

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton**BIJLAGE 1:****AANVULLENDE BEPALINGEN OP: EUROCODE 2 - DEEL 1-1
VOOR HET ONTWERP EN BEREKENING VAN
BETONCONSTRUCTIES GEWAPEND MET COMBAR[®] GLASVEZELSTAVEN****Inleiding**

Voor glasvezelstaven als wapening in constructief beton is door KIWA een Beoordelingsrichtlijn (BRL 0513) opgesteld. Omdat er in Nederland geen regelgeving is voor het toepassen van glasvezelstaven als wapening in beton, is dit document opgesteld. In dit document zijn aanvullende of afwijkende bepalingen, c.q. 'niet van toepassingsverklaringen' op Eurocode 2 - Deel 1-1 opgenomen en aanvullend bepalingen ter bepaling van de brandwerendheid van constructies gewapend met glasvezelstaven (in paragraaf 9.1.)

Belangrijk uitgangspunt is dat de inwendige krachtsverdeling in, met glasvezelstaven gewapende, statisch onbepaalde betonconstructies, zoveel mogelijk volgens de lineaire elasticiteitstheorie wordt bepaald. Een uitzondering hierop zijn gewapende betonnen constructiedelen die voldoen aan de voorwaarden om als D-gebied (discontinuïteitsgebied) te mogen worden berekend met staafwerkmodellen.

Indien bij een bepaald Eurocode 2-artikel in deze bijlage een of meer afwijkende of aanvullende bepalingen worden gegeven, betekent dit dat de rest van het betreffende Eurocode 2-artikel onverminderd en ongewijzigd van kracht blijft.

Indien een artikel van Eurocode 2 niet van toepassing is, is dit per artikel aangegeven.

Indien geen afwijkende of aanvullende bepalingen van toepassing zijn, betekent dit dat het overeenkomstige Eurocode-2 artikel ongewijzigd en in zijn geheel van kracht is. Waar dit het geval is, is dit voor alle duidelijkheid in deze bijlage apart vermeld ("Geen aanvullende bepalingen.").

AANVULLENDE BEPALINGEN OP EUROCODE 2 - DEEL 1-1 VOOR MET COMBAR[®] GLASVEZELSTAVEN GEWAPEND CONSTRUCTIEF BETON

1 Algemeen

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1.1

(2)P toevoegen

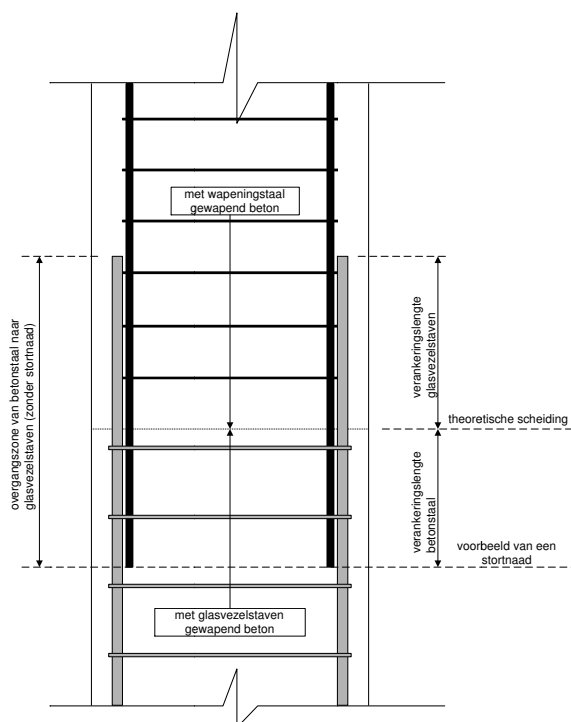
Voorgespannen beton is in deze bijlage niet van toepassing. De aanvullende bepalingen van deze bijlage zijn dan ook niet van toepassing op glasvezelstaven die als voorspanwapening in voorgespannen beton worden toegepast.

ComBAR[®] glasvezelstaven mogen niet als wapening in constructief beton in rekening worden gebracht indien de temperatuur van de glasvezelstaven in het reeds verharde beton, bijvoorbeeld als gevolg van klimatologische omstandigheden, hoger kan worden dan 75°C. Een kortdurende beperkte overschrijding hiervan, bijvoorbeeld als gevolg van hydratatiewarmte tijdens het verharderen van beton, is geen probleem voor ComBAR[®] glasvezelstaven.

Het is toegestaan om verschillende delen van een betonconstructie of constructiedeel hetzij met betonstaal en/of voorspanstaal, hetzij met ComBAR[®] glasvezelstaven te wapenen. Ter plaatse van de aansluiting van de met betonstaal en de met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende delen dient de lengte van de overlappingsglas ten minste gelijk te zijn aan de som van de daar benodigde, eventueel gereduceerde verankeringslengte van het wapeningsstaal en die van de glasvezelstaven: zie figuur C1.

Bij het bepalen van de benodigde afzonderlijke verankeringslengten dient rekening te worden gehouden met de in ongunstige zin verschoven momentenlijn.

Gebogen ComBAR[®] glasvezelstaven mogen worden toegepast als beugelwapening of wapening ten behoeve van de samenhang van bijvoorbeeld een gevlochten wapeningskorf. Gebogen ComBAR[®] glasvezelstaven vallen buiten het kader van BRL0513 en deze kwaliteitsverklaring. Aan de toelaatbare spanningen in gebogen glasvezelstaven worden echter wel eisen gesteld in deze bijlage omdat scheurvorming door hoge spanningen in beugels vervaardigd van glasvezelstaven de constructie als geheel zal beïnvloeden.



Figuur C1 Overlapping van constructieve wapening van betonstaal en ComBAR[®] glasvezelstaven

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

De sterktecapaciteit van betonstaal c.q. voorspanstaal en ComBAR[®]glasvezelstaven mogen in de uiterste grenstoestand niet in een en dezelfde doorsnede voor de dimensionering op normaalkracht (trek of druk), buiging, afschuiving, pons en wringing bij elkaar worden opgeteld.

Constructieve ankers van ComBAR[®]glasvezelstaven vallen buiten het kader van BRL0513.

OPMERKING

Dat voorspanning van beton door middel van glasvezelstaven overal is uitgesloten, wordt niet expliciet bij alle hierna genoemde en niet genoemde EC-2 artikelen herhaald. De aanvullende bepalingen vallen binnen het gestelde van ... van de opmerking bij ... van ..., waarin de mogelijkheid wordt geboden om regels op te stellen voor afwijkende materialen volgens het gelijkwaardigheidsbeginsel. De toepassing blijft beperkt tot overwegend statisch belaste betonconstructies

1.1.2

(4)P in tegenstelling tot NEN 1992-1-1 wordt in deze bijlage ook brandwerendheid van de betonconstructie afgedekt (zie paragraaf 9.1).

1.2 Normatieve verwijzingen

Geen aanvullende bepalingen.

1.3 Aannamen

(2)P Bij de uitvoering van betonconstructies die worden gewapend met ComBAR[®]glasvezelstaven moet worden voldaan aan de opslag- en uitvoeringsbepalingen / verwerkingsvoorschriften zoals deze zijn voorgeschreven in deze kwaliteitsverklaring.

(3)P Voor betonconstructies gewapend met ComBAR[®]glasvezelstaven moeten op de tekeningen en/of is het bestek en werkomschrijvingen aanvullend de volgende gegevens worden verstrekt:

- de soort toe te passen glasvezelstaven;
- het nummer van deze kwaliteitsverklaring K49001 van de ComBAR[®]glasvezelstaven, verleend op basis van BRL 0513

1.4 Onderscheid tussen beginselen en toepassingsregels

Geen aanvullende bepalingen.

1.5 Definities

1.5.1

1.5.2 (informatief)

Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

1.5.3 Aanvullende termen en definities gebruikt in deze bijlage

1.5.3.1 Geprefabriceerde constructies

Geen aanvullende bepalingen.

1.5.3.2 Ongewapende of lichtgewapende betonelementen

Geen aanvullende bepalingen.

1.5.3.3 Niet-hechtende en uitwendige panelementen

Geen aanvullende bepalingen.

1.5.3.4 Voorspanning

Geen aanvullende bepalingen.

Voorspanning van beton door middel van glasvezelstaven is niet van toepassing.

1.5.3.5 Wapening door middel van ComBAR[®]glasvezelstaven

De ComBAR[®]glasvezelstaven zijn bedoeld voor toepassing als wapening in beton, en kunnen door aanhechting trekkrachten overnemen van, of overbrengen naar het omhullende beton. Eurocode 2 – deel

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

1-1 voorziet niet in de berekening van betonconstructies met daarin glasvezelstaven in plaats van wapeningsstaven betonstaal. Om toch dergelijke betonconstructies te kunnen ontwerpen is bijlage 1 "aanvullende bepalingen op Eurocode 2 – deel 1-1 voor met ComBAR[®]glasvezelstaven gewapend beton" in deze kwaliteitsverklaring opgenomen.

