

Bijzonder bestek
STABILITEIT

***Gewapend betonnen kelders, liftputten en
vloeistof(weer)houdende constructies***

Studiebureau stabiliteit

S.E.C. bvba

Ten Bosse 106

9800 Deinze

rel. 23/06/2017

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden doormiddel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur, tenzij in het kader van een stabiliteitstudie van SEC bvba

10.00 Grondwerken en onderbouw

10.60 Bemaling

10.61 Vooronderzoek

o Uitvoering

De aanbieder laat een vooronderzoek uitvoeren voor de bemaling, zoals dit bedoeld is in de “Richtlijnen Bemalingen” van september 2009. Dit document is verkrijgbaar bij het WTCB. De term “ontwerper”, zoals deze gebruikt wordt in het document “Richtlijnen Bemalingen” dient in het kader van dit bestek te worden geïnterpreteerd als “de ontwerper van de bemaling”.

Het vooronderzoek bestaat erin de bestaande relevante gegevens te verzamelen aan de hand van (doch niet noodzakelijk beperkend tot) Databank Ondergrond Vlaanderen; grondmechanische kaarten (voor zover beschikbaar); oude en nieuwe geologische kaarten en quartairkaarten; bodemkaarten; kwetsbaarheidskaarten; historische kaarten (voor zover beschikbaar); grondwaterverziltingskaarten (indien van toepassing); hydrologische kaarten (in het Waals Gewest) en de profieltypekaarten van de Holocene kustafzettingen (indien van toepassing).

In het kader van het vooronderzoek wordt minstens het noodzakelijk aantal peilbuizen geplaatst, noodzakelijk voor een werk van categorie 1 volgens de “Richtlijnen Bemalingen”, met een minimum van 1 peilbuis per watervoerende laag. De resultaten van opmetingen in de peilbuizen worden geanalyseerd.

De ontwerper van de bemaling maakt een verslag op van zijn opzoekingswerk . In dit verslag wordt de geologische en de lithologische opbouw van de werfsite weergegeven, alsook de opeenvolging en de diktes van de verschillende watervoerende en waterremmende lagen. Er worden aanwijzingen gegeven voor het eventueel uit te voeren aanvullend grondonderzoek.

De verslag van het vooronderzoek wordt schriftelijk aan de bouwdirectie overgemaakt.

o Opmeting

Som over het geheel (SOG)

10.62 Grondwaterverlaging

o Uitvoering

Indien uit de opmeting in de peilbuis blijkt dat het grondwater zich op minder dan 0.50 m onder het laagste uit te graven niveau bevindt, zal worden overgegaan tot grondwaterverlaging. Het freatisch oppervlak dient neergeslagen te worden tot 0.50 m onder het laagste uit te graven niveau.

De aannemer grondwaterverlaging zal minstens één industrieel ingenieur bouwkunde of één burgerlijk ingenieur bouwkunde gespecialiseerd in grondmechanica en grondwaterverlaging of een geoloog met specialisatie hydrologie, te werk stellen, die de werken zal begeleiden en opvolgen. Zo niet zal hij een externe adviseur aanstellen met dezelfde competenties.

De aannemer bied de voor hem meest aangewezen wijze van bemaling aan, zich baserend op zijn expertise. Indien na het uitvoeren van het vooronderzoek en eventuele bijkomende proeven en onderzoek zou blijken dat het voorgestelde bemalingsstelsel niet kan worden weerhouden, is de bouwheer gemachtigd een nieuwe afzonderlijke offerte aan te vragen, en de post “grondwaterverlaging” te schrappen uit voorliggende aanneming. Hierbij is hij geen schadevergoeding verschuldigd, van welke vorm dan ook.

De aannemer zal 3 weken voor het aanvatten van de bemaling een schriftelijk verslag afleveren met de uiteenzetting van het concept van bemaling, conform hfst. 5 van de Richtlijnen Bemalingen. Deze conceptstudie wordt ondertekend door de hierboven vermelde specialist, met vermelding van zijn hoedanigheid.

In deze conceptstudie zal desgevallend ook de noodzakelijke monitoring worden beschreven. De uitvoering van de monitoring is niet in deze post begrepen.

De conceptstudie omvat eveneens de risicoanalyse, conform hfst. 7 van de Richtlijnen Bemalingen.

De aannemer zal 1 week voor het aanvatten van de bemaling een schriftelijk verslag afleveren met het gedetailleerd bemalingsplan, conform hfst. 9 van de Richtlijnen Bemalingen. Deze gedetailleerd bemalingsplan wordt ondertekend door de hierboven vermelde specialist, met vermelding van zijn hoedanigheid.

Het droog houden van bouwputten en sleuven omvat :

- het opmaken van het concept van de bemaling en het afleveren van de bijhorende rapportering hieromtrent;
- opmaken van de hierboven beschreven risicoanalyse;
- het opmaken van het gedetailleerd bemalingsplan en het afleveren van de bijhorende rapportering; hieromtrent;
- de instandhouding; het voorkomen van waterstagnatie;
- het afdekken van putten en sleuven waar nodig;
- het verlagen van het grondwaterpeil waar nodig, vanaf de uitgraving tot en met de aanvulling;
- de levering, het in werking stellen en naderhand demonteren van de pompinstallatie;

- alle middelen nodig om een continue werking van het pompsysteem te verzekeren;
- de controle van de grondwaterstand (piëzometerbuizen);
- de opslag en afvoer van het water.

- **Opmeting**

Som over het geheel (SOG)

10.70 Wederaanvullingen, onderfunderingen, zuiverheidslagen

10.72 Onderfundering in mechanisch verdicht zand

- **Uitvoering**

De aanvulling met zand heeft een maximale totale hoogte van 60 cm. Indien de aanvulling over de gehele oppervlakte of over een deel van de oppervlakte meer bedraagt dan 60 cm, dan zal de dikte die de 60 cm overschrijdt in gestabiliseerd zand worden uitgevoerd (zie 10.73).

De aanvulling met zand gebeurt in lagen die in geen geval een dikte hebben van meer dan 20 cm. Het zand wordt met behulp van daartoe geschikte trilplaten of trilwals verdicht. Het verdichten gebeurt per laag minstens in 4 kruislings en overlappend uitgevoerde gangen. De grondwaterstand moet tijdens het trillen minstens 50 cm onder het aanlegniveau van de zandaanvulling gelegen zijn. Op de werf zal een kijkput gemaakt worden waaruit de grondwatersant kan afgeleid worden. Bij toepassing van relatief zware trilapparatuur (gewicht groter dan 600 kg) wordt de bovenste laag na het passeren van het apparaat weer los geschud. Het is dan noodzakelijk het funderingsniveau na te trillen met een lichte trilplaat. Het verdichten met vrachtwagens of bulldozers wordt als onvoldoende beschouwd.

Het zand voldoet aan de criteria van ‘zand voor onderfunderingen’ volgens III-6.2.2 van het Standaardbestek 250 voor de wegenbouw (SB250). Enkel natuurlijk zand komt in aanmerking. Als natuurlijk zand worden beschouwd: als dusdanig ontgonnen zand dat voldoet aan NBN B11-011; zand afkomstig van het breken van ongesorteerd en ongewassen berggrind (Limburgs groefgrind) en zand afkomstig van het breken van natuurlijke steenachtige materialen (brekerzand). Zand afkomstig van slak wordt niet beschouwd als natuurlijk zand. Het watergehalte van het zand dient tijdens het verdichten gelegen te zijn tussen 8 en 15 %.

De toleranties in min en in meer op de peilen van een willekeurig profiel van het oppervlak, afgeleid van de profielen op de plans, zijn 1,5 cm.

De samendrukbaarheidsmodulus is minstens 25 MPa volgens het Typebestek 150 of de norm DIN 18 134. Er zullen minstens 1 plaatproef per 500 m² uitgevoerd worden met een minimum van 2 proeven. Bij werven met een bebouwde oppervlakte kleiner dan 250 m² worden geen plaatproeven opgelegd. De plaats van de proeven worden door de

ingenieur aangeduid. De kosten gepaard gaande met deze proeven zijn in de eenheidsprijs verrekend.

- **Hoeveelheid**

Bij algemene funderingsplaten, paalfunderingen en putfunderingen : de netto oppervlakte tussen de balken, vermenigvuldigd met de effectieve dikte.

Bij heraanvullingen rond kelders en liftputten: de oppervlakte tussen de buitenafmetingen van de wanden en de omtrekslijn getekend op 80 cm buiten de wanden, vermenigvuldigd met de effectieve hoogte

- **Non-conformiteiten**

Indien de samendrukbaarheidsmodulus niet behaald werd bij de eerste beproeving zal de verdichting worden verder gezet. Na het verdichten worden de hierboven beschreven plaatproeven terug uitgevoerd tot voldoening volgt.

10.73 Onderfundering in gestabiliseerd zand

- **Uitvoering**

De onderfundering wordt uitgevoerd met gestabiliseerd zand in één of meerdere lagen. Het gestabiliseerd zand bevat minstens 100 kg cement per m³ zand.

De laagdikte bedraagt nooit meer dan 20 cm. Het gestabiliseerd zand wordt met behulp van daartoe geschikte trilplaten of trilwals verdicht. Het verdichten gebeurt per laag minstens in 4 kruislings en overlappend uitgevoerde gangen. De grondwaterstand moet tijdens et trillen minstens 50 cm onder het aanlegniveau van de zandaanvulling gelegen zijn. Op de werf zal een kijkput gemaakt worden waaruit de grondwaterstand kan afgeleid worden. Bij toepassing van relatief zware trilapparatuur (gewicht groter dan 600 kg) wordt de bovenste laag na het passeren van het apparaat weer los geschud. Het is dan noodzakelijk het funderingsniveau na te trillen met een lichte trilplaat. Het verdichten met vrachtwagens of bulldozers wordt als onvoldoende beschouwd.

