

Bijzonder bestek

STABILITEIT

Bijlage B1

Algemene bepalingen voor de uitvoering van betonwerken

Studiebureau stabiliteit

S.E.C. bvba

Ten Bosse 106

9800 Deinze

11 oktober 2011

1 Berekeningsgrondslagen

De grondslagen voor ontwerp en belasting op de draagsystemen, evenals de berekeningen van het beton, dienen te geschieden volgens Europese normen (EN).

Volgende normen zijn van toepassing:

| | |
|------------------------|--|
| NBN EN 1990 + ANB | Eurocode 0 - Grondslag voor het constructief ontwerp - Bijlage A.1 : Toepassing op gebouwen - Nationale Belgische bijlage |
| NBN EN 1991-1-2 + ANB | Eurocode 1 : Belastingen op constructies - Deel 1-2 : Algemene belastingen - Belasting bij brand |
| NBN ENV 1991-2-4 + NAD | Eurocode 1 - Grondslag voor ontwerp en belasting op draagsystemen - Deel 2-4 : Belasting op draagsystemen - Windbelasting samen met Belgische toepassingsrichtlijn (gehomologeerde versie + NAD) |
| NBN EN 1991-1-1 + ANB | Eurocode 1 - Belastingen op constructies - Deel 1-1 : Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen + Nationale Belgische bijlage |
| NBN EN 1991-1-3 + ANB | Eurocode 1 : Belastingen op constructies - Deel 1-3 : Algemene belastingen - Sneeuwbelasting + Nationale Belgische bijlage |
| NBN ENV 1991-2-5 + NAD | Eurocode 1 : Belastingen op constructies - Deel 1-5 : Algemene belastingen - Thermische belasting + Nationale bijlage |
| NBN EN 1992-1-1 | Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2008) |
| prNBN EN 1992-1-1 ANB | Eurocode 2 : Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1 : Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NBN EN 1992-1-2 + NAD | Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-2: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand (+ AC:2008) |
| prNBN B15-003/A1 | Eurocode 2 : Berekening van betonconstructies - Deel 1-3 : Algemene regels - Geprefabriceerde elementen en constructies = ENV 1992-1-3:10/94+NAD |
| NBN ENV 1992-1-4 | Eurocode 2: Berekening van betonconstructies - Deel 1-4: Algemene regels - Lichtbeton met gesloten structuur |
| NBN B15-006 | Eurocode 2 - Berekening van betonconstructies - Deel 1-6: Algemene regels - Constructies in ongewapend beton |
| NBN ENV 1992-3 | Eurocode 2 : Berekening van betonconstructies - Deel 3 : Betonfunderingen |
| NBN ENV 1992-4 | Eurocode 2 : Berekening van betonconstructies - Deel 4 : Constructies voor keren en opslaan van stoffen |

Enkel berekeningsnota's volgens deze normen zullen aanvaard worden. In de berekeningsnota's zal dezelfde symboliek gebruikt worden als in de hierboven vermelde normen. Elke berekeningsnota die hieraan niet voldoet wordt als onbestaande beschouwd.

2 Bestanddelen van het beton

2.1 Cement

Het cement voldoet aan de normen uit de serie NBN B12.
 Het cement draagt het overeenkomstigheidsmerk BENOR of gelijkwaardig.

2.2 Granulaten

De granulaten voldoen aan de normen uit de serie NBN B11 en aan de huidige gangbare voorschriften: PTV 4111
 De granulaten dragen het overeenkomstigheidsmerk BENOR of gelijkwaardig.
 De granulometrische verdeling van de granulaten vertoont een continu verloop. Discontinue korrelverdelingen worden onder geen enkel beding aanvaard.

2.3 Aanmaakwater

In geen enkel geval mag op de werf water aan het beton worden toegevoegd. Wanneer het beton onvoldoende vloeibaar is, mag de vloeibaarheid enkel verbeterd worden met hulpstoffen volgens 2.4 van deze bijlage

2.4 Hulpstoffen

Hulpstoffen voldoen aan EN 934 en dragen het BENOR-merk (of gelijkwaardig). Deze producten dragen verplicht een CE-merk.

2.5 Toevoegsels

Toevoegsels mogen geen schadelijke elementen bevatten in dergelijke hoeveelheden, dat ze nadelig kunnen zijn voor de duurzaamheid van het beton, of corrosie van de wapening kunnen veroorzaken.

Het gebruik van calciumchloride is niet toegestaan.

Als het om vliegias gaat, moet die beantwoorden aan de specificaties van NBN B15 EN 450 “Vliegias voor beton”

3 Meetmethode

De “Meetmethode van hoeveelheden”, beschreven in de norm NBN B06-001 (1982) is van toepassing. In aanvulling van de norm, doch in ondergeschiktheid is de “Meetstaat van gebouwen - Deel 2 - Aflevering 5” uitgegeven bij het WTCB - Violetstraat 21-23 - 1000 Brussel van toepassing. Bij betwisting zal het advies van ing. Jan De Wit, verbonden aan het WTCB (tel. 02/716.42.11) ingewonnen worden en als minnelijke schikking aanvaard worden.

4 Semi-prefabricatie

4.1 Voorwaarden van toepassing op semi-prefabricatie

De aannemer kan aan de ingenieur voorstellen om delen van elementen van de betonconstructie te prefabriceren, maar de ingenieur behoudt het recht om deze semi-prefabricatie te weigeren als ze onvoldoende waarborgen biedt inzake conceptie of uitvoering. Het voorstel tot semi-prefabricatie moet gelijktijdig voldoen aan de volgende administratieve en technische bepalingen.

4.2 Administratieve bepalingen :

Op de algemene uitvoeringsplannen zal de aannemer de tijdstippen van voorlegging van de detail- en werktekeningen, van de semi-prefabricatie en van de verwerking ervan op de werf, aanduiden. De voorlegging van de detail- en werktekeningen gebeurt binnen een termijn die de verwezenlijking van de werken toelaat volgens de algemene planning en rekening houdende met een goedkeuringstermijn conform KB van 26/09/1996 §6-1° (30 kalenderdagen).

Het opmaken van de studie van het prefabricatievoorstel en de verplichtingen die eruit voortvloeien vallen volledig ten laste van de aannemer. De prefabricatiestudie moet volledig in overeenstemming zijn met de studie voor de ter plaatse gestorte constructie. Bij afwijking tussen de geleverde studie en het prefabricatievoorstel wordt de stabiliteit gewaarborgd door een voorafgaandelijk aangebracht visum van de ingenieur op dit ingediende prefabricatievoorstel.

Alle bijkomende prestaties, geleverd door het studiebureau, die het gevolg zijn van de prefabricage, met inbegrip van de controle van de prefabricageplannen, verplaatsingen buiten de werflocatie ed, zullen door de aannemer aan het studiebureau vergoed worden à rato van 85,-€ (excl. BTW) per uur.

De aannemer zal aantonen bij middel van leveringsbonnen, dat enkel BENOR-gekeurd beton wordt toegepast.

De aannemer dient ervoor te zorgen dat de ingenieur op de hoogte wordt gesteld van de planning van de prefabricagewerken. De ingenieur is gemachtigd op gelijk welk ogenblik de werkplaats te bezoeken teneinde de conforme uitvoering na te zien.

4.3 Technische bepalingen :

De detail- en werktekeningen zullen volgende aanduidingen geven:

- ligging en afmetingen van alle semi-geprefabriceerde betondelen,
- ligging, aantal, aard en diameter van alle wapeningen, inbegrepen de bijkomende wapeningen eigen aan de prefabricatie, evenals de lengten van de uitstekende wapeningen
- details van de knooppunten.

Bij de semi-prefabricatie moeten volgende punten worden in acht genomen:

- Alle knopen en verbindingen worden op de werf toegegoten.
- De wapeningsomhullingen moeten gepreciseerd worden. Bijkomende eisen van weerstand tegen brand kunnen leiden tot verhoogde omhullingsdikten, zonder dat dit aanleiding kan geven tot meerprijzen.
- De geprefabriceerde delen bevatten de wapeningen van de goedgekeurde wapeningsplannen.
- Alle werken en leveringen eigen aan de prefabricatie, de verhandeling, de opstapeling en de montage worden als een uitvoeringswijze aanzien. Hefhaken, tralieliggers, e.d. kunnen dus niet in rekening gebracht worden.
- De rechtstreekse koude opleg van semi-geprefabriceerde balken binnen de getekende werkzame afmetingen van de kolommen en wanden wordt niet toegelaten; er dient bijkomend te worden ondersteund ter plaatse van deze knopen.
- Er wordt geen cementpapierverlies geduld bij het toegieten van de semi-geprefabelementen, noch in de knopen, noch in de voegen. De voegen tussen de breedvloerplaten worden hiertoe dichtgestreken met cementmortel.
- Alle vlakken welke in aanraking komen met latere betonstortingen, worden ruw uitgevoerd.

