

# Wijzigingsblad BRL 0513

## Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

24 juli 2015

### Vaststelling, aanvaarding en bindend verklaring

Vastgesteld door College van Deskundigen Wapeningsmaterialen d.d. 10 april 2015

Aanvaard door de KOMO Kwaliteits- en Toetsingscommissie d.d. 24 juli 2015.

Dit wijzigingsblad is door Kiwa bindend verklaard per 24 juli 2015.

### Geldigheid kwaliteitsverklaringen

Dit wijzigingsblad behoort bij BRL 0513 d.d. 07 mei 2014.

De kwaliteitsverklaringen die op basis van die beoordelingsrichtlijn zijn afgegeven verliezen in elk geval hun geldigheid op 24 juli 2016 (1 jaar na bindend verklaring).

### Gebruiksrecht

Het gebruik van dit wijzigingsblad door derden, voor welk doel dan ook, is uitsluitend toegestaan nadat een schriftelijke overeenkomst met Kiwa is gesloten waarin het gebruiksrecht is geregeld.

### Omschrijving van de wijziging

Actualisering van de beproevingsmethoden conform par. 5.3.3.8 en 5.3.3.9 en aanpassing eisen met betrekking tot de vermoeingssterke conform par. 5.3.3.7.

Op basis van de gewijzigde BRL kunnen t.a.v. het Bouwbesluit geen erkende kwaliteitsverklaringen worden afgegeven.

Vervang in alle teksten van de BRL de term "attest-met-productcertificaat" door "kwaliteitsverklaring".

Voeg paragrafen toe met de volgende tekst:

## 1.4 Eisen te stellen aan onderzoekinstellingen

Indien door de leverancier in het kader van de externe controle rapporten van onderzoekinstellingen of laboratoria worden overgelegd om aan te tonen dat aan de eisen van de BRL wordt voldaan, zal moeten worden aangetoond dat deze zijn opgesteld door een instelling die voldoet aan de van toepassing zijnde accreditatienorm, te weten:

- NEN-EN-ISO/IEC 17020 voor inspectie-instellingen;
- NEN-EN-ISO/IEC 17021 voor certificatie-instellingen die systemen certificeren;
- NEN-EN-ISO/IEC 17024 voor certificatie-instellingen die personen certificeren;
- NEN-EN-ISO/IEC 17025 voor laboratoria;
- NEN-EN-ISO/IEC 17065 óf NEN-EN 45011 voor certificatie-instellingen die producten certificeren.

### Toelichting

NEN-EN-ISO/IEC 17065 is op 15 september 2012 gepubliceerd en gaat NEN-EN 45011 vervangen. Hierbij geldt een overgangstermijn van 3 jaar.

Een instelling wordt geacht aan deze criteria te voldoen wanneer een accreditatiecertificaat kan worden overgelegd, afgegeven door de Raad voor Accreditatie (RvA) of een accreditatie-instelling waarmee de RvA een overeenkomst van wederzijdse acceptatie heeft gesloten. Deze accreditatie moet betrekking hebben op het voor deze BRL vereiste onderzoek.

Indien geen accreditatiecertificaat kan worden overgelegd, zal de certificatie-instelling zelf verifiëren of aan de accreditatienorm is voldaan, of het desbetreffende onderzoek opnieuw zelf (laten) uitvoeren.

## 1.5 Kwaliteitsverklaring

Op basis van de KOMO systematiek die van toepassing is voor deze beoordelingsrichtlijn worden KOMO® kwaliteitsverklaringen voor productcertificatie met attestering afgegeven.

Voor prestaties van het product in zijn toepassing en in het bouwdeel in relatie tot Bouwbesluit 2012 zijn de uitspraken in deze kwaliteitsverklaringen gebaseerd op de hoofdstukken 4 en 5 van deze beoordelingsrichtlijn.

De uitspraken over het product in deze kwaliteitsverklaringen zijn gebaseerd op de hoofdstukken 5 en 6 (overige eisen en bepalingmethoden - eisen aan het kwaliteitssysteem) van deze beoordelingsrichtlijn.

Op de website van de Stichting KOMO ([www.komo.nl](http://www.komo.nl)) staan de modelkwaliteitsverklaringen vermeld die voor deze beoordelingsrichtlijn van toepassing zijn. De af te geven kwaliteitsverklaring moet hiermee overeenkomen.

Vervang de tekst van paragraaf 5.3.3.7, onder "Omschrijving, Bepalingmethode en Initial type testing (ITT)", door de volgende tekst.

### **5.3.3.7 Vermoeiingssterkte**

#### ***Omschrijving***

Bij toepassing van glasvezelstaven als wapening dient een voldoende weerstand tegen veroudering door vermoeiing aanwezig te zijn. De voor de initial type testing voorgeschreven beproevingen met een spanningsrimpel van 100MPa garanderen een voldoende weerstand bij toepassing in overwegend statisch belaste constructies.

#### ***Bepalingmethode***

In een trek- of buigopstelling (waarbij de staaf wordt ingestort in een betonelement) moet een wisselende trekspanning worden aangebracht in de glasvezelstaaf. Hierbij moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- De vermoeiingsproef dient uitgevoerd te worden conform de uitgangspunten van NEN-EN-ISO 15630-1
- De bovengrens van de beproevingsspanning moet minimaal gelijk zijn aan  $0,69 \times f_{gld}$

Waarin:

$f_{gld}$  is de rekenwaarde van de langeduurtreksterkte van de glasvezelstaaf

- De aan te houden spanningsrimpel (2 x amplitude) is minimaal 100 N/mm<sup>2</sup>
- De toegepaste frequentie moet tussen 1 en 200 Hz liggen.
- Resultaten van staven welke breken ter plaatse van de inklemming, of binnen een afstand van 20mm of  $\varnothing_{nom}$  (grootste waarde) van de inklemming, moeten worden genegeerd.
- Een beproeving is geslaagd indien na 1 miljoen spanningswisselingen geen breuk in de staaf is opgetreden.

#### ***Initial type testing (ITT)***

De vermoeiingsproeven dienen uitgevoerd te worden voor de kleinste en grootste diameter.

Voor een diameter is voldoende weerstand tegen vermoeiing aangetoond als wordt voldaan aan één van de volgende voorwaarden:

- Minimaal 3 beproevingen zijn geslaagd.
- Indien bij 1 van de 3 beproevingen de staaf is gebroken voordat 1 miljoen spanningswisselingen zijn doorlopen, maar 0,7 miljoen spanningswisselingen goed zijn doorstaan, dan mag de proefserie worden uitgebreid met 2 beproevingen. Van deze 5 beproevingen moeten er minimaal 4 geslaagd zijn.
- Indien bij 2 van de 5 beproevingen de staaf is gebroken voordat 1 miljoen spanningswisselingen zijn doorlopen, maar 0,7 miljoen spanningswisselingen goed zijn doorstaan, dan mag de proefserie nogmaals worden uitgebreid met 3 beproevingen. Van deze 8 beproevingen moeten er minimaal 6 geslaagd zijn.

Indien beproeving van de grootste diameters proeftechnisch (bijvoorbeeld m.b.t. verankering) problemen oplevert dan mag ook een serie kleinere diameters worden beproefd, op basis waarvan via extrapolatie het gedrag van de grotere diameters kan worden afgeleid. Extrapolatie is toegestaan tot maximaal een factor 1,4 voor de diameter.

Vervang de tekst van paragraaf 5.3.3.8, onder "Omschrijving en Bepalingmethode", door de volgende tekst.

### 5.3.3.8 Interlaminare afschuifproef

#### **Omschrijving**

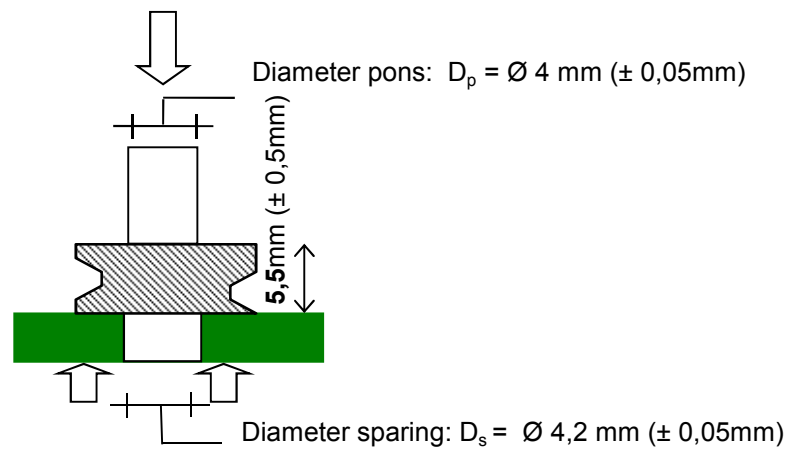
In het kader van Productiecontrole dienen interlaminare afschuifproeven te worden uitgevoerd. Deze proeven hebben tot doel de samenhang tussen de glasvezels, welke wordt bewerkstelligd door de matrix, te controleren.

#### **Bepalingsmethode**

Van een maagdelijke staaf wordt een proefstuk met een dikte van 5,5 mm ( $\pm 0,5$  mm) gesneden. In een proefopstelling wordt een pons met een vlakke onderzijde door het proefstuk gedrukt in een uitsparing in het ondersteuningsvlak (zie figuur 5.8). De aan te houden diameter voor de pons is 4 mm  $\pm 0,05$  mm en de uitsparing 4,2 mm  $\pm 0,05$  mm.

De kracht welke benodigd is om de pons door het proefstuk te drukken is de meetwaarde.

Figuur 5.8



Vervang de tekst van paragraaf 5.3.3.9, onder "Omschrijving, Bepalingsmethode en Initial type testing (ITT)", door de volgende tekst.

### 5.3.3.9 Penetratietest

#### **Omschrijving**

In het kader van Productiecontrole dienen penetratietesten te worden uitgevoerd. Deze proeven hebben tot doel de dichtheid van de matrix te controleren.

#### **Bepalingsmethode**

Van een staaf wordt een proefstuk met een dikte van 25 mm ( $\pm 2$  mm) gesneden. Het proefstuk wordt rechtop in een beker gezet met daarin een laag van 1 mm penetratievloeistof gezet. Na 60, 120 en 180 seconden wordt het aantal lichtpunten per staaf bepaald door beschijnen met UV-licht.

#### **Initial type testing (ITT)**

Per diameter wordt van 9 proefstukken, genomen uit tenminste 3 charges, waaruit ook de proefstukken voor de langduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen de penetratietest uitgevoerd. Na 60, 120 en 180 seconden wordt het aantal lichtpunten per staaf bepaald door beschijnen met UV-licht en vastgelegd. Er mag geen scheurvorming zichtbaar worden.

## Beoordelingsrichtlijn

voor het KOMO® attest-met-productcertificaat voor

**glasvezelstaven voor toepassing als wapening in  
beton**



Techniekgebied H9  
Vastgesteld door CvD “wapeningsmaterialen” d.d. 01 februari 2014

Aanvaard door de Harmonisatie Commissie Bouw van de  
Stichting Bouwkwiteit d.d. 7 mei 2014

**Inclusief wijzigingsblad d.d. 24-07-2015**

Uitgave: Kiwa N.V.

**BRL 0513**  
7 mei 2014

# **Beoordelingsrichtlijn**

voor het KOMO® attest-met-productcertificaat voor

## **glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton**

Techniekgebied H9  
Vastgesteld door CvD "wapeningsmaterialen" d.d. 01 februari 2014

Aanvaard door de Harmonisatie Commissie Bouw van de  
Stichting Bouwkwiteit d.d. 7 mei 2014

# Voorwoord Kiwa

Deze Beoordelingsrichtlijn is opgesteld door het College van Deskundigen “wapeningsmaterialen” van Kiwa, waarin belanghebbende partijen op het gebied van wapeningsmaterialen zijn vertegenwoordigd. Dit college begeleidt ook de uitvoering van certificatie en stelt zonodig deze Beoordelingsrichtlijn bij. Waar in deze Beoordelingsrichtlijn sprake is van “College van Deskundigen” is daarmee bovengenoemd college bedoeld.

Deze Beoordelingsrichtlijn zal door Kiwa worden gehanteerd in samenhang met het Kiwa-Reglement voor Productcertificatie. In dit reglement is de door Kiwa gehanteerde werkwijze vastgelegd bij de uitvoering van het onderzoek ter verkrijging van het attest-met-productcertificaat, alsmede de werkwijze bij de externe controle.

Deze BRL moet tenminste iedere 5 jaar door het beherende College van Deskundigen “wapeningsmaterialen” opnieuw worden vastgesteld doch uiterlijk voor 7 mei 2019.

## **Bindend verklaring**

Deze beoordelingsrichtlijn is door Kiwa bindend verklaard per 7 mei 2014

### **Kiwa Nederland B.V.**

Sir Winston Churchilllaan 273  
Postbus 70  
2280 AB RIJSWIJK

Tel. 070 414 44 00  
Fax 070 414 44 20  
[info@kiwa.nl](mailto:info@kiwa.nl)  
[www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)

© 2014 Kiwa N.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Onverminderd de aanvaarding van deze Beoordelingsrichtlijn door de Harmonisatie Commissie Bouw van de Stichting Bouwkwiteit berusten alle rechten bij Kiwa. Het gebruik van deze Beoordelingsrichtlijn door derden, voor welk doel dan ook, is uitsluitend toegestaan nadat een schriftelijke overeenkomst met Kiwa is gesloten waarin het gebruiksrecht is geregeld..

# Inhoud

	<b>Voorwoord Kiwa</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Algemeen	4
1.2	Toepassingsgebied	4
1.3	Relatie met Europese Verordening bouwproducten (CPR, EU 305/2011).	5
1.4	Acceptatie van door leverancier geleverde onderzoeksrapporten	5
1.5	NEN-EN 45011 voor certificatie-instellingen die producten certificeren;	5
1.6	Attest-met-productcertificaat	5
<b>2</b>	<b>Terminologie</b>	<b>6</b>
2.1	Definities	6
2.2	Symbolen	6
<b>3</b>	<b>Procedure voor het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring</b>	<b>8</b>
3.1	Toelatingsonderzoek	8
3.2	Certificaatverlening	8
<b>4</b>	<b>Bouwbesluit gerelateerde eisen en bepalingmethoden</b>	<b>9</b>
4.1	Algemeen	9
4.2	Technische bouwvoorschriften uit het oogpunt van veiligheid, Bouwbesluit Hoofdstuk 2	9
4.2.1	Algemene sterkte van de bouwconstructie, Bouwbesluit Afdeling 2.1	9
4.2.2	Sterkte bij brand, Bouwbesluit Afdeling 2.2	10
<b>5</b>	<b>Overige eisen en bepalingmethoden</b>	<b>11</b>
5.1	Privaatrechtelijke eisen	11
5.1.1	Vervormingen	11
5.1.2	Scheurvorming	11
5.2	Eisen uit normatieve documenten en door het CvD opgestelde eisen die niet onder de Construction Products Regulations (CPR) voorheen Construction Products Directions (CPD) vallen.	11
5.3	Producteisen	11
5.3.1	Algemeen	11
5.3.1.1	Beschrijving	12
5.3.2	Variabele eigenschappen	12
5.3.2.1	Treksterkte, rek bij maximale belasting en elasticiteitsmodulus van maagdelijke staaf	12
5.3.2.2	Karakteristieke treksterkte	13
5.3.2.3	Buigproef	16
5.3.3	Attributieve eigenschappen	17
5.3.3.1	Geometrie, diameter en massa per lengte	17
5.3.3.2	Vezelpercentage	17
5.3.3.3	Chemische samenstelling	18
5.3.3.4	Grenswaarde betonsterkteklasse in verband met afschuifsterkte profilering	18
5.3.3.5	Aanhechtfactor	19
5.3.3.6	Verankeringslengte	20

5.3.3.7	Vermoeingssterkte	21
5.3.3.8	Interlaminaire afschuifproef	22
5.3.3.9	Penetratietest	23
5.3.3.10	Thermische uitzettingscoëfficiënt	24
5.3.3.11	Temperatuurgevoeligheidsproef	25
5.3.3.12	Treksterkte in relatie tot temperatuur bij brand	25
5.3.3.13	Aanhechtsterkte in relatie tot temperatuur bij brand	26
5.3.3.14	Gedrag van betonconstructie bij brand	27
5.4	Uitvoeringbepalingen/Verwerkingsvoorschriften	28
5.5	Beproevingsschema	28
5.6	Certificatiemerk	28
<b>6</b>	<b>Eisen aan het kwaliteitssysteem</b>	<b>30</b>
6.1	Algemeen	30
6.2	Beheerder van het kwaliteitssysteem	30
6.3	Interne kwaliteitsbewaking/kwaliteitsplan	30
6.4	Procedures en werkinstructies	30
6.5	Overige eisen te stellen aan het kwaliteitssysteem	30
6.6	Beheersing van laboratorium- en meetapparatuur	30
<b>7</b>	<b>Samenvatting onderzoek en controle</b>	<b>31</b>
7.1	Onderzoeksmatrix	31
<b>8</b>	<b>Eisen aan de certificatie-instelling</b>	<b>32</b>
8.1	Algemeen	32
8.2	Certificatiepersoneel	32
8.2.1	Kwalificatie-eisen	32
8.2.2	Kwalificatie	33
8.3	Management van de certificatie-instelling: kwalificatie van beslissers.Rapport toelatingsonderzoek	34
8.4	Beslissing over certificaatverlening	34
8.5	Uitvoeringsvorm kwaliteitsverklaring	34
8.6	Aard en frequentie van externe controles	34
8.7	Rapportage aan College van Deskundigen	34
8.8	Interpretatie van eisen	34
8.9	Specifieke door het College van Deskundigen vastgestelde regels	34
<b>9</b>	<b>Lijst van vermelde documenten</b>	<b>35</b>
9.1	Publiekrechtelijke regelgeving	35
9.2	Normen / normatieve documenten	35
Bijlage B	Model IKB-schema	
Bijlage C	Aanvullende bepalingen op NEN-EN 1992-1-1 voor met glasvezelstaven gewapend beton	



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

De in deze beoordelingsrichtlijn opgenomen eisen worden door de certificatie-instellingen, die hiervoor erkend zijn door de Raad voor Accreditatie, gehanteerd bij de behandeling van een aanvraag voor c.q. de instandhouding van een attest-met-productcertificaat voor glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton.