De toleranties in min en in meer op de peilen van een willekeurig profiel van het oppervlak, afgeleid van de profielen op de plans, zijn 1,5 cm.

- **Hoeveelheid**

Bij algemene funderingsplaten, paalfunderingen en putfunderingen : de netto oppervlakte tussen de balken, vermenigvuldigd met de effectieve dikte.

Bij heraanvullingen rond kelders en liftputten: de oppervlakte tussen de buitenafmetingen van de wanden en de omtrekslijn getekend op 80 cm buiten de wanden, vermenigvuldigd met de effectieve hoogte

10.74 Zuiverheidsbeton

○ **Uitvoering**

De zuiverheidslaag wordt uitgevoerd met gestabiliseerd zand of mager beton. Het gestabiliseerd zand zal minstens 100 kg cement per m³ zand bevatten.

De dikte bedraagt minstens 7 cm. De grondwaterstand moet tijdens het verdichten minstens 50 cm onder het aanlegniveau van de zuiverheidslaag gelegen zijn.

De toleranties in min en in meer op de peilen van een willekeurig profiel van het oppervlak, afgeleid van de profielen op de plans, zijn 1,5 cm.

○ **Hoeveelheid**

Netto oppervlakte, vermenigvuldigd met 0.07 m.

10.76 PE-folie

○ **Uitvoering**

Op de onderfundering wordt een PE-folie geplaatst met een minimale nominale dikte van 0,2 mm. De folie wordt geplaatst met een overlap van minstens 20 cm.

○ **Opmeting**

De oppervlakte afgelijnd door de buitenomtrek van de plaat wordt in rekening gebracht. De overlappingsen zijn dus inbegrepen in de eenheidsprijs.

○ **Hoeveelheid**

De PE-folie wordt forfaitair gerekend als de omschreven oppervlakte van de fundering, vermeerderd met 10 %.

13 Speciale funderingen

13.80 Gewapend betonnen kelders en liftputten

○ Inleidende nota

Dit bestek is opgemaakt uitgaande van de norm NBN EN 1992-1 en NBN EN 1992-3 (Constructies voor kerens en opslaan van stoffen). Dit bestek is onafscheidelijk verbonden met de stabiliteitsplannen, en mag niet afzonderlijk verspreid worden.

De betonnen constructie zal voldoen aan de dichtheidsklasse 2 volgens tabel 7.105 van NBN EN 1992-3.

Bij het opmaken van de plannen en het bestek werd rekening gehouden met de bevindingen van CUR 85 (Scheurvorming door krimp en temperatuurwisseling in wanden) en de richtlijnen uit het Febelcem-document “Aanbevelingen voor de bouw van waterzuiveringsinstallaties in beton” en de Technische Voorlichtingsnota 247 van het WTCB : TV 247 “Ontwerp en uitvoering van vloeistofdichte betonconstructies”. Een meer gedetailleerde argumentatie van de verschillende facetten die aan de basis liggen van dit bestek is te vinden in de “belangrijke nota”, achteraan dit bestek.).

De beschrijving van de te volgen uitvoeringsmodaliteiten is erop gericht zowel de totale krimp als het krimpverschil tussen vloerplaat en wanden tot een minimum te beperken. Daarenboven is de beschrijving erop gericht temperatuursgradiënten tussen plaat en wanden zo klein mogelijk te houden en de treksterkte van het beton te maximaliseren.

De aannemer zal een gedetailleerde planning opmaken van de werken en deze voorleggen aan het studiebureau. Daarnaast zal elke betonlevering worden bijgehouden op een lijst van het type B2.1 (bijlage B2 bij dit bestek). De aannemer zal de checklist “ter plaatse gestorte kelder in waterdicht beton” bijhouden en ter beschikking houden van het studiebureau. Deze lijst moet steeds op de werf aanwezig zijn.

Indien van deze beschrijving en de plannen wordt afgeweken, zal de aanbieder op eigen kosten en verantwoordelijkheid een studie ter goedkeuring afleveren waarbij aangegeven wordt op welke wijze, ondanks de afwijkende uitvoering, aan de gestelde eisen van waterdichtheid kan worden voldaan. De rekenwijze volgens NBN EN 1992-1 en NBN EN 1992-3, aangevuld met CUR 85 zullen hierbij verplicht gehanteerd worden. De aanbieder zal in dit geval zowel de onverdeelde verantwoordelijkheid voor het ontwerp als de uitvoering van de waterdichtheid dragen.

○ Nota voor de bouwheer

Onderstaande tekst is een korte samenvatting van de meer uitgewerkte tekst die bestektekst te vinden is.

Beton is een materiaal dat slechts een beperkte weerstand heeft tegen trekspanningen. Daarom wordt gewapend beton ook steeds berekend uitgaande van een gescheurde toestand. Om dezelfde redenen worden in gewapend beton bepaalde scheuren toegestaan. Deze scheuren ontstaan onder andere door de buiging van de wanden door de gronddruk en de waterdruk, maar ook door het krimpen van het beton, en in het bijzonder door het krimpverschil tussen de vloerplaat en de wanden.

Elke betonnen constructie zal in al dan niet beperkte mate water of damp doorlaten. Bij kelders van de dichtheidsklasse 2 volgens de norm NBN EN 1992-3 is een minimale hoeveelheid lekken toegelaten. Alle maatregelen moeten genomen worden om doorgaande scheuren te vermijden. Het bestek is in die zin opgesteld.

De vaststelling dat beperkte lekken zelf in klasse 2 toegestaan zijn, leidt er toe te moeten besluiten dat hiermee rekening moet worden gehouden bij de afwerking van vloer en wanden. Dit impliceert niet dat deze steeds zichtbaar moeten blijven, maar wel dat de afwerking zo moeten worden opgevat dat de eventuele (al dan niet beperkte) lekken geen schade veroorzaken aan de afwerking. Wenst men elke mogelijke lek te voorkomen, dan moet men noodzakelijkerwijze overstappen op constructies van de klasse 3 (voorgespannen beton), wat uiteraard weinig courant is, en de kostprijs zeer sterk zal verzwaren. Door dit bestek aan te wenden verklaart de bouwheer hier omtrent in voldoende mate te zijn ingelicht.

Zelfs als hieronder beschreven maatregelen genomen worden is het niet uit te sluiten dat er toch nog verticale scheuren ontstaan onderaan de wand. De ervaring leert dat deze kans zeer klein is. De bijkomende kosten om deze restkansen te verkleinen zijn vrij hoog (zwaardere wapening, staalvezels, ...) en zullen de kans tot optreden van deze scheuren nooit volledig uitsluiten. Vandaar wordt in dit bestek voorzien in de uitvoering van injecties in deze scheuren. Onder de strikte voorwaarde vermeld in dit bestek zullen de kosten die gepaard gaan met deze injecties ten laste zijn van de bouwheer.

13.81 Massabeton

o Uitvoering

Het massabeton heeft tot doel de ondergrondse constructie te verzwaren, teneinde opdrijven tegen te gaan. Het beton voldoet aan onderstaande criteria:

Sterkteklasse C20/25

Omgevingsklasse EE1

Consistentieklasse S4/F4

Max. nom. korrelgrootte 28 mm

Soortgelijk gewicht : minimaal 2350 kg/m³

Na het storten wordt het beton met een hark opgeruwd.

o Opmeting

Het netto-volume wordt in rekening gebracht. De eventuele wapening wordt afzonderlijk verrekend (post 13.90)

13.82 Vloerplaat

13.82.01 Vloerplaat in niet gepolierd beton

o Uitvoering

De vloerplaat worden uitgevoerd conform de plannen en met beton die voldoet aan onderstaande criteria:

Sterkteklasse C30/37

Omgevingsklasse EE1

Consistentieklasse S4/F4

Max. nom. korrelgrootte 20 mm

Wateropsloppingsklasse WAI (0.50)

Granulaat : gebroken kalksteen

Cementtype : CEM III/B 42,5 N LH HSR LA

0.900 kg polypropyleenvezels per m³ beton

Het beton dient geleverd door een centrale die voorkomt op de meest recente lijst van BENOR-gekeurde centrales (www.be-cert.be).

Bij kans op vorst binnen de 72 uren na het storten mag niet gestort worden. De temperatuur van het aangevoerde beton mag niet hoger zijn dan de weekgemiddelde omgevingstemperatuur vermeerderd met 3°C.

De vloer mag niet worden uitgevoerd bij temperaturen boven de 25 °C, bij winderig weer of bij een kans van meer dan 70% op regen. De wachttermijnen die het afwachten van de juiste weersomstandigheden met zich brengen worden beschouwd als 'weerverlet'.

De vloerplaat wordt door besprenkeling of door afdekking met folie vochtig gehouden tot het uitvoeren van de wanden.

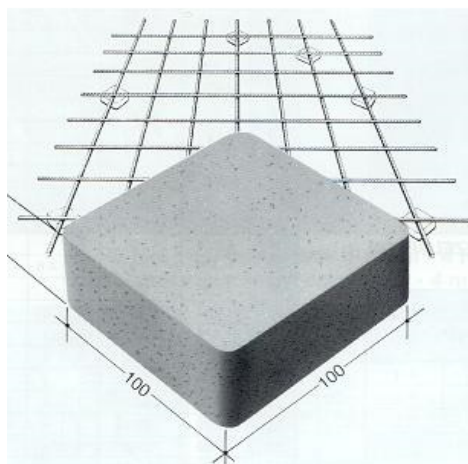
Indien de temperatuur dit toelaat wordt een plastificeerder - bindingsvertrager gebruikt. Bij kans op vorst is deze ingreep uitgesloten.

De polypropyleenvezels bestaan uit enkelvoudige vezels. Zij hebben een gemiddelde lengte van 12 mm en een diameter van 18 microns. De treksterkte is gemiddeld 350 N/mm². Het soortgelijk gewicht bedraagt ongeveer 900 kg/m³. De gemiddelde rek bij breuk bedraagt ongeveer 40%.