5 Kwaliteitscontrole

De kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd volgens NBN B15-001:2004, dit zowel voor stortklaar beton als voor beton dat op de bouwplaats aangemaakt wordt.

Alle beton waarvan de sterkte gespecificeerd is draagt het overeenkomstigheidsmerk BENOR.

6 Productiecontrole

6.1 Algemeen

De productiecontrole omvat alle noodzakelijke maatregelen die nodig zijn om de kwaliteit van het beton constant te houden en te regelen overeenkomstig de gespecificeerde eisen. Ze bestaat uit inspecties en proeven en impliceert het gebruik van proefresultaten met betrekking tot uitrusting, grondstoffen, vers beton en verhard beton. Ze bestaat ook uit inspecties vóór het betonstorten en inspecties van het transport, het storten, het verdichten en het nabehandelen van vers beton.

De productiecontrole wordt uitgevoerd door de aannemer.

Alle relevante gegevens van de productiecontrole moeten in het dagboek der werken genoteerd worden:

- namen van de leveranciers van cement, granulaten, hulpstoffen en toevoegsels,
- nummers van de leveringsbons voor cement, granulaten, hulpstoffen en toevoegsels,
- herkomst van het aanmaakwater,
- hoeveelheid water toegevoegd aan het vers beton,
- cementgehalte,
- tijdsplanning van welbepaalde werkfasen tijdens de verwerking en het nabehandelen van het verse beton
- temperatuur en weersomstandigheden tijdens de verwerking en het nabehandelen van het verse beton
- constructie-elementen waarin een bepaalde vulling gebruikt werd
- naam van de leverancier van het stortklaar beton
- nummer van de leveringsbon

Alle leveringsbonnen kunnen door de ingenieur worden opgevraagd ter inzage.

6.2 Inspectie vóór het storten van het beton

Vooraleer het storten begint, moet ten minste het volgende gecontroleerd worden:

- de geometrie van de bekisting en de plaats van de wapening,
- verwijdering van stof, zaagsel, sneeuw en ijs en resten vlechtdraad uit de bekisting, betoneervlak en hernemingvoegen,
- behandeling van de verharde oppervlakken van de hernemingvoegen,
- bevochtiging van de bekisting en/of betoneervlak en hernemingvoegen,
- stabiliteit van de bekisting,
- inspectieopeningen,
- dichtheid van de bekisting om het verlies van cementpasta te vermijden (o.a. aan hernemingvoegen),
- voorbereiding van het oppervlak van de bekisting,
- zuiverheid van de wapening m.b.t. de oppervlakteonzuiverheden die de hechting nadelig beïnvloeden (bijv. olieresten, ijs, verf, niet-hechtende roest),
- bevestiging van de wapening (plaats, stabiliteit, zuiverheid),
- beschikbaarheid van het efficiënte transport, verdichtings- en nabehandelmiddelen van het verse beton rekening houdend met de gespecificeerde betonconsistentie,
- beschikbaarheid van vakbekwaam personeel.

Het personeel dat betrokken is bij het vervoer, de verwerking en het nabehandelen van beton moet over de passende kennis, training en ervaring beschikken in zijn specifieke taak. Op de bouwplaats moet zich een persoon bevinden met de passende kennis en ervaring, die belast is met de ontvangst van het beton en op de bouwplaats verantwoordelijk is voor het vervoer, de verwerking en het nabehandelen. Hij of zijn vertegenwoordiger met de geschikte opleiding, moet aanwezig zijn tijdens het storten van het beton.

De maximaal toelaatbare duur van het vervoer hangt in hoofdzaak af van de samenstelling van het beton en van de atmosferische omstandigheden. Deze duur wordt vóór het leveren van het beton door de leverancier van het beton aan de aannemer meegedeeld.

De aannemer zal de nodige informatie opvragen bij de leverancier van het beton over de samenstelling van het mengsel, om toe te laten het verse beton op de juiste wijze te verwerken en na te behandelen, alsook het verhardingsproces van het beton in de constructie te kunnen evalueren.

6.3 Inspectie gedurende het vervoer, het storten, het verdichten en de nabehandeling van vers beton

Gedurende de verwerking moet ten minste het volgende gecontroleerd worden :

- behoud van homogeniteit van het beton tijdens het vervoer en het storten,
- gelijkmatige verdeling van het beton in de bekisting,
- gelijkmatige verdichting en het vermijden van segregatie tijdens het verdichten,
- maximum toelaatbare hoogte waarop men het beton bij het storten vrij mag laten vallen,
- dikte van de opeenvolgende lagen,
- stort- en stijgsnelheid van het beton in de bekisting rekening houdend met de gespecificeerde toegelaten druk hierop
- tijd tussen het mengen of de levering van het beton en het storten met betrekking tot de gespecificeerde tijd,
- speciale maatregelen ingeval storten bij koud of warm weer,
- speciale maatregelen bij extreme weersomstandigheden, zoals zware regenval, plaats van de hernemingvoegen,
- behandeling van de hernemingvoegen vóór het verharden van het beton,
- bewerkingen met betrekking tot de afwerking zoals voorgeschreven,
- wijze van storten en nabehandelingstijd van het verse beton met betrekking tot de omgevingsomstandigheden en de sterkteontwikkeling,
- het vermijden van schade door trillingen of schokken van het vers gestorte beton.

6.4 Betoncontrole door de aannemer bij gebruik van stortklaar beton

Als de aannemer stortklaar beton gebruikt, moet hij de betoncontrole uitvoeren zoals hieronder opgegeven.

| | Type test | Inspectie/proef | Doel | Frequentie |
|----------|--|---|--|--|
| 1 | Leveringsbon | Visuele inspectie | Om te verzekeren dat de levering overeenkomt met de specificatie | Elke levering |
| 2 | Betonconsistentie | Visuele inspectie | Ter vergelijking met het normale uitzicht | Elke levering |
| 3 | | Consistentieproef volgens NBN B15-232,233, 234 of 235 | Bepaling van de overeenkomst met de vereiste consistentieklasse | - bij het maken van proefstukken voor het testen van verhard beton - in geval van twijfel na visuele controle |
| 4 | Homogeniteit van het beton | Visuele inspectie | Ter vergelijking met het normale uitzicht | Elke levering |
| 5 | | Vergelijkingsproef op monsters genomen op verschillende plaatsen van het mengsel | Bepaling van de gelijkmatigheid van het mengsel | In geval van twijfel na de visuele inspectie |
| 6 | Algemeen betonuitzicht | Visuele inspectie | Ter vergelijking van het normale uitzicht, b.v. kleur | Elke levering |
| 7 | Productiecontrole door betonleverancier | Controle van het certificaat van een erkende certificatieinstelling dat de productie gecontroleerd is | Verzekering dat de productiecontrole uitgevoerd wordt | - eerste contact met een nieuwe leverancier - in geval van twijfel |
| 8 | Druksterkte van ter plaatse bemonsterd beton | Proef volgens NBN B15-220 | Bepaling van de sterkeigenschappen van het mengsel | In overeenstemming met de procedure van §11.3 van NBN B15-001 |

6.5 Traceerbaarheid

De aannemer zal van elke levering of productie van beton nauwkeurig bijhouden in welke elementen deze werd toegepast. Een type-lijst voor het bijhouden van deze gegevens is opgenomen in bijlage B2 van het bijzonder bestek.

6.6 Conformiteitscontrole

Bij het gebruik van gecertificeerd beton gebeurt de aanvaarding op basis van de voorafgaande certificatie en vallen alle conformiteitsproeven weg. In geval van twijfel zal de ingenieur proeven laten uitvoeren. De kosten van de proeven zijn ten laste van de aannemer indien:

- aan één van de criteria niet is voldaan;

- er een gegronde reden is om aan te nemen dat aan de betonkwaliteit dient getwijfeld te worden, zelfs indien alle resultaten na het uitvoeren der testen de conformiteit aantonen. Elke afwijking met het bestek staft het vermoeden dat aan de betonkwaliteit dient getwijfeld te worden.

In elk ander geval zijn de kosten van de proeven ten laste van de bouwheer.

Zo niet zullen zij ten laste zijn van de bouwheer.

Indien het gestorte beton niet voldoet aan één van de gestelde criteria zal overgegaan worden tot het uitvoeren van 6 kernboringen per lot. Deze kernboringen hebben een diameter van 100 mm. Van alle kernen wordt de hoogte gemeten. Op alle kernen wordt een drukproef uitgevoerd. Op één kern wordt daarenboven door petrografie de water/cementfactor bepaald, alsook het cementtype. Op één kern wordt cementgehalte conform NBN B15-250 bepaald.