1.6 Symbolen

Voor de toepassing van glasvezelwapening (staven) in constructief beton gelden de volgende gewijzigde c.q. aanvullende symbolen:

Latijnse hoofdletters

A_{gl} oppervlakte van de doorsnede van de ComBAR[®]glasvezelwapening (staven)

$A_{gl,min}$ minimumoppervlakte van de doorsnede van de ComBAR[®]glasvezelstaven

A_{glb} oppervlakte van de doorsnede van beugels of haarspelden van ComBAR[®]glasvezelstaven per eenheid van lengte

A_{glv} oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening van ComBAR[®]glasvezelstaven

A_{gll} totaaloppervlak (mm^2) van de gelijkmatig langs de omtrek verdeelde langswapening van ComBAR[®]glasvezelstaven

A_{glw} oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening met ComBAR[®]glasvezelstaven

E_{gl} rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de ComBAR[®]glasvezelstaven

$M_{Rd,gl}$ uiterst opneembaar buigend moment door ComBAR[®]glasvezelstaven

N_{gl} trek- of drukkracht in de wapening van ComBAR[®]glasvezelstaven

$V_{Rd,gl}$ uiterst opneembare dwarskracht door ComBAR[®]glasvezelstaven

Latijnse kleine letters

$f_{gl,d}$ treksterkte van de ComBAR[®]glasvezelstaven

$f_{gl,t,k}$ karakteristieke treksterkte van de ComBAR[®]glasvezelstaven

$f_{gl;\theta;d}$ rekenwaarde van de treksterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf

$f_{gl;\theta;k}$ karakteristieke treksterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf

l_{vglb} verankeringslengte van de glasvezelstaaf in geval van brand

s_{gl} hart-op-hart-afstand van ComBAR[®]glasvezelstaven

Griekse kleine letters

$\alpha_{gl//}$ thermische uitzettingscoëfficiënt van de ComBAR[®]glasvezelstaven in langsrichting

$\alpha_{gl\perp}$ thermische uitzettingscoëfficiënt van de ComBAR[®]glasvezelstaven in radiale richting

ϵ_{gl} rek van de ComBAR[®]glasvezelstaven

$\epsilon_{gl,u}$ rek van de ComBAR[®]glasvezelstaven bij rekenwaarde treksterkte

$\epsilon_{gl,k}$ rek van de ComBAR[®]glasvezelstaven bij karakteristieke treksterkte

ϕ reductiefactor in verband met de maximale hoogte van de betondrukzone

θ hoek / temperatuur van de glasvezelstaaf

\emptyset_{kg} diameter van de glasvezelstaaf

\emptyset_{kmgl} gemiddelde diameter van de ComBAR[®]glasvezelstaven

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

\varnothing_{ngl} gelijkwaardige diameter van een bundel ComBAR[®] glasvezelstaven

ζ reductiefactor / verdeelcoëfficiënt / hulpparameter voor de berekening van een buigstijfheid

ρ_{gl} geometrische wapeningsverhouding van ComBAR[®] glasvezelstaven betrokken op de nuttige hoogte

ρ_{gll} geometrische wapeningsverhouding voor de langswapening van ComBAR[®] glasvezelstaven

ρ_{wgl} geometrische wapeningsverhouding voor de dwarskrachtwapening van ComBAR[®] glasvezelstaven

σ_{gl} spanning in de ComBAR[®] glasvezelstaven

γ_{gl} partiële materiaalfactor voor ComBAR[®] glasvezelstaven

2 Grondslagen van het ontwerp en de berekening

2.1 Eisen

2.1.1

(4) Indien voor een met glasvezelstaven gewapende betonconstructie of constructiedeel het belastingsgeval 'brand' moet worden beschouwd, zijn de afwijkende bepalingen van 9.1 van toepassing.

2.2 Beginselen van ontwerp en berekening op basis van grenstoestanden

Geen aanvullende bepalingen.

2.3 Basisvariabelen

2.3.1 Belastingen en omgevingsinvloeden

2.3.1.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

2.3.1.2 Thermische effecten

Geen aanvullende bepalingen

2.3.1.3 Ongelijkmatige zettingen/verplaatsingen

Geen aanvullende bepalingen.

2.3.1.4 Voorspanning

Geen aanvullende bepalingen.

(N.B. Voorspanning van beton door middel van glasvezelstaven is niet van toepassing.)

2.3.2 Materiaal- en producteigenschappen

2.3.2.1 Algemeen

De representatieve waarden en rekenwaarden voor de materiaaleigenschappen van ComBAR[®] glasvezelstaven zijn gegeven in hoofdstuk 5, artikel 5.3

2.3.2.2 Krimp en kruip

Geen aanvullende bepalingen.

2.3.3 Vervormingen van beton

Geen aanvullende bepalingen.

2.3.4 Geometrische gegevens

Geen aanvullende bepalingen.

2.4 Toetsingsmethode met partiële factoren

2.4.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

2.4.2 Rekenwaarden**2.4.2.1 Partiële factor voor krimpeffecten**

Geen aanvullende bepalingen.

2.4.2.2 Partiële factoren voor voorspanning

Geen aanvullende bepalingen.

Voorspanning van beton door middel van glasvezelstaven is niet van toepassing.

2.4.2.3 Partiële factor voor vermoeiingsbelastingen

Geen aanvullende bepalingen.

2.4.2.4 Partiële factoren voor materialen

(4) Voor de partiële materiaalfactor voor ComBAR[®]glasvezelstaven moet $\gamma_{gl} = 1,5$ worden gebruikt

(4) Voor de ontwerpsituatie 'blijvend en tijdelijk' moet voor de partiële materiaalfactor voor ComBAR[®]glasvezelstaven moet $\gamma_{gl} = 1,5$ worden gebruikt

(5) Voor de ontwerpsituatie 'buitengewoon' moet voor de partiële materiaalfactor voor ComBAR[®]glasvezelstaven moet $\gamma_{gl} = 1,0$ worden gebruikt

2.4.2.5 Partiële factoren voor materialen voor funderingen

Geen aanvullende bepalingen.

2.4.3 Belastingcombinaties

Geen aanvullende bepalingen.

2.4.4 Toetsing van statisch evenwicht (EQU)

Geen aanvullende bepalingen.

2.5 Door proeven ondersteund ontwerpen

Geen aanvullende bepalingen.

2.6 Aanvullende eisen voor funderingen

Geen aanvullende bepalingen.

2.7 Eisen voor bevestigingsmiddelen

Geen aanvullende bepalingen.

3 Materialen**3.1 Beton**

Geen aanvullende bepalingen.

3.2 Betonstaal

Geen aanvullende bepalingen.

3.3 Voorspanstaal

Geen aanvullende bepalingen.

3.4 Voorspanmiddelen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

3.5 Glasvezelstaven

3.5.1 Algemeen

(1)P De volgende paragrafen geven beginselen en regels voor wapening in de vorm van rechte staven.

3.5.2 Eigenschappen

(1)P Het gedrag van ComBAR[®]glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton is gespecificeerd door de volgende eigenschappen welke in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest zijn vastgelegd:

- karakteristieke langeduur treksterkte: (f_{gtk}) = 513 N/mm²;
- hechtingseigenschappen met betrekking tot de verankering: (k_{verank}) = 1,0;
- maximale betonsterkte klasse voor berekening f_{bd} : (C_{lim}) = C53/65;
- aanhechtfactor (ξ_{gl}) voor het berekenen van de scheurwijdte: = 1,2;
- grootte van de doorsnede en toleranties;
- percentage glas in de staafdoorsnede (ω_{gl}); = >86%

3.5.3 Sterkte

(1)P De karakteristieke langeduur treksterkte (f_{gtk}) is gedefinieerd als de karakteristieke waarde van maximale kracht onder axiale trek, door de nominale oppervlakte van de dwarsdoorsnede met inachtneming van inwerking van alkaliën in een vochtig milieu en vermoeiing voor overwegende statische belaste constructies beide over een periode van 50 jaar.

(2)P De druksterkte van ComBAR[®]glasvezelstaven blijft rekenkundig buiten beschouwing. Gezien de voor doorsnedeberoeeningen beperkte verschillen in elasticiteitsmodulus tussen die van beton en ComBAR[®]glasvezelstaven, is het aandeel van eventuele ComBAR[®]glasvezelstaven in (buig-)drukzones van beton verwaarloosbaar.

De in rekening te brengen oppervlakte van een beton-(buig-)drukzone hoeft niet gereduceerd te worden op de eventuele aanwezigheid hierin van ComBAR[®]glasvezelstaven onder druk.

3.5.4 Ductiliteitseigenschappen

Geen aanvullende bepalingen.

3.5.5 Vermoeiing

3.5.6 Geen aanvullende bepalingen. Thermische uitzettingscoëfficiënt

De aan te houden waarde van de thermische uitzettingscoëfficiënten voor $\alpha_{gl//}$ (langsrichting) = $0,6 \cdot 10^{-5} K^{-1}$ en voor $\alpha_{gl\perp}$ (radiale richting) = $1,9 \cdot 10^{-5} K^{-1}$ zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.