De voorschriften voor gewapend beton (ziet bijlage B1) zijn van toepassing.

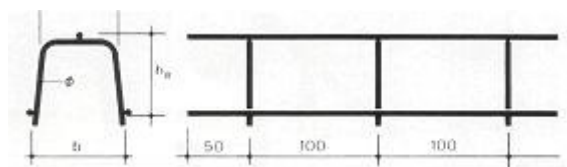
De aannemer is eraan gehouden om van elke leveringsbon een duidelijk leesbaar kopij aan het studiebureau over te maken, en dit binnen de 2 werkdagen na de uitvoering der werken. Er mogen onder geen beding onomkeerbare werken op de vloerplaat worden uitgevoerd voor dat de aannemer een bewijs van goedkeuring van het studiebureau heeft ontvangen.

De wapening van de kelderplaten wordt uitgevoerd met geprefabriceerde bouwstaalnetten met stekeinden.



De onderwapening wordt geplaatst op betonnen afstandhouders met een dikte van 30 mm. De afstandhouders hebben een oppervlakte van minstens 100 x 100 mm. Zij worden geplaatst bijlage B1- paragraaf 7.3.

Tussen de netten worden lineaire, metalen afstandhouders geplaatst, eveneens conform bijlage B1 – paragraaf 7.3.



De netten worden zodanig geplaatst dat de overlappings van de netten in het vlak van de netten gelegen is.

Ten laatste 6 uur na het storten van de vloerplaat wordt deze afgedekt met natte absorberende doeken, teneinde een hoge relatieve luchtvochtigheid te behouden boven de vloerplaat. Deze doeken meten permanent worden natgehouden gedurende een periode volgens onderstaande tabel.

Minimumduur van de bevochtiging		
Omgevingsomstandigheden	temperatuur aan het oppervlakte	CEM III/B 42,5 N LH HSR LA

	van het beton	
geen rechtstreekse blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 80%	>10°C	3 dagen
	<10°C	5 dagen
gemiddelde blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 50%	>10°C	4 dagen
	<10°C	8 dagen
sterke blootstelling aan de zon en/of de wind, RV< 50%	>10°C	7 dagen
	<10°C	10 dagen

Het storten van de wanden moet binnen de 4 dagen aanvatten.

○ **Opmeting**

Het netto-volume gerekend tussen de eventuele funderingsbalken wordt in rekening gebracht. De wapening wordt afzonderlijk verrekend (post 13.90)

○ **Non-conformiteit**

Ziet bijlage B1 – paragraaf 9.

Indien er in de plastische fase scheuren zijn opgetreden in het beton en er aan het beton geen polypropyleenvezels werden toegevoegd, zal de prijs bijkomend met 15% gereduceerd worden.

Voor zover alle in het bestek beschreven maatregelen in acht genomen werden, dient men scheurvorming in het beton in de plastische fase als een risico, eigen aan het concept te beschouwen. Beton gestort in open lucht zal namelijk steeds een differentiële krimp ondergaan, waardoor deze scheuren niet steeds kunnen worden uitgesloten. De bouwheer wordt van dit feit op de hoogte gesteld via het post-interventiedossier.

13.82.02 Vloerplaat in gepolierd beton

○ **Uitvoering**

De vloerplaat worden uitgevoerd conform de plannen en met beton die voldoet aan onderstaande criteria:

Sterkteklasse C30/37
Omgevingsklasse EE1
Consistentieklasse S4/F4
Max. nom. korrelgrootte 20 mm

Wateropslorplingsklasse WAI (0.50)

Granulaat : gebroken kalksteen

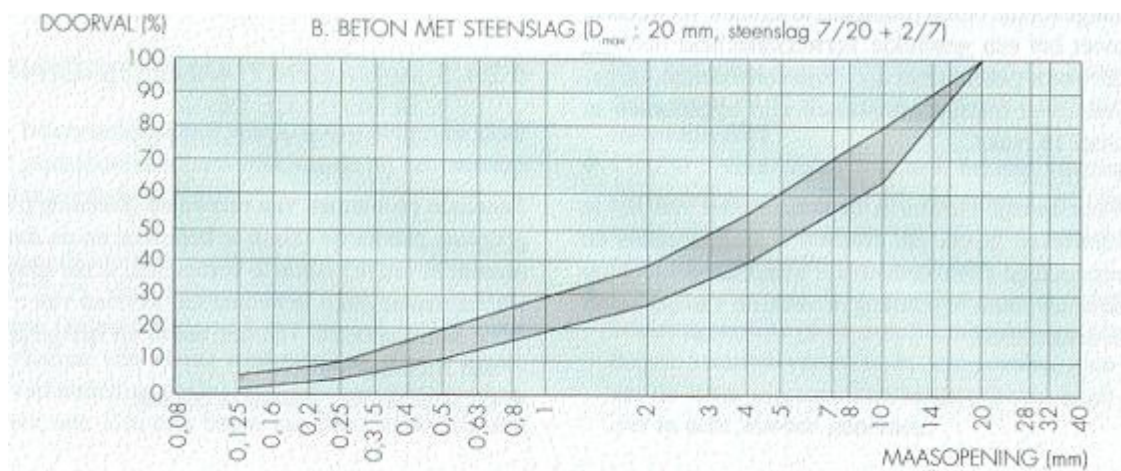
Cementtype : CEM III/B 42,5 N LH HSR LA

0.900 kg polypropyleenvezels per m³ beton

Het beton dient geleverd door een centrale die voorkomt op de meest recente lijst van BENOR-gekeurde centrales (www.be-cert.be).

Bij kans op vorst binnen de 72 uren na het storten mag niet gestort worden. De temperatuur van het aangevoerde beton mag niet hoger zijn dan de weekgemiddelde omgevingstemperatuur vermeerderd met 3°C.

De vloer mag niet worden uitgevoerd bij temperaturen boven de 25 °C, bij winderig weer of bij een kans van meer dan 15% op regen. De wachttermijnen die het afwachten van de juiste weersomstandigheden met zich brengen worden beschouwd als 'weerverlet'.



Het cementgehalte zal ongeveer 320 kg/m³ bedragen. Het gehalte aan fijne stoffen bedraagt minstens 375 kg/m³. Er mag maximaal 25% (gewichtsprocent van het cement) vliegias worden toegevoegd. Voor de berekening van de water/cementfactor mag men rekening houden met de vliegias als cementvervangend middel, rekening houdend met een rendementsfactor van 0,3. De water/cementfactor is in geen geval groter dan 0.50. De korrelverdeling van de steenslag voldoet aan afb. 17 b van de Technische Voorlichtingsnota 204 van het W.T.C.B. (TV204). Er wordt enkel Benor-gekeurd beton verwerkt.

Ten minste 5 werkdagen voor het storten zal de aannemer de juiste samenstelling van het beton (granulaten + korrelverdeling, fijne toeslagstoffen, cementgehalte en cementtype, plastificeerders, berekende W/C-factor) aan de ingenieur overmaken.

Ten laatste 6 uur na het storten van de vloerplaat wordt deze afgedekt met natte absorberende doeken, teneinde een hoge relatieve luchtvochtigheid te behouden boven de vloerplaat. Deze doeken moeten permanent worden natgehouden gedurende een periode volgens onderstaande tabel.

Minimumduur van de bevochtiging		
Omgevingsomstandigheden	temperatuur aan het oppervlakte van het beton	CEM III/B 42,5 N LH HSR LA
geen rechtstreekse blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 80%	>10°C	3 dagen
	<10°C	5 dagen
gemiddelde blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 50%	>10°C	4 dagen
	<10°C	8 dagen
sterke blootstelling aan de zon en/of de wind, RV < 50%	>10°C	7 dagen
	<10°C	10 dagen

Het storten van de wanden moet binnen de 4 dagen aanvatten.

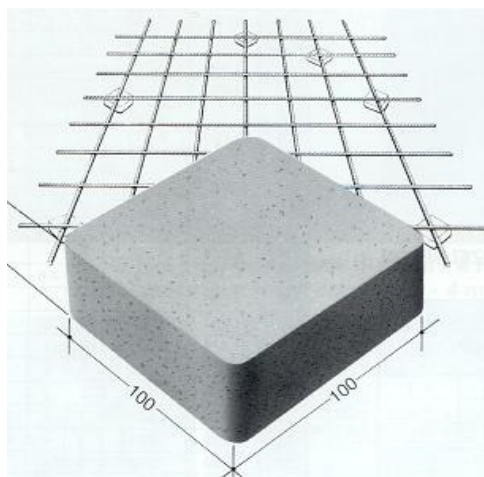
Indien de temperatuur dit toelaat wordt een plastificeerder - bindingsvertrager gebruikt.

De polypropyleenvezels bestaan uit enkelvoudige vezels. Zij hebben een gemiddelde lengte van 12 mm en een diameter van 18 microns. De treksterkte is gemiddeld 350 N/mm². Het soortelijk gewicht bedraagt ongeveer 900 kg/m³. De gemiddelde rek bij breuk bedraagt ongeveer 40%.

De voorschriften voor gewapend beton (ziet bijlage B1) zijn van toepassing.

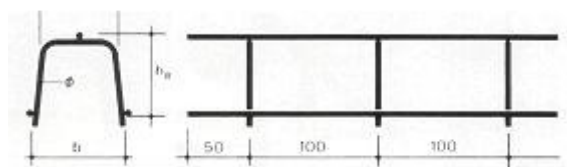
De aannemer is eraan gehouden om van elke leveringsbon een duidelijk leesbaar kopij aan het studiebureau over te maken, en dit binnen de 2 werkdagen na de uitvoering der werken. Er mogen onder geen beding onomkeerbare werken op de vloerplaat worden uitgevoerd voor dat de aannemer een bewijs van goedkeuring van het studiebureau heeft ontvangen.