Er wordt uitdrukkelijk overeengekomen dat de resultaten op ter plaatse genomen betonkernen geverifieerd worden op onderstaande manier. Voor Benor-gecertificeerd beton wordt de verificatie uitgevoerd volgens paragraaf 11.3.5.4.1 van NBN B15-001:2004. Voor niet-Benor-gecertificeerd beton wordt de verificatie uitgevoerd conform paragraaf 11.3.5.4.2 van NBN B15-001:2004.

De rijpheid van het beton wordt bepaald op basis van het gemiddelde van de maximale temperatuur en de minimale temperatuur van het betreffende etmaal. Deze temperaturen worden opgevraagd bij het KMI. De temperaturen van het dichtsbij gelegen waarnemingscentrum zullen gehanteerd worden.

Er wordt uitdrukkelijk overeengekomen dat de correctiefactor β_{cc} bepaald wordt volgens paragraaf 3.1.2.2(5) van de NAD bij NBN ENV 1992-1-1 (1991). De maturiteitscoëfficiënt wordt bepaald conform paragraaf 6.3.2.4(3) van de NAD bij NBN ENV 1992-1-1 (1991) (zie ook “paragraaf 11 – tabellen” van deze bijlagen)

7 Bekisting en bewapeningen

7.1 Bekisting

Overeenkomstig NBN B15-002 §6.3.2.1 dienen de bekistingen en de ondersteuningsconstructies te voldoen aan volgende vereisten:

Bekistingen en ondersteuningsconstructies moeten zodanig worden ontworpen en uitgevoerd dat zij in staat zijn om weerstand te bieden aan alle belastingen die tijdens de uitvoering kunnen optreden, zoals eigen gewicht en druk vers beton, verdichten, winddruk, Zij moeten intact worden gelaten tot het beton voldoende sterkte heeft verkregen om bestand te zijn tegen de spanningen die bij verwijdering of ontkisting optreden. Hierbij moet een aanvaardbare veiligheidsmarge in acht genomen worden (gewone veiligheid volgens NBN B03-001).

De stijfheid van bekisting en ondersteuningsconstructie moet groot genoeg zijn om te voldoen aan de eisen met betrekking tot de draagconstructie en de toelaatbare maatafwijkingen en zodanig dat de draagkracht niet wordt aangetast.

De algemene opzet van de bekisting moet zo zijn dat de wapeningen op de juiste wijze kunnen worden aangebracht en het beton op de juiste wijze kan worden verdicht.

De bekisting moet van het beton kunnen worden verwijderd zonder dat schokken of schade worden veroorzaakt.

Naden tussen bekistingpanelen moeten voldoende dicht zijn.

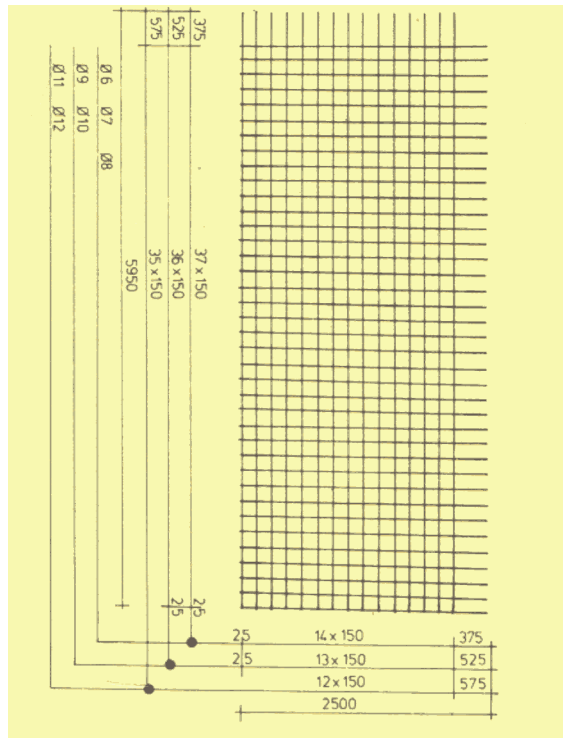
Het binnenvlak van de bekisting moet schoon zijn, resten van binddraad en andere onreinigheden dienen verwijderd te worden. De wapening zal in geen geval, dus ook niet tijdelijk, op de bekisting rusten.

Afstandshouders in de bekisting die in het beton achterblijven, mogen geen afbreuk doen aan de duurzaamheid of aan het uiterlijk.

In principe worden alle hoeken van 90 ° en minder afgeschuind door een hoeklatje van 45° in de bekisting te plaatsen. Deze regel is steeds van toepassing op hoeken van wanden, kolommen, balken en oplegvlakken van balken. De architect of de ingenieur kunnen ten allen tijde vragen om ter hoogte van hernemingvoegen of schijnvoegen een profieltje in de bekisting te plaatsen, zonder dat dit tot een meerprijs mag leiden.

7.2 Betonstaal

Het betonstaal moet voldoen aan de eisen van NBN B15-002. Betonijzer van de kwaliteit S500 van deze norm komt overeen met BE 500 S van de normenreeks NBN A24.



Uitsluitend staal van de klasse BE 500 S

De gewone (passieve) wapeningen zij in overeenstemming met de normenreeks NBN A 24-301.

Enkel wapeningen voorzien van het BENOR-merk (of gelijkwaardig) zijn toegelaten.

Bij het gebruik van gepuntlaste netten zullen enkel netten gebruikt worden met stekeinden, zodat de wapeningsnetten in elkaar schuiven en de overlappende staven in hetzelfde vlak liggen.

De oppervlaktegesteldheid van de wapening moet voor de toepassing worden geïnspecteerd op de aanwezigheid van schadelijke stoffen die nadelige invloed kunnen hebben op het staal, het beton of de hechting tussen beide.

Volgende gebreken kunnen onder andere een reden vormen voor het afkeuren van de wapening:

- mechanische beschadiging (bijv. inkepingen en deuken)
- breuk van lassen in geprefabriceerde wapeningskorven en in gepuntlaste wapeningsnetten;
- afzetting van stoffen op het oppervlak die de hechtingseigenschappen verminderen;
- afwezigheid van de herkenningstekens;

verminderde doorsnede door roestvorming, waarbij bepaalde toelaatbare grenswaarden worden overschreden.

Lassen is uitsluitend toegestaan voor betonstaal dat geschikt is om te worden gelast. Lasverbindingen moeten worden gemaakt en gecontroleerd door personen die goed zijn opgeleid voor het lassen van betonwapeningen. De NBN A24-301 tot -304 bevatten de voorschriften over het lassen van wapeningen. Bij het lassen met een doorlopende naad, moet de lengte van de naad minstens even lang zijn al aangeduid in de NBN A24-302 voor de lasgeschiktheidsproeven.

Het wapeningsvlechtwerk moet zo stevig zijn dat de staven tijdens het vervoer, het stellen en het storten van het beton niet uit hun voorgeschreven positie kunnen geraken. Indien het aanbrengen van hulpstaven hiervoor noodzakelijk is zullen deze niet verrekend worden in de meetstaat. De voorgeschreven dekking op de wapening moet behouden blijven door gebruik te maken van goedgekeurde betonblokjes en afstandshouders.

In korven voor balken worden de vier hoekstaven op alle kruispunten met de beugels gebonden met een broekbinding. De overige staven worden om de andere beugel gebonden met een gewone binding.

Bij vierkante kolommen worden de vier hoekstaven op alle kruisingen met beugels gebonden met een broekbinding. De tussenstaven worden met een gewone binding gebonden, eveneens op alle kruisingen. Bij ronde kolommen worden alle kruisingen van langsstaven en beugels voorzien van een gewone binding.

De verbindingen die worden gelast zijn onderworpen aan dezelfde uitvoeringseisen.

In de mate van het mogelijke moet men een voorlopige buiging, gevolgd door een terugbuiging, vermijden. As deze behandeling toch nodig is, dan moet dit gebeuren zonder stoten; de kromtestraal van de buiging is dan dubbel zo groot als deze welke in de onderstaande tabel is voorgeschreven, voor hoofdwapeningen. Deze bijzondere voorwaarden zijn niet verplicht voor staven met de kwaliteit S 220 (BE 220 S)

De minimum diameters van de doornen zijn:

| | Haken, bochten, lussen | | Opgebogen staven of andere gekromde staven | | |
|---|-------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
| | Diameters van de staven | | waarden van de minimum betondekking loodrecht op het krommingsvlak | | |
| | $\varnothing < 20 \text{ mm}$ | $\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ | $> 100 \text{ mm}$ en $> 7 \varnothing$ | $> 50 \text{ mm}$ en $> 3 \varnothing$ | $\leq 50 \text{ mm}$ en $\leq 3 \varnothing$ |
| Gladde staven S 220 | 2,5 \varnothing | 5 \varnothing | 10 \varnothing | 10 \varnothing | 15 \varnothing |
| staven met hoge hechting S 400, S 500 | 4 \varnothing | 7 \varnothing | 10 \varnothing | 15 \varnothing | 20 \varnothing |

Het betonstorten mag slechts aanvangen na de keuring van de plaatsing en de schriftelijke toelating van de ingenieur.