De af te geven kwaliteitsverklaring wordt aangeduid als KOMO® attest-met-productcertificaat.

Het techniekgebied van de BRL is: H9: Wapening voor toepassing in beton: wapeningsstaal, voorspanstaal, voorspansystemen, thermische bruggen, doorkoppelbakken, tralieliggers, staalvezels of glasvezelstaven.

Naast de eisen die in deze beoordelingsrichtlijn zijn vastgelegd, stellen de certificatie- en attesteringsinstellingen aanvullende eisen, in de zin van algemene procedure-eisen van certificatie en attestering, zoals vastgelegd in het algemeen certificatie- en attesteringsreglement van de betreffende instelling.

Deze beoordelingsrichtlijn vervangt BRL 0513 d.d. 15-06-2010. De kwaliteitsverklaringen die op basis van die beoordelingsrichtlijn zijn afgegeven verliezen hun geldigheid op 7 november 2014.

Bij de uitvoering van certificatiwerkzaamheden zijn de certificatie-instellingen gebonden aan de eisen die in het Hoofdstuk "Eisen aan certificatie-instellingen" zijn vastgelegd.

## 1.2 Toepassingsgebied

Glasvezelstaven zijn als alternatief voor betonstaal bedoeld voor toepassing als wapening in beton. Gebogen glasvezelstaven mogen worden toegepast als niet constructieve beugelwapening ten behoeve van de samenhang van bijvoorbeeld een gevlochten wapeningskorf. Gebogen glasvezelstaven voor constructieve toepassingen vallen buiten het kader van deze beoordelingsrichtlijn. Het toepassingsgebied is nader omschreven in Hoofdstuk 1.1.1 (2)p van de "Aanvullende bepalingen op NEN-EN 1992-1-1 voor met glasvezelstaven gewapend beton" (zie bijlage C bij deze BRL).

### Specifiek aanvullende informatie

De toepassing van glasvezelstaven als wapening in beton is internationaal al enkele decennia onderwerp van vele studies. Toch kan worden gesteld dat er nog geen internationaal geaccepteerde aanpak is voor de beoordeling van glasvezelstaven. Voor het opstellen van deze beoordelingsrichtlijn heeft de Technische Commissie van Kiwa, die deze BRL heeft voorbereid, van belang zijnde informatie verzameld en zijn overwegingen, die een rol hebben gespeeld bij het opstellen van de eisen en beproevingsmethoden in deze BRL, vastgelegd in een achtergronddocument (Achtergrondrapport BRL 0513 "Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton" - materiaaleigenschappen en beproevingen; september 2008).

Voor het ontwerp en de berekening van betonconstructies met wapening bestaande uit glasvezelstaven dient rekening te worden gehouden met de specifieke eigenschappen van de toegepaste glasvezelstaven. De specifieke eigenschappen dienen te worden bepaald conform deze Beoordelingsrichtlijn. Er is internationaal geen berekeningsmethode voor betonconstructies met glasvezelstaven in de vorm van een regelgevingsdocument voorhanden. Om de praktijk in de gelegenheid te stellen op een verantwoorde wijze glasvezelstaven toe te passen, zijn door de Technische Commissie "Aanvullende bepalingen op NEN-EN 1992-1-1 voor met glasvezelstaven gewapend beton" opgesteld. Deze zijn als bijlage C opgenomen in deze BRL.

Glasvezelstaven kunnen afhankelijk van de productiemethode, vorm en oppervlaktestructuur voorkomen in vele verschillende verschijningsvormen. Deze BRL is opgesteld voor de beoordeling van ronde, geribde, rechte glasvezelstaven. Voor de beoordeling van andere typen glasvezelstaven dient nagegaan te worden in hoeverre de bepalingen in deze BRL toepasbaar zijn.

Voor de bepalingen in deze BRL is uitgegaan van een beoordeling van één of meer diameters glasvezelstaven in één keer. Voorwaarde voor beoordeling van meerdere diameters in één keer, is dat de samenstelling, vorm en productie-wijze van deze glasvezelstaven gelijk is.

### **1.3 Relatie met Europese Verordening bouwproducten (CPR, EU 305/2011).**

Op de producten die behoren tot de scope van deze beoordelingsrichtlijn is geen geharmoniseerde Europese norm van toepassing.

### **1.4 Acceptatie van door leverancier geleverde onderzoeksrapporten**

Indien door de leverancier rapporten van onderzoekinstellingen of laboratoria worden overlegd om aan te tonen dat aan de eisen van de BRL wordt voldaan, zal moeten worden aangetoond dat deze zijn opgesteld door een instelling die voldoet aan de van toepassing zijnde accreditatienorm, te weten:

- NEN-EN-ISO/IEC 17025 voor laboratoria;
- NEN-EN-ISO/IEC 17020 voor inspectie-instellingen;

### **1.5 NEN-EN 45011 voor certificatie-instellingen die producten certificeren;**

- NEN-EN ISO/IEC 17021 voor certificatie-instellingen die systemen certificeren;
- NEN-EN-ISO/IEC 17024 voor certificatie-instellingen die personen certificeren.

De instelling wordt geacht aan deze criteria te voldoen wanneer een accreditatiecertificaat kan worden overgelegd, afgegeven door de Raad voor Accreditatie (RvA) of een accreditatie-instelling waarmee de RvA een overeenkomst van wederzijdse acceptatie heeft gesloten.

Deze accreditatie moet betrekking hebben op het voor deze BRL vereiste onderzoek.

Indien geen accreditatiecertificaat kan worden overlegd, zal de certificatie-instelling zelf verifiëren of aan de accreditatienorm is voldaan, of het desbetreffende onderzoek opnieuw zelf (laten) uitvoeren.

### **1.6 Attest-met-productcertificaat**

De op basis van deze BRL af te geven kwaliteitsverklaring wordt aangeduid als KOMO® attest-met-productcertificaat.

De kwaliteitsverklaringen moeten voldoen aan de modeltekst van het KOMO® attest-met-productcertificaat, zoals gepubliceerd op de website van Stichting KOMO ([www.komo.nl](http://www.komo.nl)) en voldoen daarmee tevens aan de eisen zoals gepubliceerd op de website van Stichting Bouwkwiteit ([www.bouwkwiteit.nl](http://www.bouwkwiteit.nl)).

Een modelcertificaat is opgenomen in bijlage A.

# 2 Terminologie

## 2.1 Definities

In deze beoordelingsrichtlijn wordt verstaan onder:

- *Attributieve eigenschap*: Eigenschap waaraan bij beoordeling een waarde wordt toegekend die slechts als goed of fout kan worden aangemerkt (bijv. massa per lengte, profilering, interlaminaire afschuifsterkte).
- *Charge*: Een hoeveelheid achter elkaar geproduceerde glasvezelstaven, waarvan de matrix van de staaf uit één en hetzelfde mengsel komt.
- *FPC-proeven*: Experimenten die worden uitgevoerd in het kader van interne productiecontrole (Factory-Production-Control)
- *Audit testing*: Experimenten die worden uitgevoerd tijdens een audit van de certificerende instelling.
- *Audit*: Bezoek van de certificerende instelling.
- *Glasvezelstaaf*: Rond staafvormig element voorzien van ribben dat bedoeld is als wapening in beton en is opgebouwd uit doorgaande uni-directionele glasvezels die zijn ingebed in een kunststofhars;
- *IKB-schema*: Een beschrijving van de door de leverancier uitgevoerde kwaliteitscontroles, als onderdeel van zijn kwaliteitssysteem;
- *ITT-proeven*: Experimenten die in het kader van "Initial-Type-Testing" worden uitgevoerd. *Karakteristieke waarde*: Waarde van een eigenschap waarbij in een hypothetische, oneindig grote proevenreeks een bepaalde over-, of onderschrijdingskans behoort. In deze BRL geldt als karakteristieke waarde, de waarde van een eigenschap met 5 % onderschrijdingskans bij een als normaal aangenomen verdeling met een waarschijnlijkheid van 90%. Tenzij anders aangegeven moet de log-normale verdeling conform NEN-EN 10080 tabel 16 worden aangehouden.
- *Leverancier*: De partij die er voor verantwoordelijk is dat de producten bij voortdurend voldoen aan de in deze BRL gestelde eisen.
- *Maagdelijke glasvezelstaaf*: Een glasvezelstaaf die rechtstreeks uit de productie komt en die nog op geen enkele manier is belast of onderworpen aan een bepaalde negatieve omgeving.
- *Profilering*: Eigenschap van het oppervlak ter verbetering van de aanhechting door middel van ribben.
- *Spoel*: Een rol waarop bundels glasvezels zijn opgerold.
- *Steekproef*: Een verzameling proefstukken uit een populatie (verzameling van elementen die voldoen aan een bepaalde omschrijving) waaraan waarnemingen worden verricht.
- *Steekproefgrootte*: Het aantal proefstukken van een steekproef.
- *Typeproef*: Een proef op één of meer exemplaren van een product om aan te tonen dat de staaf aan bepaalde specificaties voldoet.
- *Type staven*: Staven van dezelfde chemische samenstelling en op dezelfde wijze geproduceerd.
- *Variabele eigenschap*: Eigenschap waaraan bij de beoordeling van de meting een kwantitatieve waarde wordt toegekend (bijv. treksterkte, rek bij maximale belasting).

## 2.2 Symbolen

Latijnse hoofdletters

$A_{nom}$	nominale dwarsdoorsnede oppervlak	mm <sup>2</sup>
$C_{lim}$	hoogste betonsterkteklasse waarbij de aanhechting tussen glasvezelstaven en het beton wordt bepaald door het afschuiven van het beton langs de profilering van de glasvezelstaven	-
$E_{gl}$	rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de glasvezelstaven	MPa
$E_{gl,mm}$	gemiddelde elasticiteitsmodulus van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa

Latijnse kleine letters

$c$	betondekking	mm
$e_{gl,mm}$	gemiddelde waarde van de rek bij maximale belasting van "maagdelijke" glasvezelstaven	-
$f_{gl,d}$	is de rekenwaarde van de langeduurtreksterkte van de glasvezelstaaf	MPa
$f_{gl,m}$	gemiddelde waarde van de langeduurtreksterkte van de glasvezelstaven	MPa
$f_{gl,mm}$	gemiddelde waarde van de treksterkte van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa
$f_{gl,bmm}$	gemiddelde waarde van de buigtreksterkte van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa
$f_{gl,pmmm}$	gemiddelde waarde van de pons afschuifsterkte van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa

$f_{gltk}$	karacteristieke waarde van de langeduurtreksterkte van de glasvezelstaven	MPa
$f_{gl;qk}$	karacteristieke waarde van de treksterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf	MPa
$f_{gl;q;d}$	rekenwaarde van de treksterkte van de glasvezelstaven als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf	MPa
$k_{verank}$	vermenigvuldigingsfactor waarmee het verschil in verankeringslengte tussen glasvezelstaven en betonstaal in rekening wordt gebracht	-

#### Griekse letters

$a_{gl//}$	thermische uitzettingscoëfficiënt van de glasvezelstaven in langsrichting	-
$a_{gl\perp}$	thermische uitzettingscoëfficiënt van de glasvezelstaven in dwarsrichting	-
$\xi_{gl}$	de relatieve aanhechtingsfactor van glasvezelstaven aan beton	-
$\sigma_{gl;mm}$	gemiddelde bezwijktrekspanning van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa
$\sigma_{gl;bmm}$	gemiddelde bezwijkbuigtrekspanning van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa
$\sigma_{gl;pmm}$	gemiddelde pons afschuif bezwijkspanning van "maagdelijke" glasvezelstaven	MPa
$t_{gl; q;rep}$	representatieve waarde van de aanhechtsterkte van een glasvezelstaaf als functie van de temperatuur van de glasvezelstaaf.	MPa
$t_{gl; q;d}$	aanhechsterkte van de glasvezelstaven	

#### Overige tekens en symbolen

$\emptyset_{nom}$	nominale waarde voor de diameter	mm
-------------------	----------------------------------	----

# 3 Procedure voor het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring

## 3.1 Toelatingsonderzoek

Het door de certificatie-instelling uit te voeren toelatingsonderzoek vindt plaats aan de hand van de in deze beoordelingsrichtlijn opgenomen prestatie- en producteisen inclusief beproevingsmethoden en omvatten, afhankelijk van de aard van het te certificeren product:

- (Monster)onderzoek, om vast te stellen of de producten voldoen aan de product- en/of prestatie-eisen;
- Beoordeling van het productieproces;
- Beoordeling van het kwaliteitssysteem en het IKB-schema;
- Toetsing op de aanwezigheid en het functioneren van de overige vereiste procedures;
- Beoordeling van de verwerkingsvoorschriften van de leverancier.

## 3.2 Certificaatverlening

Na afronding van het toelatingsonderzoek worden de resultaten voorgelegd aan de beslisser. Zie 8.2.1.1. Deze beoordeelt de resultaten en stelt vast of het certificaat kan worden verleend of dat aanvullende gegevens en/of onderzoeken nodig zijn voordat het certificaat kan worden verleend.

# 4 Bouwbesluit gerelateerde eisen en bepalingmethoden

## 4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de aan het Bouwbesluit gerelateerde prestatie-eisen opgenomen, waaraan met glasvezelstaven gewapend beton moet voldoen, evenals de bepalingmethoden om vast te stellen dat aan de eisen wordt voldaan.

De Bouwbesluiteisen voor "verbouw" zijn in dit hoofdstuk niet expliciet genoemd, maar kunnen in voorkomende gevallen wel van toepassing zijn voor vloeren.

Constructies van met glasvezelstaven gewapend beton die voldoen aan de eisen voor nieuwbouw kunnen zondermeer toegepast worden in verbouwprojecten.

Het toepassingsgebied van deze BRL is "Met glasvezelstaven gewapend beton". Er is dus sprake van een bouwconstructie waarbij de staven volledig omhuld zijn met onbrandbaar beton. Om deze reden zijn de artikelen Afdelingen 2.8, 2.9, 2.10 en 2.11 "Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie", "Beperking van het ontwikkelen van brand en rook", "Beperking van uitbreiding van brand" en "Verdere beperking van uitbreiding van brand en beperking van verspreiding van rook" niet beschouwd.

Voor de berekening van met glasvezelstaven gewapend beton is NEN-EN 1992-1-1 in combinatie met de aanvullende bepalingen op NEN-EN 1992-1-1, zoals die in Bijlage C bij deze BRL zijn weergegeven, van toepassing. De voor de berekening van betonconstructies benodigde eigenschappen van de glasvezelstaven en/of de samenwerking tussen de glasvezelstaven en beton, worden bepaald overeenkomstig de bepalingmethoden die daarvoor in Hoofdstuk 5 "Overige eisen en bepalingmethoden" van deze BRL zijn beschreven.

### Tabel Bouwbesluit

Beschouwde afdelingen van het Bouwbesluit	Afdeling	Artikel; Leden
Algemene sterkte van de bouwconstructie	2.1	2.2, 2.3;1-2, 2.4; 1b
Sterkte bij brand	2.2	2.10, 2.11

Normen of Praktijkrichtlijnen die genoemd worden in het kader van eisen die ontleend zijn aan publiekrechtelijke regelgeving zijn bedoeld, zoals daarin aangewezen.

