

KOMO®  
Attest-met-productcertificaat  
K49001/03



Uitgegeven 2023-05-05 Vervangt K49001/02  
Geldig tot Onbepaald D.d. 2016-05-01  
Pagina 1 van 5

## Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

### Schöck Nederland b.v.

#### VERKLARING VAN KIWA

Dit attest-met-productcertificaat is op basis van BRL 0513 "Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton" d.d. 2014-05-07, inclusief wijzigingsblad d.d. 2015-07-24 afgegeven conform het Kiwa-Reglement voor Productcertificatie.

Het kwaliteitssysteem en de productkenmerken worden periodiek gecontroleerd. De prestatie van glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton is in relatie tot het Bouwbesluit en de uitgangspunten voor de beoordeling worden periodiek herbeoordeeld. Op basis daarvan **verklaart Kiwa dat** het gerechtvaardigd vertrouwen bestaat, dat:

- Het door de certificaathouder geleverde product bij aflevering voldoet aan:
  - De in dit attest-met-productcertificaat vastgelegde technische specificatie;
  - De in de BRL vastgelegde producteisen, mits het product voorzien is van het KOMO®-merk op een wijze zoals aangegeven in dit attest-met-productcertificaat.
- De met dit product samengestelde bouwdelen de prestaties leveren zoals opgenomen in dit attest-met-productcertificaat.
- Met in achtneming van het bovenstaande de bouwdelen voldoen aan de in dit attest-met-productcertificaat opgenomen eisen van het Bouwbesluit, mits:
  - Wordt voldaan aan de in dit attest-met-productcertificaat vastgelegde technische specificatie en toepassingsvoorwaarden;
  - De vervaardiging van de bouwdelen geschiedt overeenkomstig de in dit attest-met-productcertificaat vastgelegde voorschriften en/of verwerkingsmethoden.

De essentiële kenmerken, zoals vastgelegd in de van toepassing zijnde geharmoniseerde Europese productnorm en de bijbehorende controle van het kwaliteitssysteem van deze kenmerken maken geen onderdeel uit van deze verklaring.

Ron Scheepers  
Kiwa

*Dit attest-met-productcertificaat bestaat uit 5 pagina's.*

*Dit attest-met-productcertificaat is opgenomen op de websites van Stichting KOMO: [www.komo.nl](http://www.komo.nl) en [www.komo-online.nl](http://www.komo-online.nl).*

*Gebruikers van dit attest-met-productcertificaat wordt geadviseerd om te controleren of deze nog geldig is. Raadpleeg hiertoe de website van Kiwa: [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl).*

**Certificaathouder**  
Schöck Nederland b.v.  
Amersfoortseweg 15A  
7313 AB Apeldoorn  
Tel. 055 526 88 20  
[info@schock.nl](mailto:info@schock.nl)  
[www.schock.nl](http://www.schock.nl)

**Productielocatie**  
Schöck GmbH  
Ringstraße 2  
06188 Landsberg  
Duitsland

**Kiwa Nederland B.V.**  
Sir Winston Churchilllaan 273  
Postbus 70  
2280 AB RIJSWIJK  
Tel. 088 998 44 00  
Fax 088 998 44 20  
[info@kiwa.nl](mailto:info@kiwa.nl)  
[www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)



Beoordeeld is:

- Kwaliteitssysteem
- Product
- Eenmalig prestatie in de toepassing

Periodieke controle

Glasvelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**INHOUDSOPGAVE**

- 1. BOUWBESLUITINGANG**
- 2. TECHNISCHE SPECIFICATIE**
  - 2.1 Onderwerp**
  - 2.2 Productkenmerken**
  - 2.3 Merken**
  - 2.4 Specificatie bouwdeel**
- 3. VERWERKING**
- 4. PRESTATIES**
  - 4.1 Voorschriften uit het oogpunt van veiligheid**
    - 4.1.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie
    - 4.1.2 Sterkte bij brand
- 5. WENKEN VOOR DE GEBRUIKER**
- 6. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN**

**BIJLAGE 1: AANVULLENDE BEPALINGEN OP EUROCODE 2- DEEL 1-1 VOOR HET ONTWERP VAN BETONCONSTRUCTIES  
GEWAPEND MET COMBAR<sup>®</sup>GLASVEZELSTAVEN**

Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

2. BOUWBESLUITINGANG

Hoofdstuk 2 – Voorschriften uit het oogpunt van veiligheid				
Nr	afdeling	grenswaarde/ bepalingmethode	prestaties volgens kwaliteitsverklaring	opmerkingen i.v.m. toepassing
2.1	2.2, 2.3;1-2, 2.4;1b	De sterkte van de betonconstructie gewapend met ComBAR <sup>®</sup> glasvezelstaven dient te worden bepaald volgens NEN-EN 1992-1-1 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van BRL0513 zoals weergegeven in bijlage 1	Zie artikel 4.1.1	
2.2	2.10, 211	De tijdsduur van brandwerendheid m.b.t. bezwijken volgens artikel 2.9 van het Bouwbesluit, dient bepaald te worden volgens NEN 6069 of NEN-EN 1992-1-2 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van BRL 0513 zoals weergegeven in bijlage 1	Zie artikel 4.1.2	

2. TECHNISCHE SPECIFICATIE

2.1 ONDERWERP

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton.

2.2 PRODUCTKENMERKEN COMBAR<sup>®</sup> GLASVEZELSTAVEN

2.2.1 Algemeen

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven bestaan uit glasvezeldraden gebonden door een hars, voorzien van ribben en voorzien van een coating. De glasvezelstaven zijn bedoeld voor toepassing als wapening in beton. NEN-EN 1992-1-1 voorziet niet in de berekening van betonconstructies met daarin glasvezelstaven in plaats van wapeningsstaven van betonstaal. Om toch dergelijke betonconstructies te kunnen ontwerpen is bijlage 1 "Aanvullende bepalingen op EuroCode 2 - Deel 1-1 voor het ontwerp van betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven" in dit attest-met-productcertificaat opgenomen. De bepalingen in bijlage 1 zijn overgenomen uit bijlage C van BRL0513.

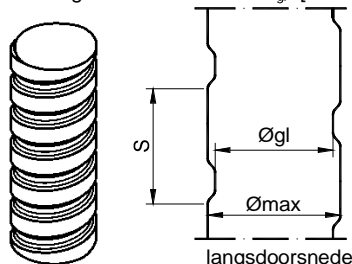
2.2.2 Nadere specificatie

Eigenschappen van de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven om conform NEN-EN 1992-1-1 en de aanvullende bepalingen in bijlage 1 te kunnen ontwerpen zijn opgenomen in tabel 1.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven worden onder dit certificaat geleverd als rechte staven in de diameters 8, 12 & 16 mm.