7.3 Afstandshouders en suporten

De betondekking zoals aangegeven op de plannen dient bij balken en kolommen gerespecteerd te worden door het gebruik van aangepaste afstandshouders.

Afstandshouders in kunststof zijn enkel toegelaten in constructies waarvan geen eisen gesteld worden aan de brandweerstand.

Afstandshouders op basis van cementmortel zijn aanbevolen. Zij worden nooit op de werf aangemaakt. Afstandshouders op basis van cementmortel hebben een karakteristieke kubusdruksterkte van 50 N/mm², en bieden weerstand aan een last van 3 kN.

De vorm van kunststoffen afstandshouders moet zodanig zijn dat de continuïteit van het beton ter plaatse niet te sterk wordt verstoord. Minstens 25% van het bruto oppervlak van de afstandshouder moet open zijn. De vorm moet zo zijn dat de indringing van water langs een zijvlak van de afstandshouder ten gevolge van het ontstaan van krimpnaadjes wordt voorkomen.

Het aanrakingsvlak van de afstandshouders met de bekisting mag enerzijds niet zo klein zijn dat de bekisting kan worden beschadigd en anderzijds niet groter zijn dan noodzakelijk in verband met het uiterlijk van het beton en de mogelijke aantasting van de kunststof.

Het materiaal moet van een zodanige kwaliteit zijn dat, in combinatie met een juiste vorm, de vormvastheid in de periode voor en tijdens het storten van het beton is gewaarborgd. Bij in het zicht blijvend beton moet de kleur van het materiaal zodanig zijn dat deze zo min mogelijk opvalt.

Bij balken zullende afstandshouders op de beugels worden bevestigd. De beugels waarop afstandshouders worden aangebracht zullen nooit meer dan 1000 mm van elkaar verwijderd zijn. Op de flanken worden op deze beugels telkens minstens 1 afstandshouder voorzien. Indien de hoogte van de balk meer bedraagt dan 100 keer de diameter van de beugels, worden de afstandshouders op de beugels op een afstand van 50 keer de diameter van de beugels geplaatst. Bij balken met een breedte kleiner dan of gelijk aan 250 mm wordt een afstandshouder geplaatst op de onderkant van de hierboven besproken beugels. Bij balken met een breedte tussen 250 en 500 mm moeten er minstens twee afstandshouders op deze beugels worden voorzien. Bij bredere balken worden deze afstandshouders geplaatst, telkens op een afstand van 50 keer de diameter van deze beugels.

Bij kolommen zullen da afstandshouders op de beugels worden bevestigd. De beugels waarop afstandshouders worden aangebracht zullen nooit meer dan 100 keer de diameter van de hoofdwapening van elkaar verwijderd zijn. Bij rechthoekige kolommen worden de afstandshouders op deze beugels op een onderlinge afstand van 50 keer de diameter van de beugel geplaatst, met een minimum van 6 afstandshouders. Bij cirkelvormige kolommen worden de afstandshouders op deze beugels op een onderlinge afstand van 50 keer de diameter van de beugel geplaatst, met een minimum van 4 afstandshouders.

De onderwapening van de vloerplaten wordt om de 1000 mm gesteund indien alle staven in 1 richting worden ondersteund. In dat geval zullen de afstandshouders geschrinkt geplaatst worden. De onderwapening van de vloerplaten wordt om de 500 mm gesteund indien een bepaalde richting één staaf op twee gesteund wordt door een afstandshouder.

De bovenwapening van platen wordt gesteund door supportliggers. Zij bestaan uit draad van 4 mm indien zij minder dan 160 mm hoog zijn, en uit draad van 4,5 mm indien ze hoger zijn. De tussenafstand tussen de supportliggers ter ondersteuning van de bovenwapening van platen kan afgeleid worden uit onderstaande tabel:

| diameter hoofdwapening (mm) | supportliggerafstand (mm) |
|--------------------------------|------------------------------|
| 8 | 750 |
| 10 | 1000 |
| 12 | 1250 |
| 16 | 1750 |
| 20 | 2250 |
| 25 | 2500 |
| 32 | 2750 |
| 40 | 2750 |

8 Tewerkstelling

8.1 Storten en verdichten

Om de vermindering van de verwerkbaarheid tot een minimum te beperken, moet het beton zo snel mogelijk na het mengen gestort worden, en in ieder geval binnen de 100 minuten die volgen op het eerste contact tussen cement en aanmaakwater.

In het geval dat men het beton vrij laat vallen tijdens het storten moeten de nodige voorzieningen getroffen worden om ontmenging te voorkomen.

Het beton moet goed verdicht worden tijdens het verwerken. De nodige maatregelen zullen genomen worden om grindnesten en bleeding te vermijden. Wanneer trilnaalden gebruikt worden, moet het trillen continu gebeuren tijdens het betonstorten en dit tot er praktisch geen lucht meer uitgestoten wordt en zodanig dat er zich geen ontmenging voordoet.

De gewapende betonplaten van minder dan 16 cm worden, bij om het even welke wijze van verdichten, in één enkele laag gedetoneerd, behalve wanneer de wapening uit een ondernet en een bovennet bestaat. In dat geval is betoneren in twee lagen toegelaten, doch de onderbreking in het betonstorten mag niet langer duren dan de tijd die nodig is om het bovenwapeningsnet aan te brengen.

8.2 Stortnaden

De stortnaden worden tot een minimum beperkt en worden daar gemaakt waar ze de weerstand en het uiterlijk van de constructie het minst schaden; ze worden zoveel mogelijk volgens gedrukte vlakken gemaakt.

Stortnaden op plaatsen waar het beton plots van doorsnede verandert zijn niet toegestaan.

Stortnaden in zichtbaar blijvende kolommen en balken zijn niet toegestaan.

Wanneer het vers beton eerst na binding van het vorig beton wordt gestort, wordt het aansluitvlak zogenaamd aangebrand, dit wil zeggen dat men daarop, desnoods met een borstel, een dunne laag rijke en plastische mortel aanbrengt, zo niet verhoogt men het cementgehalte van het vers beton dat in contact zal komen met het vorige.

Het vers beton wordt verdicht door trillen. Het vers beton heeft dezelfde consistentie of het vorige, of is plastischer. Het trillen zal 50% langer aangehouden worden.

8.3 Onderbreken van het beton bij slecht weer

Betoneren in de vrije lucht is verboden bij overvloedige regen en indien bij kans op vorst geen voldoende maatregelen kunnen genomen worden om bevrozen tegen te gaan.

Op de werf wordt een maximum-minimum thermometer opgesteld. De temperaturen zullen dagelijks genoteerd worden. De thermometer zal ook gedurende de dagen waarop de werf gesloten is toegankelijk zijn voor de ingenieur of de architecten.

Het meest blootgestelde oppervlak van het beton dient gedurende de eerste 72 uren na het storten een temperatuur te hebben van minstens 5°C. Indien er een gegronde vermoeden is dat dit niet het geval zou geweest zijn is de ingenieur gemachtigd, op kosten van de aannemer, drukproeven te laten uitvoeren.

In periodes dat vorst niet onwaarschijnlijk is zal de aannemer het KMI raadplegen omtrent de weersverwachtingen in de eerste 72 uren na het storten van het beton, en de schriftelijke documenten die hiervan de weerslag zijn bewaren.

De bescherming van het beton tegen vorst mag worden opgegeven van zodra de karakteristieke druksterkte van het beton meer dan 5 N/mm² bedraagt.

Indien minimumtemperaturen lager dan 0°C worden voorspeld door het KMI binnen een periode van 72 uur na het storten van het beton, en de aannemer toch tot het storten van het beton wenst over te gaan, zal hij voorafgaandelijk een op voldoende wijze gedocumenteerd plan (aan de hand van studies die de deugdelijkheid

en de haalbaarheid ervan aantonen) voorleggen aan de ingenieur, dat de maatregelen die moeten voorkomen dat de temperatuur van het beton beneden het vriespunt daalt, beschrijft.