OPMERKING

Bij de in 4.4.1 voorgeschreven minimale betondekking op ComBAR[®]glasvezelstaven hoeft geen rekenkundige controle op spleten van beton door thermische volume-expansie van de daarin opgenomen ComBAR[®]glasvezelstaven te worden uitgevoerd.

3.5.7 Poissonverhouding

Voor de representatieve waarde en de rekenwaarde van de poissonverhouding ν van op trek belaste ComBAR[®]glasvezelstaven moet 0,3 worden aangehouden.

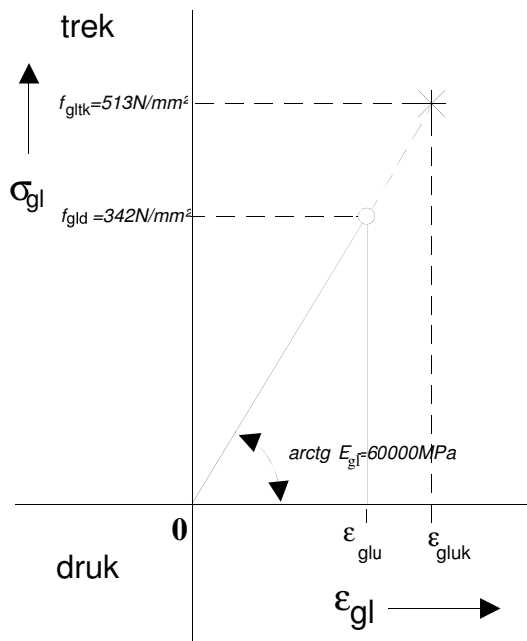
3.5.8 Aannamen voor de berekening

(1) De berekening behoort te zijn gebaseerd op de nominale oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de wapening en de rekenwaarden behoren te zijn afgeleid van de karakteristieke waarden gegeven in 3.5.2.

(2) Als σ - ϵ -diagram van ComBAR[®]glasvezelstaven moet het diagram van figuur C2 worden aangehouden.

(3) De aan te houden rekenwaarde voor de elasticiteitsmodulus van de ComBAR[®]glasvezelstaven E_{gl} = 60000 N/mm² zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton



Figuur C2 σ - ϵ - diagram van ComBAR[®] glasvezelstaven

4 Duurzaamheid en betondekking op de wapening

4.1 Algemeen

(7) De eisen met betrekking tot scheurbeheersing (zie 7.3) hebben bij ComBAR[®] glasvezelstaven geen relatie met een mogelijke aantasting door corrosie zoals die bij betonstaal en voorspanstaal aanwezig is.

4.2 Milieu-omstandigheden

Geen aanvullende bepalingen.

4.3 Duurzaamheideisen

Geen aanvullende bepalingen.

4.4 Toetsingsmethoden

4.4.1 Betondekking

4.4.1.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

4.4.1.2 Minimale dekking, c_{min}

De duurzaamheidseis (dur) met betrekking tot de bescherming tegen corrosie, zoals die geldt voor betonstaal en voorspanstaal in, is niet relevant voor ComBAR[®] glasvezelstaven in beton.

De minimumdekking voor ComBAR[®] glasvezelstaven voor beton met normaal gewicht is, rekening houdend met de constructieklasse, gegeven door $c_{min,dur}$. (tabel 4.4N) Hierbij dient voor de milieuklasse X0 aangehouden te worden.

Titel Tabel 4.4N Wijzigen : '...voor betonstaal....' wordt '...voor betonstaal en glasvezelstaven'

4.4.1.3 Toeslag in het ontwerp voor uitvoeringstoleranties

Geen aanvullende bepalingen.

5 Constructieve berekeningen

5.1 Algemeen

5.1.1 Algemene eisen

Voor het bepalen van de krachtsverdeling van de eerste orde in statisch onbepaalde betonconstructies die zijn gewapend met ComBAR[®] glasvezelstaven moet zowel voor de bruikbaarheidsgrenstoestand als de uiterste grenstoestand gebruik worden gemaakt van de lineaire elasticiteitstheorie (zie 5.4). Een uitzondering hierop zijn constructies of constructiedelen die voldoen aan de voorwaarden om berekend te mogen worden met staafwerkmodellen. Tweede orde effecten in op buiging en normaalkracht belaste constructiedelen moeten worden bepaald volgens de geometrisch en fysisch niet-lineaire elasticiteitstheorie (zie 5.7).

5.1.2 Specifieke eisen voor funderingen

Geen aanvullende bepalingen.

5.1.3 Belastingsgevallen en -combinaties

Geen aanvullende bepalingen.

5.1.4 Tweede-orde-effecten

Geen aanvullende bepalingen.

5.2 Geometrische imperfecties

Geen aanvullende bepalingen.

5.3 Schematisering van de constructie

Geen aanvullende bepalingen.

5.4 Lineair-elastische berekening

Geen aanvullende bepalingen.

OPMERKING

Met de veronderstellingen en voorwaarden van de Eurocode 2 deel 1-1 komt het erop neer dat de krachtsverdeling van de eerste orde in een statisch onbepaalde constructie moet worden bepaald volgens de elasticiteitstheorie van een lineair elastisch materiaal (ongescheurd en ongewapend verondersteld beton) met een elasticiteitsmodulus zonder kruipinvloed.

5.5 Lineair elastische berekening met beperkte herverdeling

Herverdeling van de lineair elastisch bepaalde inwendige en uitwendige krachtsverdeling in statisch onbepaalde betonconstructies gewapend met ComBAR[®] glasvezelstaven is niet toegestaan.

5.6 Plastische berekening

5.6.1 Algemeen

Plastische berekening van betonconstructies gewapend met ComBAR[®] glasvezelstaven is niet toegestaan, met uitzondering van het gestelde in 5.6.4

5.6.2 Plastische berekening van balken, raamwerken en platen

Plastische berekening van betonnen balken, raamwerken en platen gewapend met glasvezelstaven is niet toegestaan, met uitzondering van het gestelde in 5.6.4

5.6.3 Rotatiecapaciteit

Uit oogpunt van rotatiecapaciteit moet in doorsneden van niet-gedrongen liggers, belast op buiging zonder normaaldrukkracht, de hoogte van de betondrukzone x_u in de uiterste grenstoestand worden beperkt.

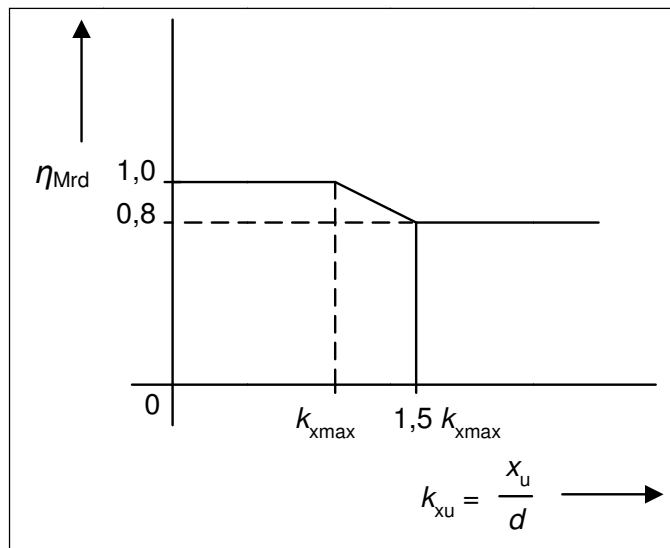
ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

Deze beperking geldt ook indien de betreffende doorsnede wordt belast door een uitwendige normaaldrukkracht $N_{Ed} < 0,1 \cdot f_{cd} \cdot A_c$.

Voldaan moet worden aan de voorwaarde:

$$k_{xu} = \frac{x_u}{d} \leq k_{xmax} = \frac{0,0025 \cdot E_{gl}}{(0,0025 \cdot E_{gl} + f_{gld})}$$

Indien niet aan de voorwaarde gesteld aan k_{xu} wordt voldaan, dient het berekende uiterst opneembare moment M_{Rd} te worden vermenigvuldigd met de reductiefactor η_{Mrd} volgens figuur B5.1



Figuur B5.1 Reductiefactor voor de berekening van het uiterst opneembaar moment M_{Rd} als functie van k_{xu}

5.6.4 Berekening van discontinuïteitsgebieden met staafwerkmodellen

Voor discontinuïteitsgebieden (zie 6.5) in, met glasvezelstaven gewapende betonconstructies of constructiedelen, mogen staafwerkmodellen zijn gebruikt voor de berekening van c.q. het aangeven van een statisch toelaatbare inwendige krachts- en spanningsverdeling in de uiterste grenstoestand.

OPMERKING

Het gestelde is verantwoord vanwege het ductiel gedrag van met ComBAR[®]glasvezelstaven gewapende betonconstructiedelen, indien berekend met de rekenregels van dit document.

5.7 Niet-lineaire berekening

Toevoegen:

(6) Voor ComBAR[®]glasvezelstaven moet het $\sigma - \epsilon$ - diagram van Figuur C2 worden aangehouden.