## 4.2 Technische bouwvoorschriften uit het oogpunt van veiligheid, Bouwbesluit Hoofdstuk 2

### 4.2.1 Algemene sterkte van de bouwconstructie, Bouwbesluit Afdeling 2.1

Een bouwconstructie moet voldoen aan de prestatie-eisen zoals vermeld in Artikel 2.2, 2.3;1-2, 2.4; 1b van het Bouwbesluit.

*Toelichting: Om te kunnen voldoen aan de in het Bouwbesluit genoemde referentieperioden moeten de in beton opgenomen glasvezelstaven tijdens de vereiste levensduur bestand zijn tegen het alkalische milieu van beton en van te voren bepaalde milieuklassen. Proeven om aan te tonen dat de duurzaamheid van de glasvezelstaven in relatie tot de beoogde toepassingen voldoende is, zijn beschreven in Hoofdstuk 5.*

### Bepalingmethode

De sterkte van de betonconstructie met glasvezelstaven moet worden bepaald met de fundamentele belastingcombinaties volgens NEN-EN 1990 in combinatie met de belastingen volgens NEN-EN 1991-1-1 (gebruiksbelasting), NEN-EN 1991-1-3 (sneeuw), enz. en de materiaalgegevens volgens NEN-EN 1992-1-1, waarbij de aanvullende bepalingen in bijlage C van deze BRL aangehouden dienen te worden.

### Attest-met-productcertificaat

Het attest-met-productcertificaat geeft alle benodigde eigenschappen voor de berekening van betonconstructies met glasvezelstaven.

*Toelichting* Deze eigenschappen dienen volgens Bijlage C van deze BRL te worden toegepast bij de bepaling van de algemene sterkte van de bouwconstructie.

#### **4.2.2 Sterkte bij brand, Bouwbesluit Afdeling 2.2**

Een bouwconstructie moet voldoen aan de prestatie-eisen zoals vermeld in Artikel 2.10;1 en 2.11 van het Bouwbesluit.

*Toelichting* Dit betekent dat, indien voor het betreffende constructiedeel, samengesteld uit beton en glasvezelstaven, eisen aan de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken worden gesteld, moet zijn aangetoond dat daaraan wordt voldaan.

##### ***Bepalingsmethode***

Aantonen dat de bouwconstructie en/of constructiedeel de vereiste brandwerendheid heeft, kan op basis van experimentele gegevens volgens NEN 6069.

De brandwerendheid mag ook rekenkundig worden bepaald volgens NEN-EN 1992-1-2.

In dat geval dienen de waarden voor de treksterkte  $f_{gl;q;d}$  en voor de aanhechting  $t_{gl;\theta;d}$  van de betreffende glasvezelstaven als functie van de temperatuur, door de producent bepaald te zijn. Het bepalen van  $f_{gl;q;d}$  en  $t_{gl;\theta;d}$  is respectievelijk beschreven in 5.3.3.12 en 5.3.3.13 van deze BRL.

##### ***Attest-met-productcertificaat***

Het attest-met-productcertificaat geeft aan of de betreffende glasvezelstaven geschikt zijn voor betonconstructies waaraan eisen aan de tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken worden gesteld.

Indien de glasvezelstaven geschikt zijn voor betonconstructies waaraan brandwerendheidseisen zijn gesteld dan wordt op het attest met productcertificaat aangegeven voor welke betonconstructies dit geldt. Als de brandwerendheid wordt bepaald volgens NEN-EN 1992-1-2 dan wordt aangegeven wat de aan te houden waarde voor de treksterkte  $f_{gl;q;d}$  en voor de aanhechting  $t_{gl;\theta;d}$  als functie van temperatuur is.

# 5 Overige eisen en bepalingsmethoden

## 5.1 Privaatrechtelijke eisen

### 5.1.1 Vervormingen

Voor betonconstructies met glasvezelstaven worden eisen gesteld aan vervormingen. NEN-EN 1990 +A1+A1/C2:2011/NB:2011 geeft in A1. 4.3 de doorbuigingseisen.

#### *Bepalingsmethode*

De vervormingen van constructies dienen te worden bepaald volgens NEN-EN 1990 +A1+A1/C2:2011/NB:2011 in A1 4.3 met inachtneming van de aanvullende bepalingen in bijlage C van deze BRL.

#### *Attest-met-productcertificaat*

Het attest-met-productcertificaat geeft de specifieke eigenschappen van de glasvezelstaven, die benodigd zijn om de vervorming en/of doorbuiging op basis van NEN-EN 1990 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van deze BRL, te kunnen berekenen.

### 5.1.2 Scheurvorming

Een scheurwijdte in het beton tot maximaal 0,5 mm is toegestaan als is aangetoond dat de duurzaamheid bij deze scheurwijdte is gegarandeerd (glasvezelstaaf is niet beschadigd). Afhankelijk van de kenmerken van de constructie kunnen strengere eisen worden gesteld aan de maximale scheurwijdte (waterdichtheid, esthetiek etc.)

#### *Bepalingsmethode*

De scheurwijdte van een betonconstructie met daarin glasvezelstaven dient te worden bepaald volgens NEN-EN 1992-1-1 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van deze BRL.

#### *Attest-met-productcertificaat*

In het attest-met-productcertificaat dient aangegeven te zijn welke maximaal toelaatbare scheurwijdte van toepassing is, eventueel afhankelijk van het toepassingsgebied. Tevens dienen de specifieke eigenschappen van de glasvezelstaven vermeld te worden, die benodigd zijn om de scheurwijdte op basis van NEN-EN 1992-1-1 en de aanvullende bepalingen in bijlage C van deze BRL te bepalen.

## 5.2 Eisen uit normatieve documenten en door het CvD opgestelde eisen die niet onder de Construction Products Regulations (CPR) voorheen Construction Products Directions (CPD) vallen.

Dit betreft eisen vastgesteld door het CvD "wapeningsmaterialen"

De eisen zullen onderdeel uitmaken van de technische specificatie van het product, die wordt opgenomen in het attest-met-productcertificaat.

Het CvD heeft geen aanvullende eisen gesteld.

## 5.3 Producteisen

### 5.3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de producteisen opgenomen waaraan glasvezelstaven voor toepassing in betonconstructies moeten voldoen. Deze privaatrechtelijke eisen betreffen in hoofdzaak de verplichting om eigenschappen van de glasvezelstaven en/of de samenwerking van de glasvezelstaven met het beton te bepalen. De eigenschappen zijn benodigd voor berekeningen van betonconstructies volgens NEN-EN 1992-1-1 in combinatie met de aanvullende bepalingen voor glasvezelstaven in bijlage C. Voor iedere te bepalen eigenschap van de glasvezelstaven is de bepalingsmethode aangegeven, eventueel met de hiervoor uit te voeren beproevingen. De eigenschappen zijn onderdeel van de technische specificatie van het product, die wordt opgenomen in het attest-met-productcertificaat. Onderscheid wordt gemaakt in variabele eigenschappen en attributieve eigenschappen.

Naast beproevingen voor het vaststellen van de voor de berekening van betonconstructies met glasvezelwapening benodigde eigenschappen (ITT: Initial-Type-Testing) dienen ook beproevingen te worden uitgevoerd om het productieproces te controleren (FPC: Factory-Production-Control). Daarnaast dienen een aantal beproevingen



uitgevoerd te worden in het kader van een externe beoordeling ("Audit-testing"). Per beproeving is in de beschrijving aangegeven in welk kader (ITT, FPC en/of Audit-testing) en met welke frequentie de proeven uitgevoerd dienen te worden.

Omdat het uitvoeren van trekproeven gecompliceerd en tijdsintensief is, lenen die zich niet goed voor frequente beproeving in het kader van FPC of Audit-testing. Om die reden worden een aantal andere proeven (buigproef, interlaminaire afschuifproef en penetratie test) voorgeschreven, waarmee wordt gecontroleerd of de geproduceerde glasvezelstaven nog hetzelfde zijn als de staven waarmee de representatieve treksterkte is bepaald. Proeven op staven uit dezelfde charge als de staven waarmee in de ITT-fase de trekeigenschappen zijn bepaald, dienen uitgevoerd te worden om de referentie voor de beoordeling van de FPC-proeven vast te stellen. Een charge wordt gedefinieerd als een hoeveelheid achter elkaar geproduceerde glasvezelstaven, waarvan de matrix van de staaf uit één en hetzelfde mengsel komt.

De producent dient aan te geven voor welke diameters van de glasvezelstaven hij de beoordeling aanvraagt. Indien dit meerdere diameters betreft dan zal voor de aanduiding van de te beproeven diameter gesproken worden over grootste, kleinste en middelste diameter. Hierbij is de middelste diameter de diameter van de staaf die het dichtst de gemiddelde waarde van de grootste en kleinste diameter benadert. In deze BRL is per eigenschap aangegeven voor welke diameters de eigenschap bepaald dient te worden. Bij grote diameters zullen bepaalde eigenschappen gezien de grootte van de proefopstellingen moeilijk in laboratoriumomstandigheden te bepalen zijn. In die gevallen is extrapolatie op basis van proeven op kleinere diameters toegestaan, mits de verhouding tussen de diameter van de betreffende staaf en de diameter van de eerstvolgende kleinere staaf, die wel beproefd is, niet groter is dan 1,4.

In principe hebben alle navolgend beschreven eigenschappen en beproevingen betrekking op rechte glasvezelstaven.

### 5.3.1.1 Beschrijving

De producent dient een beschrijving van de glasvezelstaven aan te leveren, waarbij alle essentiële kenmerken worden vermeld. De voor de gebruiker relevante gegevens dienen in het attest-met-productcertificaat vermeld te worden.

## 5.3.2 Variabele eigenschappen

### 5.3.2.1 Treksterkte, rek bij maximale belasting en elasticiteitsmodulus van maagdelijke staaf

#### *Omschrijving*

Glasvezelstaven vertonen een nagenoeg lineair gedrag tot aan breuk. In een trekproef dient de gemiddelde treksterkte,  $f_{gl,mm}$ , de gemiddelde rek bij de maximale belasting  $e_{gl,mm}$  en de gemiddelde elasticiteitsmodulus  $E_{gl,mm}$  van "maagdelijke" glasvezelstaven vastgesteld te worden.

*Opmerking: In de berekening van betonconstructies met glasvezelstaven wordt geen gebruik gemaakt van de treksterkte van de 'maagdelijke' glasvezelstaaf. Deze dient echter wel bepaald te worden en in het attest-met-productcertificaat vermeld te worden.*

#### *Bepalingsmethode*

Trekproeven kunnen worden uitgevoerd op maagdelijk proefstukken conform NEN-EN-ISO 6892-1 onder de volgende additionele condities:

- § De rek dient gemeten te worden tot een spanningsniveau dat minimaal gelijk is aan 60% van de karakteristieke treksterkte  $f_{gtk}$ ;
- § De elasticiteitsmodulus  $E_{gl,mm}$  moet bepaald worden met de spanning en rek bij respectievelijk 20% en 60% van de vastgestelde karakteristieke treksterkte  $f_{gtk}$ ;
- § De uiterste rek kan experimenteel bepaald worden of op basis van de gemeten treksterkte en elasticiteitsmodulus worden berekend.
- § Voor het inklemmen van de staven mag gebruik worden gemaakt van hulpmiddelen om het breken van de staaf in de inklemming uit te stellen.
- § Indien alle staven breken ter plaatse van de inklemming, of binnen 20 mm of  $\varnothing_{nom}$  (de grootste waarde van 20 mm en  $\varnothing_{nom}$ ) van de inklemming, dan mogen de resultaten worden gebruikt. Dit moet dan wel als opmerking bij de resultaten worden vastgelegd.
- § Indien een gedeelte van de staven breekt ter plaatse van de inklemming, of binnen 20 mm of  $\varnothing_{nom}$  (grootste waarde) van de inklemming, dan moet het aantal proeven worden uitgebreid totdat het vereiste aantal proeven zonder breuk in of nabij de inklemming is bereikt. De resultaten van de proeven met breuk in of nabij de inklemming moeten dan worden genegeerd.

### **Initial type testing (ITT)**

Per diameter worden 18 trekproeven genomen uit tenminste 3 charges, waaruit ook de proefstukken voor de langeduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen. Het gemiddelde van de treksterkten ( $f_{gl,mm}$ ) wordt vastgelegd, samen met het karakter van de breuk. Indien de trekproeven worden toegepast in het kader van de Productiecontrole, dienen de individueel gemeten waarden niet meer dan 10% af te wijken van het gemiddelde van de gemeten waarden.

### **Attest-met-productcertificaat**

In het attest-met-productcertificaat dienen de waarden voor  $f_{gl,mm}$ ,  $\epsilon_{gl,mm}$  en  $E_{gl} = E_{gl,mm}$  vermeld te worden voor alle diameters.

### **Productiecontrole (FPC)**

Per diameter dient van, 1 proefstuk per 1000 m (minimaal 1 proefstuk per dagproductie), de treksterkte bepaald te worden. De resultaten van de beproevingen worden per diameter verzameld en statistisch geëvalueerd op grond van de gegevens van de productie van de voorafgaande 6 maanden of de laatste 200 gegevens, waarbij het grootste aantal geldt. Het resultaat van de evaluatie moet voldoen aan de voorwaarden;

Ondergrens:  $\sigma_{gl,mm} - k \times s \geq f_{gl,mm}/1,3$  en bovengrens:  $\sigma_{gl,mm} + k \times s \leq f_{gl,mm} \times 1,3$ .

$\sigma_{gl,mm}$  is de gemiddelde waarde van de bezwijktrekspanningen van "maagdelijke" glasvezelstaven van de onderzochte populatie

k is de factor voor een betrouwbaarheidsindex van 0,95 met een waarschijnlijkheid van 90% volgens tabel 16 van NEN-EN 10080:2005.

s is de standaardafwijking van de bepaalde bezwijktrekspanningen van de onderzochte populatie

Als alternatief voor Productiecontrole middels trekproeven kan ook worden gekozen voor Productiecontrole middels buigproeven volgens par. 5.3.2.3.

### **Audit controle**

Indien de trekproeven worden gebruikt in het kader van FPC dienen tijdens de Audit de rapportages van de uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd te worden. Er dienen dan 6 staven per diameter beproefd te worden, indien mogelijk uit 3 verschillende charges. De beoordelingscriteria zijn zoals voorgeschreven onder Productcontrole (FPC).

## **5.3.2.2 Karakteristieke treksterkte**

### **Omschrijving**

De karakteristieke treksterkte,  $f_{gltk}$  is de langeduur treksterkte welke in berekeningen wordt toegepast.

De testen voor het vaststellen van de langeduur treksterkte zijn zodanig ingericht dat de gevolgen van inwerkingen van alkaliën in een vochtig milieu, in een belaste situatie kunnen worden gemeten. Met het resultaat van de totale beproeving wordt de karakteristieke treksterkte,  $f_{gltk}$  vastgesteld waarbij inwerking van het alkalische milieu van een betonconstructie op de wapening is meegenomen.

*Toelichting: De belangrijkste oorzaken van een afname van de sterkte van glasvezelstaven zijn inwerking van alkalische stoffen, langdurige hoge spanningen en verhoogde temperaturen. Uit de wereldwijd uitgevoerde onderzoeken blijkt, dat zuren en zouten nauwelijks effecten hebben op de sterkte van glasvezelwapening in beton.*

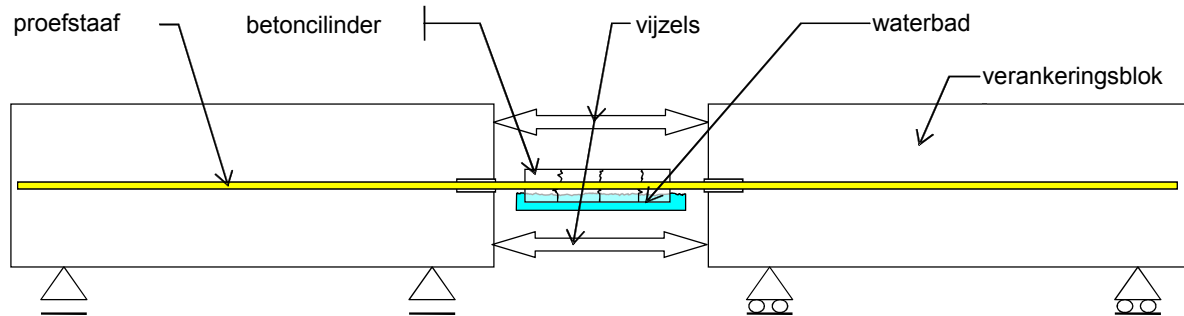
### **Bepalingsmethode**

Voor het bepalen van de karakteristieke langeduurtreksterkte dient een onderzoek uitgevoerd te worden waarbij het doel is de spanning vast te stellen, welke met een onderschrijdingskans van 5%, gedurende de referentieperiode van 50 jaar bij een temperatuur van 23 °C, constant aanwezig kan zijn in de glasvezelstaaf, zonder dat breuk optreedt. De omstandigheden van de proef zijn zodanig gekozen dat de veroudering overeenkomt met staven in gescheurd beton in een vochtige alkalische omgeving, bij een jaarlijks gemiddelde extreme binnentemperatuur voor binnensituaties volgens NEN-EN 1991-1-5.