8.4 Ontkisten

In principe worden de bekistingen slechts weggenomen nadat het beton een rijpheid heeft van 28 dagen. Hierop mogen mits het akkoord van de ingenieur volgende uitzonderingen gemaakt worden indien er kan aangetoond worden dat de sterkte van het beton van die aard is dat de spanningen die in het beton zijn opgetreden na het ontkisten de rekensterkte niet zal overschrijden en de kruip van het beton niet van die aard is dat de uiteindelijke doorbuiging te groot zou worden. De bewijzen hiervan worden door de aannemer geleverd.

In geen geval zal de bekisting verwijderd worden voor onderstaande minimumperiodes:

2 dagen voor niet-dragende delen van de bekisting (bijv. zijschotten van liggers, bekistingen van kolommen en wanden);

5 dagen voor bekistingen van in het werk gestorte, op volle grond steunende vloerplaten

10 dagen voor rechtstreeks dragende bekistingen, zoals binnenwelflakken van liggers of vloerplaten.

De effectieve druksterkte moet minstens 3.5 N/mm² bedragen bij het ontkisten van niet-dragende vlakken.

8.5 Nabehandelen en beschermen

De bepalingen inzake nabehandeling en bescherming van vers beton zijn opgenomen in §10.6 van NBN B15-001:2004. De nodige maatregelen zullen getroffen worden om het beton te beschermen tegen :

uitwassing door regen en aflopend water;

snelle afkoeling tijdens de eerste dagen na verwerking;

hoge inwendige temperatuurverschillen

lage temperaturen en vorst;

trillingen of stoten die het beton kunnen beschadigen of die de hechting ervan aan de wapening kunnen verstoren.

Indien noodzakelijk dient het beton nabehandeld te worden tegen vroegtijdige of ongelijkmatige uitdroging, in het bijzonder bij zonnestraling en wind.

8.6 Afwerking van verhard beton

Na het ontkisten vertonen de betonelementen geen enkele gebrek dat de sterkte van de constructie zou kunnen in gevaar brengen, zoals grindnesten, blootliggende wapeningen of wapeningen met onvoldoende betondekking.

Eventuele oppervlakkige grindnesten of beschadigingen aan het beton worden bij niet zichtbaar blijvend beton uitgekapt, grondig gereinigd en zorgvuldig hersteld door middel van een adequate mortel.

9 Non-conformiteiten

De studiekosten en verplaatsingskosten van het studiebureau stabiliteit die het gevolg zijn van een non-conformiteit worden verrekend volgens de het barema opgenomen in de studieovereenkomst.

Bij het nazicht van de sterkte van het beton zullen minstens 15 kernen van 100 mm diameter en 100 mm hoog geboord worden. De aannemer laat deze kernen testen bij een door het studiebureau aangegeven laboratorium. De testen gebeuren conform NBN EN 12504-1 en NBN EN 12390-3. De aannemer bezorgt het studiebureau een verslag conform NBN EN 13791.

Een prijsreductie van de betreffende post al als volgt worden berekend en toegepast:

Paraaf bouwheer.....

Paraaf aannemer

$$P_r = P_i \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6 \times \prod_{i \geq 7} k_i$$

Hierin is

P_r : de gereduceerde prijs;

P_i : de initiële totaalprijs van deze post;

k_1 : reductiefactor voor het niet gebruik van BENOR-gekeurd beton : $k_1 = 0.50$;

k_2 : reductiefactor voor een te lage druksterkte.

$$k_2 = 2.78 \left(\frac{f_{ck, gemeten}}{f_{ck, gevraagd}} \right)^2 - 1.78 \geq 0.50$$

k_3 : reductiefactor voor een te laag cementgehalte (c in kg/m³ beton)

$$k_3 = 2.78 \left(\frac{c_{gemeten}}{c_{gevraagd}} \right)^2 - 1.78 \geq 0.50$$

k_4 : reductiefactor voor een niet-conform cementtype : $k_4 = 0.85$

k_5 : reductiefactor voor een te kleine gemiddelde hoogte van de constructie-element;

$$k_5 = 2.78 \left(\frac{\bar{h}_{gemeten}}{h_{gevraagd}} \right)^2 - 1.78 \geq 0.50$$

k_6 : reductiefactor voor een onvoldoende esthetisch aspect.

$k_i, i \geq 7$: reductiefactor afhankelijk van het uitgevoerde element. Deze factoren zijn 1.00, tenzij in het bijzonder bestek een andere waarde wordt aangegeven.

| k_6 | Geleverde CIB - schaal | | | | | |
|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | Voldoet aan CIB schaal 1 | Voldoet aan CIB schaal 2 | Voldoet aan CIB schaal 3 | Voldoet aan CIB schaal 4 | Voldoet niet aan CIB schaal 4 |
| Geëiste CIB-schaal | Geen eis | 1.00 | | | | |
| | CIB schaal 1 | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.60 |
| | CIB schaal 2 | 1.00 | 1.00 | 0.925 | 0.85 | 0.70 |
| | CIB schaal 3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.80 |
| | CIB schaal 4 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 |

Het studie bureau is evenwel steeds gemachtigd de uitbraak van niet conform beton te eisen.

Een non-conformiteit kan in geen geval aanleiding geven tot vertragingen op de werf.

De ingenieur, belast met het ontwerp van dit bouwwerk, beslist volledig autonoom, doch rekening houdend met de suggesties van de partijen, welke maatregelen dienen getroffen te worden om de non-conformiteiten op te heffen. Indien de aannemer niet akkoord kan gaan met deze maatregelen, heeft hij 3 dagen tijd om een tegenvoorstel te formuleren. Hij zal daarvoor de nodige wetenschappelijk ondersteunde documenten voorleggen. Bij gebrek aan protest, of bij gebrek aan het voorleggen van de nodige documenten, of bij het te laat voorleggen van deze documenten wordt de aannemer geacht akkoord te gaan met de maatregelen opgelegd door de ingenieur. Door de ondertekening van dit bestek verklaart de aannemer zich akkoord met deze werkwijze.

10 Opmeting van het wapeningsijzer

Tenzij anders aangegeven in de betreffende beschrijvende post, wordt de meting van het betonijzer uitgesplitst naar vorm (rechte en gebogen staven, netten) en aard (BE220, BE500s, Roestvast staal). De verrekening gebeurt, tenzij anders aangegeven in de betreffende beschrijvende post, als volgt:

Rechte en geplooide staven:

| | |
|------|------------|
| ⊗ 8 | 0.395 kg/m |
| ⊗ 10 | 0.617 kg/m |
| ⊗ 12 | 0.888 kg/m |
| ⊗ 14 | 1.208 kg/m |
| ⊗ 16 | 1.580 kg/m |
| ⊗ 20 | 2.470 kg/m |
| ⊗ 25 | 3.850 kg/m |

netwapening:

| | | |
|---------------|-------|-------------------|
| 150.150.5.5 | 2.74 | kg/m ² |
| 150.150.6.6 | 3.51 | kg/m ² |
| 150.150.8.8 | 5.96 | kg/m ² |
| 150.150.10.10 | 10.30 | kg/m ² |
| 150.150.12.12 | 15.72 | kg/m ² |

Alle afstandshouders, hulpstaven en overlappingsen zijn in de eenheidsprijs begrepen.

11 Tabellen

Maturiteitscoëfficiënt van beton

| t [°C] | <-5 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | 0.000 | 0.150 | 0.180 | 0.210 | 0.240 | 0.270 | 0.300 |
| 0.1 | 0.000 | 0.153 | 0.183 | 0.213 | 0.243 | 0.273 | 0.303 |
| 0.2 | 0.000 | 0.156 | 0.186 | 0.216 | 0.246 | 0.276 | 0.306 |
| 0.3 | 0.000 | 0.159 | 0.189 | 0.219 | 0.249 | 0.279 | 0.309 |
| 0.4 | 0.000 | 0.162 | 0.192 | 0.222 | 0.252 | 0.282 | 0.312 |
| 0.5 | 0.000 | 0.165 | 0.195 | 0.225 | 0.255 | 0.285 | 0.315 |
| 0.6 | 0.000 | 0.168 | 0.198 | 0.228 | 0.258 | 0.288 | 0.318 |
| 0.7 | 0.000 | 0.171 | 0.201 | 0.231 | 0.261 | 0.291 | 0.321 |
| 0.8 | 0.000 | 0.174 | 0.204 | 0.234 | 0.264 | 0.294 | 0.324 |
| 0.9 | 0.000 | 0.177 | 0.207 | 0.237 | 0.267 | 0.297 | 0.327 |