5.8 Berekening van tweede-orde-effecten bij aanwezigheid van axiale belastingen

5.8.1 Definities

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.2 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.3 Vereenvoudigde criteria voor tweede-orde-effecten

5.8.3.1 Slankheids criterium voor afzonderlijke constructiedelen

Voor, met ComBAR[®]glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de in te voeren mechanische wapeningsverhouding ω worden aangehouden: $\omega = \omega_{gl} = (E_{gl} / E_s) \cdot (A_{gl} f_{gld}) / (A_c f_{cd})$

5.8.3.2 Slankheids criterium en effectieve lengte van afzonderlijke constructiedelen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

5.8.3.3 Algemene tweede-orde-effecten in gebouwen

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.4 Kruip

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.5 Berekeningsmethoden

(6) De berekeningsmethoden bestaan uit een van de volgende twee vereenvoudigde methoden:

- a) methode gebaseerd op een nominale stijfheid, zie 5.8.7;
- b) methode gebaseerd op een nominale kromming, zie 5.8.8.

(2) Methode a) mag worden gebruikt voor zowel afzonderlijke constructiedelen als complete constructies, indien de nominale stijfheidswaarden op reële wijze zijn geschat, zie 5.8.7.

(3) Methode b) is vooral geschikt voor constructiedelen (afzonderlijke elementen); zie 5.8.8. Met realistische aannamen voor de verdeling van de kromming kan de methode in 5.8.8 echter ook voor complete constructies worden gebruikt.

5.8.6 Algemene methode

Het gestelde is niet van toepassing op, met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

5.8.7 Methode gebaseerd op de nominale stijfheid

5.8.7.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.7.2 Nominale stijfheid

(1) Voor, met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de wapening E_{gl} 60000 N/mm² worden aangehouden zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.

5.8.7.3 Momentvergrotingsfactor

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.8 Methode gebaseerd op de nominale kromming

5.8.8.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.8.2 Buigende momenten

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.8.3 Kromming

(1) Voor, met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor $1/r_0$ de waarde $(f_{gld}/E_{gl}) / (0,45 \cdot d)$ worden aangehouden.

(3) Voor, met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de in te voeren mechanische wapeningsverhouding ω worden aangehouden: $\omega = \omega_{gl} = (E_{gl} / E_s) \cdot (A_{gl} f_{gld}) / (A_c f_{cd})$

5.8.9 Dubbele buiging

(4) Voor, met ComBAR[®] glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de rekenwaarde van de uiterst opneembare normaaldrukkracht van de doorsnede worden aangehouden: $N_{Rd} = A_c \cdot f_{cd}$

waarin:

A_c is de bruto oppervlakte van de betondoorsnede;

A_{gl} is de oppervlakte van de doorsnede van de wapening (glasvezelstaven)

OPMERKING

conform 3.5.3 (3) mag niet worden gerekend met de bijdrage van glasvezelstaven voor het opnemen van drukkrachten. Voor de oppervlakte van de betondoorsnede mag de doorsnede inclusief de oppervlakte van de glasvezelstaven worden aangehouden.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

5.9 Kip van slanke liggers

Geen aanvullende bepalingen.

5.10 Voorgespannen constructiedelen en constructies

Geen aanvullende bepalingen.

Voorspanning van beton door middel van glasvezelstaven is niet van toepassing.

5.11 Berekening van enkele bijzondere constructie-elementen

Geen aanvullende bepalingen.

6 Uiterste grenstoestanden

6.1 Buiging met of zonder normaalkracht

(9) Bij de bepaling van het uiterst opneembare buigend moment M_{Rd} ("uiterste momentweerstand") moet het verband tussen σ_{gl} en ε_{gl} worden ontleend aan artikel 3.5.6.

Van de volgende, met ComBAR[®]glasvezelstaven gewapende betondoorsneden

- Rechthoekige doorsneden;
- I-, T-, [-vormige en kokerligger doorsneden waarbij de betondrukzone x_u geheel in de flens ligt;
- ⊥- en L-vormige doorsneden waarvan de drukzone x_u geheel in het lijf ligt,

in niet-gedrongen liggers en platen, belast op buiging zonder normaalkracht, mag, het uiterst opneembare buigend moment M_{Rd} worden berekend,

indien $x_u/d \leq 1,3 \cdot k_{xmax}$ volgens:

$$M_{Rd,gl} = \eta_{mu} \cdot A_{gl} \cdot f_{gl} \cdot \left(d - 0,6 \frac{A_{gl} \cdot f_{gl}}{b \cdot f_{cd}} \right)$$

indien $x_u/d > 1,3k_{xmax}$ volgens:

$$M_{Rd,gl} = \left(\frac{\mu_1 \cdot \mu_2}{1040000 \cdot f_{cd}} - \frac{\mu_1^2}{400000 \cdot f_{cd}} - \frac{\mu_1}{402} + \frac{\mu_2}{1890} \right) \cdot b \cdot d^2$$

waarin:

k_{xmax} maximaal toelaatbare verhouding tussen de hoogte van de beton(buig-)drukzone en de nuttige hoogte van de betondoorsnede volgens artikel 5.6.3

η_{Rd} reductiefactor volgens artikel 5.6.3

$\mu_1 = E_{gl} \cdot \rho_{gl}$

$$\mu_2 = \sqrt{7 \cdot \mu_1^2 + 6000 \cdot f_{cd} \cdot \mu_1}$$

De hoogte van de te controleren beton(buig-)drukzone x_u mag dan worden berekend volgens:

$$x_u = \frac{A_{gl} \cdot f_{gld}}{0,75 \cdot b \cdot f_{cd}}$$

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

(10) Voor gedrongen liggers mag het uiterst opneembare moment $M_{R,d}$, indien $x_u \leq 0,25 \cdot h$, worden berekend volgens:

$$M_{Rd,gl} = A_{gl} f_{gld} z$$

waarin:

A_{gl} is de doorsnede van de glasvezelstaven van de hoofdtrekwapening

z is de inwendige hefboomsarm voor gedrongen liggers

Indien $x_u > 0,25 \cdot h$ dient voor $M_{Rd,gl}$ de laagste waarde $M_{Rd,gl} = A_{gl} f_{gld} z$ en $M_{RD,gl}$ berekend volgens P(9) te worden aangehouden.

6.2 Dwarskracht

6.2.1 Algemene toetsingsprocedure

(1)P Voor de toetsing van de dwarskrachtweerstand is het volgende aanvullende symbool gedefinieerd:

$V_{Rd,gl}$ is de rekenwaarde van de dwarskracht die kan worden opgenomen door dwarskrachtwapening van beugels van glasvezelstaven, of rechte staven die tweezijdig zijn voorzien van eindverankeringen (deuvels)

6.2.2 Constructiedelen die geen berekende dwarskrachtwapening vereisen

(1) Voor de in formule 6.2.a te vullen waarde van ρ_1 geldt:

$$\rho_1 = \frac{E_{gl} \cdot A_{gl}}{E_s \cdot b \cdot d} \quad \text{niet groter dan } 0,02$$

6.2.3 Constructiedelen die berekende dwarskrachtwapening vereisen

(9) Voor elementen met dwarskrachtwapening van beugels van glasvezelstaven, of rechte staven die tweezijdig zijn voorzien van eindverankeringen (deuvels), is de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,gl}$ gelijk aan:

$$V_{Rd,gl} = (A_{glv} / s_{glv}) \cdot z \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl} \cdot \sin \alpha (1 + \cot \theta) \cdot b \cdot d$$

waarin:

A_{glv} is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm^2) van de dwarskrachtwapening van ComBAR[®]glasvezelstaven;

s_{glv} is de hart-op-hart afstand van de beschouwde dwarskrachtwapening;

s_{glv} , b , d en z in mm

De totale rekenkundig benodigde hoeveelheid dwarskrachtwapening moet volledig zijn opgebouwd uit beugels van glasvezelstaven, of rechte staven die tweezijdig zijn voorzien van eindverankeringen.

(10) De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c,x}$ per eenheid van oppervlak [N/mm^2] in schijven is gegeven door de kleinste waarde van:

$$V_{Rd,c,x} = \frac{(A_{glx} / s_{gl}) f_{gld} - b \sigma_{xd}}{b \cot \theta} \quad \text{geen kleiner waarde dan } 0,3 f_{ctd}$$

$$V_{Rd,c,y} = \frac{(A_{gly} / s_{gl}) f_{gld} - b \sigma_{yd}}{b \tg \theta} \quad \text{geen kleiner waarde dan } 0,3 f_{ctd}$$

waarin:

A_{glx} is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm^2) van de aanwezige wapening van ComBAR[®]glasvezelstaven in x-richting;

A_{gly} is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm^2) van de aanwezige wapening van ComBAR[®]glasvezelstaven in y-richting.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

6.2.4 Afschuiving tussen lijfplaat en flenzen

(4) De dwarswapening per eenheid van lengte A_{glf}/s_{gl} (mm²/mm) mag als volgt zijn bepaald:

$$[(A_{glf} / s_{gl}) \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl}] \geq v_{Ed} \cdot h_f / \cot \theta_f$$

E_{gl} is in Mpa

6.2.5 Afschuiving in het aansluitvlak tussen op verschillende tijdstippen gestort beton

(1)

v_{Rdi} is de rekenwaarde van de afschuifweerstand in het aansluitvlak, en wordt gegeven door:

$$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho_{gls} \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

waarin:

$$\rho_{gls} = A_{gls} / A_i$$

A_{gls} is de oppervlakte van de wapening van glasvezelstaven die het aansluitvlak kruist, inclusief eventuele gewone dwarskrachtwapening van glasvezelstaven, met voldoende verankering aan beide zijden van het aansluitvlak.