Voor een versnelde bepaling van deze spanning dienen proeven uitgevoerd te worden bij een temperatuur van minimaal 23 °C en bij een temperatuur van 60 °C of hoger.

### Proefopstelling

De beproeving dient te worden uitgevoerd met een proefopstelling volgens figuur 5.1.



Figuur 5.1 proefopstelling langeduurtrekproef

De proefstaaf wordt in het hart van een betoncilinder ingestort over een lengte van minimaal 12 x de staafdiameter. De betoncilinder wordt vervaardigd met portlandcement, heeft minimaal de betonsterkteklasse C 35/45 en een diameter tussen 4 tot 6 keer de staafdiameter. Buiten de betoncilinder wordt de staaf aan weerszijden zodanig verankerd, dat met behulp van vijzels een constante kracht in de staaf kan worden bewerkstelligd. De aangebrachte kracht moet zo groot zijn dat in de cilinder één of meer scheuren ontstaan met een minimale scheurwijdte van 1mm. De betoncilinder ligt voor ca. 30% van zijn hoogte in een waterbad, zodanig dat de staaf net niet in het water ligt. De beproevingsstemperatuur wordt aangebracht via het waterbad.

### Initial type testing (ITT)

Tijdens de ITT-fase dient een proefprogramma op basis van DIN53768\* uitgevoerd te worden, voor de bepaling van de karakteristieke treksterkte met een referentieperiode van minimaal 50 jaar volgens de volgende methode:

Voor één diameter / staaf bestaat het onderzoek uit minimaal 6 proeven uit 3 charges bij een temperatuur van minimaal 60°C (vrij te kiezen) met een tolerantie van ± 2°C en minimaal 6 proeven uit 3 charges bij een temperatuur van minimaal 23°C. Bij temperatuurvariaties moet gedurende de in rekening gebrachte beproevingsstijd minimaal de beproevingsstemperatuur aanwezig zijn geweest, met een neerwaartse afwijking van maximaal 2°C.

De proeven bij 60 °C of hoger moeten voldoende spreiding hebben in het spanningsniveau, zodat de regressie van de breukspanning kan worden vastgesteld. De verhouding van de tijd van de kortsturende en langsturende proef moet minimaal 15 bedragen. De regressie moet worden bepaald met de volgende procedure:

$x_i = \log t_i$ ,  $y_i = \log \sigma_i$  ( $t_i$ =tijdsduur tot bezwijken van proef i onder spanning  $\sigma_i$ )

$$Q_{xy} = \sum (x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i / n, \quad Q_x = \sum (x_i^2) - \left( \frac{\sum x_i}{n} \right)^2$$

Regressiecoëfficiënt =  $a1 = Q_{xy} / Q_x$ .

Waarin:  $t_i$ =tijdsduur tot bezwijken van proef i onder spanning  $\sigma_i$   
 $n$ =aantal proeven in de populatie

De betekenis van de regressiecoëfficiënt  $a1$  is, dat het vermenigvuldigen van de spanning op de proefstaaf met een factor  $10^{a1}$ , zal leiden tot een verlenging van de tijdsduur tot bezwijken met een factor 10. ( $a1$ =negatief, zie figuur 5.3)

De proeven bij minimaal 23 °C dienen ervoor om reële waarden te verkrijgen voor de sterkte na een belasting gedurende langer dan 100 uur, waarbij minimaal 3 proeven langer dan 2000 uur moeten duren.

Met de resultaten moet een gemiddelde en karakteristieke waarde worden bepaald van het spanningsniveau, behorend bij de langst uitgevoerde beproevingsstijd ( $t_{max}$ ). Deze waarden worden verkregen met de volgende procedure:

$x_i = \log t_i$ ,  $y_i = \log \sigma_i$  ( $t_i$ =tijdsduur tot bezwijken van proef i onder spanning  $\sigma_i$ )

$$\bar{x} = \sum x_i / n, \quad \bar{y} = \sum y_i / n, \quad Q_{xy} = \sum (x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i / n, \quad Q_x = \sum (x_i^2) - \left( \frac{\sum x_i}{n} \right)^2, \quad Q_y = \sum (y_i^2) - \left( \frac{\sum y_i}{n} \right)^2$$

$$a2 = Q_{xy} / Q_x, \quad b2 = \bar{y} - a2 \cdot \bar{x}, \quad y_{t_{max};m} = a2 \cdot \log(t_{max}) + b2, \quad \sigma_{t_{max};m} = 10^{y_{t_{max};m}}$$

$$s_R^2 = \left( Q_y - \left( Q_{xy}^2 / Q_x \right) \right) / (n - 2), \quad y_{t_{max};k} = y_{t_{max};m} - t_{n-2} \cdot s_R, \quad s_{t_{max};k} = 10^{y_{t_{max};k}}$$

Waarin moet  $t_{n-2}$  worden afgelezen in tabel 5.2. Tusseliggende waarden mogen worden geïnterpoleerd.

Tabel 5.2: Coëfficiënt  $t_{n-2}$  als functie van het aantal ( $n$ ) beproevingsresultaten (Student verdeling)

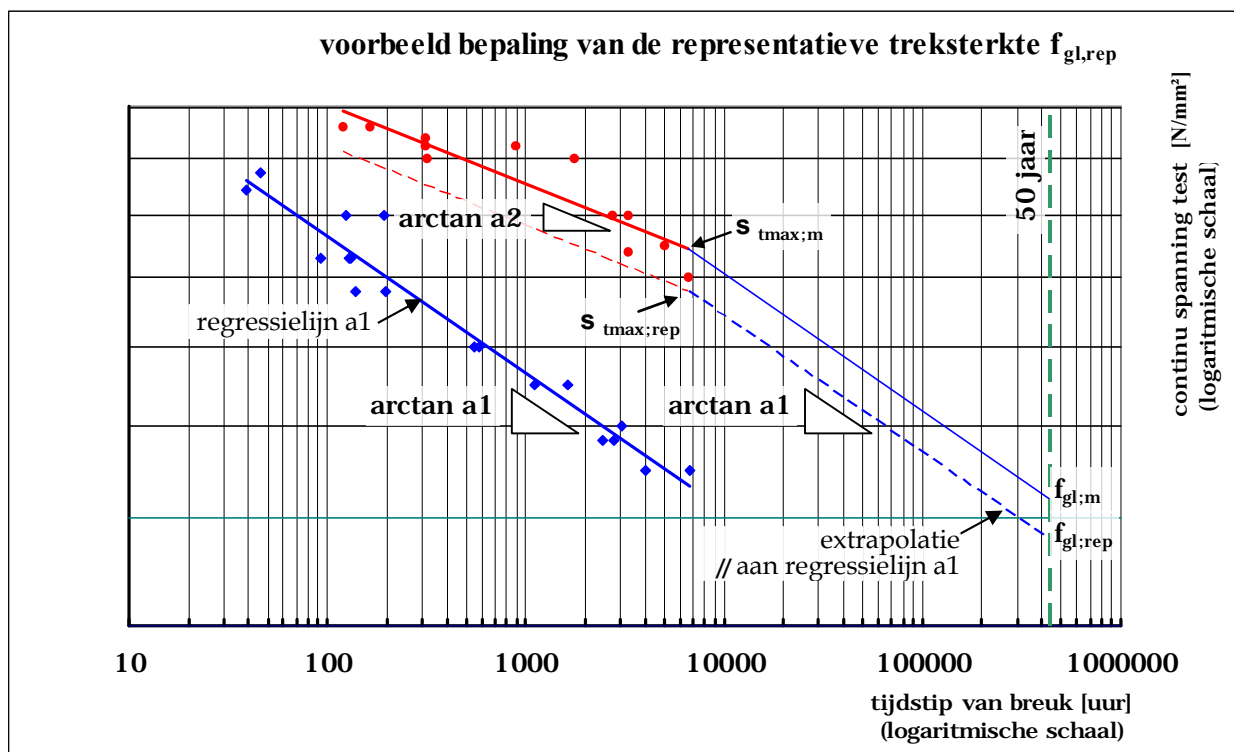
\* DIN53768: "Extrapolationsverfahren für die Bestimmung des Langzeitversagensverhaltens von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK), Juni 1990"

n-2	$\bar{t}_{n-2}$	n-2	$\bar{t}_{n-2}$	n-2	$\bar{t}_{n-2}$	n-2	$\bar{t}_{n-2}$
1	6,314	6	1,943	11	1,796	20	1,746
2	2,920	7	1,895	12	1,782	25	1,708
3	2,353	8	1,860	13	1,771	30	1,697
4	2,132	9	1,833	14	1,761	40	1,684
5	2,015	10	1,812	15	1,753	60	1,671

De gemiddelde en karakteristieke treksterkte voor een referentieperiode van 50 jaar worden gevonden door vanaf het tijdstip  $t_{max}$  de gevonden spanningen  $s_{t_{max};m} = 10^{y_{t_{max};m}}$ , en  $s_{t_{max};k} = 10^{y_{t_{max};k}}$ , te extrapoleren met de regressiecoëfficiënt a1:

$$y_{50j;m} = y_{t_{max};m} + a1 \cdot (\log(50 \cdot 365 \cdot 24) - \log(t_{max})), \quad (t_{max} \text{ in uren}) \quad f_{gl;m} = 10^{y_{50j;m}},$$

$$y_{50k} = y_{t_{max};k} + a1 \cdot (\log(50 \cdot 365 \cdot 24) - \log(t_{max})), \quad (t_{max} \text{ in uren}) \quad f_{gl;k} = 10^{y_{50j;k}},$$



Figuur 5.3

Beproeving dient te worden uitgevoerd voor de grootste en de kleinste diameter. Indien de verhouding in diameter hiertussen groter is dan 2, dan dient ook een tussenliggende diameter beproefd te worden. De laagste uitkomsten mogen voor tussenliggende diameters worden gebruikt, mits het verschil in de gevonden waarden niet groter is dan 10%. Van het bepalen van de representatieve treksterkte van de grootste diameter mag om praktische redenen worden afgezien. De waarden van de op 1 na grootste diameter mogen worden aangehouden, mits de verhouding in diameters niet groter is dan 1,4.

#### Attest-met-productcertificaat

In het attest-met-productcertificaat dient de waarde voor  $f_{gl;k}$  vermeld te worden voor alle diameters.

### Productiecontrole (FPC)

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de karakteristieke treksterkte. Door de beproevingen ten aanzien van treksterkte en/of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

### Audit controle

In het kader van de Audit controle wordt 1 maal per 3 jaar een beproeving uitgevoerd op 3 staven van een gelijke diameter bij een gelijke temperatuur. Indien één van de individuele proefresultaten meer dan 10% afwijkt van de tijdens de ITT bepaalde regressielijn  $a_1$  welke bij de vaststelling van  $f_{gl,tk}$  is toegepast, dan dienen 2 extra beproevingen uitgevoerd te worden. Indien 2 of meer van de individuele proefresultaten meer dan 10% afwijken van de regressielijn welke bij de vaststelling van  $f_{gl,tk}$  is toegepast, dienen de beproevingen zoals voorgeschreven in de paragraaf 'Initial type testing' (ITT) opnieuw te worden uitgevoerd. Tijdens de Audit controle wordt de opstelling van deze beproevingen gecontroleerd.

### 5.3.2.3 Buigproef

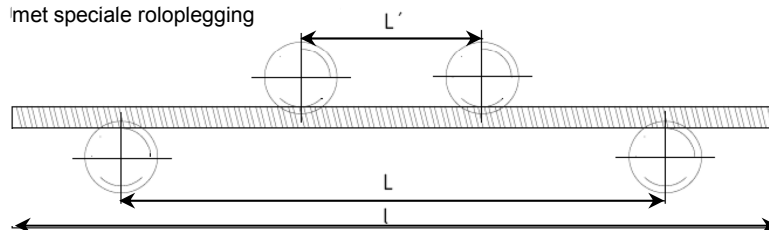
#### Omschrijving

Bij trekproeven worden vaak problemen ondervonden bij het inklemmen van de proefstukken. Als alternatief voor het vaststellen van de treksterkte is de buigproef gedefinieerd.

#### Bepalingsmethode

In een 4-punts-buigproef dient de gemiddelde buigtreksterkte,  $f_{gl,bmm}$  vastgesteld te worden van een maagdelijke glasvezelstaaf. Deze gemiddelde buigtreksterkte wordt gebruikt als uitgangspunt voor de Productiecontrole (FPC) van de sterkte van de staven. 4-punts-buigproeven dienen op glasvezelstaven met een lengte van minimaal 25 x de diameter te worden uitgevoerd. De opleggingen en de belastingpunten moeten kunnen roteren. De afstand tussen de oplegpunten moet gelijk zijn aan 20 maal de diameter van de staaf. De afstand tussen de belastingpunten moet gelijk zijn aan 6,25 maal de diameter van de staaf. De belastingsnelheid moet gelijk zijn aan 1,0 tot 1,5 mm doorbuiging per seconde. De proefopzet is overeenkomstig die welke is beschreven in NEN-EN-ISO 14125:1998/C1:2001.

Figuur 5.4 4-punts-buigproef volgens NEN-EN-ISO 14125:1998/C1:2001 met speciale roloplegging



#### Initial type testing (ITT)

Per diameter wordt van 18 proefstukken, genomen uit tenminste 3 charges waaruit ook de proefstukken voor de langduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen, de buigtreksterkte  $f_{gl,bmm}$  bepaald. Het gemiddelde van de resultaten wordt vastgelegd.

#### Attest-met-productcertificaat

De resultaten hoeven niet vastgelegd te worden in het attest-met-productcertificaat maar dienen wel bekend te zijn bij de certificerende instelling.

#### Productiecontrole (FPC)

Per diameter dient van 1 proefstuk per 1000 m (minimaal 1 proefstuk per dagproductie), de buigtreksterkte bepaald te worden. De resultaten van de beproevingen worden per diameter verzameld en statistisch geëvalueerd op grond van hetzij de gegevens van de productie van de voorafgaande 6 maanden of de laatste 200 gegevens, waarbij het grootste aantal geldt. Het resultaat van de evaluatie moet voldoen aan de voorwaarden;

Ondergrens:  $\sigma_{gl,bmm} - k \times s \geq f_{gl,bmm}/1,3$  en bovengrens:  $\sigma_{gl,bmm} + k \times s \leq f_{gl,bmm} \times 1,3$ .

$\sigma_{gl,bmm}$  is gemiddelde waarde van de bezwijkbuigtrekspanningen van "maagdelijke" glasvezelstaven van de onderzochte populatie

$k$  is de factor voor een betrouwbaarheidsindex van 0,95 met een waarschijnlijkheid van 90% volgens tabel 16 van NEN-EN 10080:2005

$s$  is de standaardafwijking van de bepaalde bezwijkbuigtrekspanningen van de onderzochte populatie

### ***Audit controle***

Indien de buigproeven worden gebruikt in het kader van Productcontrole (FPC) dienen tijdens de Audit controle de rapportages van de uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd te worden. Er dienen dan 6 staven per diameter beproefd te worden, indien mogelijk uit 3 verschillende charges. De beoordelingscriteria zijn zoals voorgeschreven onder Productcontrole (FPC).

## **5.3.3 Attributieve eigenschappen**

### **5.3.3.1 Geometrie, diameter en massa per lengte**

#### ***Omschrijving***

De geometrie is door de leverancier vastgesteld. De te controleren onderdelen zijn: de nominale staafdiameter (in 2 loodrecht op elkaar staande richtingen), de afmetingen van de profilering, de massa per lengte en de volledigheid van afwerklaag.

#### ***Bepalingsmethode***

Afhankelijk van de specifieke glasvezelstaaf dient bepaald te worden hoe de verschillende geometriewaarden gemeten kunnen worden. De massa per lengte wordt bepaald door middel van weging en meting van de lengte van de te wegen staaf. Deze informatie dient te worden vastgelegd in het IKB-schema.