| t [°C] | 1.0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | 0.330 | 0.360 | 0.390 | 0.420 | 0.450 | 0.480 | 0.510 |
| 0.1 | 0.333 | 0.363 | 0.393 | 0.423 | 0.453 | 0.483 | 0.513 |
| 0.2 | 0.336 | 0.366 | 0.396 | 0.426 | 0.456 | 0.486 | 0.516 |
| 0.3 | 0.339 | 0.369 | 0.399 | 0.429 | 0.459 | 0.489 | 0.519 |
| 0.4 | 0.342 | 0.372 | 0.402 | 0.432 | 0.462 | 0.492 | 0.522 |
| 0.5 | 0.345 | 0.375 | 0.405 | 0.435 | 0.465 | 0.495 | 0.525 |
| 0.6 | 0.348 | 0.378 | 0.408 | 0.438 | 0.468 | 0.498 | 0.528 |
| 0.7 | 0.351 | 0.381 | 0.411 | 0.441 | 0.471 | 0.501 | 0.531 |
| 0.8 | 0.354 | 0.384 | 0.414 | 0.444 | 0.474 | 0.504 | 0.534 |
| 0.9 | 0.357 | 0.387 | 0.417 | 0.447 | 0.477 | 0.507 | 0.537 |

| t [°C] | 8.0 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | >=15 |
|---------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| 0.0 | 0.540 | 0.570 | 0.600 | 0.680 | 0.760 | 0.840 | 0.920 | 1.000 |
| 0.1 | 0.543 | 0.573 | 0.608 | 0.688 | 0.768 | 0.848 | 0.928 | 1.000 |
| 0.2 | 0.546 | 0.576 | 0.616 | 0.696 | 0.776 | 0.856 | 0.936 | 1.000 |
| 0.3 | 0.549 | 0.579 | 0.624 | 0.704 | 0.784 | 0.864 | 0.944 | 1.000 |
| 0.4 | 0.552 | 0.582 | 0.632 | 0.712 | 0.792 | 0.872 | 0.952 | 1.000 |
| 0.5 | 0.555 | 0.585 | 0.640 | 0.720 | 0.800 | 0.880 | 0.960 | 1.000 |
| 0.6 | 0.558 | 0.588 | 0.648 | 0.728 | 0.808 | 0.888 | 0.968 | 1.000 |
| 0.7 | 0.561 | 0.591 | 0.656 | 0.736 | 0.816 | 0.896 | 0.976 | 1.000 |
| 0.8 | 0.564 | 0.594 | 0.664 | 0.744 | 0.824 | 0.904 | 0.984 | 1.000 |
| 0.9 | 0.567 | 0.597 | 0.672 | 0.752 | 0.832 | 0.912 | 0.992 | 1.000 |

Coëfficiënt β_{cc}

Keuzetabel

| | |
|-------------------|---|
| CEM I 32.5 | D |
| CEM I 42.5 | D |
| CEM I 42.5 R | C |
| CEM I 52.5 | B |
| CEM I 52.5 R | A |
| CEM II/A-M 32.5 R | F |
| CEM II/A-M 42.5 | F |
| CEM II/A-M 32.5 | F |
| CEM II/B-M 32.5 R | E |
| CEM II/B-M 42.5 | E |
| CEM III/A 32.5 | E |
| CEM III/A 42.5 | E |
| CEM III/A 52.5 | D |
| CEM III/B 32.5 | G |
| CEM III/B 42.5 | F |
| CEM III/C 32.5 | E |
| CEM V/A-32.5 | G |

β_{cc}

| t | A | B | C | D | E | F | G |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0.462 | 0.373 | 0.342 | 0.243 | 0.196 | 0.180 | 0.145 |
| 2 | 0.610 | 0.532 | 0.504 | 0.405 | 0.353 | 0.334 | 0.291 |
| 3 | 0.691 | 0.623 | 0.598 | 0.508 | 0.458 | 0.440 | 0.397 |
| 4 | 0.744 | 0.685 | 0.663 | 0.581 | 0.535 | 0.518 | 0.477 |
| 5 | 0.782 | 0.730 | 0.711 | 0.637 | 0.595 | 0.579 | 0.541 |
| 6 | 0.812 | 0.766 | 0.748 | 0.682 | 0.643 | 0.629 | 0.593 |
| 7 | 0.835 | 0.795 | 0.779 | 0.719 | 0.684 | 0.670 | 0.638 |
| 8 | 0.855 | 0.818 | 0.804 | 0.750 | 0.718 | 0.706 | 0.676 |
| 9 | 0.872 | 0.839 | 0.826 | 0.777 | 0.748 | 0.737 | 0.709 |
| 10 | 0.886 | 0.857 | 0.845 | 0.801 | 0.774 | 0.764 | 0.739 |
| 11 | 0.898 | 0.872 | 0.862 | 0.822 | 0.798 | 0.788 | 0.765 |
| 12 | 0.909 | 0.886 | 0.876 | 0.840 | 0.818 | 0.810 | 0.789 |
| 13 | 0.919 | 0.898 | 0.890 | 0.857 | 0.837 | 0.829 | 0.810 |
| 14 | 0.928 | 0.909 | 0.902 | 0.872 | 0.854 | 0.847 | 0.830 |
| 15 | 0.936 | 0.919 | 0.913 | 0.886 | 0.870 | 0.864 | 0.848 |
| 16 | 0.944 | 0.928 | 0.922 | 0.899 | 0.885 | 0.879 | 0.865 |
| 17 | 0.950 | 0.937 | 0.932 | 0.911 | 0.898 | 0.893 | 0.880 |
| 18 | 0.956 | 0.945 | 0.940 | 0.922 | 0.910 | 0.906 | 0.895 |
| 19 | 0.962 | 0.952 | 0.948 | 0.932 | 0.922 | 0.918 | 0.908 |
| 20 | 0.968 | 0.959 | 0.955 | 0.941 | 0.933 | 0.929 | 0.921 |
| 21 | 0.973 | 0.965 | 0.962 | 0.950 | 0.943 | 0.940 | 0.933 |
| 22 | 0.977 | 0.971 | 0.968 | 0.959 | 0.952 | 0.950 | 0.944 |
| 23 | 0.982 | 0.977 | 0.974 | 0.966 | 0.961 | 0.960 | 0.955 |
| 24 | 0.986 | 0.982 | 0.980 | 0.974 | 0.970 | 0.968 | 0.965 |
| 25 | 0.990 | 0.987 | 0.986 | 0.981 | 0.978 | 0.977 | 0.974 |