6.3 Wringing

6.3.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

6.3.2 Ontwerpprocedure

(3) De vereiste oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de langswapening van staven voor wringing ΣA_{gli} mag worden berekend uit vergelijking (6.28):

$$\frac{\Sigma A_{gli} \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2 A_k} \cot \theta \quad (6.28)$$

waarin:

u_k is de omtrek van het gebied A_k ;

θ is de hoek van de drukdiagonalen (zie figuur 6.5).

6.3.3 Wringing met belemmerde welving

Geen aanvullende bepalingen.

6.4 Pons

6.4.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

6.4.2 Belastingsverdeling en eerste controle-omtrek

Geen aanvullende bepalingen.

6.4.3 Ponsberekening

Geen aanvullende bepalingen.

6.4.4 Ponsweerstand van platen en kolomvoeten zonder ponswapening

(1) Voor de in formule 6.47 in te vullen waarde van ρ_l geldt:

$$\rho_l = \rho_{gl} = \frac{E_{gl}}{E_s} \sqrt{\rho_{ox,gl} \rho_{oy,gl}} \leq 0,02$$

$\rho_{ox,gl}$, $\rho_{oy,gl}$ zijn de geometrische wapeningsverhoudingen van de totale buigwapening van glasvezelstaven, betrokken op de nuttige hoogte, in de buigtrekzone in respectievelijk de

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

x- en y-richting die door de beschouwde periferie wordt doorsneden. Alleen wapening die ter weerszijden van het betreffende breukvlak volledig is verankerd, mag in rekening worden gebracht. De waarden van $\rho_{ox,gl}$ en $\rho_{oy,gl}$ behoren te zijn berekend als gemiddelde waarden rekening houdend met een plaatbreedte gelijk aan de kolombreedte plus $3d$ aan elke zijde.

6.4.5 Ponsweerstand van platen en kolomvoeten met ponswapening

(1) De rekenwaarde van de door de ponswapening van glasvezelstaven (beugels, haarspelden of rechte staven die tweezijdig zijn voorzien van eindverankeringen) te leveren ponsweerstand (MPa) mag als volgt worden berekend:

$$v_{Rd,cgl} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sglw} f_{gld,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

waarin:

$f_{gldw,ef}$ is de effectieve rekenwaarde van de ponswapening in de vorm van glasvezelstaven volgens

$$f_{gldw,ef} = (250 + 0,25 \cdot d) \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} \leq f_{gld}$$

A_{glw} is de totale hoeveelheid ponswapening van glasvezelstaven, doorsneden door de ponskegel van de beschouwde periferie; de ponswapening moet gelijkmatig langs de periferie worden verdeeld.

d is de gemiddelde meewerkende hoogte in de orthogonale richtingen (mm)

α is de hoek tussen de ponswapening en het vlak van de plaat

6.5 Berekening met behulp van staafwerkmodellen

6.5.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

6.5.2 Drukstaven

Geen aanvullende bepalingen.

6.5.3 Trekstaven

(4) De rekenwaarde van de sterkte van trekstaven in de dwarsrichting en van de glasvezelstaven behoort te zijn beperkt volgens 3.5.

OPMERKING

Beperking van spanningen in glasvezelstaven i.v.m. scheurbeheersing zal dikwijls noodzakelijk zijn. Toetsing kan plaatsvinden conform paragraaf 7.3 met inachtnaam van paragraaf 5.6.4.

6.5.4 Knopen

Geen aanvullende bepalingen.

6.6 Verankeringen en overlappingslassen

Geen aanvullende bepalingen.

6.7 Gedeeltelijk belaste gebieden

Geen aanvullende bepalingen.

6.8 Vermoeiing

6.8.1 Toetsingsvoorwaarden

(3) glasvezelstaven mogen alleen in overwegend statisch belaste betonconstructies of constructiedelen als wapening in rekening worden gebracht.

7 Bruikbaarheidsgrenstoestanden

7.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

7.2 Spanningsbeperking

(5) Het gestelde is niet van toepassing op met glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

7.3 Scheurbeheersing

7.3.1 Algemene beschouwingen

De scheurwijdte van scheuren in, met glasvezelstaven gewapend beton, moet in de bruikbaarheidsgrenstoestand beperkt blijven tot esthetisch en functioneel aanvaardbare waarden. Indien geen zwaardere eisen worden gesteld, moet de grenswaarde w_{\max} voor de berekende scheurwijdte w gelijk worden gesteld aan 0,5 mm.

OPMERKING

De eisen met betrekking tot scheurbeheersing hebben bij staven geen relatie met een mogelijke aantasting door corrosie zoals die bij betonstaal aanwezig is. Een zwaardere functionele eis kan bijvoorbeeld volgen uit een eis met betrekking tot vloeistofdichtheid.

7.3.2 Oppervlaktes van de minimumwapening

(2) Tenzij een nauwkeuriger berekening aantoont dat kleinere doorsneden voldoende zijn, mag de vereiste minimumoppervlakte van de wapening aan glasvezelstaven uit oogpunt van scheurbeheersing worden berekend volgens:

$$A_{gl,min} \cdot s_{gl} = k_c k_{f_{ct,eff}} A_{ct}$$

waarin:

$A_{gl,min}$ is de minimale oppervlakte van de doorsnede van de glasvezelstaven binnen de trekzone;

7.3.3 Scheurbeheersing zonder directe berekening

- (1) Betonconstructies gewapend met glasvezelstaven dienen ten allen tijde gecontroleerd te worden volgens 7.3.4.
- (2) Toetsing van betonconstructies gewapend met glasvezelstaven volgens tabel 7.2N en 7.3N is niet toegestaan. De 2 aangegeven toetsingen dienen te worden uitgevoerd met de formules gegeven in artikel 7.3.4.

7.3.4 Berekening van scheurwijdtes

Berekening van scheurwijdtes in betonconstructies gewapend met glasvezelstaven moet worden uitgevoerd met inachtnaam van de navolgende aanvullende informatie.

(1) De scheurwijdte w_k mag worden berekend met de navolgende formule:

$$w_k = s_{r,max,gl} (\epsilon_{glim} - \epsilon_{cm})$$

(2) Het verschil tussen de gemiddelde rek van de glasvezelstaven en de gemiddelde rek van het beton mag worden berekend uit de formule:

$$\epsilon_{glim} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_{gl} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{gl} \rho_{p,eff})}{E_{gl}} \geq 0,6 \frac{\sigma_{gl}}{E_{gl}}$$

waarin:

$$\rho_{p,eff} = A_{gl} / A_{c,eff};$$

α_{gl} is de verhouding E_{gl} / E_{cm} ;

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

(3) Bij toepassing van glasvezelstaven is $k_1 = \frac{0,8}{\xi_{gl}}$.

Voor $s_{r,max,gl}$ (zie 7.3.4 (3)) behoeft geen waarde te worden aangehouden groter dan $\frac{\sigma_{glr} \cdot \emptyset_{gl}}{3,6 \xi_{gl} f_{ctm}}$

waarin:

\emptyset_{gl} is de gemiddelde diameter van de glasvezelstaven in mm;

σ_{glr} is de getalwaarde van de grootste berekende trekspanning in de glasvezelstaven in de (buig)trekzone van de gescheurd veronderstelde doorsnede behorend bij de belastingen die juist tot scheurvorming aanleiding geven

ξ_{gl} is de relatieve aanhechtingsfactor van glasvezelstaven aan beton waarvoor 1,2 aangehouden dient te worden zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.

7.4 Doorbuigingscontrole

7.4.1 Algemene beschouwingen

Geen aanvullende bepalingen.

7.4.2 Gevallen waarin berekeningen achterwege mogen blijven

De grenswaarde van de slankheid mag bij toepassing van glasvezelstaven als wapening worden geschat met onderstaande formule.

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck} \frac{\rho_0}{E_s \rho_{gl}}} + 3,2 \sqrt{f_{ck} \left(\frac{\rho_0}{E_s \rho_{gl}} - 1 \right)^{3/2}} \right] \quad \text{als} \quad \frac{E_{gl}}{E_s} \rho_{gl} \leq \rho_0$$

Indien $\frac{E_{gl}}{E_s} \rho_{gl} > \rho_0$ dan is toetsing volgens 7.4.3(7) noodzakelijk

ρ_{gl} is de vereiste wapeningsverhouding van de glasvezeltrekwapening in het midden van de overspanning (bij uitkragingen ter plaatse van de oplegging) waarmee het moment ten gevolge van de rekenwaarde van de belastingen kan zijn opgenomen;

7.4.3 Controleren van doorbuigingen door berekening

(6) Voor, met glasvezelstaven gewapende doorsneden geldt: $\alpha_e = E_{gl} / E_{c,eff}$.