#### ***Initial type testing (ITT)***

De bepaling van de geometrie en massa per lengte dient te worden uitgevoerd in achttenvoud voor alle diameters waarvoor de beoordeling wordt uitgevoerd. De bemonstering in achttenvoud dient uit tenminste 3 charges te komen, waaruit ook de proefstukken voor de langeduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen.

#### ***Attest-met-productcertificaat***

In het attest-met-productcertificaat dienen de gemiddelde waarden van de vastgelegde eigenschappen met bijbehorende toleranties te worden vermeld.

#### ***Productcontrole (FPC)***

Per diameter dient van 1 proefstuk per 1000 m (minimaal 1 proefstuk per dagproductie), de massa en geometrie te worden bepaald. Afwijkingen worden vastgesteld ten opzichte van het vastgestelde gemiddelde bij de Initial type testing (ITT). De maximaal toegestane afwijking van de massa per meter lengte is  $\pm 5\%$ . De maximaal toegestane afwijking van afmetingen van de profilering is  $\pm 10\%$ . De maximaal toegestane afwijking van kleinste doorsnede is  $-0\%/+5\%$  van de nominale doorsnede van de staaf.

#### ***Audit controle***

Tijdens de Audit controle worden de rapportages van de uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd. Tevens worden 6 staven per diameter beproefd, indien mogelijk uit 3 verschillende charges. De beoordelingscriteria zijn zoals voorgeschreven onder Productcontrole (FPC).

### **5.3.3.2 Vezelpercentage**

#### ***Omschrijving***

Het glasvezelpercentage is de massa van de glasvezels in verhouding tot de totale massa uitgedrukt in procenten.

#### ***Bepalingsmethode***

Het glasvezelpercentage dient bepaald te worden door uitgloeien volgens NEN-EN-ISO 1172:1998.

#### ***Initial type testing (ITT)***

Per diameter worden 3 proeven uitgevoerd uit 3 charges. Het gemiddelde van de resultaten wordt vastgelegd. Het onderlinge verschil van de proeven mag niet groter zijn dan 2%.

#### ***Attest-met-productcertificaat***

Het vezelpercentage moet per diameter in het attest-met-productcertificaat worden vermeld.

#### ***Productiecontrole (FPC)***

Per diameter worden 1x per jaar 3 proeven uitgevoerd uit 3 charges. De gemeten waarden mogen niet meer dan 2% afwijken van de in het ITT-onderzoek vastgestelde gemiddelde waarde.

#### ***Audit controle***

Tijdens de Audit controle worden de rapportages van uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd.

### **5.3.3.3 Chemische samenstelling**

#### ***Omschrijving***

De chemische samenstelling van de glasvezelstaven dient vastgelegd te worden om aantoonbaar te kunnen maken dat deze niet wijzigt in de tijd.

#### ***Bepalingsmethode***

De chemische samenstelling dient bij voorkeur te worden vastgelegd met een zogenaamde "Fingerprint" via een IR-scan. Het beeld dient te worden opgebouwd tussen de frequenties 0,05 en 0,4  $\mu\text{m}^{-1}$ .

Naast een beeld van het totaalproduct, moeten ook de losse componenten (glasvezels en toegepaste hars, eventuele afwerkklagen) in uitgeharde toestand worden vastgelegd. Op andere wijze verkregen informatie over de chemische samenstelling is ook mogelijk. In dat geval is het ter beoordeling van de certificerende instelling of de chemische samenstelling op de juiste wijze is bepaald en in voldoende mate is vastgelegd.

#### ***Initial type testing (ITT)***

Tijdens de ITT-fase dient de chemische samenstelling te worden bepaald, bij voorkeur van de middelste diameter, en vastgelegd.

#### ***Attest-met-productcertificaat***

De chemische samenstelling van de hars en eventuele coating of bezanding hoeft niet op het certificaat te worden vermeld, maar dient wel bij de certificerende instelling bekend te zijn.

#### ***Productiecontrole (FPC)***

Indien er op basis van de FPC-testen ten aanzien van de overige eigenschappen, of om andere redenen, twijfel bestaat over de gelijkheid van de samenstelling van de geproduceerde glasvezelstaven en de samenstelling van de, in de ITT-proeven onderzochte glasvezelstaven, dan moet ter verificatie van deze overeenkomst de chemische samenstelling opnieuw worden bepaald. De overeenkomst in samenstelling dient in dit geval bevestigd te worden door een erkend materiaalkundig expert op het gebied van kunststoffen.

#### ***Audit controle***

Tijdens de Audit controle worden de rapportages van de eventueel uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd.

### **5.3.3.4 Grenswaarde betonsterkteklasse in verband met afschuifsterkte profilering**

#### ***Omschrijving***

Bij geprofileerde glasvezelstaven dient vastgesteld te worden tot welke betonsterkteklasse  $C_{\text{lim}}$  de aanhechting tussen glasvezelstaven en het beton wordt bepaald door het afschuiven van het beton langs de profilering van de glasvezelstaven; oftewel, tot welke betonsterkteklasse er zeker nog geen sprake is van het afschuiven van de ribben.

#### ***Bepalingsmethode***

De waarde van  $C_{\text{lim}}$  dient bepaald te worden met behulp van een centrische uittrekproef conform RILEM RC6 voor betonstaalwapening, deze proef is als Annex D beschreven in NEN-EN 10080.

#### ***Initial type testing (ITT)***

Tijdens de ITT-fase dient de waarde van  $C_{\text{lim}}$  vastgesteld te worden. Per diameter dienen 3 proeven uitgevoerd te worden op staven afkomstig uit 3 charges. De producent is vrij om te kiezen bij welke betonsterkteklasse de proeven worden uitgevoerd.

Indien voor een diameter wordt gevonden dat in geen van de drie proeven afschuiven van meer dan 20% van de profilering is opgetreden, dan mag voor die diameter voor  $C_{\text{lim}}$  de toegepaste betonsterkteklasse worden aangehouden. Indien bij één van de drie proeven afschuiven van meer dan 20% van de profilering van de glasvezelstaaf optreedt dan mag een vierde proef worden uitgevoerd. Als daarbij bij minder dan 20% van de profilering afschuiven optreedt dan mag alsnog de betreffende betonsterkteklasse voor  $C_{\text{lim}}$  worden aangehouden. Als bij de vierde proef ook afschuiven optreedt bij meer dan 20% van de profilering dan dienen de proeven herhaald te worden voor een lagere

betonsterkteklasse. Dit geldt ook als direct afschuiven van meer dan 20% van de profilering van de staven is gevonden bij twee of meer van de proeven.

Indien voor de verschillende diameters verschillende waarden voor  $C_{lim}$  zijn bepaald dan dient voor de berekening van betonconstructies met de betreffende glasvezelwapening de laagste waarde die voor  $C_{lim}$  is vastgesteld, aangehouden te worden.

#### **Attest-met-productcertificaat**

In het attest-met-productcertificaat dient de waarde van  $C_{lim}$  te worden vermeld.

#### **Productiecontrole (FPC)**

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de afschuifsterkte. Door controle op de geometrie van de profilering, de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), en door de interlaminaire afschuifproef is de afschuifsterkte gewaarborgd.

#### **Audit controle**

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven (zie Productiecontrole).

### **5.3.3.5 Aanhechtfactor**

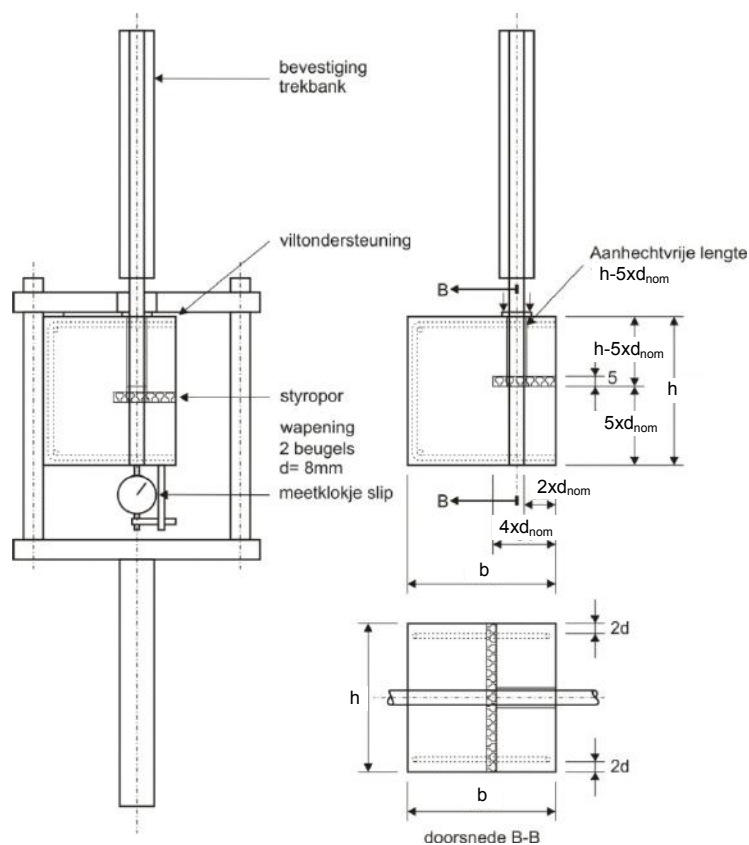
#### **Omschrijving**

Voor de glasvezelstaven dient de relatieve aanhechtfactor  $\xi_{gl}$  te worden vastgesteld. De relatieve aanhechtfactor wordt in berekeningen gebruikt voor het bepalen van de scheurwijdte en de doorbuiging.

#### **Bepalingsmethode**

Voor het bepalen van de relatieve aanhechtfactor van glasvezelstaven aan beton dienen excentrische uittrekproeven volgens Janovic uitgevoerd te worden. De proeven volgens Janovic dienen uitgevoerd te worden volgens onderstaande figuur 5.5. Alle overige aspecten dienen uitgevoerd te worden volgens de specificaties als in de beschrijving van de RILEM RC6 proef (volgens NEN-EN 10080 bijlage D)

Figuur 5.5 proefstukken volgens "Janovic"





### Initial type testing (ITT)

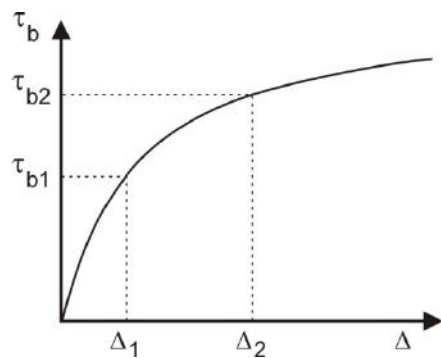
Voor het vaststellen van de aanhechtfactor moeten op de middelste diameter minimaal 3 proeven worden uitgevoerd met glasvezelstaven en tegelijkertijd als referentie minimaal 3 proeven met betonstaal (gelijke diameter en gelijke condities) De betonsterkteklasse moet kleiner of gelijk zijn aan  $C_{lim}$ .

De uitgevoerde proeven moeten als volgt worden geïnterpreteerd:

$$\xi_{gl} = \sqrt{\frac{(w_{mo}/2)^{1+b_{gl}}}{(w_{mo}/2)^{1+b_s}} \times \frac{1+b_s}{1+b_{gl}} \times \frac{\varnothing_s}{\varnothing_{gl}} \times \frac{a_{gl}}{a_s}}$$

Waarin:

- $w_{mo}$  gemiddelde scheurwijdte voor de vergelijkingsformule, aan te houden 0,2 [mm]
- $b_s$  parameter  $\tau$ - $\Delta$  -relatie voor betonstaal volgens onderstaande definitie (gemiddelde van proeven)
- $b_{gl}$  parameter  $\tau$ - $\Delta$  -relatie voor glasvezelstaaf volgens onderstaande definitie (gemiddelde van proeven)
- $\varnothing_s$  nominale staafdiameter van het proefstuk betonstaal (gemiddelde van proeven)
- $\varnothing_{gl}$  nominale staafdiameter van het proefstuk glasvezelstaaf (gemiddelde van proeven)
- $a_s$  parameter  $t$ - $\tau$ - $\Delta$  -relatie voor betonstaal volgens onderstaande definitie
- $a_{gl}$  parameter  $t$ - $\tau$ - $\Delta$  -relatie voor glasvezelstaaf volgens onderstaande definitie



$$\tau_b = a \Delta^b$$
$$b = \frac{\ln \tau_{b1} - \ln \tau_{b2}}{\ln \Delta_1 - \ln \Delta_2}$$
$$a = \frac{\tau_{b1}^b}{\Delta_1^b}$$

$$\Delta_1=0,05\text{mm}, \Delta_2=0,25\text{mm}$$

Figuur 5.6. Aanhechtkarakteristiek

### Attest-met-productcertificaat

Op het attest-met-productcertificaat dient de waarde voor  $x_{gl}$  weergegeven te worden. Indien uit de 'Janovic' proeven blijkt dat minimale dekkingen volgens NEN-EN 1992-1-1 niet voldoende zijn om splijten van de betondekking te voorkomen, moeten minimum aan te houden dekkingen in het attest-met-productcertificaat worden vastgelegd.

### Productiecontrole (FPC)

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de aanhechtfactor. Door controle op de geometrie van de profilering, de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), en door de interlaminaire afschuifproef is de aanhechtfactor gewaarborgd.

### Audit controle

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van de aanhechtfactor (zie Productiecontrole).

### 5.3.3.6 Verankeringslengte

#### Omschrijving

Voor toepassing van bijlage C 8.4 is de verankeringskarakteristiek van de glasvezelstaaf ten opzichte van het betonstaal nodig. Deze factor  $k_{verank}$  geeft de verhouding van de benodigde verankeringslengte voor de glasvezelstaaf en een staaf B 500A, met een gelijke spanning, diameter en in een gelijke betonsterkteklasse.

### Bepalingsmethode

Voor het bepalen van de factor  $k_{\text{verank}}$  moeten proeven worden uitgevoerd zoals omschreven in CUR-rapport 23.

### Initial type testing (ITT)

Proeven met glasvezelstaven in drievoud dienen te worden uitgevoerd voor

- o 1 diameter: bij voorkeur de middelste;
- o 2 betonsterkteklassen  $\leq C_{\text{lim}}$ : bij voorkeur C20/25 en  $C_{\text{lim}}$ ;
- o 2 betondekkingen: in ieder geval bij  $c/\sigma_{\text{nom}}=1,5$  en bij voorkeur bij  $c/\sigma_{\text{nom}}=2,5$ ;

Als referentie dient voor één van de proeven met glasvezelwapening deze ook in drievoud uitgevoerd te worden met betonstaal. Met de resultaten van deze proeven kan worden gecontroleerd of de formule voor de verankeringslengte in NEN-EN 1992-1-1 als referentie gebruikt kan worden. Het criterium hierbij is dat de rekenwaarde van de treksterkte ( $f_{\text{gl}}$ ), volledig verankerd moet kunnen worden, voordat splijten optreedt.

### Attest-met-productcertificaat

Op het attest-met-productcertificaat dient de waarde van  $k_{\text{verank}}$  te worden vermeld.

### Productiecontrole (FPC)

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de verankeringskarakteristiek. Door controle op de geometrie van de profilering, de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), en door de interlaminaire afschuifproef is de verankeringskarakteristiek gewaarborgd.

### Audit controle

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van de verankeringskarakteristiek (zie Productiecontrole).

## 5.3.3.7 Vermoeiingssterkte

### Omschrijving

Bij toepassing van glasvezelstaven als wapening dient een voldoende weerstand tegen veroudering door vermoeiing aanwezig te zijn. De gestelde eisen zijn gelijk aan die welke bij toepassing van wapening in wapeningsnetten worden gesteld in NEN-EN 1992-1-1 Tabel C.1.