| t | A | B | C | D | E | F | G |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 26 | 0.993 | 0.991 | 0.991 | 0.988 | 0.986 | 0.985 | 0.983 |
| 27 | 0.997 | 0.996 | 0.995 | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.992 |
| 28 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 29 | 1.003 | 1.004 | 1.004 | 1.006 | 1.007 | 1.007 | 1.008 |
| 30 | 1.006 | 1.008 | 1.009 | 1.011 | 1.013 | 1.014 | 1.015 |
| 31 | 1.009 | 1.011 | 1.012 | 1.017 | 1.019 | 1.020 | 1.023 |
| 32 | 1.012 | 1.015 | 1.016 | 1.022 | 1.025 | 1.026 | 1.029 |
| 33 | 1.014 | 1.018 | 1.020 | 1.026 | 1.030 | 1.032 | 1.036 |
| 34 | 1.017 | 1.022 | 1.023 | 1.031 | 1.036 | 1.038 | 1.043 |
| 35 | 1.019 | 1.025 | 1.027 | 1.035 | 1.041 | 1.043 | 1.049 |
| 36 | 1.021 | 1.028 | 1.030 | 1.040 | 1.046 | 1.048 | 1.055 |
| 37 | 1.024 | 1.030 | 1.033 | 1.044 | 1.051 | 1.053 | 1.060 |
| 38 | 1.026 | 1.033 | 1.036 | 1.048 | 1.055 | 1.058 | 1.066 |
| 39 | 1.028 | 1.036 | 1.039 | 1.052 | 1.060 | 1.063 | 1.071 |
| 40 | 1.030 | 1.038 | 1.042 | 1.055 | 1.064 | 1.068 | 1.076 |
| 41 | 1.032 | 1.041 | 1.044 | 1.059 | 1.068 | 1.072 | 1.081 |
| 42 | 1.034 | 1.043 | 1.047 | 1.062 | 1.072 | 1.076 | 1.086 |
| 43 | 1.035 | 1.045 | 1.049 | 1.066 | 1.076 | 1.080 | 1.091 |
| 44 | 1.037 | 1.048 | 1.052 | 1.069 | 1.080 | 1.084 | 1.095 |
| 45 | 1.039 | 1.050 | 1.054 | 1.072 | 1.084 | 1.088 | 1.100 |
| 46 | 1.040 | 1.052 | 1.056 | 1.075 | 1.087 | 1.092 | 1.104 |
| 47 | 1.042 | 1.054 | 1.059 | 1.078 | 1.091 | 1.096 | 1.108 |
| 48 | 1.043 | 1.056 | 1.061 | 1.081 | 1.094 | 1.099 | 1.112 |
| 49 | 1.045 | 1.058 | 1.063 | 1.084 | 1.097 | 1.103 | 1.116 |
| 50 | 1.046 | 1.060 | 1.065 | 1.087 | 1.100 | 1.106 | 1.120 |
| 51 | 1.048 | 1.061 | 1.067 | 1.089 | 1.103 | 1.109 | 1.124 |
| 52 | 1.049 | 1.063 | 1.069 | 1.092 | 1.106 | 1.112 | 1.127 |
| 53 | 1.050 | 1.065 | 1.071 | 1.094 | 1.109 | 1.115 | 1.131 |
| 54 | 1.052 | 1.066 | 1.072 | 1.097 | 1.112 | 1.118 | 1.134 |
| 55 | 1.053 | 1.068 | 1.074 | 1.099 | 1.115 | 1.121 | 1.138 |
| 56 | 1.054 | 1.070 | 1.076 | 1.101 | 1.118 | 1.124 | 1.141 |
| 57 | 1.055 | 1.071 | 1.078 | 1.104 | 1.120 | 1.127 | 1.144 |
| 58 | 1.056 | 1.073 | 1.079 | 1.106 | 1.123 | 1.130 | 1.147 |
| 59 | 1.058 | 1.074 | 1.081 | 1.108 | 1.125 | 1.133 | 1.150 |
| 60 | 1.059 | 1.076 | 1.082 | 1.110 | 1.128 | 1.135 | 1.153 |
| 61 | 1.060 | 1.077 | 1.084 | 1.112 | 1.130 | 1.138 | 1.156 |
| 62 | 1.061 | 1.078 | 1.085 | 1.114 | 1.133 | 1.140 | 1.159 |
| 63 | 1.062 | 1.080 | 1.087 | 1.116 | 1.135 | 1.143 | 1.162 |
| 64 | 1.063 | 1.081 | 1.088 | 1.118 | 1.137 | 1.145 | 1.165 |
| 65 | 1.064 | 1.082 | 1.090 | 1.120 | 1.140 | 1.147 | 1.167 |
| 66 | 1.065 | 1.083 | 1.091 | 1.122 | 1.142 | 1.150 | 1.170 |
| 67 | 1.066 | 1.085 | 1.092 | 1.124 | 1.144 | 1.152 | 1.172 |
| 68 | 1.067 | 1.086 | 1.094 | 1.126 | 1.146 | 1.154 | 1.175 |
| 69 | 1.068 | 1.087 | 1.095 | 1.127 | 1.148 | 1.156 | 1.177 |
| 70 | 1.068 | 1.088 | 1.096 | 1.129 | 1.150 | 1.158 | 1.180 |
| 71 | 1.069 | 1.089 | 1.097 | 1.131 | 1.152 | 1.160 | 1.182 |
| 72 | 1.070 | 1.090 | 1.099 | 1.132 | 1.154 | 1.162 | 1.185 |
| 73 | 1.071 | 1.092 | 1.100 | 1.134 | 1.156 | 1.164 | 1.187 |
| 74 | 1.072 | 1.093 | 1.101 | 1.135 | 1.157 | 1.166 | 1.189 |
| 75 | 1.073 | 1.094 | 1.102 | 1.137 | 1.159 | 1.168 | 1.191 |

| t | A | B | C | D | E | F | G |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 76 | 1.073 | 1.095 | 1.103 | 1.138 | 1.161 | 1.170 | 1.193 |
| 77 | 1.074 | 1.096 | 1.104 | 1.140 | 1.163 | 1.172 | 1.196 |
| 78 | 1.075 | 1.097 | 1.105 | 1.141 | 1.165 | 1.174 | 1.198 |
| 79 | 1.076 | 1.098 | 1.106 | 1.143 | 1.166 | 1.176 | 1.200 |
| 80 | 1.076 | 1.098 | 1.107 | 1.144 | 1.168 | 1.177 | 1.202 |
| 81 | 1.077 | 1.099 | 1.109 | 1.146 | 1.170 | 1.179 | 1.204 |
| 82 | 1.078 | 1.100 | 1.110 | 1.147 | 1.171 | 1.181 | 1.206 |
| 83 | 1.078 | 1.101 | 1.110 | 1.148 | 1.173 | 1.183 | 1.208 |
| 84 | 1.079 | 1.102 | 1.111 | 1.150 | 1.174 | 1.184 | 1.209 |
| 85 | 1.080 | 1.103 | 1.112 | 1.151 | 1.176 | 1.186 | 1.211 |
| 86 | 1.080 | 1.104 | 1.113 | 1.152 | 1.177 | 1.187 | 1.213 |
| 87 | 1.081 | 1.105 | 1.114 | 1.153 | 1.179 | 1.189 | 1.215 |
| 88 | 1.082 | 1.105 | 1.115 | 1.155 | 1.180 | 1.190 | 1.217 |
| 89 | 1.082 | 1.106 | 1.116 | 1.156 | 1.182 | 1.192 | 1.218 |
| 90 | 1.083 | 1.107 | 1.117 | 1.157 | 1.183 | 1.194 | 1.220 |
| 91 | 1.083 | 1.108 | 1.118 | 1.158 | 1.184 | 1.195 | 1.222 |
| 92 | 1.084 | 1.109 | 1.119 | 1.159 | 1.186 | 1.196 | 1.224 |
| 93 | 1.085 | 1.109 | 1.119 | 1.161 | 1.187 | 1.198 | 1.225 |
| 94 | 1.085 | 1.110 | 1.120 | 1.162 | 1.188 | 1.199 | 1.227 |
| 95 | 1.086 | 1.111 | 1.121 | 1.163 | 1.190 | 1.201 | 1.228 |
| 96 | 1.086 | 1.112 | 1.122 | 1.164 | 1.191 | 1.202 | 1.230 |
| 97 | 1.087 | 1.112 | 1.123 | 1.165 | 1.192 | 1.203 | 1.231 |
| 98 | 1.087 | 1.113 | 1.123 | 1.166 | 1.193 | 1.205 | 1.233 |
| 99 | 1.088 | 1.114 | 1.124 | 1.167 | 1.195 | 1.206 | 1.235 |
| 100 | 1.088 | 1.114 | 1.125 | 1.168 | 1.196 | 1.207 | 1.236 |
| 101 | 1.089 | 1.115 | 1.126 | 1.169 | 1.197 | 1.209 | 1.237 |
| 102 | 1.089 | 1.116 | 1.126 | 1.170 | 1.198 | 1.210 | 1.239 |
| 103 | 1.090 | 1.116 | 1.127 | 1.171 | 1.199 | 1.211 | 1.240 |
| 104 | 1.090 | 1.117 | 1.128 | 1.172 | 1.201 | 1.212 | 1.242 |
| 105 | 1.091 | 1.118 | 1.129 | 1.173 | 1.202 | 1.213 | 1.243 |
| 106 | 1.091 | 1.118 | 1.129 | 1.174 | 1.203 | 1.215 | 1.244 |
| 107 | 1.092 | 1.119 | 1.130 | 1.175 | 1.204 | 1.216 | 1.246 |
| 108 | 1.092 | 1.120 | 1.131 | 1.176 | 1.205 | 1.217 | 1.247 |
| 109 | 1.093 | 1.120 | 1.131 | 1.177 | 1.206 | 1.218 | 1.248 |
| 110 | 1.093 | 1.121 | 1.132 | 1.178 | 1.207 | 1.219 | 1.250 |
| 111 | 1.094 | 1.121 | 1.133 | 1.179 | 1.208 | 1.220 | 1.251 |
| 112 | 1.094 | 1.122 | 1.133 | 1.179 | 1.209 | 1.221 | 1.252 |
| 113 | 1.095 | 1.122 | 1.134 | 1.180 | 1.210 | 1.222 | 1.254 |
| 114 | 1.095 | 1.123 | 1.134 | 1.181 | 1.211 | 1.224 | 1.255 |
| 115 | 1.095 | 1.124 | 1.135 | 1.182 | 1.212 | 1.225 | 1.256 |
| 116 | 1.096 | 1.124 | 1.136 | 1.183 | 1.213 | 1.226 | 1.257 |
| 117 | 1.096 | 1.125 | 1.136 | 1.184 | 1.214 | 1.227 | 1.258 |
| 118 | 1.097 | 1.125 | 1.137 | 1.184 | 1.215 | 1.228 | 1.260 |
| 119 | 1.097 | 1.126 | 1.137 | 1.185 | 1.216 | 1.229 | 1.261 |
| 120 | 1.098 | 1.126 | 1.138 | 1.186 | 1.217 | 1.230 | 1.262 |
| 121 | 1.098 | 1.127 | 1.139 | 1.187 | 1.218 | 1.231 | 1.263 |
| 122 | 1.098 | 1.127 | 1.139 | 1.188 | 1.219 | 1.232 | 1.264 |
| 123 | 1.099 | 1.128 | 1.140 | 1.188 | 1.220 | 1.233 | 1.265 |
| 124 | 1.099 | 1.128 | 1.140 | 1.189 | 1.221 | 1.234 | 1.266 |
| 125 | 1.099 | 1.129 | 1.141 | 1.190 | 1.222 | 1.235 | 1.267 |