(7) De doorbuigingen van, met glasvezelstaven gewapende balken, platen en uitkragingen, moeten worden berekend met behulp van *M-N-k*-diagrammen en numerieke tweevoudige integratie van de krommingen. Voor het σ - ϵ -diagram van glasvezelstaven moet figuur C2 worden aangehouden.

8 Detailleren van wapening en voorspanelementen – algemeen

8.1 Algemeen

(1)P De in dit hoofdstuk gegeven regels zijn van toepassing op glasvezelstaven die hoofdzakelijk statisch worden belast.

8.2 Staafafstanden

Geen aanvullende bepalingen.

8.3 Toelaatbare doordiameters voor gebogen staven

Ombuigen van glasvezelstaven, bijvoorbeeld voor praktische beugels ten behoeve van het vlechten van wapeningskorven, moet worden gerealiseerd in de fabriek.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

8.4 Verankering van langswapening

8.4.1 Algemeen

(1)P Constructief benodigde glasvezelstaven in gewapend beton moeten zodanig zijn verankerd dat de trek- of drukkrachten in de staven via aanhechting veilig kunnen worden overgedragen aan het beton.

8.4.2 Uiterst opneembare aanhechtspanning

(2) De rekenwaarde van de uiterst opneembare aanhechtspanning, $f_{bd,gl}$, moet als volgt zijn bepaald:

$$f_{bd,gl} = k_{verank} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

Voor de waarde van k_{verank} dient 1,0 aangehouden te worden zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.

8.4.3 Basisverankeringslengte

(2) De vereiste basisverankeringslengte $l_{b,rqd,gl}$ voor het verankeren van de kracht $A_{gl} \cdot \sigma_{gld}$ in een rechte glasvezelstaaf, waarbij een constante aanhechtschuifspanning is aangenomen, volgt uit:

$$l_{b,rqd,gl} = (\emptyset/4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd,gl})$$

Waarden voor $f_{bd,gl}$ zijn gegeven in 8.4.2.

8.4.4 Rekenwaarde van de verankeringslengte

Geen aanvullende bepalingen.

8.5 Verankering van beugels en dwarskrachtwapening

(3) De verankering van beugels en dwarskrachtwapening van glasvezelstaven wordt gerealiseerd met behulp van in de fabriek aangebrachte ombuigingen of tweezijdig aangebrachte eindverankeringen (deuvels).

8.6 Verankering door aangelaste staven

Het gestelde is niet van toepassing op, met glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

8.7 Overlappingsen en mechanische koppelingen

8.7.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

8.7.2 Overlappingsen

Geen aanvullende bepalingen.

8.7.3 Overlappingsglaslengte

8.7.4 Dwarswapening in het overlappingsgebied

8.7.4.1 Dwarswapening voor getrokken staven

8.7.4.2 Dwarswapening voor blijvend op druk belaste staven

Geen aanvullende bepalingen.

8.7.5 Overlappingsen voor gepuntlaste wapeningsnetten gemaakt van geribd draad

Het gestelde is niet van toepassing op, met glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

8.8 Aanvullende regels voor staven met grote diameter

Het gestelde is niet van toepassing op, met glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

8.9 Gebundelde staven

8.9.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

8.10 Voorspanelementen

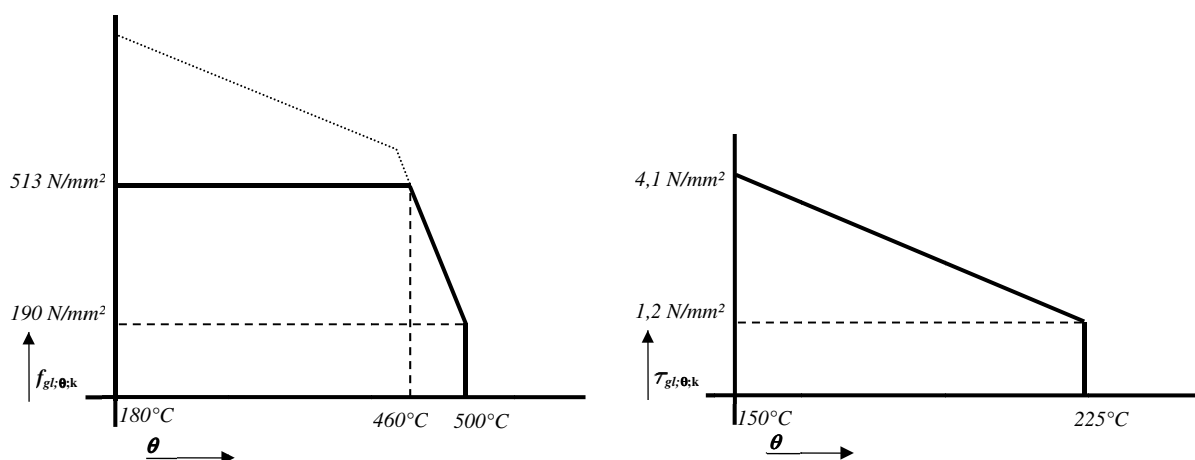
Geen aanvullende bepalingen.

9 Detailleren van constructiedelen; specifieke regels

9.1 Algemeen; brandwerendheid

(4) Eisen gesteld aan de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken (zie hoofdstuk 5 van EN 1990 en EN 1992-1-2) kunnen bij constructies gewapend met glasvezelstaven leiden tot een aangepaste dimensionering ten opzichte van die welke hoort bij de vereiste weerstand bij kamertemperatuur. Maatregelen ter verhoging van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken, zijn: het toepassen van een brandwerende bekleding en/of het verhogen van de betondekking op de constructief benodigde wapening van glasvezelstaven.

Voor ComBAR[®] glasvezelstaven zijn de treksterkte $f_{gl;\theta;k}$ en de aanhechtsterkte $\tau_{gl;\theta;k}$ aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest.



Figuur B9.1 — representatieve trek- en aanhechtsterkte van glasvezelstaven als functie van de staaftemperatuur θ zoals aangegeven in het algemene deel van deze KOMO[®] kwaliteitsverklaring-met-attest. Met deze waarden mag de brandwerendheid van het betreffende constructiedeel rekenkundig worden bepaald. Voor de rekenwaarde van de treksterkte van de glasvezelstaven moet worden aangehouden:

$$f_{gl;\theta;d} = f_{gl;\theta;k} / \gamma_m$$

waarin:

$f_{gl;\theta;k}$ is de karakteristieke waarde van de treksterkte bij staaftemperatuur θ zoals aangegeven in figuur B9.1

γ_m is de materiaalfactor, die moet zijn gelijkgesteld aan 1,2

Aanvullend geldt de voorwaarde:

$$\tau_{gl;db} \leq \tau_{gl;\theta;d}$$

waarin:

$$\tau_{gl;db} \text{ is de gemiddelde aanhechtspanning bij brand} = \frac{\varnothing_{kgf} \cdot \sigma_{gl}}{4 \cdot l_{v;gl;b}}$$

$\tau_{gl;\theta;d}$ is de aanhechtsterkte van glasvezelstaven bij staaftemperatuur θ , waarvoor moet worden aangehouden: $\tau_{gl;\theta;d} = \tau_{gl;\theta;k} / \gamma_m$

$\tau_{gl;\theta;k}$ is de karakteristieke waarde van de aanhechtsterkte van glasvezelstaven bij staaftemperatuur θ zoals aangegeven in figuur B9.1

γ_m is de materiaalfactor, die moet zijn gelijkgesteld aan 1,2.

σ_{gl} is de spanning in de glasvezelstaaf ten gevolge van de rekenwaarde van de belastingen in de doorsnede van waaraf de staaf verankerd wordt, met inachtneming van de verschuiving van de momentenlijn volgens NEN-EN1992:6.2.2(5).

\varnothing_{kgf} is de kenmiddellijn van de glasvezelstaaf.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

$l_{v,gl;b}$ verankeringslengte van de glasvezelstaaf. Bij staafbundels van 2 of 3 staven moet een lengte van respectievelijk 80% en 75% van de werkelijke verankeringslengte worden ingevuld.

9.2 Balken

9.2.1 Langswapening

9.2.1.1 Minimum- en maximumwapeningsdoorsneden

(1) De waarde van $A_{gl,min}$ moet gelijk aan de kleinste waarde van $A_{gl,min1}$ en $A_{gl,min2}$ zijn genomen, waarin:

$A_{gl,min1}$ is de volgens 6.1 benodigde oppervlakte om de combinatie van het moment $M_{E,min}$ en de normaalkracht $N_{E,min}$ te kunnen opnemen;

waarin:

$$M_{E,min} = f_{ctm} W \frac{\eta}{\eta - 1} \quad \text{indien } N_{E,min} \text{ een drukkracht is;}$$

$$= f_{ctm} W \frac{\eta}{\eta + 1} \quad \text{indien } N_{E,min} \text{ een trekkracht is;}$$

$$= f_{ctm} W \quad \text{bij zuivere buiging;}$$

waarin:

W is het weerstandsmoment behorend bij de meest getrokken vezel;

$$\eta = \frac{e A_c}{W};$$

waarin:

e is de excentriciteit behorend bij M_{Ed} en N_{Ed} van de beschouwde belastingscombinatie;

$$N_{E,min} = f_{ctm} A_c \frac{1}{\eta - 1} \quad \text{indien } N_{E,min} \text{ een drukkracht is;}$$

$$= f_{ctm} A_c \frac{1}{\eta + 1} \quad \text{indien } N_{E,min} \text{ een trekkracht is;}$$

$A_{gl,min2}$ is 1,25 maal de benodigde oppervlakte bij toetsing in de uiterste grenstoestand.