De wapening van de kelderplaten wordt uitgevoerd met geprefabriceerde bouwstaalnetten met stekeinden.



De onderwapening wordt geplaatst op betonnen afstandhouders met een dikte van 30 mm. De afstandhouders hebben een oppervlakte van minstens 100 x 100 mm. Zij worden geplaatst bijlage B1- paragraaf 7.3.

Tussen de netten worden lineaire, metalen afstandhouders geplaatst, eveneens conform bijlage B1 – paragraaf 7.3.



De netten worden zodanig geplaatst dat de overlappings van de netten in het vlak van de netten gelegen is.

De cementgebonden bedrijfsvloer wordt uitgevoerd conform de Technische Voorlichtingsnota 204 van het W.T.C.B. De vloer wordt gevlienderd met instrooilaag. De lokalen waarin gewerkt wordt moeten tot na het inslijpen van de vloeren winddicht afgesloten worden. De aannemer zal hiervoor de nodige maatregelen nemen. Hij voldoet aan de vlakheideis III (7 mm/2m) (volgens TV 204).

Het peil van de vloer zal nergens meer afwijken van het referentieniveau dan de waarden opgegeven in onderstaande tabel:

Afstand d (in m) tussen referentiepeilmerk en meetpunt	Maximale afwijking
d = 6mm	± 6mm
d = 3m	± 8mm
d= 6m	± 12mm
d= 15m	± 16mm

d= 30m	± 20mm
--------	--------

Tussen deze waarden mag lineair geïnterpoleerd worden.

De vloer voldoet aan de slijtageklasse I Ib volgens TV 204 (WTCB)

Putjes met een oppervlakte van minder dan 5 mm² worden aanvaard. Putjes van gelijk welke oorsprong, tot 50 mm² worden in beperkte mate aanvaard. Putjes van gelijk welke oorsprong van meer 50mm² moeten met een harsmortel hersteld worden.

Beschouwde vloeroppervlakte (m ²)	Maximaal toegelaten aantal putjes (<50mm ²)
10	6
100	20

Teneinde scheurvorming in plastische fase te vermijden zal de aannemer erop toezien dat de lokalen waarin het beton wordt aangebracht van de buitenomgeving zijn afgesloten. Alle openingen worden afgesloten. De aannemer zal zich voor de aanvang van de werken van de situatie ter plaatse vergewissen en eventueel zeilen of kunststofvellen aanbrengen voor de nog niet afgedichte openingen.

Scheurtjes die nergens breder zijn dan 0.3 mm worden aanvaard. Scheuren met een maximale breedte van 0.4 mm tot 0.5 mm worden met harsen hersteld als de kans bestaat dat ze aanleiding geven tot afbrokkelen. Scheuren met een maximale breedte van meer 0.5 mm worden uitgeslepen en met harsmortel hersteld.

○ **Oplevering**

De aannemer is eraan gehouden een kopij van alle leveringsbonnen van het beton, en op dezelfde dag van de levering aan de ingenieur te bezorgen. Zo niet, of bij non-conformiteit, zullen 2 kernen per 500 m² (met een minimum van 6) geboord worden met een diameter van 100 mm teneinde de nodige drukproeven volgens de laatste versie van (NBN)(pr)EN 13791 uit te voeren en te beoordelen. De kosten gepaard gaande met het nemen der stalen, het beproeven en beoordelen en het herstellen van de vloer zijn in dit geval ten laste van de aannemer.

○ **Opmeting**

Het netto-volume volgens de plannen wordt in rekening gebracht. De wapening wordt afzonderlijk verrekend (post 13.90). Het leveren en plaatsen van het beton en de curing-compound zijn in de prijs begrepen.

○ **Non-conformiteit**

Ziet bijlage B1 – paragraaf 9

Voor zover alle in het bestek beschreven maatregelen in acht genomen werden, dient men scheurvorming in het beton in de plastische fase als een risico, eigen aan het concept te beschouwen. Beton gestort in open lucht zal namelijk steeds een differentiële krimp ondergaan, waardoor deze scheuren niet steeds kunnen worden uitgesloten. De bouwheer wordt van dit feit op de hoogte gesteld via het post-interventiedossier.

○ **Nota voor de bouwheer**

Voor zover rekening gehouden werd met de kans op regen (zie hierboven) dienen alle beschadigingen veroorzaakt aan de toplaag door neerslag door de bouwheer aanvaard te worden. Het risico van deze schade is inherent aan het concept van in de buitenomgeving gestorte vloeren.

Ondanks het nemen van alle gekende maatregelen ter voorkoming van krimpbarsten (beperken van de water-cementfactor, toevoeging van polypropyleenvezels, wapenen van de vloer) is het optreden ervan niet uit te sluiten. De bouwheer moet er zich van bewust zijn dat krimpbarsten in bepaalde mate aanvaard moeten worden (zie ook hierboven), en dat alle eventuele herstellingen doorgaans zichtbaar blijven.

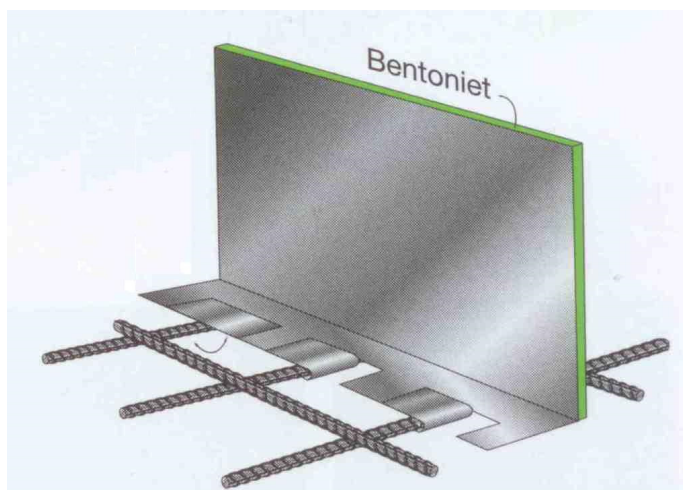
Kleurverschillen worden in dit type van vloeren aanvaard omwille van het industrieel karakter van dit type afwerking.

13.83 Waterdichte voeg in de kim, stortonderbrekingen, uitzetvoegen, injecties

13.83.01 Waterdichte voeg in de kim

○ **Uitvoering**

Op de wapening van de vloerplaat wordt centraal in de wanden een element zoals hieronder afgebeeld, geplaatst.



Dit element bestaat uit een geplooide staalplaat die eenzijdig (natte kant) over de volledige oppervlakte is voorzien van een bentonietlaag. Deze bentonietlaag is beschermd door een product of folie, die tot doel heeft het bentoniet niet te laten zwellen in de uitvoeringsfase, maar enkel in de afgewerkte fase. De platen zullen ter hoogte van de overlappen tegen elkaar geplaatst worden en met een klips en minstens 2 fixatiebeugels op hun plaats gehouden worden. De overlap bedraagt 10 cm. In de hoeken worden geprefabriceerde hulpstukken gebruikt.

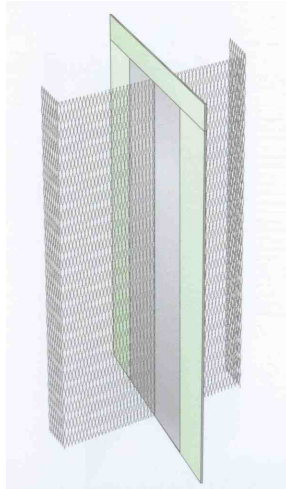
- **Hoeveelheid**

Per lopende meter. Voor hoekstukken wordt bij de ontwikkelde lengte telkens 1 m bijgeteld.

13.83.02 Stortonderbrekingen

- **Uitvoering**

Het aantal stortfases wordt in overleg met de ingenieur bepaald. Tussen de wapening in de vloerplaat en/of de wanden wordt ter hoogte van de stortonderbrekingen een aangepast, geprefabriceerd onderbrekingsprofiel geplaatst. Dit bestaat uit gerekt metaal (stremstaal), centraal voorzien van een waterkeringsplaat die eenzijdig, rondom is voorzien van een bentonietlaag met een breedte van 50 mm.



Deze bentonietlaag is beschermd door een product of folie, die tot doel heeft het bentoniet niet te laten zwellen in de uitvoeringsfase, maar enkel in de afgewerkte fase. De platen zullen ter hoogte van de overlappen tegen elkaar geplaatst worden en met een klips en minstens een fixatiebeugels op hun plaats gehouden worden. De overlap bedraagt 10 cm.

- **Hoeveelheid**

Forfaitaire hoeveelheid volgens de meetstaat

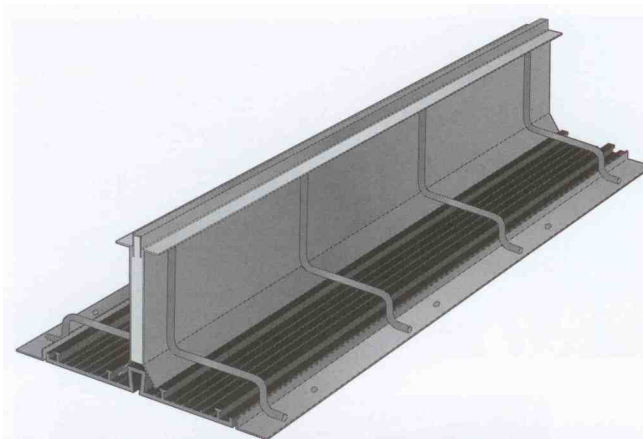
13.83.03 Uitzetvoegen

- **Uitvoering**

De uitzettingsvoegen worden systematisch met een buitenliggende systeem toegepast. Zij bestaat uit een uit pvc vervaardigde dilatatie-voegband met verbeterde hechting, die voldoet aan onderstaande eisen:

Hardheid Shore A (DIN 53 505)	$67^{\circ} \pm 5^{\circ}$
Breukverlenging : (DIN 53 455)	350% 200% als $t^{\circ} = -20^{\circ}C$
Treksterkte : (DIN 53 455)	10 N/mm ²

Het uitzettingprofiel is aan beide zijden voorzien van een stijve plaatstalen bekisting.