| t | A | B | C | D | E | F | G |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 126 | 1.100 | 1.129 | 1.141 | 1.191 | 1.222 | 1.235 | 1.269 |
| 127 | 1.100 | 1.130 | 1.142 | 1.191 | 1.223 | 1.236 | 1.270 |
| 128 | 1.101 | 1.130 | 1.142 | 1.192 | 1.224 | 1.237 | 1.271 |
| 129 | 1.101 | 1.131 | 1.143 | 1.193 | 1.225 | 1.238 | 1.272 |
| 130 | 1.101 | 1.131 | 1.143 | 1.193 | 1.226 | 1.239 | 1.273 |
| 131 | 1.102 | 1.132 | 1.144 | 1.194 | 1.227 | 1.240 | 1.274 |
| 132 | 1.102 | 1.132 | 1.144 | 1.195 | 1.228 | 1.241 | 1.275 |
| 133 | 1.102 | 1.133 | 1.145 | 1.196 | 1.228 | 1.242 | 1.276 |
| 134 | 1.103 | 1.133 | 1.145 | 1.196 | 1.229 | 1.243 | 1.277 |
| 135 | 1.103 | 1.133 | 1.146 | 1.197 | 1.230 | 1.243 | 1.278 |
| 136 | 1.103 | 1.134 | 1.146 | 1.198 | 1.231 | 1.244 | 1.279 |
| 137 | 1.104 | 1.134 | 1.147 | 1.198 | 1.231 | 1.245 | 1.280 |
| 138 | 1.104 | 1.135 | 1.147 | 1.199 | 1.232 | 1.246 | 1.281 |
| 139 | 1.104 | 1.135 | 1.148 | 1.199 | 1.233 | 1.247 | 1.282 |
| 140 | 1.105 | 1.136 | 1.148 | 1.200 | 1.234 | 1.247 | 1.282 |
| 141 | 1.105 | 1.136 | 1.149 | 1.201 | 1.234 | 1.248 | 1.283 |
| 142 | 1.105 | 1.136 | 1.149 | 1.201 | 1.235 | 1.249 | 1.284 |
| 143 | 1.106 | 1.137 | 1.150 | 1.202 | 1.236 | 1.250 | 1.285 |
| 144 | 1.106 | 1.137 | 1.150 | 1.203 | 1.237 | 1.251 | 1.286 |
| 145 | 1.106 | 1.138 | 1.150 | 1.203 | 1.237 | 1.251 | 1.287 |
| 146 | 1.106 | 1.138 | 1.151 | 1.204 | 1.238 | 1.252 | 1.288 |
| 147 | 1.107 | 1.138 | 1.151 | 1.204 | 1.239 | 1.253 | 1.289 |
| 148 | 1.107 | 1.139 | 1.152 | 1.205 | 1.240 | 1.254 | 1.290 |
| 149 | 1.107 | 1.139 | 1.152 | 1.206 | 1.240 | 1.254 | 1.290 |
| 150 | 1.108 | 1.140 | 1.153 | 1.206 | 1.241 | 1.255 | 1.291 |
| 151 | 1.108 | 1.140 | 1.153 | 1.207 | 1.242 | 1.256 | 1.292 |
| 152 | 1.108 | 1.140 | 1.153 | 1.207 | 1.242 | 1.256 | 1.293 |
| 153 | 1.108 | 1.141 | 1.154 | 1.208 | 1.243 | 1.257 | 1.294 |
| 154 | 1.109 | 1.141 | 1.154 | 1.208 | 1.244 | 1.258 | 1.294 |
| 155 | 1.109 | 1.141 | 1.155 | 1.209 | 1.244 | 1.259 | 1.295 |
| 156 | 1.109 | 1.142 | 1.155 | 1.209 | 1.245 | 1.259 | 1.296 |
| 157 | 1.110 | 1.142 | 1.155 | 1.210 | 1.245 | 1.260 | 1.297 |
| 158 | 1.110 | 1.142 | 1.156 | 1.211 | 1.246 | 1.261 | 1.298 |
| 159 | 1.110 | 1.143 | 1.156 | 1.211 | 1.247 | 1.261 | 1.298 |
| 160 | 1.110 | 1.143 | 1.157 | 1.212 | 1.247 | 1.262 | 1.299 |
| 161 | 1.111 | 1.143 | 1.157 | 1.212 | 1.248 | 1.263 | 1.300 |
| 162 | 1.111 | 1.144 | 1.157 | 1.213 | 1.249 | 1.263 | 1.301 |
| 163 | 1.111 | 1.144 | 1.158 | 1.213 | 1.249 | 1.264 | 1.301 |
| 164 | 1.111 | 1.144 | 1.158 | 1.214 | 1.250 | 1.265 | 1.302 |
| 165 | 1.112 | 1.145 | 1.158 | 1.214 | 1.250 | 1.265 | 1.303 |
| 166 | 1.112 | 1.145 | 1.159 | 1.215 | 1.251 | 1.266 | 1.304 |
| 167 | 1.112 | 1.145 | 1.159 | 1.215 | 1.252 | 1.266 | 1.304 |
| 168 | 1.112 | 1.146 | 1.159 | 1.216 | 1.252 | 1.267 | 1.305 |
| 169 | 1.113 | 1.146 | 1.160 | 1.216 | 1.253 | 1.268 | 1.306 |
| 170 | 1.113 | 1.146 | 1.160 | 1.217 | 1.253 | 1.268 | 1.307 |
| 171 | 1.113 | 1.147 | 1.160 | 1.217 | 1.254 | 1.269 | 1.307 |
| 172 | 1.113 | 1.147 | 1.161 | 1.218 | 1.254 | 1.269 | 1.308 |
| 173 | 1.114 | 1.147 | 1.161 | 1.218 | 1.255 | 1.270 | 1.309 |
| 174 | 1.114 | 1.148 | 1.162 | 1.219 | 1.256 | 1.271 | 1.309 |
| 175 | 1.114 | 1.148 | 1.162 | 1.219 | 1.256 | 1.271 | 1.310 |

| t | A | B | C | D | E | F | G |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 176 | 1.114 | 1.148 | 1.162 | 1.219 | 1.257 | 1.272 | 1.311 |
| 177 | 1.115 | 1.149 | 1.162 | 1.220 | 1.257 | 1.272 | 1.311 |
| 178 | 1.115 | 1.149 | 1.163 | 1.220 | 1.258 | 1.273 | 1.312 |
| 179 | 1.115 | 1.149 | 1.163 | 1.221 | 1.258 | 1.274 | 1.313 |
| 180 | 1.115 | 1.149 | 1.163 | 1.221 | 1.259 | 1.274 | 1.313 |

k_2, k_3, k_5

| | |
|--|--------|
| $\frac{f_{ck, gemeten}}{f_{ck, gevraagd}}$ | k_2 |
| $\frac{c_{gemeten}}{c_{gevraagd}}$ | k_3 |
| $\frac{h_{gemeten}}{h_{gevraagd}}$ | k_5 |
| 1.000 | 1.0000 |
| 0.995 | 0.9723 |
| 0.990 | 0.9447 |
| 0.985 | 0.9172 |
| 0.980 | 0.8899 |
| 0.975 | 0.8627 |
| 0.970 | 0.8357 |
| 0.965 | 0.8088 |
| 0.960 | 0.7820 |
| 0.955 | 0.7554 |
| 0.950 | 0.7290 |
| 0.945 | 0.7026 |
| 0.940 | 0.6764 |
| 0.935 | 0.6503 |
| 0.930 | 0.6244 |
| 0.925 | 0.5986 |
| 0.920 | 0.5730 |
| 0.915 | 0.5475 |
| 0.910 | 0.5221 |
| 0.906 | 0.5000 |
| <0.906 | 0.5000 |