(2) Doorsneden die minder wapening bevatten dan $A_{gl,min}$, moeten rekenkundig als ongewapend worden beschouwd (zie hoofdstuk 12).

(3) De oppervlakte van de dwarsdoorsnede van trek- of drukwapening van glasvezelstaven behoort buiten de overlappingslassen niet groter te zijn dan $A_{gl,max}$. De waarde van $A_{gl,max}$ voor liggers moet gelijk aan $0,04A_c$ zijn genomen

9.2.1.2 Andere detailleringregels

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.1.3 Inkorting van op trek belaste langswapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.1.4 Verankerung van onderwapening bij een eindoplegging

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.1.5 Verankerung van onderwapening bij tussensteunpunten

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.2 Dwarskrachtwapening

(5) De dwarskrachtwapeningsverhouding is gegeven door $\rho_{w,gl} = A_{glv} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha)$ waarin A_{glv} gelijk is aan de oppervlakte van de dwarskrachtwapening van glasvezelstaven binnen de lengte s .

$\rho_{w,gl}$ mag niet kleiner zijn dan $(0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{gld}$

9.2.3 Wringwapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.4 Huidwapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.2.5 Indirecte opleggingen

(2) Voor de rekenwaarde van de treksterkte f_{gl} van glasvezelstaven die als ophangwapening worden toegepast, mag in de uiterste grenstoestand rekenkundig geen hogere waarde dan 140 N/mm^2 worden aangehouden.

9.3 Massieve platen

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.1 Buigwapening

9.3.1.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.1.2 Wapening in platen bij opleggingen

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.1.3 Hoekwapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.1.4 Wapening langs de vrije randen

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.2 Dwarskrachtwapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.4 Vlakke plaatvloeren

9.4.1 Plaat ter hoogte van middenkolommen

Geen aanvullende bepalingen.

9.4.2 Plaat ter hoogte van rand- en hoekkolommen

Geen aanvullende bepalingen.

9.4.3 Ponswapening

(2) Indien ponswapening is vereist, is de oppervlakte van de doorsnede van één glasvezel-beugelstaaf gegeven door $A_{sw,gl,min} \cdot (1,5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) / (s_r \cdot s_t) \geq (0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{gld}$

9.5 Kolommen

9.5.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

9.5.2 Langswapening

(2) De totale hoeveelheid langswapening aan glasvezelstaven $A_{gl,min}$ in een kolom mag niet minder zijn dan:

- $\frac{0,10 N_{ed}}{f_{gld}}$
- $0,002 \cdot A_c$

9.5.3 Dwarswapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.6 Wanden

9.6.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

9.6.2 Verticale wapening

(1) De oppervlakte van de doorsnede van de verticale wapening aan glasvezelstaven $A_{gl,min}$ in een wand moet liggen tussen $0,002 \cdot A_c$ en $0,04 \cdot A_c$.

9.6.3 Horizontale wapening

(1) De oppervlakte van de doorsnede van de horizontale wapening aan glasvezelstaven in een wand moet groter zijn dan:

- 25% van de verticale wapening volgens 9.6.2
- $0,001 \cdot A_c$

9.6.4 Dwarswapening

(1) In elk deel van een wand waarin de totale oppervlakte van de doorsnede van de verticale wapening aan glasvezelstaven, aan de twee zijden groter is dan $0,02 \cdot A_c$, behoort dwarswapening in de vorm van beugels te zijn aangebracht in overeenstemming met de eisen voor kolommen (zie 9.5.3).

9.7 Gedrongen liggers

(1) Gedrongen liggers zoals gedefinieerd in 5.3.1 (3) moeten aan iedere zijde van een orthogonaal wapeningsnet voorzien, met een minimum van $A_{gl,dbmin}$ gelijk aan de grootste waarde van:

- $0,001 \cdot A_c$;
- $150 \text{ mm}^2/\text{m}$ aan elke zijde en in elke richting.

9.8 Funderingen

9.8.1 Poeren

Geen aanvullende bepalingen.

9.8.2 Kolom- en wandfunderingen

9.8.2.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

9.8.2.2 Verankering van staven

Geen aanvullende bepalingen.

9.8.3 Koppelbalken

Geen aanvullende bepalingen.

9.8.4 Kolomvoeten op rots

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

9.8.5 Boorpalen

Geen aanvullende bepalingen.

9.9 Gebieden met discontinuïteit in geometrie of belasting

(3) Spleetwapening mag bestaan uit glasvezelstaven die aan weerszijden van de te verwachten spleetscheur volledig zijn verankerd. Voor de rekenwaarde van de treksterkte van glasvezelstaven f_{gld} die als spleetwapening worden toegepast, moet worden aangehouden:

$$f_{gld} = \frac{0,015 \cdot \xi_{gl} \cdot E_{gl}}{\Phi_{kg1}}$$

9.10 Trekbanden

9.10.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2 Dimensionering van trekbanden

9.10.2.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.2 Trekbanden langs de omtrek

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.3 Inwendige trekbanden

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.4 Horizontale trekbanden aan kolommen en/of wanden

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.5 Verticale trekbanden

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.3 Continuïteit en verankering van trekbanden

Geen aanvullende bepalingen.

10 Aanvullende regels voor geprefabriceerde constructiedelen en constructies

10.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

10.1.1 Specifieke termen gebruikt in dit hoofdstuk

Geen aanvullende termen.

10.2 Grondslagen van ontwerp en berekening, fundamentele eisen

Geen aanvullende bepalingen.

10.3 Materialen

10.3.1 Beton

10.3.1.1 Sterkte

Geen aanvullende bepalingen.

10.3.1.2 Kruip en krimp

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

10.3.2 Voorspanstaal

10.3.2.1 Technologische eigenschappen van voorspanstaal

Geen aanvullende bepalingen.

10.5 Constructieberekening

10.5.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

10.5.2 Voorspanverliezen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9 Bijzondere regels voor ontwerp en detaillering

10.9.1 Momenten in platen door verhinderde vervormingen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.2 Wand-vloerverbindingen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.3 Vloersystemen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4 Verbindingen en ondersteuning voor geprefabriceerde constructiedelen

10.9.4.1 Materialen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.2 Algemene regels voor ontwerp en detaillering van verbindingen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.3 Verbindingen die drukkrachten overdragen

(5) Bij gebrek aan nauwkeuriger modellen mag de wapening in geval b) zijn berekend volgens:

$$A_{gl} = 0,25 (t / h) \cdot F_{Ed} / f_{gld}$$

waarin:

A_{gl} is de oppervlakte van de wapening door middel van glasvezelstaven in elk oppervlak;

t is de dikte van het oplegmateriaal;

h is de afmeting van het oplegmateriaal in de richting van de wapening;

F_{Ed} is de drukkracht in de verbinding.

10.9.4.4 Verbindingen die dwarskrachten overdragen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.5 Verbindingen die buigende momenten of trekkrachten overdragen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.6 Tandopleggingen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.7 Verankering van wapeningen bij steunpunten

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5 Opleggingen

10.9.5.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5.2 Opleggingen voor doorgaande constructiedelen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

10.9.5.3 Opleggingen voor afzonderlijke constructiedelen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5.4 Kolomfunderingen met inkassing

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.6 Trekbanden

Geen aanvullende bepalingen.

11 Betonconstructies met lichte toeslagmaterialen**11.1 Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

11.1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

Geen aanvullende bepalingen.

11.1.2 Specifieke symbolen

Geen aanvullende symbolen.

11.2 Grondslagen van ontwerp en berekening

Geen aanvullende bepalingen.

11.3 Materialen**11.3.1 Beton**

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.2 Elastische vervorming

Met het verschil tussen de thermische uitzettingscoëfficiënten van glasvezelstaven en van lichtbeton hoeft in de berekening geen rekening te zijn gehouden.

11.3.3 Kruip en krimp

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.4 Spanning-rek relaties voor de niet-lineaire constructieve berekening

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.5 Rekenwaarde van druk- en treksterktes

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.6 Spanning-rek relaties voor het berekenen van doorsneden

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.7 Opgesloten beton

Geen aanvullende bepalingen.

11.4 Duurzaamheid en dekking op de wapening

Geen aanvullende bepalingen.