### Bepalingsmethode

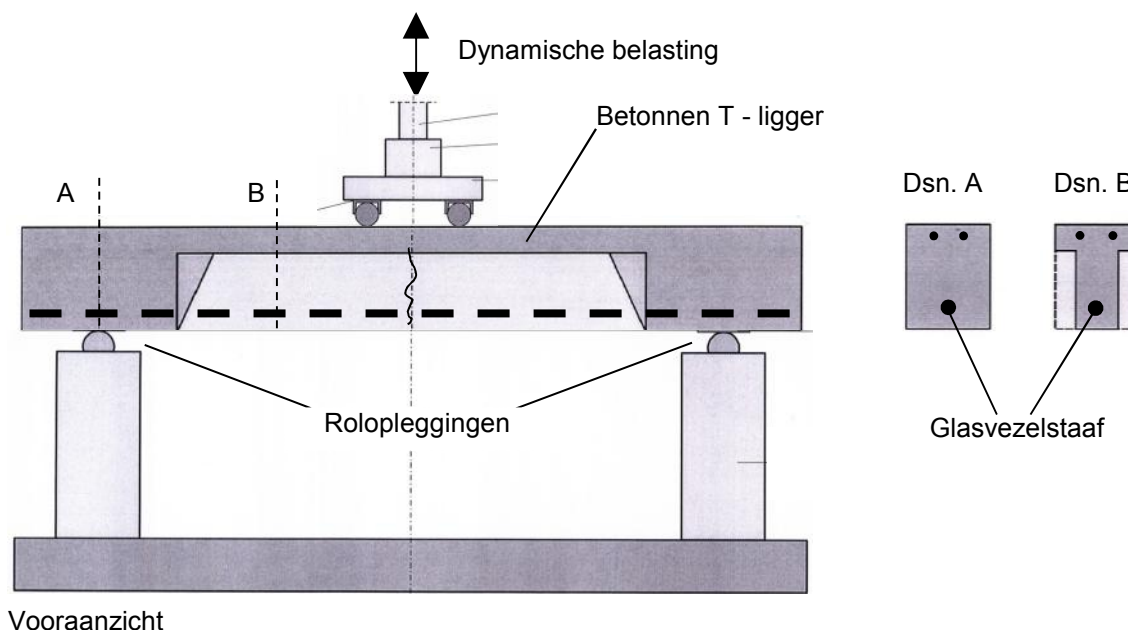
In een trek- of buigopstelling (waarbij de staaf wordt ingestort in een betonelement) moet een wisselende trekspanning worden aangebracht in de glasvezelstaaf. Hierbij moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- De vermoeiingsproef dient uitgevoerd te worden conform de uitgangspunten van NEN-EN-ISO 15630-1
- De bovengrens van de beproevingsspanning moet minimaal gelijk zijn aan  $0,69 \times f_{\text{gl}}$

Waarin:

$f_{\text{gl}}$  is de rekenwaarde van de langeduurtreksterkte van de glasvezelstaaf

Figuur 5.7 Buigopstelling vermoeiingsproef



Voorbeeld

- De aan te houden spanningsrimpel (2 x amplitude) is minimaal 100 N/mm<sup>2</sup>
- De toegepaste frequentie moet tussen 1 en 200 Hz liggen.
- Resultaten van staven welke breken ter plaatse van de inklemming, of binnen een afstand van 20mm of  $\varnothing_{nom}$  (grootste waarde) van de inklemming, moeten worden genegeerd.
- Een beproeving is geslaagd indien na 2 miljoen spanningswisselingen geen breuk in de staaf is opgetreden.

### ***Initial type testing (ITT)***

De vermoeiingsproeven dienen uitgevoerd te worden voor de kleinste en grootste diameter.

Voor een diameter is voldoende weerstand tegen vermoeiing aangetoond als wordt voldaan aan één van de volgende voorwaarden:

- Minimaal 3 beproevingen zijn geslaagd.
- Indien bij 1 van de 3 beproevingen de staaf is gebroken voordat 2 miljoen spanningswisselingen zijn doorlopen, maar 1,4 miljoen spanningswisselingen goed zijn doorstaan, dan mag de proefserie worden uitgebreid met 2 beproevingen. Van deze 5 beproevingen moeten er minimaal 4 geslaagd zijn.
- Indien bij 2 van de 5 beproevingen de staaf is gebroken voordat 2 miljoen spanningswisselingen zijn doorlopen, maar 1,4 miljoen spanningswisselingen goed zijn doorstaan, dan mag de proefserie nogmaals worden uitgebreid met 3 beproevingen. Van deze 8 beproevingen moeten er minimaal 6 geslaagd zijn.

Indien beproeving van de grootste diameters proeftechnisch (bijvoorbeeld m.b.t. verankering) problemen oplevert dan mag ook een serie kleinere diameters worden beproefd, op basis waarvan via extrapolatie het gedrag van de grotere diameters kan worden afgeleid. Extrapolatie is toegestaan tot maximaal een factor 1,4 voor de diameter.

### ***Attest-met-productcertificaat***

In het attest-met-productcertificaat dient tenminste vermeld te worden dat de glasvezelstaaf voldoet aan de eisen van de vermoeiingsproeven.

### ***Productiecontrole (FPC)***

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de vermoeiingssterkte. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

### ***Audit controle***

In het kader van de Audit controle wordt 1 maal per 3 jaar een beproeving uitgevoerd op 3 staven van een gelijke diameter conform de beschrijving van de Initial type testing (ITT). Tijdens de Audit controle wordt de opstelling van deze beproevingen gecontroleerd.

## **5.3.3.8 Interlaminaire afschuifproef**

### ***Omschrijving***

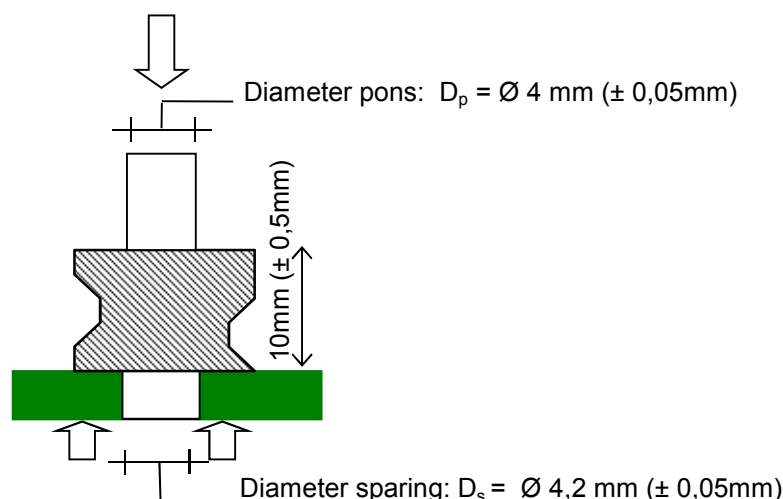
In het kader van Productiecontrole dienen interlaminaire afschuifproeven te worden uitgevoerd. Deze proeven hebben tot doel de samenhang tussen de glasvezels, welke wordt bewerkstelligd door de matrix, te controleren.

### ***Bepalingsmethode***

Van een maagdelijke staaf wordt een proefstuk met een dikte van 10 mm ( $\pm 0,5$  mm) gesneden. In een proefopstelling wordt een pons met een vlakke onderzijde door het proefstuk gedrukt in een uitsparing in het ondersteuningsvlak (zie figuur 5.8). De aan te houden diameter voor de pons is 4 mm  $\pm 0,05$  mm en de uitsparing 4,2 mm  $\pm 0,05$  mm.

De kracht welke benodigd is om de pons door het proefstuk te drukken is de meetwaarde.

Figuur 5.8



#### **Initial type testing (ITT)**

Per diameter wordt van 18 proefstukken, genomen uit tenminste 3 charges, waaruit ook de proefstukken voor de langduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen, de interlaminaire afschuifproef uitgevoerd. Per proefstuk wordt, voor het vaststellen van de interlaminaire afschuiving, de ponskracht gedeeld door de dikte van het proefstuk en de omtrek van de pons. Het gemiddelde van resultaten wordt vastgelegd.

#### **Attest-met-productcertificaat**

De resultaten hoeven niet vastgelegd te worden in het attest-met-productcertificaat maar dienen wel bekend te zijn bij de certificerende instelling.

#### **Productiecontrole (FPC)**

Per diameter dient van 1 proefstuk per 1000 m (minimaal 1 proefstuk per dagproductie), middels de ponskracht gedeeld door de dikte van het proefstuk en de omtrek van de pons, de schuifspanning bepaald te worden. De resultaten van de beproevingen worden per diameter verzameld en statistisch geëvalueerd op grond van hetzij de gegevens van de productie van de voorafgaande 6 maanden of de laatste 200 gegevens, waarbij het grootste aantal geldt. Het resultaat van de evaluatie moet voldoen aan de voorwaarde;

Ondergrens:  $\sigma_{gl,pmmm} - k \times s \geq f_{gl,pmmm}/1,3$  en bovengrens:  $\sigma_{gl,pmmm} + k \times s \leq f_{gl,pmmm} \times 1,3$ .

$\sigma_{gl,pmmm}$  is de gemiddelde waarde van de pons afschuif bezwijkspanningen van "maagdelijke" glasvezelstaven van de onderzochte populatie.

$k$  is de factor voor een betrouwbaarheidsindex van 0,95 met een waarschijnlijkheid van 90% volgens tabel 16 van NEN-EN 10080:2005.

$s$  is de standaardafwijking van de bepaalde pons afschuif bezwijkspanningen van de onderzochte populatie

#### **Audit controle**

Tijdens de Audit controle worden de rapportages van de uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd en worden 6 proeven op 1 diameter uit 3 charges uitgevoerd.

### **5.3.3.9 Penetratietest**

#### **Omschrijving**

In het kader van Productiecontrole dienen penetratietesten te worden uitgevoerd. Deze proeven hebben tot doel de dichtheid van de matrix te controleren.

#### **Bepalingsmethode**

Van een staaf wordt een proefstuk met een dikte van 75 mm ( $\pm 5$  mm) gesneden. Het proefstuk wordt rechtop in een beker gezet met daarin een laag van 1 mm penetratievloeistof gezet. Na 5, 6 en 7 minuten wordt het aantal lichtpunten per staaf bepaald door beschijnen met UV-licht.

### **Initial type testing (ITT)**

Per diameter wordt van 9 proefstukken, genomen uit tenminste 3 charges, waaruit ook de proefstukken voor de langeduurtrekproeven volgens 5.3.2.2 zijn genomen de penetratietest uitgevoerd. Na 5, 6 en 7 minuten wordt het aantal lichtpunten per staaf bepaald door beschijnen met UV-licht en vastgelegd. Er mag geen scheurvorming zichtbaar worden.

### **Attest-met-productcertificaat**

De resultaten hoeven niet vastgelegd te worden in het attest-met-productcertificaat maar dienen wel bekend te zijn bij de certificerende instelling.

### **Productiecontrole (FPC)**

Per diameter dient 1 proefstuk per 1000 m (minimaal 1 proefstuk per dagproductie), gecontroleerd te worden en dient het aantal lichtpunten per staaf bepaald te worden door beschijnen met UV-licht. Het aantal lichtpunten per staaf mag niet hoger liggen dan het in de ITT-fase vastgestelde maximum en er mag geen scheurvorming zichtbaar worden. Indien het aantal wel hoger ligt dan het in de ITT-fase vastgestelde maximum, dan moet de proef worden herhaald met een proefstuk uit dezelfde staaf. Indien ook bij deze proef het aantal hoger ligt dan het in de ITT-fase vastgestelde maximum dan volgt afkeur.

### **Audit controle**

Tijdens de Audit controle worden de rapportages van de uitgevoerde Productiecontroles gecontroleerd en worden 6 proeven op 1 diameter uit 3 charges uitgevoerd.

## **5.3.3.10 Thermische uitzettingscoëfficiënt**

### **Omschrijving**

De thermische uitzettingscoëfficiënt in langsricting,  $\alpha_{gl//}$  en in dwarsrichting,  $\alpha_{gl\perp}$ , van de glasvezelstaven dient bepaald te worden om aantoonbaar te maken dat deze een niet te groot verschil vertoont met die van het beton. Dit ter voorkoming van het afsputten van de betondekking bij temperatuurvariaties.

### **Bepalingsmethode**

De thermische uitzettingscoëfficiënten dienen bepaald te worden met de TMA methode volgens DIN53752.

### **Initial type testing (ITT)**

Voor de kleinste en grootste diameter per staaf, genomen uit tenminste 3 charges, dienen de thermische uitzettingscoëfficiënten bepaald te worden in langsricting en in dwarsrichting van de glasvezelstaven. Indien de waarden  $a_{gl//}$  en  $\alpha_{gl\perp}$  voor de twee verschillende diameters in een richting niet meer dan 20% van elkaar verschillen, dan gelden de gemiddelde waarden per richting als aan te houden waarden. Indien de waarden meer verschillen dan dienen de waarden per diameter te worden vermeld. De maximale waarde voor de thermische uitzettingscoëfficiënt welke wordt toegestaan bij glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton ligt tussen  $0,4 \times 10^{-5} K^{-1}$  en  $2,4 \times 10^{-5} K^{-1}$ .

*Toelichting: Op basis van paragraaf 3.1 en 3.4 van ACI440.1R-07 is bepaald dat bij toepassing van glasvezelversterkte kunststofwapening met gangbare uitzettingscoëfficiënten ( $a_{gl} = 2,1 \times 10^{-5} K^{-1}$  á  $2,3 \times 10^{-5} K^{-1}$ ) geen problemen ontstaan door verschil van uitzettingscoëfficiënten tussen wapening en beton. Bij waarden boven  $a_{gl} = 2,4 \times 10^{-5} K^{-1}$  moet extra onderzoek uitgevoerd worden om dit aan te tonen.*

### **Attest-met-productcertificaat**

De waarden voor de thermische uitzettingscoëfficiënt in langsricting,  $a_{gl//}$ , en in dwarsrichting,  $\alpha_{gl\perp}$ , dienen in het attest-met-productcertificaat vermeld te worden. In het geval dat de waarden bij twee diameters meer dan 20% van elkaar afwijken, dienen de afzonderlijke waarden per diameter te worden aangegeven.

### **Productiecontrole (FPC)**

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de thermische uitzettingscoëfficiënt. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

### **Audit controle**

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van de thermische uitzettingscoëfficiënt (zie Productiecontrole).

### 5.3.3.11 Temperatuurgevoelighedsproef

#### *Omschrijving*

Nagegaan dient te worden of de trek- en aanhechteigenschappen van de glasvezelstaaf negatief worden beïnvloed door een tijdelijke temperatuursverhoging. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:

- A. een tijdelijke temperatuursverhoging in de verhardingsfase en
- B. een tijdelijke temperatuursverhoging in de gebruiksfase, conform NEN-EN 1991-1-5.

#### *Bepalingsmethode*

##### A. Verhardingsfase

Staven worden in onbelaste toestand gedurende minimaal 24 uur tot minimaal 100° C verwarmd. Na afkoeling dient de buigtreksterkte te worden bepaald zoals beschreven in 5.3.2.3. Uit dezelfde charges dienen ook proefstukken genomen te worden waarvan zonder verwarmd te zijn de buigtreksterkte wordt bepaald als referentiemeting.

##### B. Gebruiksfase

Beproeving conform artikel 5.3.2.3. van deze BRL.

#### *Initial type testing (ITT)*

##### A. Verhardingsfase

Voor de middelste diameter dient van een serie van 6 staven de sterkte, na opwarming tijdens minimaal 24 uur tot minimaal 100° C, bepaald te worden en van een serie van 6 maagdelijke staven welke niet verwarmd zijn. De gemiddelde resultaten van deze proeven mogen niet meer dan 10% afwijken. Indien structureel een teruggang van de sterkte wordt vastgesteld dient de "representatieve treksterkte  $f_{g,rep}$ " met een zelfde percentage te worden verminderd.

##### B. Gebruiksfase

Beproeving conform artikel 5.3.2.3. van deze BRL.

#### *Attest-met-productcertificaat*

##### A. Verhardingsfase

In het attest-met-productcertificaat dient de testtijd en -temperatuur vastgelegd te zijn. Indien structureel een teruggang van de sterkte wordt vastgesteld dient de rekenwaarde van de treksterkte met een zelfde percentage te worden verminderd.

##### B. Gebruiksfase

In het attest-met-productcertificaat dient vastgelegd te worden tot welke temperatuur volgens NEN-EN 1991-1-5 beproefd is. Dit is de hoogst toegepaste temperatuur in de beproevingen welke zijn uitgevoerd conform artikel 5.3.2.3. van deze BRL.

#### *Productiecontrole (FPC)*

A. Verhardingsfase en B Gebruiksfase; Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de Temperatuurgevoeligheid. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

#### *Audit controle*

A. Verhardingsfase en B Gebruiksfase; In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van de temperatuurgevoeligheid (zie Productiecontrole).

### 5.3.3.12 Treksterkte in relatie tot temperatuur bij brand

#### *Omschrijving*

Om rekenkundig de sterkte bij brand van een constructie met glasvezelwapening te kunnen bepalen, is het nodig de treksterkte in relatie tot de temperatuur te kennen. Hiermee kan dan met behulp van NEN-EN 1992-1-2 een analyse van de sterkte bij brand in de tijd worden gemaakt. (zie ook par. 5.3.3.14)

#### *Bepalingsmethode*

Staven worden ingespannen in de trekbank en verwarmd tot de beproevingstemperatuur en 30 minuten op deze temperatuur gehouden. Hierna wordt de staaf bij deze beproevingstemperatuur tot breuk belast.