Tabel 1:

Prestaties/karakteristieken	Ø <sub>gl</sub> =8 mm	Ø <sub>gl</sub> =12 mm	Ø <sub>gl</sub> =16 mm
Nominale doorsnede A <sub>n</sub> [mm <sup>2</sup> ]	50	113	201
Massa per meter ρ <sub>gl</sub> [kg/m <sup>1</sup> ]	0,14	0,30	0,52
Glasvezelpercentage m/m [%]	>86	>86	>86
Gemiddelde treksterkte korteduur f <sub>gl,mm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	>1000	>1000	>1000
Representatieve treksterkte langeduur f <sub>glk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	513	513	513
Gemiddelde rek bij breuk ε <sub>gl,mm</sub> [%]	>2,2	>2,2	>2,2
Representatieve elasticiteitsmodulus E <sub>gl</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	>60000	>60000	>60000
Verankeringsfactor k <sub>verank</sub> [-]	1,0	1,0	1,0
Max. betonsterkteklasse voor berekening I <sub>v</sub> C <sub>lim</sub> [-]	C53/65	C53/65	C53/65
Aanhechtfactor ξ <sub>gl</sub> [-]	1,2	1,2	1,2
Uitzettingscoëfficiënt axiaal α <sub>gl//</sub> [10 <sup>-5</sup> · K <sup>-1</sup> ]	0,6	0,6	0,6
Uitzettingscoëfficiënt radiaal α <sub>gl⊥</sub> [10 <sup>-5</sup> · K <sup>-1</sup> ]	1,9	1,9	1,9



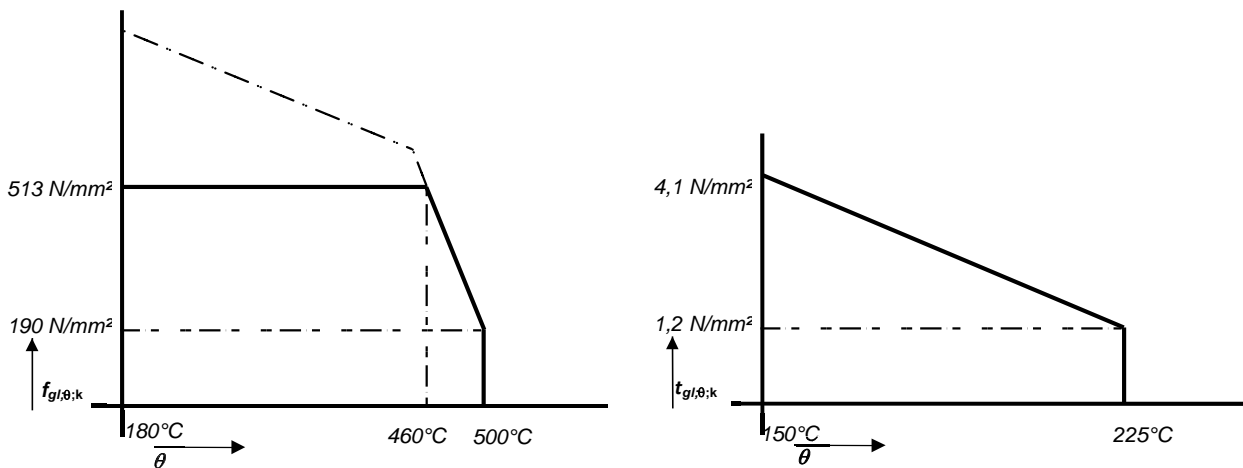
Ø <sub>max</sub> [mm]	9	13,5	18
S [mm]	8	8	8

Toleranties volgens BRL0513:5.3.3.1

Eigenschappen van de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven om conform NEN-EN-1992-1-2 en de aanvullende bepalingen in bijlage 1 de brandwerendheid van betonconstructies met ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven vast te kunnen stellen zijn opgenomen in figuren 1 en 2.



Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton



Figuur 1

Figuur 2

**2.3 MERKEN**

De ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven worden voorzien van een merk met de volgende gegevens:

- "Schöck ComBAR";
- "KOMO cert.nr. K49001"
- diameter "Ø ..."
- type-aanduiding;
- productiedatum;

Plaats van het merk: op onderlinge afstanden van maximaal 2m.

De ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven worden tevens voorzien van een label waarop tenminste de volgende gegevens duidelijk en onuitwisbaar zijn vermeld:

- Gegevens certificaathouder: Schöck Nederland b.v. (naam, adres, firma logo)
- Van toepassing zijnde BRL.
- KOMO beeldmerk en certificaat nr.
- Aanduiding (merk, type, glasvezeltype, diameter)
- Specifieke eigenschappen (karakteristieke korteduur- en langeduur treksterkte, elasticiteitsmodulus, thermische uitzettingscoëfficiënt, soortelijk gewicht).

Plaats van het label: tenminste 1 label per bundel staven.

**2.4 SPECIFICATIE BOUWDEEL**

Alle gewapend betonconstructies kunnen worden uitgevoerd met ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven mits voor het ontwerp voldaan wordt aan NEN-EN1992-1-1 en Bijlage C van BRL 0513 "Aanvullende bepalingen op EuroCode 2 - Deel 1-1 zoals weergegeven in bijlage 1.

**3. VERWERKING**

Voor de verwerking van ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening gelden dezelfde eisen als opgenomen in NEN-EN 13670:2009 hoofdstuk 6 "wapening", aangevuld met de volgende eisen:

- Bij langdurige opslag (meer dan 4-6 weken) dient de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening met een niet-transparante verpakking, afgedekt en droog te worden opgeslagen.
- Om beschadiging van de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening te voorkomen dient slepen van de staven over ruwe oppervlakken te worden voorkomen.
- Olie of andere verontreiniging op de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening dient voordat deze wordt verwerkt te worden verwijderd.
- De rechte ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven mogen niet achteraf op het werk of bij de wapening-/buigcentrale worden omgebogen.
- Voor het afkorten van de ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening dient een ijzerzaag of slijptol met diamanten of hardmetalen schijf te worden gebruikt.
- Het lakken/ beschermen van de zaagsnede is niet noodzakelijk.
- De ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening dient men in geen geval met een schaar te knippen, met een hamer cq. andere harde voorwerpen te beslaan of met een frees te bewerken.
- Voor het verbinden van ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven is normaal binddraad tot en met een diameter van 3 mm geschikt. Bij volledige staalvrije wapening kunnen kunststof kabelbinders (tie-rips) worden toegepast.
- Bij het betonneren dienen maatregelen genomen te worden tegen het opdrijven van de wapening.
- Voor de verwerking van ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening wordt het dragen van handschoenen aanbevolen.



## Glasvelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

### 4. PRESTATIES

#### 4.1 Voorschriften uit oogpunt van veiligheid

##### 4.1.1 Sterkte van de bouwconstructie

In dit certificaat zijn in tabel 1 de eigenschappen van ComBAR<sup>®</sup> glasvezelwapening voor toepassing als wapening in beton opgenomen, die nodig zijn voor de berekening van betonconstructies die voldoen aan NEN-EN1992-1-1 en Bijlage C van BRL 0513 "Aanvullende bepalingen op EuroCode 2 - Deel 1-1 voor het ontwerp van betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven" zoals weergegeven in bijlage 1.

Vermoeiingproeven conform BRL0513:5.3.3.7 hebben aangetoond dat overwegend statisch belaste constructies betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven voldoende weerstand tegen vermoeiing bieden.

De in tabel 1 weergegeven eigenschappen zijn gebaseerd op een referentieperiode van 50 jaar.

##### 4.1.2 Sterkte bij brand

De tijdsduur van brandwerendheid m.b.t. bezwijken dient bepaald te worden volgens NEN 6069 of NEN-EN 1992-1-2 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van BRL 0513 zoals weergegeven in bijlage 1.

### 5. WENKEN VOOR DE GEBRUIKER

#### 5.1 Inspecteer bij aflevering van de onder "technische specificatie" vermelde producten of:

- geleverd is wat is overeengekomen;
- het merk en de wijze van merken juist zijn;
- de producten geen zichtbare gebreken vertonen als gevolg van transport en dergelijke.

#### 5.2 Keur bij aflevering van de onder "verwerking" vermelde producten of deze voldoen aan de daarin genoemde specificatie.

#### 5.3 Indien u op grond van het hiervoor gestelde tot afkeuring overgaat, neem dan contact op met:

- Schöck Nederland b.v.
- en zo nodig met:
- Kiwa Nederland B.V.

#### 5.4 Voer de opslag, het transport en de verwerking uit overeenkomstig de onder "verwerking" genoemde bepalingen.

#### 5.5 Neem de onder "prestaties" genoemde toepassingsvoorwaarden in acht.

### 6. LIJST VAN VERMELDE DOCUMENTEN\*

NEN 6069:2011+A1+C1:2019	Beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwdelen en bouwproducten
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (inclusief nationale bijlage)
NEN-EN 13670:2009	Het vervaardigen van betonconstructies
Bouwbesluit	Het Bouwbesluit

\* Voor de juiste versie van de vermelde normen wordt verwezen naar het laatste wijzigingsblad bij BRL 0513.



**ComBAR<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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 aanvullende 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<sup>®</sup> GLASVEZELSTAVEN GEWAPEND CONSTRUCTIEF BETON**

**Algemeen**

**Onderwerp en toepassingsgebied**

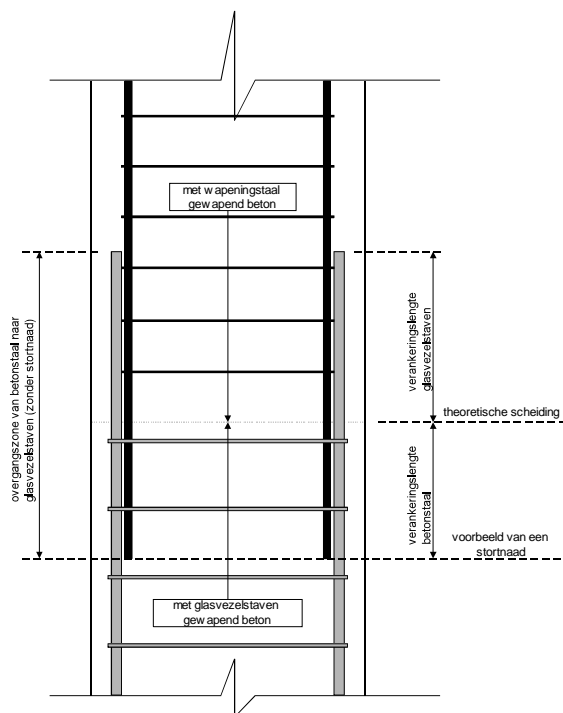
1 (2)P toevoegen

1.1 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<sup>®</sup>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 verharden van beton, is geen probleem voor ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven.

Het is toegestaan om verschillende delen van een betonconstructie of constructiedeel hetzij met betonstaal en/of voorspanstaal, hetzij met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven te wapenen. Ter plaatse van de aansluiting van de met betonstaal en de met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapende delen dient de lengte van de overlapping 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<sup>®</sup>glasvezelstaven mogen worden toegepast als beugelwapening of wapening ten behoeve van de samenhang van bijvoorbeeld een gevlochten wapeningskorf. Gebogen ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven vallen buiten het kader van BRL0513 en dit attest-met-productcertificaat. 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<sup>®</sup>glasvezelstaven

## ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

De sterktecapaciteit van betonstaal c.q. voorspanstaal en ComBAR<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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

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

### 1.1.2 Normatieve verwijzingen

Geen aanvullende bepalingen.

### 1.2 Aannamen

1.3 (2)P Bij de uitvoering van betonconstructies die worden gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven moet worden voldaan aan de opslag- en uitvoeringsbepalingen / verwerkingsvoorschriften zoals deze zijn voorgeschreven in dit attest-met-productcertificaat.

(3)P Voor betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>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 dit attest-met-productcertificaat K49001 van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven, verleend op basis van BRL 0513

### 1.4 Onderscheid tussen beginselen en toepassingsregels

1.5 Geen aanvullende bepalingen.

### 1.5.1 Definities

1.5.2 (informeel)  
Algemeen

1.5.3 Aanvullende termen en definities gebruikt in deze bijlage

1.5.3.1

1.5.3.2 Geen aanvullende bepalingen.

1.5.3.3

#### Geprefabriceerde constructies

1.5.3.4 Geen aanvullende bepalingen.

#### Ongewapende of lichtgewapende betonelementen

1.5.3.5 Geen aanvullende bepalingen.

#### Niet-hechtende en uitwendige panelementen

Geen aanvullende bepalingen.

#### Voorspanning

Geen aanvullende bepalingen.

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

#### Wapening door middel van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven

De ComBAR<sup>®</sup>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<sup>®</sup> 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<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapend beton" in dit attest-met-productcertificaat opgenomen.

