscheiding van het beton moet beperkt worden, zelfs wanneer er geen enkele eis hieromtrent opgenomen is in de nieuwe norm NBN EN 206. Bij een overmatige 'bleeding', kunnen er waterafscheidingskanalen ontstaan. Indien de totale waterafscheiding bepaald wordt aan de hand van de Europese norm NBN EN 480-4, moet deze begrensd worden tot 1%. Indien men zich hiervoor op de Amerikaanse norm ASTM 232 baseert, dient de waterafscheidingsnelheid beperkt te zijn tot 0,1 ml/min. Er bestaan eveneens proeven (bv. de Bauerproef) die aangepast zijn aan funderingen en waarbij rekening gehouden wordt met de drukomstandigheden in

diepfunderingen. De EFFC/DFI beveelt een grenswaarde van 15 l/m³ aan voor een volgens deze proef uitgevoerde meting. In België wordt de grens vaak vastgelegd op 13 cc, wat overeenkomt met 8,7 l/m³.

5.6 Low-Alkali-cement

Gelet op de aanwezigheid van grondwater, is het gebruik van Low-Alkali-cement aangewezen.

5.7 Cement met een hoge sulfaatbestendigheid

Indien het beton in contact staat met in de grond of het water aanwezige sulfaten (> 600 mg/kg in het water of > 3.000 mg/kg in de grond), dient men volgens de norm NBN B 12-108 terug te grijpen naar een cement met een hoge sulfaatbestendigheid. De omgevingsklasse EA2 of EA3 moet eveneens toegevoegd worden aan de in § 2 besproken klasse.

6 Besluit

De basiseisen uit de norm NBN EN 206-1 en zijn bijlage NBN B 15-001 waren verre van toereikend voor de specificatie van een beton voor diepwanden. De meeste van deze lacunes werden weggewerkt door de herziening van deze norm. Deze zou echter nog aangevuld moeten worden door een aantal eisen in verband met de waterafscheiding. |

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB
M. Roovers, ir., voorzitter van de ABEF
N. Huybrechts, ir., afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB

Minimaal cementgehalte voor diepwanden

| D_{\max} [mm] | Minimaal cementgehalte [kg/m ³] |
|-----------------|---|
| 32 | 350 |
| 22,4 | 380 |
| 16 | 400 |