Trekproeven kunnen worden uitgevoerd op maagdelijke proefstukken conform NEN-EN-ISO 6892-1 onder de volgende additionele condities:

- § Voor het inklemmen van de staven mag gebruik worden gemaakt van hulpmiddelen om het breken van de staaf in de inklemming uit te stellen.

- § De staafdiameter mag ter plaatse van de verwarmde staaf lengte worden gereduceerd over een lengte van minimaal 5x de gereduceerde diameter. (Dit om uitvoering van de combinatie in oven en trekbank eenvoudiger te maken en breuk in de staaf te garanderen).

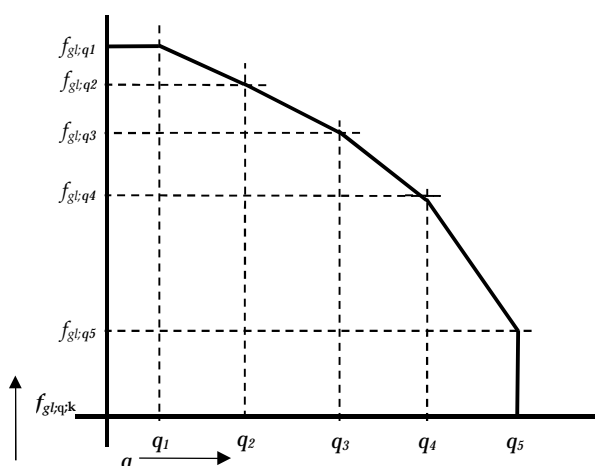
Voor de karakteristieke waarde van de treksterkte bij temperatuur  $\theta$  ( $f_{gl;\theta;k}$ ) moet de vastgestelde breukspanning bij temperatuur  $\theta$  worden aangehouden. Bij meerdere beproevingen bij dezelfde temperatuur moet het gemiddelde van de breukspanningen worden aangehouden.

#### Initial type testing (ITT)

Per staaf worden minimaal 5 trekproeven genomen op een vrij te kiezen diameter.

#### Attest-met-productcertificaat

In het attest-met-productcertificaat dienen de resultaten te worden vastgelegd in een grafiek als figuur 5.9. Hierbij is  $f_{gl;\theta;k}$  de representatieve waarde van de treksterkte van de glasvezelstaaf bij staaftemperatuur  $\theta$ .



Figuur 5.9 treksterkte glasvezelstaaf als functie van de temperatuur

#### Productiecontrole (FPC)

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de sterkte bij brand. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

#### Audit controle

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van sterkte bij brand (zie Productiecontrole).

### 5.3.3.13 Aanhechtsterkte in relatie tot temperatuur bij brand

#### Omschrijving

Om rekenkundig de sterkte bij brand van een constructie met glasvezelwapening te kunnen bepalen, is het nodig de aanhechtsterkte in relatie tot temperatuur te kennen. Hiermee kan dan met behulp van NEN-EN 1992-1-2 een analyse van de sterkte bij brand in de tijd worden gemaakt. (zie ook par. 5.3.3.14)

#### Bepalingsmethode

De aanhechting dient bepaald te worden met behulp van een centriscche uittrekproef in ongewapend beton. De aanhecht lengte bedraagt  $5 \times \varnothing_{nom}$ . De proefstukken worden verwarmd tot de beproevingstemperatuur. De temperatuur van de staven wordt bepaald met een thermisch element volgens NEN-EN 1363-1. Bij het bereiken van de beproevingstemperatuur wordt de staaf uitgetrokken, en wordt de uittrekkkracht bepaald conform RILEM RC6 (volgens NEN-EN 10080 bijlage D). Voor de representatieve waarde van de aanhechtsterkte bij temperatuur  $\theta$  ( $\tau_{gl;\theta;k}$ ) moet de maximale aanhechtspanning bij uittrekken bij temperatuur  $\theta$  ( $\tau_{gl;\theta;k}$ ) aan te aangehouden. Bij meerdere beproevingen bij dezelfde temperatuur moet het gemiddelde van de vastgestelde maximale aanhechtspanningen worden aangehouden.

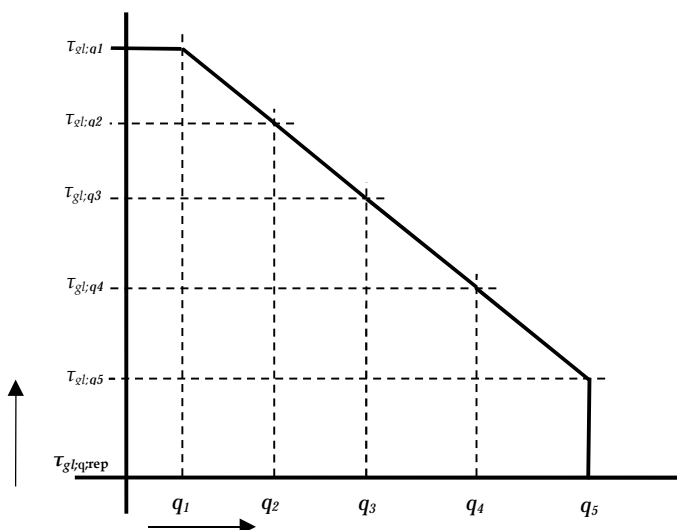
Toelichting: De uittrekproef dient te geschieden met een ongewapende betoncilinder, zodat ook eventuele invloed van scheurvorming door thermische uitzetting van de glasvezelstaaf op het aanhechtgedrag wordt meegenomen..

#### Initial type testing (ITT)

Per staaf worden minimaal 5 uittrekproeven genomen op een vrij te kiezen diameter.

### **Attest-met-productcertificaat**

In het attest-met-productcertificaat dienen de resultaten te worden vastgelegd in een grafiek als figuur 5.10. Hierbij is  $\tau_{gl;\theta;k}$  de karakteristieke waarde van de aanhechtsterkte bij staaftemperatuur  $\theta$ .



Figuur 5.10 aanhechtsterkte glasvezelstaaf als functie van de temperatuur

### **Productiecontrole (FPC)**

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de aanhechtsterkte bij brand. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

### **Audit controle**

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van aanhechtsterkte bij brand (zie Productiecontrole).

## **5.3.3.14 Gedrag van betonconstructie bij brand**

### **Omschrijving**

Ter verificatie van geldigheid van het toepassen van NEN-EN 1992-1-2 voor de rekenkundige bepaling van de brandwerendheid van met glasvezelstaven gewapende betonconstructies moet een bouwdeelonderzoek worden gedaan, waarbij wordt gecontroleerd of het bezwijkgedrag van de constructie bij brand overeenkomt met de uitgangspunten van NEN-EN 1992-1-2.

### **Bepalingsmethode**

In een brandonderzoek op een bouwdeel conform NEN-EN 1365-2 moet het bezwijkgedrag van de constructie bij brand worden vastgesteld. Hierbij moet het bouwdeel zodanig worden opgebouwd dat tijdens de beproeving de volgende condities aanwezig zijn:

- De berekende staafspanning conform NEN-EN 1992-1-1 moet minimaal 70% bedragen van de rekenwaarde van de treksterkte  $f_{gld}$ ;
- Er moet een volledige overlappas (alle staven op dezelfde positie) gemaakt worden in de wapening ter plaatse van de maximaal optredende staafspanning;

Tijdens de beproeving moeten de volgende zaken worden geregistreerd en vastgelegd:

- Het temperatuurverloop aan de vuurbelaste zijde
- Het temperatuurverloop ter plaatse van de beschouwde wapening
- Het temperatuurverloop aan de niet vuurbelaste zijde
- De vervormingen van de constructie gedurende de brandproef
- De tijdsduur van de proef tot aan bezwijken
- De wijze waarop de constructie bezwijkt



*Toelichting: Door het toepassen van een volledige overlaps in de wapening wordt de aanhechtsterkte van de glasvezelstaven bij brand gecontroleerd, in combinatie met optredende spanningen door uitzetten van de wapeningstaven.*

Als bezwijken optreedt conform berekening zoals weergegeven in bijlage C artikel 9.1, mag brandwerendheid van constructies gewapend met glasvezelstaven worden vastgesteld volgens bijlage C artikel 9.1. Indien afwijking van meer dan 20% van de berekende brandwerendheid optreedt, of als het bezwijkmechanisme sterk afwijkt van de uitgangspunten van NEN-EN 1992-1-2 mag brandwerendheid van constructies gewapend met glasvezelstaven alleen worden vastgesteld op basis van NEN 6069.

#### ***Initial type testing (ITT)***

In minimaal 1 proef moet de validiteit van rekenkundige bepaling van de brandwerendheid van constructies gewapend met glasvezelstaven worden aangetoond met een vrij te kiezen diameter.

#### ***Attest-met-productcertificaat***

De resultaten hoeven niet vastgelegd te worden in het attest-met-productcertificaat, maar dienen wel bekend te zijn bij de certificerende instelling.

#### ***Productiecontrole (FPC)***

Er zijn geen beproevingen voorgeschreven in het kader van Productiecontrole ten aanzien van de sterkte bij brand. Door de beproeving ten aanzien van treksterkte of buigtreksterkte (van de maagdelijke staaf), door de interlaminaire afschuifproef en door de penetratietest zijn de eigenschappen van de staaf gewaarborgd.

#### ***Audit controle***

In het kader van de Audit controle zijn geen beproevingen voorgeschreven ten aanzien van sterkte bij brand (zie Productiecontrole).

### **5.4 Uitvoeringbepalingen/Verwerkingsvoorschriften**

In verband met het voorkomen van beschadigingen van de glasvezelstaven tijdens transport, opslag en verwerking op de bouwplaats moeten, afhankelijk van het toegepaste type glasvezelstaven, hieraan eisen worden gesteld.

#### ***Bepalingsmethode***

Het is aan de certificerende instelling in overleg met de producent om vast te stellen of, en zo ja, welke opslag- en uitvoeringsbepalingen/verwerkingsvoorschriften van toepassing zijn.

#### ***Attest-met-productcertificaat***

In het attest-met-productcertificaat dienen voorschriften van de leverancier opgenomen te zijn en gerespecteerd te worden met betrekking tot transport, opslag en verwerking op de bouwplaats. Tevens dient vermeld te worden welke controles er vóór de verwerking van de staven dienen te worden uitgevoerd.

Desgewenst kan dit in een apart document zijn vastgelegd. Dit document vormt evenwel één geheel met het attest-met-productcertificaat en dient te worden gewaarmerkt door de certificatie-instelling.

### **5.5 Beproevingsschema**

Onderscheid kan worden gemaakt tussen proeven die worden uitgevoerd bij het toelatingsonderzoek (ITT) en in het kader van Productiecontroles (FPC).

De proeven voor het toelatingsonderzoek zijn enerzijds "Initial Type-Testing proeven" en anderzijds een begin van de doorlopende Productiecontroles die na certificatie, mogelijk met een andere frequentie, doorgezet worden.

De proeven voor doorlopende Productiecontroles worden uitgevoerd door- of in opdracht van de producent.

Een overzicht van de uit te voeren beproevingen is weergegeven in Hoofdstuk 7.

### **5.6 Certificatiemerk**

Iedere glasvezelstaaf dient voorzien te zijn van een unieke code, waarmee, in combinatie met een beschrijving van die code, bekend is om welke glasvezelstaaf het gaat. De code en bijbehorende beschrijving dient op het certificaat te zijn aangegeven.

De navolgende merken en aanduidingen moeten op deugdelijke en duidelijke wijze op de glasvezelstaaf aanwezig zijn:


- fabrieksnaam en/of gedeponeerd handelsmerk;
- diameter
- type aanduiding;
- productiedatum of -codering;

Tevens dienen partijen geleverd te worden met een label, waarop minimaal vermeld:

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

Voor een mogelijk voorbeeld van een label zie figuur 5.11.  
(Het label moet duidelijk zijn te onderscheiden van CE-labels).

Figuur 5.11 Ontwerp Label

<p><b>[Naam certificaathouder]</b> <b>[Adres certificaathouder]</b></p> <p><b>[FIRMA LOGO]</b></p> <p><b>BRL 0513</b> <b>[Identificatiewijze]</b></p> <p><b>Glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><b>[cert.nr. XXXXXX]</b></p> </div> </div> <p><b>[Merk / Type]</b> <b>Glasvezeltype [..]</b> <b>[Diameter Ø x, Ø xx, Ø xx, Ø xx, Ø xx, ...]</b></p>			
Eigenschappen		Eenheid	Prestatie
Karakteristieke korteduur treksterkte	$f_{gl;mm}$	N/mm <sup>2</sup>	..
Karakteristieke langeduur treksterkte	$f_{gl;tk}$	N/mm <sup>2</sup>	..
Elasticiteitsmodulus	$E_{gl}$	N/mm <sup>2</sup>	..
Thermische uitzettingscoëfficiënt	$\alpha_{gl//}$ $\alpha_{gl\perp}$	K <sup>-1</sup>	..
Soortelijk gewicht	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	..

# 6 Eisen aan het kwaliteitssysteem

## 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de eisen opgenomen waaraan het kwaliteitssysteem van de leverancier moet voldoen.

## 6.2 Beheerder van het kwaliteitssysteem

Binnen de organisatiestructuur moet een functionaris zijn aangewezen die belast is met het beheer van het kwaliteitssysteem.

## 6.3 Interne kwaliteitsbewaking/kwaliteitsplan

De leverancier moet beschikken over een door hem toegepast schema van interne kwaliteitsbewaking (IKB-schema).

In dit IKB-schema moet aantoonbaar zijn vastgelegd:

- welke aspecten door de producent worden gecontroleerd;
- volgens welke methoden die controles plaatsvinden;
- hoe vaak deze controles worden uitgevoerd;
- hoe de controleresultaten worden geregistreerd en bewaard.

Dit IKB-schema moet een afgeleide zijn van het in de bijlage vermelde model IKB-schema, en zodanig zijn uitgewerkt dat het de certificatie instelling voldoende vertrouwen geeft dat bij voortduring aan de in deze Beoordelingsrichtlijn gestelde eisen wordt voldaan.

Voor afgifte van het certificaat dient dit schema tenminste 3 maanden te functioneren.

## 6.4 Procedures en werkinstructies

De leverancier moet kunnen overleggen:

- procedures voor:
  - de behandeling van producten met afwijkingen;
  - corrigerende maatregelen bij geconstateerde tekortkomingen;
  - de behandeling van klachten over geleverde producten en/of diensten;
- de gehanteerde werkinstructies en controleformulieren.

## 6.5 Overige eisen te stellen aan het kwaliteitssysteem

Er zijn geen aanvullende eisen gesteld aan het kwaliteitssysteem

## 6.6 Beheersing van laboratorium- en meetapparatuur

De leverancier moet vaststellen welke laboratorium- en meetapparatuur er op basis van deze BRL nodig is om aan te tonen dat het product aan de gestelde eisen voldoet.

Wanneer nodig moet de laboratorium- en meetapparatuur met gespecificeerde tussenpozen zijn gekalibreerd.

De leverancier moet de geldigheid van de voorgaande meetresultaten beoordelen en registreren, wanneer bij de kalibratie blijkt dat de laboratorium- en meetapparatuur niet correct functioneert.

De betreffende meetapparatuur dient voorzien te zijn van een identificatie waarmee de kalibratiestatus te bepalen is. De leverancier dient de resultaten van de kalibraties te registreren.

# 7 Samenvatting onderzoek en controle

## 7.1 Onderzoeksmatrix

Hieronder is de samenvatting gegeven van het bij certificatie uit te voeren testen.