### Symbolen

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

#### Latijnse hoofdletters

- 1.6  $A_{gl}$  oppervlakte van de doorsnede van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelwapening (staven)  
 $A_{gl,min}$  minimumoppervlakte van de doorsnede van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $A_{glb}$  oppervlakte van de doorsnede van beugels of haarspelden van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven per eenheid van lengte  
 $A_{glv}$  oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $A_{gl}$  totaaloppervlak ( $mm^2$ ) van de gelijkmatig langs de omtrek verdeelde langswapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $A_{glw}$  oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $E_{gl}$  rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $M_{Rd,gl}$  uiterst opneembaar buigend moment door ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $N_{gl}$  trek- of drukkracht in de wapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $V_{Rd,gl}$  uiterst opneembare dwarskracht door ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven

#### Latijnse kleine letters

- $f_{gl,d}$  treksterkte van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $f_{gl,t,k}$  karakteristieke treksterkte van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $f_{gl;0;d}$  rekenwaarde van de treksterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf  
 $f_{gl;0;k}$  karakteristieke treksterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf  
 $l_{v,glb}$  verankeringslengte van de glasvezelstaaf in geval van brand  
 $s_{gl}$  hart-op-hart-afstand van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven

#### Griekse kleine letters

- $\alpha_{gl//}$  thermische uitzettingscoëfficiënt van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven in langsrichting  
 $\alpha_{gl\perp}$  thermische uitzettingscoëfficiënt van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven in radiale richting  
 $\varepsilon_{gl}$  rek van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\varepsilon_{gl,u}$  rek van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven bij rekenwaarde treksterkte  
 $\varepsilon_{gl,k}$  rek van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven bij karakteristieke treksterkte  
 $\phi$  reductiefactor in verband met de maximale hoogte van de betondrukzone  
 $\theta$  hoek / temperatuur van de glasvezelstaaf  
 $\emptyset_{kg}$  diameter van de glasvezelstaaf

## ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

- $\varnothing_{kmgI}$  gemiddelde diameter van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\varnothing_{ngI}$  gelijkwaardige diameter van een bundel ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\zeta$  reductiefactor / verdeelcoëfficiënt / hulpparameter voor de berekening van een buigstijfheid  
 $\rho_{gl}$  geometrische wapeningsverhouding van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven betrokken op de nuttige hoogte  
 $\rho_{gII}$  geometrische wapeningsverhouding voor de langswapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\rho_{wgI}$  geometrische wapeningsverhouding voor de dwarskrachtwapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\sigma_{gl}$  spanning in de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  
 $\gamma_{gl}$  partiële materiaalfactor voor ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven

### Grondslagen van het ontwerp en de berekening

#### Eisen

2

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

#### Beginnelsen van ontwerp en berekening op basis van grenstoestanden

- 2.2 Geen aanvullende bepalingen.

#### 2.3 Basisvariabelen

- 2.3.1 Belastingen en omgevingsinvloeden

2.3.1.1

##### Algemeen

- 2.3.1.2 Geen aanvullende bepalingen.

##### Thermische effecten

- 2.3.1.3 Geen aanvullende bepalingen

##### 2.3.1.4 Ongelijkmatige zettingen/verplaatsingen

Geen aanvullende bepalingen.

- 2.3.2 Materiaal-~~Voorspanning~~voorspanning

- 2.3.2.1 Geen aanvullende bepalingen.

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

2.3.2.2

##### Algemeen

- 2.3.3 Vervormingen van beton  
 De representatieve waarden en rekenwaarden voor de materiaaleigenschappen van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven zijn gegeven in hoofdstuk 5, artikel 5.3

- 2.3.4 Geometrische gegevens

##### Krimp en kruip

Geen aanvullende bepalingen.

2.4

- 2.4.1 Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

Geen aanvullende bepalingen.

#### Toetsingsmethode met partiële factoren

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Partiële factor voor krimpeffecten**

Geen aanvullende bepalingen.

**Partiële factoren voor voorspanning**

Geen aanvullende bepalingen.

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

2.4.2 Rekenwaarden...

**Partiële factor voor vermoeiingsbelastingen**

2.4.2.1 Geen aanvullende bepalingen.

2.4.2.2 **Partiële factoren voor materialen**

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

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

2.4.2.4 (5) Voor de ontwerpsituatie 'buitengewoon' moet voor de partiële materiaalfactor voor ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven moet  $\gamma_{gl} = 1,0$  worden gebruikt

**Partiële factoren voor materialen voor funderingen**

Geen aanvullende bepalingen.

2.4.2.5

2.4.3 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**

2.7 Geen aanvullende bepalingen.

**Eisen voor bevestigingsmiddelen**

3 Geen aanvullende bepalingen.

3.1

**Materialen**

3.2

**Beton**

3.3 Geen aanvullende bepalingen.

**Betonstaal**

3.4 Geen aanvullende bepalingen.

**Voorspanstaal**

Geen aanvullende bepalingen.

**Voorspanmiddelen**

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Glasvezelstaven**

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

3.5 (1)P Het gedrag van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton is gespecificeerd door de volgende eigenschappen welke in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat zijn vastgelegd:

- 3.5.1 **Minste**
- karakteristieke langeduur treksterkte: ( $f_{gtk}$ ) = 513 N/mm<sup>2</sup>;
- 3.5.2 **Eigenschappen**
- hechtingseigenschappen met betrekking tot de verankering: ( $k_{verank}$ ) = 1,0;
  - maximale betonsterkte klasse voor berekening  $f_{bd}$ : ( $C_{lim}$ ) = C53/65;
  - aanhechtfactor ( $\xi_{gl}$ ) voor het berekenen van de scheurwijdte: = 1,2;
  - grootte van de doorsnede en toleranties;
  - percentage glas in de staafdoorsnede ( $\omega_{gl}$ ); = >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<sup>®</sup>glasvezelstaven blijft rekenkundig buiten beschouwing. Gezien de voor doorsnede-berekeningen beperkte verschillen in elasticiteitsmodulus tussen die van beton en ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven, is het aandeel van eventuele ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven in (buig-)drukzones van beton verwaarloosbaar.

De in rekening te brengen oppervlakte van een beton-(buig-)drukzone hoeft niet gereduceerd te worden

3.5.4 **Druksterkte** op de aanwezigheid hierin van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven onder druk.

3.5.5 **Vermoeiing**

Geen aanvullende bepalingen.

3.5.6 **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 dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat.

3.5.7 **Poissonverhouding**

OPMERKING

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

3.5.8 **Aanname voor de berekening**

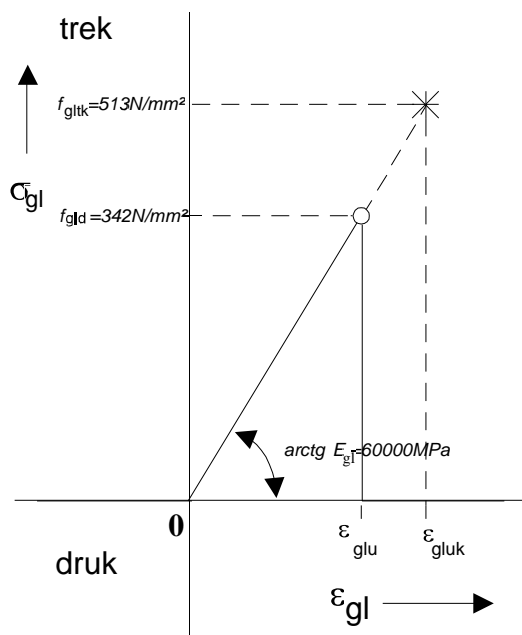
Voor de representatieve waarde en de rekenwaarde van de poissonverhouding  $\nu$  van op trek belaste ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven moet 0,3 worden aangehouden.