11.5 Constructieberekening**11.5.1 Rotatiecapaciteit**

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

11.6 Uiterste grenstoestanden

11.6.1 Constructiedelen die geen berekende dwarskrachtwapening vereisen

(1) Voor de in formule 11.6.2 in te vullen waarde van ρ_1 geldt:

$$\rho_1 = \rho_{gl} = \frac{E_{gl}}{E_s} \sqrt{\rho_{ox,gl} \rho_{oy,gl}} \leq 0,02$$

$\rho_{ox,gl}$, $\rho_{oy,gl}$ zijn de geometrische wapeningsverhoudingen van de totale buigwapening van glasvezelstaven, betrokken op de nuttige hoogte, in de buigtrekzone in respectievelijk de x- en y-richting die door de beschouwde periferie wordt doorsneden. Alleen wapening die ter weerszijden van het betreffende breukvlak volledig is verankerd, mag in rekening worden gebracht. De waarden van $\rho_{ox,gl}$ en $\rho_{oy,gl}$ behoren te zijn berekend als gemiddelde waarden rekening houdend met een plaatbreedte gelijk aan de kolombreedte plus $3d$ aan elke zijde.

11.6.2 Constructiedelen die berekende dwarskrachtwapening vereisen

Geen aanvullende bepalingen.

11.6.3 Wringing

11.6.3.1 Ontwerprocedure

Geen aanvullende bepalingen.

11.6.4 Pons

11.6.4.1 Ponsweerstand van platen en kolomvoeten zonder dwarskrachtwapening

(1) Voor de in formule 11.6.47 te vullen waarde van ρ_1 geldt:

$$\rho_1 = \rho_{gl} = \frac{E_{gl}}{E_s} \sqrt{\rho_{ox,gl} \rho_{oy,gl}} \leq 0,02$$

$\rho_{ox,gl}$, $\rho_{oy,gl}$ zijn de geometrische wapeningsverhoudingen van de totale buigwapening van glasvezelstaven, betrokken op de nuttige hoogte, in de buigtrekzone in respectievelijk de x- en y-richting die door de beschouwde periferie wordt doorsneden. Alleen wapening die ter weerszijden van het betreffende breukvlak volledig is verankerd, mag in rekening worden gebracht. De waarden van $\rho_{ox,gl}$ en $\rho_{oy,gl}$ behoren te zijn berekend als gemiddelde waarden rekening houdend met een plaatbreedte gelijk aan de kolombreedte plus $3d$ aan elke zijde.

11.6.4.2 Ponsweerstand van platen en kolomvoeten met dwarskrachtwapening

(1) De rekenwaarde van de door de ponswapening van glasvezelstaven (beugels, haarspelden of rechte staven die tweezijdig zijn voorzien van eindverankeringen) te leveren ponsweerstand (MPa) mag als volgt worden berekend: $v_{Rd,c} = A_{glv} 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl} \cdot \sin \alpha / (p \cdot d)$

waarin:

A_{glv} is de totale hoeveelheid ponswapening van glasvezelstaven, doorsneden door de ponskegel van de beschouwde periferie; de ponswapening moet gelijkmatig langs de periferie worden verdeeld.

11.6.5 Lokaal belaste gebieden

Geen aanvullende bepalingen.

11.6.6 Vermoeiing

Niet van toepassing.

11.7 Bruikbaarheidsgrenstoestanden

Geen aanvullende bepalingen.

11.8 Detailleren van wapening – algemeen

11.8.1 Toelaatbare doordiameters voor gebogen staven

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR[®] glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

11.8.2 Uiterst opneembare aanhechtspanning

De gereduceerde uiterst opneembare aanhechtspanning moet, bij het berekenen van de benodigde verankeringslengte en overlappingslengte van glasvezelstaven in betonconstructies met lichte toeslagmaterialen, in rekening worden gebracht door de overeenkomstige waarden voor in normaal beton te vermenigvuldigen met de waarde f_{ctd} / f_{icid} .

11.9 Detailleren van constructiedelen en specifieke regels

Geen aanvullende bepalingen.

11.10 Aanvullende regels voor geprefabriceerde constructiedelen en constructies

Geen aanvullende bepalingen.

11.12 Ongewapende en lichtgewapende betonconstructies

Geen aanvullende bepalingen.

12 Ongewapende en licht gewapende betonconstructies

12.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

12.3 Materialen

12.3.1 Beton: aanvullende aannamen voor het ontwerp

Geen aanvullende bepalingen.

12.5 Constructieberekening: uiterste grenstoestanden

Geen aanvullende bepalingen.

12.6 Uiterste grenstoestanden

12.6.1 Rekenwaarde van de weerstand tegen buiging en normaalkracht

Geen aanvullende bepalingen.

12.6.2 Plaatselijk bezwijken

Geen aanvullende bepalingen.

12.6.3 Dwarskracht

Geen aanvullende bepalingen.

12.6.4 Wringing

Geen aanvullende bepalingen.

12.6.5 Uiterste grenstoestanden veroorzaakt door vervorming van de constructie (knik)

12.6.5.1 Slankheid van kolommen en wanden

Geen aanvullende bepalingen.

12.6.5.2 Vereenvoudigde rekenmethode voor wanden en kolommen

Geen aanvullende bepalingen.

12.7 Bruikbaarheidsgrenstoestanden

Geen aanvullende bepalingen.

12.9 Detailleren van constructiedelen; specifieke regels

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage A

(informatief)

Wijziging van de partiële factoren voor materialen

A.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

A.2 In-situ gestorte betonconstructies

A.2.1 Verlaging op basis van kwaliteitscontrole en gereduceerde afwijkingen

Geen aanvullende bepalingen.

A.2.2 Verlaging op basis van het gebruik van gereduceerde of gemeten geometrische gegevens in het ontwerp en berekening

Geen aanvullende bepalingen.

A.2.3 Verlaging op basis van de bepaling van de betonsterkte in de gereede constructie

Geen aanvullende bepalingen.

A.3 Geprefabriceerde producten

A.3.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

A.3.2 Partiële factoren voor materialen

Indien wordt voldaan aan de van toepassing zijnde voorwaarden van A.2 en A.3, mag voor de partiële factor voor glasvezelstaven $\gamma_{gl,red} = 1,4$ worden gebruikt.

A.4 Geprefabriceerde elementen

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage B

(informatief)

Kruip- en krimpvervorming

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage C

(informatief)

Eigenschappen van wapening die geschikt is voor gebruik met deze Eurocode

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage D

(informatief)

Gedetailleerde berekeningsmethode voor relaxatieverliezen in voorspanstaal

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage E

(informatief)

Indicatieve sterkteklassen voor duurzaamheid

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage F

(informatief)

Formules voor de trekwapening bij vlakspanningstoestanden**F.1 Algemeen**

(2) De door de wapening van glasvezelstaven te leveren treksterkte in de richting van de x- respectievelijk y-as moet worden bepaald uit:

$$f_{tdx,gl} = \rho_{x,gl} f_{gld}$$

$$f_{tdy,gl} = \rho_{y,gl} f_{gld}$$

waarin:

$\rho_{x,gl}$ en $\rho_{y,gl}$ de geometrische wapeningsverhoudingen zijn van het met glasvezelstaven gewapende beton, in de richting van de x- respectievelijk y-as.

Bijlage G

(informatief)

Interactie tussen grond en constructie.

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage H

(Informatief)

Tweede-orde-effecten in constructies als geheel

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage I

(informatief)

Berekeningen van vlakke plaatvloeren en verstijwingswanden

Geen aanvullende bepalingen.

Bijlage J

(informatief)

Detaileringsregels voor bijzondere situaties

J.1 Huidwapening

(2) De oppervlakte $A_{gl,surf}$ van glasvezelstaven, toegepast als huidwapening evenwijdig aan en loodrecht op de trekwapening in de balk, moet groter zijn dan $0,01 \cdot A_{ct,ext}$

J.2 Hoekaansluitingen in raamwerken

J.2.1 Algemeen

(2) De maximum geometrische buigtrekwapeningsverhouding van glasvezelstaven ρ_{ogl} in de balk ter plaatse van de verbinding moet voldoen aan de voorwaarde:

$$\rho_{ogl} - \rho_{ogl;1} \leq 0,40 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{gld}} \cdot \frac{h_k}{h_b}$$

waarin:

ρ_{ogl} is de toelaatbare geometrische buigtrekwapeningsverhouding van glasvezelstaven in de balk met het grootste moment ter plaatse van de verbinding;

$\rho_{ogl;1}$ is de benodigde geometrische buigtrekwapeningsverhouding van glasvezelstaven in de balk met het kleinste moment ter plaatse van de verbinding; indien de momenten in de balken gelijkdraaiend zijn, moet $\rho_{ogl;1}$ met negatief teken worden ingevoerd;

h_k is de kolomhoogte;

h_b is de balkhoogte.

In plaats van beugels of haarspelden is het ook toegestaan om een beugelvorm te formeren door middel van vier glasvezelstaven, eventueel tweezijdig voorzien van eindverankeringen (deuvels), haaks op, en aan de buitenzijde van de langwapening in de balk.

J.2.2 Hoekaansluitingen met dichtdraaiende momenten

Geen aanvullende bepalingen.

J.2.3 Hoekaansluitingen met opendraaiende momenten

Geen aanvullende bepalingen.

J.3 Consoles

Geen aanvullende bepalingen.