- **Hoeveelheid**

Forfaitaire hoeveelheid volgens de meetstaat. Zowel de voegband zelf als de plaatstalen bekisting zijn in de eenheidsprijs begrepen.

13.83.04 Injecties

- **Uitvoering**

Daar verticale scheurvorming ter hoogte van de kim niet steeds uitgesloten kan worden, is de aanbieder eraan gehouden prijs aan te bieden voor een injectie met bv polyurethaanharsen voor scheuren met een totale lengte van 3 m.

De uitvoering van een injectie is enkel ten laste van de bouwheer indien kan aangetoond worden dat de scheurvorming het gevolg is van de differentiële krimp tussen wand en vloer van de kuip, en op voorwaarde dat aan alle voorwaarden zoals beschreven paragraaf 13.82 en 13.85 is voldaan . (Omtrent de beschrijving van het fenomeen van scheurvorming in wanden van gewapend beton wordt expliciet verwezen naar het

artikel “Scheurvorming in wanden van gewapend beton” van ir. J. Venstermans, Prof. Dr. ir. D Van Nieuwenburg en ir. J. Vincke, gepubliceerd in het WTCB-tijdschrift van “winter 1995”.) De aanbieder wordt verondersteld dit artikel te hebben gelezen.) In elk ander geval zullen de eventuele injecties te laste zijn van de aannemer.



13.84 Wanden

o Uitvoering

Sterkteklasse C30/37
Omgevingsklasse EE3
Consistentieklasse S4/F4
Max. nom. korrelgrootte 20 mm
Wateropslorplingsklasse WAI (0.50)
Granulaat : gebroken kalksteen
Cementtype : CEM III/B 42,5 N LH HSR LA
BENOR-gekeurd

Bij kans op vorst binnen de 72 uren na het storten mag niet gestort worden. De temperatuur van het aangevoerde beton mag niet hoger zijn dan de weekgemiddelde omgevingstemperatuur vermeerderd met 3°C.

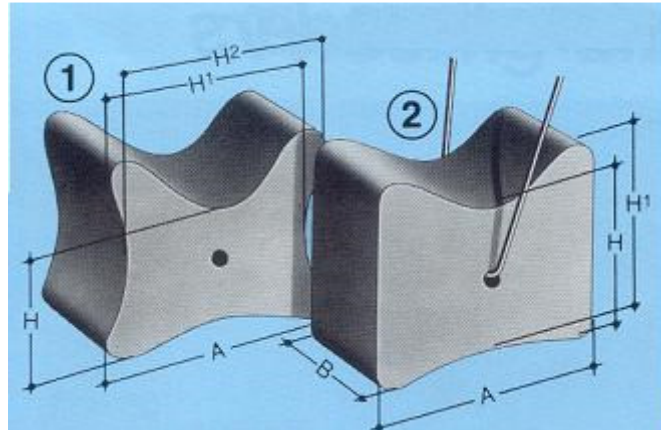
De voorschriften voor gewapend beton (ziet bijlage B1) zijn van toepassing.

Het storten van de eerste moten van de betonwanden dient binnen de 4 dagen na het storten van de vloerplaat te gebeuren. Indien meerdere moten dienen uitgevoerd te worden, zullen deze in opeenvolgende dagen worden gestort. De opeenvolgende moten sluiten telkens aan op de vorige moten. Tussen de moten worden waterdichte voegen voorzien. De betonwanden worden ten vroegste na 120 uren ontkist.

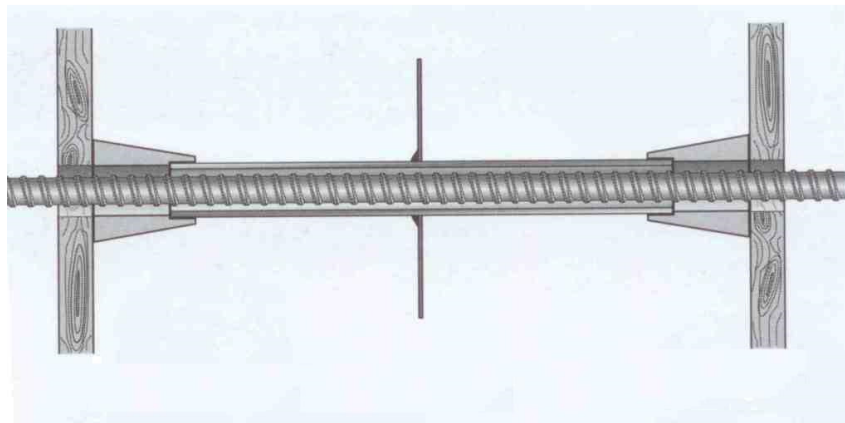
Er dient een gladde bekisting te worden toegepast. De bekisting bevat geen onreinheden of resten van vorige bekistingwerken. Op geen enkele plaats mag bindijzer of andere onreinheden in de bekisting liggen. De nodige maatregelen dienen

genomen opdat een reiniging van de bekisting mogelijk zou zijn na het plaatsen van de wapening.

De wapening van de wanden wordt uitgevoerd met geprefabriceerde bouwstaalnetten met stekeinden, conform bijlage B1.



Er wordt voor gezorgd dat de wapening het dichtst bij de bekisting bestaat uit de verticale staven. De dekking van het betonijzer bedraagt 25 mm. De wapening wordt op afstand gehouden van de bekisting met behulp van afstandshouders in fibroconcrete bijlage B1 – paragraaf 7.3. De bekistingsafstandsbuizen bestaan uit stalen buizen waarop in het midden een plaatstalen waterkering is gelast van 120x120 mm. Op de uiteinden van deze buis recupererbare kegels, zodat op de stalen buizen een betondekking van minstens 30 mm wordt bekomen. Na het ontkisten en verwijderen van de eindkegels, worden de stalen buizen tweezijdig gedicht met een verouderingsbestendige afdichtingsstop in kunststof. Langs de binnenkant wordt de centeropening afgewerkt met een ingelijmde, geprefabriceerde, uit beton vervaardigde, kegel.



Tussen de netten worden lineaire, metalen afstandshouders geplaatst, eveneens conform bijlage B1 – paragraaf 7.3.

De netten worden zodanig geplaatst dat de overlappingsen van de netten in het vlak van de netten gelegen zijn.

Er wordt op gelet dat de buitenste netwapening 50 keer de diameter van de verticale staven boven de wanden uitsteekt.

Alle bindingsdraadjes moeten naar binnen worden omgeplooid.

Alle materiaal dat in contact komt met het zichtbeton moet zuiver zijn: de menger, de schoppen, kruiwagens, stortkokers, trechters, trilnaalden, truwelen, ... Alle noodzakelijke maatregelen die kunnen bijdragen tot het niet ontmengen van het beton dienen genomen te worden. Het storten moet op regelmatige wijze in dunne lagen (30 cm) gebeuren. De valhoogte moet beperkt worden tot maximaal 1 m om ontmenging te vermijden. Voor grotere valhoogten moet men stortgoten of –kokers gebruiken. Enkel hoogfrequente trilnaalden mogen worden toegepast. De trilnaald moet schuin ingebracht worden over ongeveer 10 cm in de onderliggende laag vers beton, en langzaam uitgetrokken worden na het verschijnen van cementmelk op het betonoppervlak. Het trillen tegen de wapening of de bekisting is verboden

Het uitzicht van het beton zal minstens aan de CIB-schaal 2 voldoen (ziet bijlage B3)

De aannemer is eraan gehouden om van elke leveringsbon een duidelijk leesbaar kopij aan het studiebureau over te maken, en dit binnen de 2 werkdagen na de uitvoering der werken. Er mogen onder geen beding onomkeerbare werken op/aan de wanden worden uitgevoerd voor dat de aannemer een bewijs van goedkeuring van het studiebureau heeft ontvangen.

Na het ontkisten zullen de wanden beschermd worden tegen uitdroging door ze af te dekken met folie gedurende een periode zoals hieronder aangegeven.

Minimumduur van de bescherming		
Omgevingsomstandigheden	temperatuur aan het oppervlakte van het beton	CEM III/B 42,5 N LH HSR LA
geen rechtstreekse blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 80%	>10°C	3 dagen
	<10°C	5 dagen
gemiddelde blootstelling aan de zon en/of de wind, RV > 50%	>10°C	4 dagen
	<10°C	8 dagen
sterke blootstelling aan de zon en/of de wind, RV < 50%	>10°C	7 dagen
	<10°C	10 dagen

- **Opmeting**

De wapening wordt afzonderlijk verrekend (post 13.90). De beschermingsfolie is in de eenheidsprijs begrepen.

- **Non-conformiteit**

Ziet bijlage B1 – paragraaf 9

13.90 Wapening

13.91 Wapening in BE500S

- **Uitvoering**

zie bijlage B1

- **Opmeting**

De post wapening wordt opgesplitst in de deelposten

- staven, beugels en spelden
- netwapening'

- **Non-conformiteit**

Ziet bijlage B1 – paragraaf 9.

Belangrijke verklarende nota

Waterdichtheid van volledig ter plaatse gestorte betonnen kelders

o Normen

Sedert november 2006 is deel 3 van Eurocode 2 van kracht als Belgische norm onder de noemer “Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3: Constructies voor kerens en opslaan van stoffen” of kortweg NBN EN 1992-3.