(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  $\sigma$ - $\epsilon$ -diagram van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven moet het diagram van figuur C2 worden aangehouden.

(3) De aan te houden rekenwaarde voor de elasticiteitsmodulus van de ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven  $E_{gl}$  = 60000 N/mm<sup>2</sup> zoals aangegeven in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton



Figuur C2  $\sigma - \epsilon$  - diagram van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven

## 4 Duurzaamheid en betondekking op de wapening

### 4.1 Algemeen

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

4.2

### Milieu-omstandigheden

4.3 Geen aanvullende bepalingen.

### 4.4 Duurzaamheidseisen

4.4.1 Geen aanvullende bepalingen.

4.4.1.1

### Toetsingsmethoden

4.4.1.2

#### Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

#### Minimale dekking, $c_{min}$

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

De minimumdekking voor ComBAR<sup>®</sup>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 ....'

#### Toeslag in het ontwerp voor uitvoeringstoleranties

Geen aanvullende bepalingen.

## Constructieve berekeningen

### Algemeen

- 5 Voor het bepalen van de krachtsverdeling van de eerste orde in statisch onbepaalde betonconstructies die zijn gewapend met ComBAR<sup>®</sup>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).

Geen aanvullende bepalingen.

- 5.1.2 Specifieke eisen voor funderingen  
Geen aanvullende bepalingen.
- 5.1.3 Belastingsgevallen en -combinaties
- 5.1.4 ~~Tweede-orde-effecten~~ Geen aanvullende bepalingen.

### Geometrische imperfecties

- 5.2 Geen aanvullende bepalingen.

### 5.3 Schematisering van de constructie

Geen aanvullende bepalingen.

5.4

### Lineair-elastische berekening

Geen aanvullende bepalingen.

#### OPMERKING

- 5.5 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.

### 5.6 Lineair elastische berekening met beperkte herverdeling

- 5.6.1 ~~Algemeen~~ Herverdeling van de lineair elastisch bepaalde inwendige en uitwendige krachtsverdeling in statisch onbepaalde betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven is niet toegestaan.

- 5.6.2 ~~Plastische berekening van balken, raamwerken en platen~~

### Plastische berekening

- 5.6.3 ~~Rotatiecapaciteit~~ Plastische berekening van betonconstructies gewapend met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven is niet toegestaan, met uitzondering van het gestelde in 5.6.4

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

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

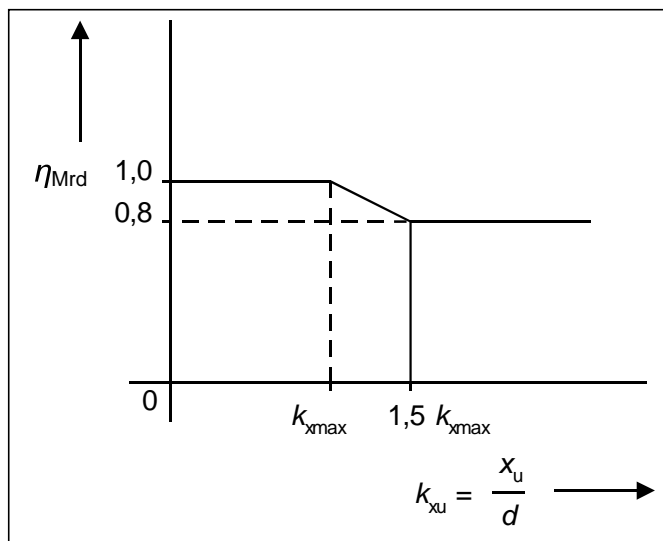
ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

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

Voldaan moet worden aan de voorwaarde:

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

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  $\eta_{Mrd}$  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

5.7 Het gestelde is verantwoord vanwege het ductiel gedrag van met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapende betonconstructiedelen, indien berekend met de rekenregels van dit document.

**Niet-lineaire berekening**

5.8

Toevoegen:

5.8.1 (6) Voor ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven moet het  $\sigma - \epsilon$  - diagram van Figuur C2 worden aangehouden.

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

5.8.2 Algemeen

5.8.3 Vereenvoudigde criteria voor tweede-orde-effecten

5.8.3.1

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.3.2

Geen aanvullende bepalingen.

**Slankheids criterium voor afzonderlijke constructiedelen**

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

**Slankheids criterium en effectieve lengte van afzonderlijke constructiedelen**

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Algemene tweede-orde-effecten in gebouwen**

Geen aanvullende bepalingen.

Geen aanvullende bepalingen.

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

- 5.8.4a) Kruip methode gebaseerd op een nominale stijfheid, zie 5.8.7;
- b) methode gebaseerd op een nominale kromming, zie 5.8.8.

5.8.5 (2) Beide methodes mogen 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.

Het gestelde is niet van toepassing op, met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapende betonconstructies.

**5.8.6 Algemene methode**

5.8.7 Methode algemeen de nominale stijfheid

5.8.7.1 Geen aanvullende bepalingen.

**Nominale stijfheid**

5.8.7.2 (1) Voor, met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de wapening  $E_{gl}$  60000 N/mm<sup>2</sup> worden aangehouden zoals aangegeven in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat.

5.8.7.3

**Momentvergrotingsfactor**

5.8.8 Methode gebaseerd op de nominale kromming

5.8.8.1

5.8.8.2 **Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

5.8.8.3

**Buigende momenten**

Geen aanvullende bepalingen.

**Kromming**

5.8.9 (1) Voor, met ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor  $1/r_0$  de waarde  $(f_{gd}/E_{gl}) / (0,45 \cdot d)$  worden aangehouden.

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

(4) Voor, met ComBAR<sup>®</sup>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<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Kip van slanke liggers**

Geen aanvullende bepalingen.

**Voorgespannen constructiedelen en constructies**

Geen aanvullende bepalingen.

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

**Berekening van enkele bijzondere constructie-elementen**

5.10 Geen aanvullende bepalingen.

5.11 **Uiterste grenstoestanden**

**Buiging met of zonder normaalkracht**

6 (9) Bij de bepaling van het uiterst opneembare buigend moment  $M_{Rd}$  ("uiterste momentweerstand") moet  
6.1 het verband tussen  $\sigma_{gl}$  en  $\varepsilon_{gl}$  worden ontleend aan artikel 3.5.6.

Van de volgende, met ComBAR<sup>®</sup>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:

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

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

$\eta_{Rd}$  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:

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

ComBAR<sup>®</sup> 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.

**Dwarskracht**

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

6.2.1  $V_{Rd,gl}$  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 (1) Voor de formule 6.2.2 kan de waarde van  $\rho_1$  gelijk

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

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:

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

waarin:

$A_{glv}$  is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm<sup>2</sup>) van de dwarskrachtwapening van ComBAR<sup>®</sup>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<sup>2</sup>] in schijven is gegeven door de kleinste waarde van:

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

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

waarin:

$A_{glx}$  is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm<sup>2</sup>) van de aanwezige wapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven in x-richting;

$A_{gly}$  is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede (mm<sup>2</sup>) van de aanwezige wapening van ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven in y-richting.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

(4) De dwarswapening per eenheid van lengte  $A_{glf}/s_{gl}$  ( $\text{mm}^2/\text{mm}$ ) 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

**6.2.4 Afschuiving tussen lijfplaat en flenzen**

(1)

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

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

**6.2.5 Afschuiving in het aansluitvlak tussen op verschillende tijdstippen gestort beton**

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

$A_{gls}$  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.

## Wringing

6.3

**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  $\Sigma A_{gll}$  mag worden berekend uit vergelijking (6.28):

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

waarin:

$u_k$  is de omtrek van het gebied  $A_k$ ;

$\theta$  is de hoek van de drukdiagonalen (zie figuur 6.5).

6.4

**6.4.1 Algemeen**  
Geen aanvullende bepalingen.

**6.4.2 Belasting**  
**Pons**

**6.4.3 Ponsberekening**

Geen aanvullende bepalingen.

**6.4.4 Ponsweerstand van platen en kolomvoeten zonder ponswapening**

Geen aanvullende bepalingen.

Geen aanvullende bepalingen.

(1) Voor de in formule 6.47 in te vullen waarde van  $\rho$  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<sup>®</sup> 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.

(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:

6.4.5  $V_{Rd,cpl} = 0,75 V_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{s,glw} f_{gd,ef} (1/(u \cdot d)) \sin \alpha$   
Ponsweerstand van platen en kolomvoeten met ponswapening  
waarin:

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

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

$A_{s,glw}$  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)

$\alpha$  is de hoek tussen de ponswapening en het vlak van de plaat

### Berekening met behulp van staafwerkmodellen

6.5

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

6.5.4 Knopen

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.

6.6

Geen aanvullende bepalingen.

6.7

### Verankeringen en overlappingslassen

6.8 Geen aanvullende bepalingen.

6.8.1 Toetsingsvoorwaarden

#### Gedeeltelijk belaste gebieden

Geen aanvullende bepalingen.

### Vermoeiing

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

## Bruikbaarheidsgrenstoestanden

### Algemeen

Geen aanvullende bepalingen.

### Spanningsbeperking

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

7.1

### Scheurbeheersing

7.2

7.3 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.

7.3.1 Algemene beschouwingen

#### 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) Indien een nauwkeurigere berekening aantoont dat kleinere doorsneden voldoende zijn, mag de vereiste minimumoppervlakte van de wapening aan glasvezelstaven uit oogpunt van scheurbeheersing worden berekend volgens:

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

waarin:

7.3.3 ~~Scheurbeheersing zone voor de berekening~~ is de minimale oppervlakte van de doorsnede van de glasvezelstaven binnen de trekzone;

(1) Betonconstructies gewapend met glasvezelstaven dienen ten allen tijde gecontroleerd te worden volgens 7.3.4.

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.

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

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

$$w_k = s_{r,max,gl} (\varepsilon_{g,lm} - \varepsilon_{cm})$$

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

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

waarin:

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

$$\alpha_{gl} = \text{is de verhouding } E_{gl} / E_{cm};$$

ComBAR<sup>®</sup> 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;

$\sigma_{glr}$  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

$\xi_{gl}$  is de relatieve aanhechtingsfactor van glasvezelstaven aan beton waarvoor 1,2 aangehouden dient te worden zoals aangegeven in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> dit attest-met-productcertificaat.

### Doorbuigingscontrole

7.4 Geen aanvullende bepalingen.

7.4.1 Algemene beschouwingen

7.4.2 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

$\rho_{gl}$  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

7.4.3 Controleren van doorbuigingen door berekening rekenwaarde van de belastingen kan zijn opgenomen;

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

8 8.1 (7) De doorbuigingen van, met glasvezelstaven gewapende balken, platen en uitkragingen, moeten worden berekend met behulp van *M-N-κ*-diagrammen en numerieke tweevoudige integratie van de krommingen. Voor het  $\sigma$ - $\epsilon$ -diagram van glasvezelstaven moet figuur C2 worden aangehouden.

### Detaileren van wapening en voorspanelementen – algemeen

8.2

#### Algemeen

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

#### Staafafstanden

Geen aanvullende bepalingen.

#### 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<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Verankering van langswapening**

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

8.4.1 Algemeen  

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

Voor de waarde van  $k_{verank}$  dient 1,0 aangehouden te worden zoals aangegeven in het algemene deel van

8.4.2 dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat.

(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:

8.4.3 Basisverankeringslengte  

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

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

8.4.4 ~~Geen aanvullende bepalingen.~~ Rekenwaarde van de verankeringslengte

**Verankering van beugels en dwarskrachtwapening**

8.5 (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**

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

8.7.1 Algemeen **Overlappingsen en mechanische koppelingen**

8.7.2 Overlappingsen

Geen aanvullende bepalingen.

8.7.3 Overlappingslengte

8.7.4 Dwarswapening in het overlappingsgebied

8.7.4.1 ~~Geen aanvullende bepalingen.~~

8.7.4.2

8.7.5 Overlappingsen voor gepuntlaste wapeningsnetten gemaakt van geribd draad

**Dwarswapening voor getrokken staven**

8.8 **Dwarswapening voor blijvend op druk belaste staven**

Geen aanvullende bepalingen.

8.9

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

**Aanvullende regels voor staven met grote diameter**

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

**Gebundelde staven**

Geen aanvullende bepalingen.

**Voorspanelementen**

Geen aanvullende bepalingen.