Deze norm is momenteel bij het BIN enkel in het Frans en het Engels te bekomen. Ook de Nationale Bijlage (ANB) is nog niet beschikbaar.

o Waterdichtheidsklasse

De nieuwe norm handelt over ongewapend betonnen, gewapend betonnen en voorgespannen betonnen constructies die tot doel hebben vloeibare stoffen of korrelige stoffen te bevatten (vb. silo's). Onder paragraaf 1.1.2 (106) wordt evenwel gesteld dat deze norm ook van toepassing kan zijn, voor zover het het criterium van waterdichtheid betreft, op andere gelijkaardige constructies (bv. kelders).

Deze norm maakt onderscheid tussen 4 waterdichtheidsklassen: genummerd van 0 tot 3.

0	Een bepaalde mate van lekkage of lekkage zonder nadelige gevolgen is toelaatbaar, of constructies waarbij lekkage van vloeistoffen niet relevant is.
1	Globale dichtheid. Lekkages moeten tot een minimum beperkt blijven. Vochtige plekken aan de “droge” oppervlakte zijn toelaatbaar.
2	Lokale dichtheid. Lekkage in het algemeen niet toegelaten. Uitzicht mag niet worden aangetast door vlekken.
3	Geen lekken toegelaten

Afhankelijk van de gekozen klasse worden bepaalde criteria opgelegd waaraan de betonconstructie moet voldoen.

Voor de klasse 0 gelden de criteria die van toepassing zijn op gewone gewapend betonnen constructies. Kelders waarbij lekkend water gecontroleerd kan worden afgevoerd, of kelders waar lekken geen hinder veroorzaken kunnen in deze klasse ondergebracht worden.

Voor de klasse 1 gelden strengere regels dan deze voor de gewone gewapend betonnen constructies. Men gaat ervan uit dat de maximale scheurbreedte van doorgaande scheuren zodanig moet gedimensioneerd zijn, dat zij na verloop van tijd dichtslibben door de afzetting van kalk in deze scheuren. Dit fenomeen wordt ook wel selfhealing genoemd. Voor een courante kelder impliceert één en ander dat de grootste breedte van een doorgaande scheur niet meer mag bedragen dan 0.175 mm. Het berekende

lekdebiet door een dergelijke barst in een volledig ondergedompelde wand van 30 cm, met een hoogte van 260 cm bedraagt ongeveer 500 l/etmaal.

Voor de klasse 2 geldt dat doorgaande barsten niet mogen voorkomen.

Constructies die voldoen aan klasse 3 moeten normaal gezien in voorgespannen beton uitgevoerd worden.

Aan de criteria voor klasse 2 en 3 kan ook voldaan worden door het aanbrengen van waterdichte membranen.

o **Barsten in beton**

Barsten in beton zijn niet zo abnormaal als wel eens gedacht wordt. Het ontbreken van barsten is zelfs eerder de uitzondering. Beton heeft namelijk een lage treksterkte. Om de trekspanningen op te nemen voorziet men meestal wapeningsijzer. Men kan ook de trekspanningen neutraliseren door het beton voor te spannen. Tenslotte kan men ook de treksterkte van het beton opdrijven door bijvoorbeeld korte staalvezels toe te voegen. Bij de berekening van op buiging belast gewapend beton zal men er steeds van uit gaan dat het beton in de aan trek onderworpen zone, gebarsten is.

Uit het bovenstaande blijkt reeds dat barsten in beton doorgaans ontstaan door het optreden van trekspanningen. Deze worden op hun beurt veroorzaakt door buiging of opgelegde vervormingen.

Buiging ontstaat wanneer een wand of plaat loodrecht op haar vlak belast wordt. Zo ontstaat er in een kelderplaat buiging door de opwaartse waterdruk, en op de kelderwanden door horizontale gronddruk en waterdruk. Buiging zal op zich steeds aanleiding geven tot een getrokken zone en een gedrukte zone in de dwarsdoorsnede van het beton. In gewapend beton waarin de optredende drukspanning 10 N/mm^2 bedraagt en de trekkracht in het betonijzer 300 N/mm^2 bedraagt zal de breedte van gedrukte zone $1/3$ van de dikte van de wand of de vloerplaat bedragen. Wanneer de gedrukte zone meer dan 50 mm bedraagt (er zijn nog enkele andere criteria) mag het beton als waterdicht worden beschouwd. Bij wanden en vloerplaten met een dikte van 30 cm zullen dus doorgaans geen waterdichtheidsproblemen ontstaan door buiging.

Wanneer een ter plaatse gestorte kelder wordt uitgevoerd zal men noodzakelijker wijze eerste de vloerplaat storten, en pas daarna de wanden op de vloerplaat aanbrengen. Gezien de onvermijdelijke krimp van beton, zal de vloerplaat reeds een zekere krimp ondergaan hebben alvorens de wanden worden uitgevoerd. Na het storten van de wanden, zullen deze laatste dus normaal gezien nog meer krimpen dan de vloerplaat waarmee ze star verbonden zijn. Hierdoor ontstaan in de wand trekspanningen en in de vloerplaat drukspanningen. Indien door deze trekspanningen scheuren ontstaan, zullen dit doorgaans doorgaande scheuren zijn (verticale scheuren, dwars door de wand). Tenslotte is het een gegeven dat de binding van het cement een exotherme chemische reactie is. Jong beton warmt op tijdens de binding. Hierdoor ontstaan drukspanningen in de wand. Bij het afkoelen probeert het beton dan te krimpen, waardoor ook weer trekspanningen ontstaan.

Bovenstaande uiteenzetting laat toe te begrijpen dat volgende maatregelen de kans op doorgaande scheuren zullen beperken:

Beperken van het krimpverschil tussen vloerplaat en wanden

Beperken van de temperatuursstijging van het beton tijdens de binding van het cement

Opdrijven van de treksterkte van het beton

In het bestek van SEC bvba wordt op al deze factoren ingespeeld.

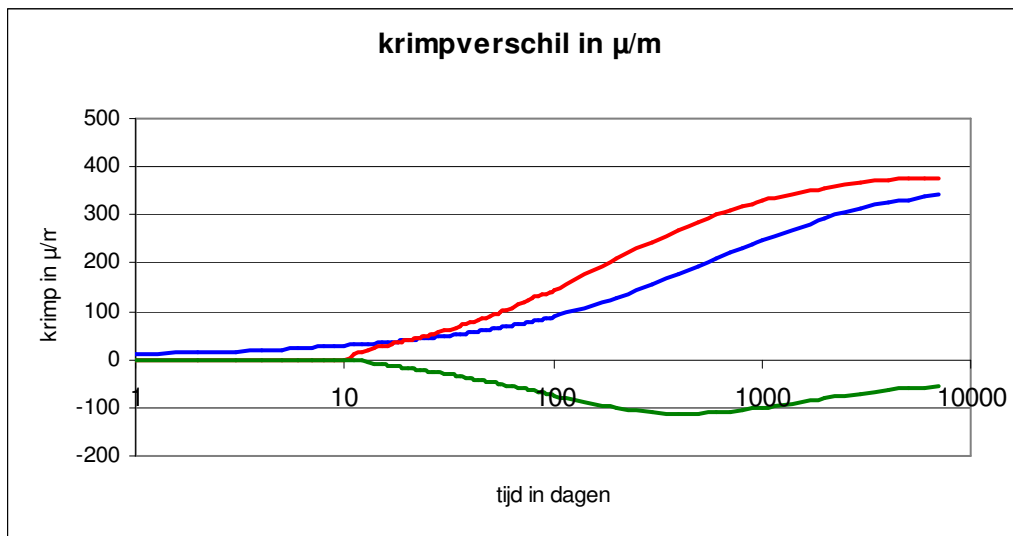
○ **Beperken van het krimpverschil tussen vloerplaat en wanden**

De hydraulische krimp van beton is de som van twee componenten. De drogingskrimp is het gevolg van het verdwijnen van water uit het beton. Deze krimp kan uitgesteld worden door de “uitdroging” van het beton uit te stellen. Beton die zich onder water bevindt ondergaat geen drogingskrimp. De tweede component is de autogene krimp, die het gevolg is van de chemische binding van het cement. Deze krimpcomponent is veel minder gemakkelijk zonder nadelige effecten uit te stellen.

Bepaalde cementsoorten vertonen een grotere krimp dan andere cementsoorten. Daarom wordt in het bestek van SEC bvba systematisch gekozen voor cement van het type : CEM III/B 42,5 N LH HSR LA. Door de band kan gesteld worden dat cement van een lagere sterkteklasse (32,5) minder krimp zal vertonen. Met cement van het type CEM III/B 32,5 N LH HSR LA kan echter geen beton van de sterkteklasse C30/37 (zie verder) geproduceerd worden. De letter N slaat op een “normale” bindingssnelheid. Cement van het type L (lage bindingssnelheid) zou een kleinere krimp met zich brengen, maar is in deze categorie niet courant leverbaar. Dit cementtype kan evenwel niet bij kans op vorst gebruikt worden. Vandaar dat in het bestek is opgenomen dat betonnen kelders niet mogen uitgevoerd worden bij kans op vorst binnen de 72 uur na het storten van het beton.