8.10



## Detaileren van constructiedelen; specifieke regels

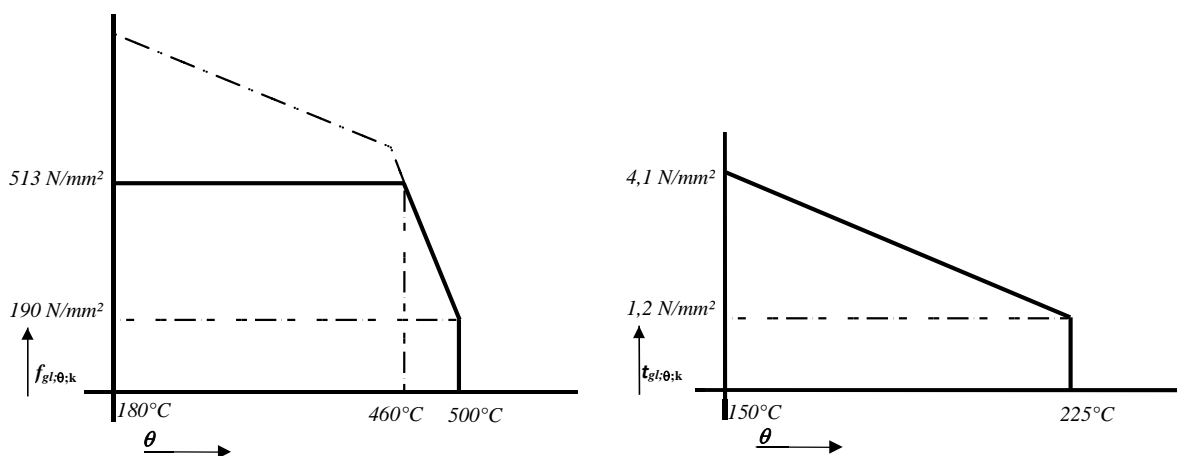
### Algemeen; brandwerendheid

(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.

- 9 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.

9.1

Voor ComBAR<sup>®</sup>glasvezelstaven zijn de treksterkte  $f_{gl;\theta;k}$  en de aanhechtsterkte  $\tau_{gl;\theta;k}$  aangegeven in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat.



Figuur B9.1 — representatieve trek- en aanhechtsterkte van glasvezelstaven als functie van de staaftemperatuur  $\theta$  zoals aangegeven in het algemene deel van dit KOMO<sup>®</sup> attest-met-productcertificaat. 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  $\theta$  zoals aangegeven in figuur B9.1

$\gamma_m$  is de materiaalfactor, die moet zijn gelijkgesteld aan 1,2

Aanvullend geldt de voorwaarde:

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

waarin:

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

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

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

$\gamma_m$  is de materiaalfactor, die moet zijn gelijkgesteld aan 1,2.

$\sigma_{gl}$  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).

$\varnothing_{kgl}$  is de kenmiddellijn van de glasvezelstaaf.

ComBAR<sup>®</sup> 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.

**Balken**

**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:

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

9.2.1

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.

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

(3) De oppervlakte van de dwarsdoorsnede van trek- of drukwapening van glasvezelstaven behoort buiten  
 9.2.1.4 de overlappingslassen niet groter te zijn dan  $A_{gl,max}$ . De waarde van  $A_{gl,max}$  voor liggers moet gelijk aan  
 9.2.1.5  $0,04A_c$  zijn genomen

**Andere detailleringregels**

Geen aanvullende bepalingen.

**Inkorting van op trek belaste langswapening**

Geen aanvullende bepalingen.

**Verankering van onderwapening bij een eindoplegging**

Geen aanvullende bepalingen.

**Verankering van onderwapening bij tussensteunpunten**

## ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

Geen aanvullende bepalingen.

(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  $(0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{gld}$

### 9.2.2 Dwarskrachtwapening

Geen aanvullende bepalingen.

### 9.2.3 Geen aanvullende bepalingen.

### 9.2.4 Huidwapening

(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<sup>2</sup> worden aangehouden.

### 9.2.5 Indirecte opleggingen

## Massieve platen

9.3 Geen aanvullende bepalingen.

### 9.3.1 Buigwapening

#### Algemeen

9.3.1.1 Geen aanvullende bepalingen.

### 9.3.1.2 Wapening in platen bij opleggingen

Geen aanvullende bepalingen.

9.3.1.3

#### Hoekwapening

9.3.1.4 Geen aanvullende bepalingen.

### 9.3.2 Wapening langs de vrije randen

Geen aanvullende bepalingen.

9.4

### 9.4.1 Plaat ter hoogte van middelkolommen

## Vlakke plaatvloeren

9.4.2 Plaat ter hoogte van rand- en hoekkolommen

### 9.4.3 Ponswapening

Geen aanvullende bepalingen.

9.5 Geen aanvullende bepalingen.

### 9.5.1 Algemeen

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

## Kolommen

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

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

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

9.5.2 Langswapening  $0,002 \cdot A_c$

Geen aanvullende bepalingen.

**Wanden**

9.5.3 Dwarswapening

9.6 Geen aanvullende bepalingen.

9.6.1 Algemeen

(1) De oppervlakte van de doorsnede van de verticale wapening aan glasvezelstaven  $A_{gl,min}$  in een wand

9.6.2 moet groter zijn dan  $0,002 \cdot A_c$  en  $0,04 \cdot A_c$ .

9.6.3 (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 zijn voorzien, met een minimum van  $A_{gl,dbmin}$  gelijk aan de grootste waarde van:

9.8 -  $0,001 \cdot A_c$ ;

9.8.1 - Poeren  $150 \text{ mm}^2/\text{m}$  aan elke zijde en in elke richting.

9.8.2 Kolom- **Funderingen**

9.8.2.1

9.8.2.2 Geen aanvullende bepalingen.

9.8.3 Koppelbalken

**Algemeen**

9.8.4 Geen aanvullende bepalingen.

**Verankering van staven**

Geen aanvullende bepalingen.

Geen aanvullende bepalingen.

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

Geen aanvullende bepalingen.

**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:

$$9.9 \quad f_{gld} = \frac{0,015 \cdot \xi_{gl} \cdot E_{gl}}{\phi_{kgl}}$$

**Trekbanden**

9.10 Geen aanvullende bepalingen.

9.10.1 Algemeen

**Algemeen**

9.10.2 Dimensionering van trekbanden

9.10.2.1

**Trekbanden langs de omtrek**

9.10.2.2 Geen aanvullende bepalingen.

**Inwendige trekbanden**

9.10.2.3 Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.4 **Horizontale trekbanden aan kolommen en/of wanden**

Geen aanvullende bepalingen.

9.10.2.5

**Verticale trekbanden**

9.10.3 **Continuïteit en Verankerung van Trekbanden**  
Geen aanvullende bepalingen.

10 Geen aanvullende bepalingen.

**10.1 Aanvullende regels voor geprefabriceerde constructiedelen en constructies**

10.1.1 Specifieke termen gebruikt in dit hoofdstuk

**Algemeen**

10.2 Geen aanvullende bepalingen.

10.3 Geen aanvullende termen.

10.3.1 Beton

10.3.1.1

**Grondslagen van ontwerp en berekening, fundamentele eisen**

10.3.1.2 Geen aanvullende bepalingen.

**Materialen**

**Sterkte**

Geen aanvullende bepalingen.