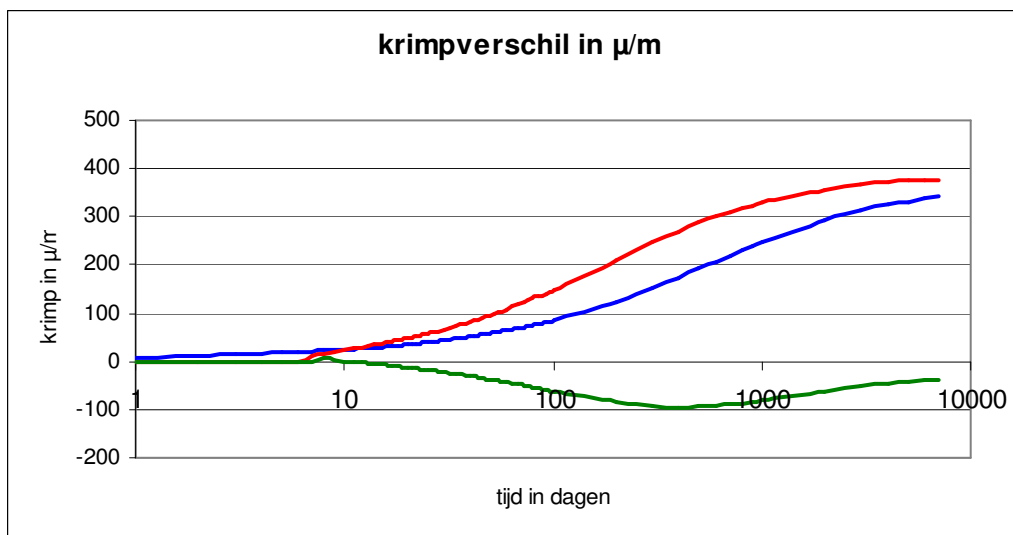
Het krimpverschil kan ook beperkt worden door de gepaste timing en curing. De norm NBN EN 1992-1-1 laat toe het effect van deze ingrepen te berekenen. Daarenboven dringt het toepassen van een aangepaste curing op dit betontype zich op om stofvorming te vermijden.

Onderstaande grafiek geeft de totale krimp aan van de vloerplaat (blauwe lijn) en de wanden (rode lijn) van een kelder waarbij de wanden 10 dagen na het uitvoeren van de vloerplaat worden uitgevoerd. Er is geen curing voorzien. We stellen vast dat het krimpverschil direct na het storten van de wanden stijgt. De wand krimpt namelijk sneller dan de vloerplaat, en er ontstaan trekspanningen in de wand en drukspanningen in de vloerplaat. Doordat de wand tweezijdig blootstaat aan de lucht zal de drogingskrimp vlugger plaatsvinden. Dit leidt ertoe dat het verschil in krimp dat aanleiding geeft tot spanningen in het beton (groene lijn) na ongeveer 400 dagen terug begint af te nemen. Het grootste krimpverschil zal dan ongeveer 120 μ /m bedragen of 0.12 mm/m.



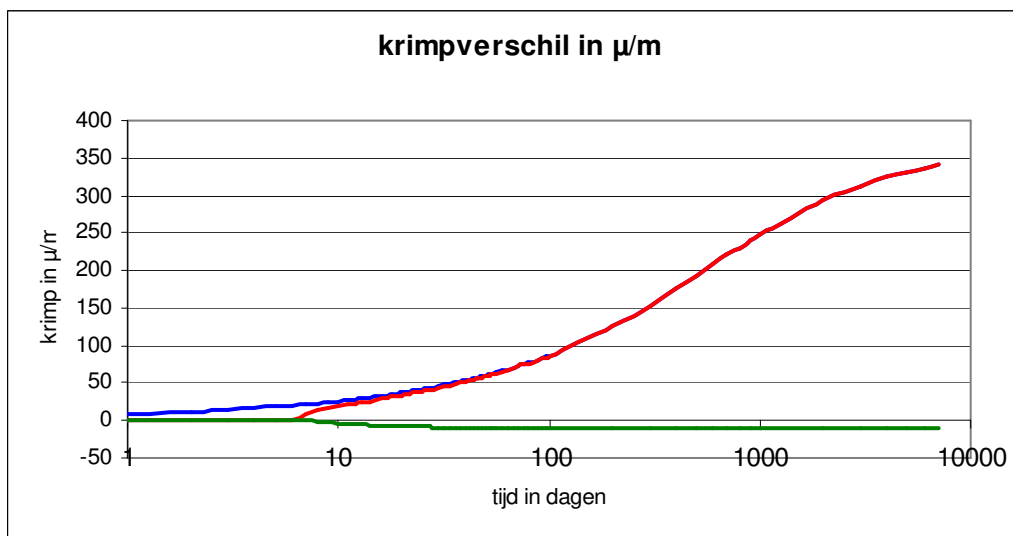
Door de wanden reeds 2 dagen na het uitvoeren van de vloerplaat uit te voeren zal het hierboven beschreven krimpverschil na 400 dagen 0.10 mm/m bedragen, wat reeds een reductie is van 20%.

Voert men de wanden 10 dagen na het storten van de vloer uit, maar houdt men de vloer tussentijds permanent nat dan zal het grootste krimpverschil na 400 dagen 0.10 mm/m bedragen.



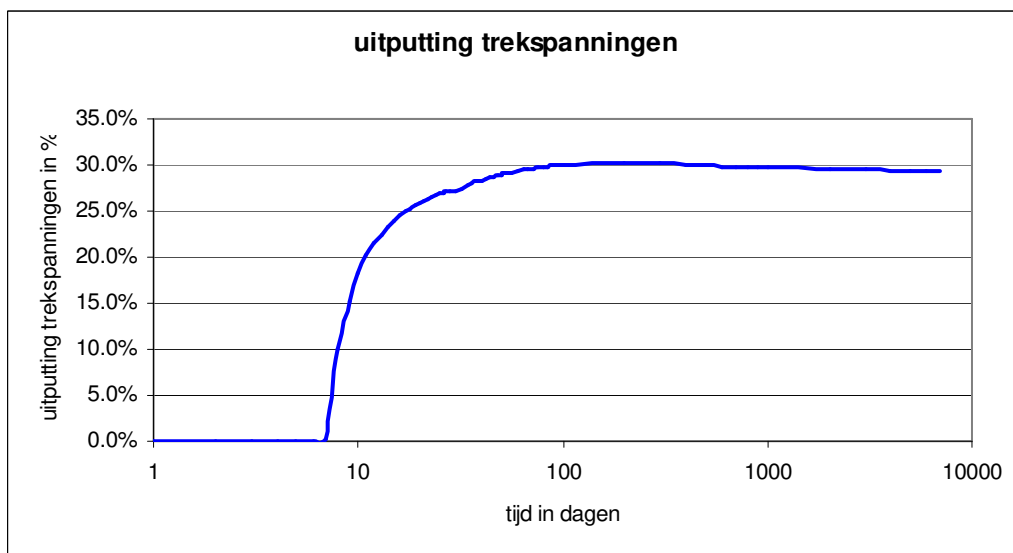
Hieruit kan dus besloten worden dat het nat houden van de vloer een positieve invloed heeft op het beperken van het krimpverschil tussen vloer en wanden.

Indien men de wanden 6 dagen na het uitvoeren van de vloerplaat zou uitvoeren, en deze direct na het ontkisten langs de buitenkant met een PVC of PE-folie zou afdekken, kan de droging maar langs een kant optreden. Als men in de periode tussen het storten van de vloer en de wanden de vloer permanent vochtig houdt, blijkt uit onderstaande grafiek dat het krimpverschil dat aanleiding geeft tot spanningen zeer klein wordt.

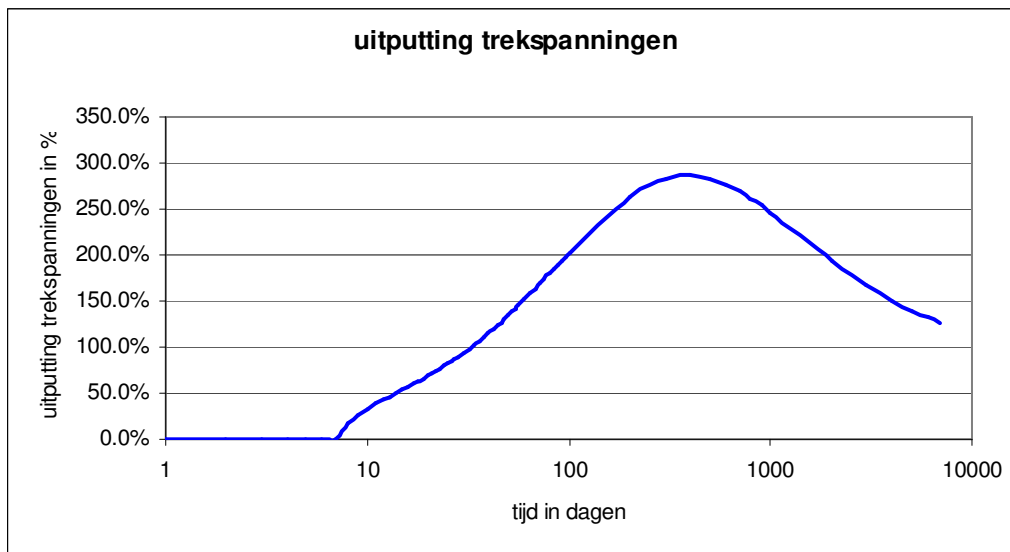


Na 400 dagen zal het berekende krimpverschil ongeveer 0.01 mm/m bedragen. Daarom wordt deze techniek ook voorgeschreven in het bijzonder bestek van SEC bvba.

Op zich zijn het niet de opgelegde vervormingen die bepalend zijn, maar wel de graad van uitputting van de trekspanningen. Uitgaande van de 5% ondergrens van de trekspanningen, en rekening houdend met de in de norm opgelegde partiële veiligheidsfactoren, kan afgeleid worden dat de methode waarbij de wanden eenzijdig worden afgedekt met een folie en de vloer in de tijdspanne tussen het storten van de vloer en de wanden permanent wordt nat gehouden, leidt tot een uitputting van slechts 30 % van de trekspanningen.



De techniek waarbij de folie niet wordt aangebracht op de buitenkant van de wanden zal reeds na ongeveer 1 maand aanleiding geven tot de overschrijding van de rekenwaarde van de treksterkte.



Deze techniek laat dus met geringe kosten toe doorgaande scheuren in de wanden te voorkomen. Hierdoor is aan de eisen gesteld in NBN EN 1992-3 met betrekking tot de maximale scheurbreedte vrij gemakkelijk te voldoen.