**Kruip en krimp**

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

**Technologische eigenschappen van voorspanstaal**

Geen aanvullende bepalingen.

**Constructieberekening**

10.3.2 Voorspanstaal

10.3.2.1

Geen aanvullende bepalingen.

10.5

Geen aanvullende bepalingen.

10.5.1 Algemeen

**Bijzondere regels voor ontwerp en detaillering**

10.5.2 Voorspanverliezen

10.9 Geen aanvullende bepalingen.

10.9.1 Momenten in platen door verhinderde vervormingen

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.2 Wand-vloerverbindingen

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:

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

waarin:

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

10.9.4.4  $t$  is de dikte van het oplegmateriaal;

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

10.9.4.6  $F_{Ed}$  is de drukkracht in de verbinding.

**Verbindingen die dwarskrachten overdragen**

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.4.7

**Verbindingen die buigende momenten of trekkrachten overdragen**

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5 Opleggingen

**Tandopleggingen**

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5.2

**Verankering van wapeningen bij steunpunten**

Geen aanvullende bepalingen.

**Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

**Opleggingen voor doorgaande constructiedelen**

Geen aanvullende bepalingen.

## ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

---

### Opleggingen voor afzonderlijke constructiedelen

Geen aanvullende bepalingen.

### Kolomfunderingen met inkassing

Geen aanvullende bepalingen.

10.9.5.3 Geen aanvullende bepalingen.

### 10.9.5.4 **Betonconstructies met lichte toeslagmaterialen**

#### 10.9.6 Trekbanden

##### **Algemeen**

11 Geen aanvullende bepalingen.

11.1 Geen aanvullende bepalingen.

11.1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

Geen aanvullende symbolen.

11.1.2 Specifieke symbolen

### **Grondslagen van ontwerp en berekening**

11.2 Geen aanvullende bepalingen.

### **Materialen**

11.3

11.3.1 Beton

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.2 Elastische vervorming

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

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

Geen aanvullende bepalingen.

11.3.5 Rekenwaarde van druk- en treksterktes

11.3.6 ~~Spanning-rek relaties voor het berekenen van doorsneden~~ Geen aanvullende bepalingen.

11.3.7 Opgesloten beton

Geen aanvullende bepalingen.

11.4

Geen aanvullende bepalingen.

11.5

11.5.1 ~~Bertisscapiteit~~ Geen aanvullende bepalingen.

### **Duurzaamheid en dekking op de wapening**

Geen aanvullende bepalingen.

### **Constructieberekening**

Geen aanvullende bepalingen.

ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

**Uiterste grenstoestanden**

(1) Voor de in formule 11.6.2 in te vullen waarde van  $\rho$  geldt:

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

11.6  $\rho_{ox,gl}, \rho_{oy,gl}$  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.

Geen aanvullende bepalingen.

11.6.2 Constructiedelen die berekende dwarskrachtwapening vereisen

**Ontwerpprocedure**

11.6.3 Geen aanvullende bepalingen.

11.6.3.1

11.6.4 Pons **Ponsweerstand van platen en kolomvoeten zonder dwarskrachtwapening**

(1) Voor de in formule 11.6.47 te vullen waarde van  $\rho$  geldt:

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

11.6.4.2  $\rho_{ox,gl}, \rho_{oy,gl}$  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.

**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:  $V_{Rd,c} = A_{glv} 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl} \cdot \sin \alpha / (p \cdot d)$

11.6.5 Lokaal belaste gebieden

waarin:

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

11.7

Geen aanvullende bepalingen.

11.8

11.8.1 Niet van toepassing. Niet van toepassing op meters voor gebogen staven

**Bruikbaarheidsgrenstoestanden**

Geen aanvullende bepalingen.

**Detaileren van wapening – algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.



**ComBAR<sup>®</sup> glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton**

---

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  $f_{ctd} / f_{i,ctd}$ .

**11.8.2 Uiterst opneembare aanhechtspanning**

Geen aanvullende bepalingen.

**Aanvullende regels voor geprefabriceerde constructiedelen en constructies**

11.9 Geen aanvullende bepalingen.

**11.10 Ongewapende en lichtgewapende betonconstructies**

Geen aanvullende bepalingen.

11.12

**Ongewapende en licht gewapende betonconstructies**

**12 Algemeen**

12.1 Geen aanvullende bepalingen.

**Materialen**

12.3

**12.3.1** Beton: aanvullende aannamen voor het ontwerp

Geen aanvullende bepalingen.

12.5

**Constructieberekening: uiterste grenstoestanden**

12.6 Geen aanvullende bepalingen.

**12.6.1** Rekenwaarde van de weerstand tegen buiging en normaalkracht

**Uiterste grenstoestanden**

**12.6.2** Plaatselijk bezwijken

Geen aanvullende bepalingen.

**12.6.3** Dwarskracht

**12.6.4** Torsie  
Geen aanvullende bepalingen.

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

12.6.5.1 Geen aanvullende bepalingen.

12.6.5.2

Geen aanvullende bepalingen.

12.7

**Slankheid van kolommen en wanden**

Geen aanvullende bepalingen.

**Vereenvoudigde rekenmethode voor wanden en kolommen**

Geen aanvullende bepalingen.

**Bruikbaarheidsgrenstoestanden**

Geen aanvullende bepalingen.

**Detailleren van constructiedelen; specifieke regels**

Geen aanvullende bepalingen.

12.9

(informatief)

**Wijziging van de partiële factoren voor materialen**

Bijlage A

**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.

(informatief)

### **Kruip- en krimpvorming**

Geen aanvullende bepalingen Bijlage B

(informatief)

**Eigenschappen van wapening die geschikt is voor gebruik met deze Eurocode**

Bijlage C

Geen aanvullende bepalingen.

(informatief)

**Gedetailleerde berekeningsmethode voor relaxatieverliezen in voorspanstaal**

Bijlage D

Geen aanvullende bepalingen.

(informatief)

**Indicatieve sterkteklassen voor duurzaamheid**

Geen aanvullende bepalingen Bijlage E

(informatief)

**Formules voor de trekwapening bij vlakspanningstoestanden**

Bijlage F

**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.

*(informatief)*

**Interactie tussen grond en constructie.**

Geen aanvullende bepalingen Bijlage G



(Informatief)

**Tweede-orde-effecten in constructies als geheel**

Geen aanvullende bepalingen ~~Bijlage H~~

(informatief)

**Berekeningen van vlakke plaatvloeren en verstijwingswanden**

Geen aanvullende bepalingen. <sup>Bijlage I</sup>

(informatief)

## Detaileringsregels voor bijzondere situaties

### J.1 Huidwapening<sup>Bijlage J</sup>

(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  $\rho_{ogl}$  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:

$\rho_{ogl}$  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.