- **Beperken van de temperatuursstijging van het beton tijdens de binding van het cement**

De verharding van beton is het resultaat van een chemische reactie. Deze reactie is exotherm, wat wil zeggen dat bij deze reactie energie onder de vorm van warmte wordt vrijgegeven. Hierdoor zal het bindend beton opwarmen. De geproduceerde warmte wordt ook wel de hydratatiwarmte genoemd. Hierdoor zal het jong beton ook thermisch gaan uitzetten. Doordat de wanden stijf verbonden zijn met de vloerplaat, zal dit aanleiding geven tot drukspanningen in de wand. Cement met het kenmerk LH (low heat) is gekenmerkt door een verlaagde productie van hydratatiwarmte. De meeste cementtypes van de klasse CEM III voldoen aan dit criterium. Hierdoor zal ook de thermische uitzetting kleiner zijn, en uiteraard ook de hierdoor gegenereerde drukspanningen in het beton. Het berekenen van de exacte temperatuursstijging is – gezien niet alle parameters gekend of gemanipuleerd kunnen worden – quasi onmogelijk. Evenwel kan uit de literatuur opgemaakt worden dat een temperatuursstijging in de wanden van ongeveer 10 à 15°C realistisch is. De grootte van de drukspanningen die hierdoor ontstaan kunnen geraamd worden op 2.2 tot 3.0 N/mm². Op zich stelt dit geen probleem. Na enkele dagen begint het beton weer af te koelen, en verdwijnen ook deze drukspanningen. Wel kunnen er door differentiële afkoeling residuele druk- en trekspanningen ontstaan. De totale druk- en trekkracht die hierdoor ontstaat zullen elkaar compenseren. Het is wel belangrijk dat het aangevoerd beton ongeveer de omgevingstemperatuur heeft. In het bestek van SEC bvba wordt hieraan aandacht besteed. Indien het aangevoerd beton warmer is dan de omgevingstemperatuur zullen er na het afkoelen nl. trekspanningen ontstaan in de wanden. Door de opwarming ten gevolge van het hydratatieproces zullen er tijdelijk ook trekspanningen ontstaan in de vloerplaat, ter hoogte van de aansluiting met de wand. Hiermee wordt rekening gehouden bij het ontwerp van de wapening.

○ **Opdrijven van de treksterkte van het beton**

Ondanks het feit dat het gebruik van gebroken kalksteen in België zeer gebruikelijk is, wordt er in het bestek van SEC bvba de nadruk op gelegd aangezien beton op basis van gebroken kalksteen een grotere treksterkte vertoont dan beton op basis van kiezel. Daarenboven is de lineaire thermische uitzetingscoëfficiënt van kalksteenbeton tot 25% kleiner dan deze van kiezelbeton.

○ **Beperken van de waterdoorlatendheid van het beton**

Ook door capillariteit van het beton kan de waterdichtheid in het gedrang komen. Men moet er zich wel bewust van zijn dat de infiltratiedebieten ten gevolge van de capillariteit van het beton vele malen kleiner is dan de lekdebieten door barsten in het beton. Niet tegenstaande dat laat de norm NBN B15-001 toe de grootte van de capillariteit van het beton te beperken door een WAI klasse toe te kennen aan het beton. Er zijn twee WAI-classes voorzien in de norm : WAI(0.50) en WAI(0.45). In het bestek is de klasse WAI(0.50) voorzien. Dit impliceert dat het beton minstens van de sterkteklasse C30/37 moet zijn.

○ **Hygrothermische aspecten**

Kelderwanden kunnen niet alleen natte zones vertonen door infiltraties, maar ook door oppervlaktecondensatie. De beschrijving en de beperkingen opgelegd in NBN EN1992-3 hebben geen betrekking op dit type van vochtvlekken, daar zij niet op te vangen zijn door betontechnologische ingrepen. De gemiddelde temperatuur van grondwater bedraagt nl ongeveer 10°C. Een betonnen wand biedt op zich geen goede thermische isolatie, zodat kan worden aangenomen dat de oppervlaktetemperatuur van de kelderwanden niet veel hoger zal zijn dan de temperatuur van het grondwater. Lucht met een temperatuur van 17° en een relatieve luchtvochtigheid van 60% heeft evenwel een dauwpunt van 11.5°C. Het moge duidelijk zijn dat bij ongeïsoleerde kelders, waarin leefruimtes worden gecreëerd, oppervlaktecondensatie niet uit te sluiten is. Het is evenwel niet de bedoeling dit probleem hier uit te diepen. Het voorkomen van oppervlaktecondensatie in kelders vergt dan ook een afzonderlijke studie.

○ **Ongewapende wanden**

Gewapend betonnen wanden die voornamelijk aan buiging onderworpen zijn moeten volgens de norm NBN EN 1992-1 berekend worden als volle platen. De minimale trekwapening die uit de regels voor massieve platen volgen, bedraagt:

C25/30	0.135%
C30/37	0.151%

Voor wanden met een breedte van 300 mm impliceert dit onderstaande minimumwapeningen:

C25/30	405 mm ² /m
C30/37	453 mm ² /m

In de praktijk stellen we vast dat veel kelderwanden worden uitgevoerd met een netwapening van 150.150.8.8. Een dergelijke netwapening vertegenwoordigt een wapeningssectie van 335 mm²/m. Dergelijke wanden moeten dan ook beschouwd worden als bestaande uit ongewapend beton. Men kan nl. aantonen dat bij dergelijke lage wapeningspercentages het staal zal vloeien voor het ontstaan van de eerste scheur. De voorwaarde dat het staal niet vloeit bij het ontstaan van de eerste trekscheur is evenwel essentieel bij de berekening van gewapend beton.

In dat geval zou de norm ENV 1992-1-6 (constructies in ongewapend beton) van toepassing zijn. Volgens paragraaf 1.1.2 (106) van deze norm vallen kelderwanden evenwel niet onder zijn toepassingsdomein daar het constructies betreffen die voornamelijk aan buiging zijn onderworpen. Bij een kelder, waarvan de betonwanden, ook ter hoogte van de erop rustende vloerplaat, met wapeningsstaven is verbonden, en die zich in het grondwater bevindt, zijn buigende momenten van 28 kNm/m niet uitzonderlijk. Dit impliceert trekbuigspanningen van 1.9 N/mm² bij de onderkant van de wanden (in het geval de wanden bovenaan niet verankerd zijn zal de trekbuigspanning ongeveer 4.8 N/mm² bedragen). De rekenwaarde van de treksterkte van het beton bedraagt evenwel:

C25/30	1.50 N/mm ²
C30/37	1.67 N/mm ²

Hieruit mag blijken dat wanden met een dubbele netwapening van 150.150.8.8 doorgaans zelfs niet in aanmerking komen voor het waterdichtheids criterium 0.

○ **Andere maatregelen**

Zelfs als de hierboven beschreven maatregelen genomen worden is het niet uit te sluiten dat er toch nog verticale scheuren ontstaan onderaan de wand. De ervaring leert dat deze kans zeer klein is. De bijkomende kosten om deze restkans te verkleinen zijn vrij hoog (zwaardere wapening, staalvezels, ...) en zullen de kans tot optreden van deze scheuren nooit volledig uitsluiten. Vandaar wordt in het bestek van SEC bvba voorzien in de uitvoering van injecties in deze scheuren, maar dan wel onder de strikte voorwaarde dat de hierboven vermelde en de in het bestek vermelde maatregelen genomen werden. De kosten die gepaard gaan met deze injecties zijn ten laste van de bouwheer.

○ **Infiltraat en afwerkingsgraad**

Enkel in de klasse 3 van de norm NBN EN 1992-3 wordt als eis gesteld dat er geen lekken toegestaan zijn. In alle andere klassen worden wel lekken (in meerdere en mindere mate) geaccepteerd. Theoretisch zou het mogelijk zijn het infiltraat te schatten. Het zou in theorie volstaan het aantal scheuren van welbepaalde breedte te bepalen, en het infiltraat door elke scheur te berekenen. Diverse theorieën laten toe een

scheurpatroon te bepalen. In het CUR-rapport 85 stelt men evenwel dat “*exacte en juiste resultaten kunnen slechts worden verwacht bij de nu nog niet mogelijke oplossingen van de differentiaalvergelijkingen voor gescheurde schijven. De hiervoor nodige bewerkingen zijn evenwel dusdanig gecompliceerd, dat het mechanisme onbegrepen blijft ...*”. Op basis van de nieuwe norm kan de grootte van het werkelijke infiltraat dan ook geen criterium zijn voor de beoordeling van de waterdichtheid van een kelder, maar wel de vaststelling of men alle maatregelen genomen heeft om aan de eisen van een bepaalde klasse te voldoen.

De vaststelling dat beperkte lekken zelf in klasse 2 toegestaan zijn, leidt er toe te moeten besluiten dat hiermee rekening moet worden gehouden bij de afwerking van vloer en wanden. Dit impliceert niet dat deze steeds zichtbaar moeten blijven, maar wel dat de afwerking zo moet worden opgevat dat de eventuele (al dan niet beperkte) lekken geen schade veroorzaken aan de afwerking. Wenst men elke mogelijke lek te voorkomen, dan moet men noodzakelijkerwijze overstappen op constructies van de klasse 3 (voorgespannen beton), wat uiteraard weinig courant is en zal zijn, en de kostprijs zeer sterk zal verzwaren.

○ **Besluit**

Ondanks de strenge eisen opgelegd in de nieuwe normen kan via eenvoudige ingrepen toch nog steeds voldaan worden aan de gestelde criteria. De kostprijs die gepaard gaat met de maatregelen die het voorkomen van doorgaande scheuren, blijken al bij al wel mee te vallen.

De gevolgen van de hydratatiewarmte in de wanden verdienen verder onderzoek.

De veel voorkomende praktijk waarbij kelderwanden worden uitgevoerd met een dubbele netwapening van 150.150.8.8 blijkt zelfs niet te leiden tot de laagste waterdichtheidsklasse volgens NBN EN 1992-3.