	Beproevingen in het kader van het toelatingsonderzoek "Initial-Type-Testing"	Beproevingen in het kader van Productiecontrole (FPC)	Audit-testing (4/per jaar)	Beschrijving proef in paragraaf & eventuele norm
Trekproef op maagdelijke proefstukken: - Treksterkte - Rek bij treksterkte - Elasticiteitsmodulus	18 per diameter uit zelfde charges als die voor langeduurtrekproeven	1 proef per 1000 m (min. 1 proef per dagproductie) per diameter tenzij FPC wordt uitgevoerd met buigproeven	6 proeven op één diameter per bezoek uit 3 charges, tenzij FPC wordt uitgevoerd met buigproeven	5.3.2.1
Langeduurtrekproeven Bepalen karakteristieke waarde voor: - Treksterkte	6 proeven uit 3 charges per diameter bij minimaal 23°C en 6 proeven uit 3 charges per diameter bij minimaal 60°C	Geen	3 proeven uit 3 charges op één diameter per 3 jaar	5.3.2.2
Buigproef: - Buigsterkte - Elasticiteitsmodulus	18 per diameter uit zelfde charges als die voor langeduurtrekproeven	1 proef per 1000 m (min. 1 proef per dagproductie) per diameter tenzij FPC wordt uitgevoerd met trekproeven	6 proeven op één diameter per bezoek uit 3 charges, tenzij FPC wordt uitgevoerd met trekproeven	5.3.2.3
Geometrie, diameter en massa per lengte	18 per diameter op 3 charges	1 meting per 1000 m (min. 1 proef per dagproductie) per diameter	6 maal op één diameter per bezoek uit 3 charges	5.3.3.1
Bepalen vezelpercentage	3 per diameter uit 3 charges	1 maal per jaar 3 proeven per diameter uit 3 charges	Controle rapportage jaarlijkse FPC-meting	5.3.3.2 NEN-EN-ISO 1172 (+of-2%)
Bepalen chemische samenstelling	Eénmalig	Geen	Geen	5.3.3.3 "Fingerprint" maken met IR-scan
Centrische uittrekproef - $C_{lim}$	3 proeven per diameter uit 3 charges	Geen	Geen	5.3.3.4 RILEM RC6
Excentrische uittrekproef - Aanhechtfactor	3 proeven op middelste diameter en 3 proeven met betonstaal met een zelfde diameter	Geen	Geen	5.3.3.5 Excentrische uittrekproeven volgens Janovic
Verankeringsproef - $k_{verank}$	3 proeven op de middelste diameter voor: - 2 betonsterkteklassen - 2 betondekkingen en 3 proeven op betonstaal (allen uit 3 charges)	Geen	Geen	5.3.3.6 CUR rapport 23
Vermoeingsproef	Minimaal 3 proeven op de kleinste en grootste diameter	Geen	1 maal per 3 jaar	5.3.3.7 NEN-EN-ISO 15630-1
Interlaminaire afschuifproef	18 per diameter uit dezelfde charges als die voor langeduurtrekproeven	1 meting per 1000 m (min. 1 proef per dagproductie) per diameter	6 proeven op één diameter per bezoek uit 3 charges	5.3.3.8
Penetratie test	9 per diameter op 3 charges	1 meting per 1000 m (min. 1 proef per dagproductie) per diameter	6 proeven op één diameter per bezoek uit 3 charges	5.3.3.9
Thermische uitzettingscoëfficiënt - langsrichting, $\alpha_{gl//}$ - dwarsrichting, $\alpha_{gl\perp}$	3 proeven per richting voor de kleinste en grootste diameter uit drie charges	Geen	Geen	5.3.3.10 DIN 53752
Temperatuurgevoeligheid	6 staven testen na 24 uur 100°C 6 staven testen op maagdelijke staven uit dezelfde charge	Geen	Geen	5.3.3.11
Treksterkte in relatie tot temperatuur bij brand	minimaal 5 afschuifproeven genomen op 1 diameter	Geen	Geen	5.3.2.12
Aanhechsterkte in relatie tot temperatuur bij brand	minimaal 5 afschuifproeven genomen op 1 diameter	Geen	Geen	5.3.2.13
Gedrag van betonconstructie bij brand	Minimaal 1 proef ter bepaling van het bezwijkgedrag van een constructie bij brand	Geen	Geen	5.3.2.14

- 1) Bij significante wijzigingen van het product of productieproces dienen de prestatie-eisen opnieuw te worden vastgesteld.
- 2) Door de inspecteur of door de leverancier in aanwezigheid van de inspecteur worden alle producteigenschappen bepaald die binnen de bezoektijd (maximaal 1 dag) kunnen worden uitgevoerd. Indien dit niet mogelijk is zal voor dit aspect tussen de certificatie-instelling (CI) en de leverancier afspraken worden gemaakt op welke wijze controle plaats zal vinden.

# 8 Eisen aan de certificatie-instelling

## 8.1 Algemeen

De certificatie-instelling moet voldoen aan de in EN 45011 gestelde eisen.

Bovendien moet de instelling voor het onderwerp van deze BRL zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie of een daaraan gelijkwaardige instelling (een accreditatie-instelling waarmee de RvA een overeenkomst van wederzijdse acceptatie heeft gesloten).

De certificatie-instelling moet beschikken over een reglement, of een daaraan gelijkwaardig document, waarin de algemene regels zijn vastgelegd die bij certificatie worden gehanteerd. In het bijzonder zijn dit:

- De algemene regels voor het uitvoeren van het toelatingsonderzoek, te onderscheiden naar:
  - De wijze waarop leveranciers worden geïnformeerd over de behandeling van een aanvraag;
  - De uitvoering van het onderzoek;
  - De beslissing naar aanleiding van het uitgevoerde onderzoek
- De algemene regels ten aanzien van de uitvoering van controles en de daarbij gehanteerde controleaspecten;
- De door de certificatie-instelling te treffen maatregelen bij tekortkomingen;
- De regels bij beëindiging van een certificaat;
- De mogelijkheid tot het instellen van beroep tegen beslissingen of maatregelen van de certificatie-instelling.

## 8.2 Certificatiepersoneel

Het bij certificatie betrokken personeel is te onderscheiden naar:

- Auditoren: belast met het uitvoeren van het toelatingsonderzoek en de beoordeling van de rapporten van inspecteurs;
- Inspecteurs: belast met de uitvoering van de externe controle bij de leverancier;
- Beslissers: belast met het nemen van beslissingen naar aanleiding van uitgevoerde toelatingsonderzoeken, voortzetting van certificatie naar aanleiding van uitgevoerde controles en beslissingen over de noodzaak tot het treffen van corrigerende maatregelen.

### 8.2.1 Kwalificatie-eisen

Onderscheiden wordt naar:

- Kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die voldoet aan de in EN 45011 gestelde eisen
- Kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die door het College van Deskundigen aanvullend zijn vastgesteld voor het onderwerp van deze BRL.

### 8.2.1.1 Kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die voldoet aan de in EN 45011 gestelde eisen

De kwalificatie voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI dient te voldoen aan Hoofdstuk 5 van EN 45011. In het handboek van de CI dient beschreven te zijn hoe de kwalificatie van het certificatie personeel wordt uitgevoerd.

EN45011	Auditor initiële productbeoordeling en beoordeling van de productie- locatie	Inspecteur beoordeling productlocatie, veld en projecten na certificaatverlening	Beslisser betreffende certificaat- verlening en -uitbreiding
Opleiding Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevante techn. HBO denk- en werkniveau of (MBO +)</li> <li>• Interne training certificatie</li> <li>• Training auditvaardigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techn. MBO werk en denkniveau</li> <li>• Interne training certificatie</li> <li>• Training auditvaardigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HBO denk- en werkniveau</li> <li>• Interne training certificatie</li> <li>• Training auditvaardigheden</li> </ul>
Opleiding Specifiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• op BRL toegespitste opleiding</li> <li>• specifieke cursussen en trainingen (kennis en vaardigheden)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• op BRL toegespitste opleiding</li> <li>• specifieke cursussen en trainingen (kennis en vaardigheden)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n.v.t. tenzij door CvD specifieke eisen zijn gesteld</li> </ul>
Ervaring Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 jaar relevante werkervaring met minimaal 4 onderzoeken waarvan: zelfstandig onder toezicht 1 volledig toelatingsonderzoek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 jaar relevante werkervaring met minimaal 4 onderzoeken waarvan 1 zelfstandig onder toezicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 jaar werkervaring waarvan tenminste 1 jaar m.b.t. certificatie</li> </ul>
Ervaring Specifiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennis van BRL op detail niveau en 4 onderzoeken betrekking hebbend op de specifieke BRL of op BRL's die aan elkaar verwant zijn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennis van BRL op detail niveau en 4 onderzoeken betrekking hebbend op de specifieke BRL of op BRL's die aan elkaar verwant zijn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennis van de specifieke BRL op hoofdlijnen</li> </ul>

### 8.2.1.2 Kwalificatie-eisen voor het uitvoerende certificatiepersoneel van een CI die door het College van Deskundigen aanvullend zijn vastgesteld voor het onderwerp van deze BRL

Certificatiepersoneel	Opleiding	Ervaring
Certificatiedeskundige	HBO-niveau in een van de volgende of vergelijkbare disciplines: - Bouwkunde - Civiele Techniek - Werktuigbouw	2 jaar
Inspecteur	MBO-niveau in een van de volgende of vergelijkbare disciplines: - Bouwkunde/Civiele Techniek - Materiaalkunde - Werktuigbouw	2 jaar
Beslisser	HBO-niveau in een van de volgende of vergelijkbare disciplines: - Bouwkunde - Civiele Techniek - Kwaliteitskunde - Werktuigbouw	4 jaar Managementervaring

### 8.2.2 Kwalificatie

Certificatiepersoneel moet aantoonbaar zijn gekwalificeerd door toetsing van opleiding en ervaring aan bovenvermelde eisen. Indien kwalificatie plaats vindt op grond van afwijkende criteria, moet dit schriftelijk zijn vastgelegd.

De bevoegdheid om te kwalificeren ligt bij:

- Beslissers: kwalificatie van auditoren en inspecteurs
- Management van de certificatie-instelling: kwalificatie van beslissers.

### **8.3 Management van de certificatie-instelling: kwalificatie van beslissers. Rapport toelatingsonderzoek**

De certificatie-instelling legt de bevindingen van het toelatingsonderzoek vast in een rapport. Het rapport moet aan de volgende eisen voldoen:

- Volledigheid: het rapport doet een uitspraak over alle in de beoordelingsrichtlijn gestelde eisen;
- Traceerbaarheid: de bevindingen waarop uitspraken zijn gebaseerd moeten traceerbaar zijn vastgelegd;
- Basis voor beslissing: de beslisser over certificaatverlening moet zijn beslissing kunnen baseren op de in het rapport vastgelegde bevindingen.

### **8.4 Beslissing over certificaatverlening**

De beslissing over certificaatverlening moet plaats vinden door een daartoe gekwalificeerde beslisser, die niet zelf bij het certificaatonderzoek betrokken is geweest. De beslissing moet traceerbaar zijn vastgelegd.

### **8.5 Uitvoeringsvorm kwaliteitsverklaring**

Het attest-met-productcertificaat moet zijn uitgevoerd conform het als bijlage opgenomen model.

### **8.6 Aard en frequentie van externe controles**

De certificatie-instelling moet controle uitoefenen bij de leverancier op de naleving van zijn verplichtingen. Over de aan te houden controlefrequentie beslist het College van Deskundigen. Bij de inwerkingtreding van deze beoordelingsrichtlijn is de frequentie vastgesteld op 4 controlebezoeken per jaar.

In paragraaf 7.1 is een overzicht gegeven van de uit te voeren controles tijdens een audit.

Controles zullen in ieder geval betrekking hebben op:

- Het IKB-schema van de leverancier en de resultaten van door de leverancier uitgevoerde controles (de in het ikb-schema vermelde procesparameters zullen bij voorkeur bij iedere audit beoordeeld worden);
- De juiste wijze van merken van de gecertificeerde producten;
- De naleving van de vereiste procedures.

De bevindingen van elke uitgevoerde controle zullen door de certificatie-instelling naspeurbaar worden vastgelegd in een rapport.

### **8.7 Rapportage aan College van Deskundigen**

De certificatie-instelling rapporteert tenminste jaarlijks over de uitgevoerde certificatiwerkzaamheden. In deze rapportage moeten de volgende onderwerpen aan de orde komen:

- Mutaties in aantal certificaten (nieuw/vervallen);
- Aantal uitgevoerde controles in relatie tot de vastgestelde frequentie;
- Resultaten van de controles;
- Opgelegde maatregelen bij tekortkomingen;
- Ontvangen klachten van derden over gecertificeerde producten.

### **8.8 Interpretatie van eisen**

Het College van Deskundigen mag de interpretatie van in deze beoordelingsrichtlijn gestelde eisen vastleggen in één afzonderlijk interpretatiedocument. De certificatie-instelling is verplicht zich op de hoogte te stellen of er een interpretatiedocument is vastgesteld en, indien dit het geval is, de daarin vastgelegde interpretaties te hanteren.

### **8.9 Specifieke door het College van Deskundigen vastgestelde regels**

Door het College van Deskundigen Wapeningsmaterialen zijn de volgende specifieke regels vastgelegd, die bij uitvoering van certificatie door de certificatie-instelling moeten worden gevolgd.

Het CvD heeft geen aanvullende eisen gesteld.

# 9 Lijst van vermelde documenten

## 9.1 Publiekrechtelijke regelgeving

Bouwbesluit 2012

Bouwbesluit 2012 Stb. 2011, 416, 676, Stb. 2012, 441, Stb. 2013, 75, 244, 462, Stb 2014, 51

en de Regeling Bouwbesluit 2012 Stcrt. 2011, 23914, Stcrt. 2012, 13245, Stcrt. 2013, 5457 en 16919.

## 9.2 Normen / normatieve documenten

NEN 6008;2008

NEN 6069;2011

NEN- EN 1363-1+C1;2013

NEN-EN 1365-1;2012

NEN-EN 1365-2;2001

NEN-EN 1365-3;2001

NEN-EN 1365-4+C1;2001

NEN-EN 1365-5;2005

NEN-EN 1365-6;2005

NEN-EN1990+A1+A1/C2;2011

NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB;2011

NEN-EN-1991-1-5+C1;2011

NEN-EN-1991-1-5;2011/NB;2011

NEN-EN1992-1-1+C2;2011

NEN-EN1992-1-1+C2;2011/NB;2011

NEN-EN1992-1-2+C1;2011

NEN-EN1992-1-2+C1;2011/NB2011

NEN-EN 10080;2005

NEN-EN-ISO 1172;1998

NEN-EN-ISO 6892-1;2009

NEN-EN-ISO 14125;1998

NEN-EN-ISO 15630-1;2010

Betonstaal.

Experimentele bepaling van de brandwerendheid van bouwdeelen en bouwproducten en het classificeren daarvan.

Bepaling van de brandwerendheid – deel 1: Algemene eisen

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 1: Wanden.

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 2: Vloeren en daken.

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 3: Liggers.

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 4: Kolommen.

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 5: Balkons en galerijen.

Bepaling van de brandwerendheid van dragende bouwdeelen – Deel 6: Trappen.

Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp

Nationale bijlage bij NEN-EN1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp

Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-5: Algemene belastingen- Thermische belasting,

Nationale Bijlage, bij NEN-EN1992-1-2+C1 Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-5: Algemene belastingen- Thermische belasting,

Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen,

Nationale Bijlage bij NEN-EN1992-1-1+C2: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen,

Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-2: Algemene regels- Ontwerp en berekening van constructies bij brand,

Nationale Bijlage bij NEN-EN1992-1-2+C1: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-2: Algemene regels- Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Staal voor het wapenen van beton - Lasbaar betonstaal – Algemeen

Met glasvezels versterkte kunststoffen - Prepregs, gietverbindingen en laminaat - Bepaling van het gehalte aan glasvezels en minerale vuller - Methoden met verassing

Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature.

Met vezel versterkte kunststofcomposieten - Bepaling van de buigeigenschappen inclusief wijzigingsblad C1: 2001.

Staal voor de wapening en voorspanning van beton -

Beproevingmethoden - Deel 1: Wapeningsstaven, -draad en -strengen.



NEN-EN-ISO/IEC 17020;2012	Conformiteitsbeoordeling - Algemene criteria voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren
NEN-EN-ISO/IEC 17021;2011	Eisen voor instellingen die audits en certificatie van managementsystemen uitvoeren.
NEN-EN-ISO/IEC 17024;2012	Conformiteitsbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die certificatie van personen uitvoeren.
NEN-EN-ISO/IEC 17025;2005/C1:2007	Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria.
CUR 23;1961	Onderzoek naar de samenwerking van geprofileerd staal met beton
DIN 53768;1990	Extrapolationsverfahren für die Bestimmung des Langzeitversagensverhaltens von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK).
DIN 53752;1980	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten.
ACI440.1R-07	Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars
Achtergrondrapport BRL 0513	Achtergrondrapport BRL 0513 glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton, inclusief aanvulling update hoofdstuk 8 d.d. 26-02-2010.
RILEM RC6	RC 6 Bond test for reinforcement steel. 2 Pull-out test, 1963.
BRL 0501;2010	Betonstaal

**Model IKB-schema of raam-IKB-schema**

Onderwerpen	Aspecten	Methode	Frequentie	Registratie
Grondstoffen c.q. toegeleverde materialen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Receptuur bladen</li> <li>• Ingangscntrole grondstoffen</li> </ul>				
Productieproces, productieapparatuur, materieel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedures</li> <li>• Werkinstructies</li> <li>• Apparatuur</li> <li>• Materieel</li> </ul>				
Eindproducten				
Meet- en beproevingsmiddelen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meetmiddelen</li> <li>• Kalibratie</li> </ul>				
Logistiek <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intern transport</li> <li>• Opslag</li> <li>• Verpakking</li> <li>• Conservering</li> <li>• Identificatie c.q. merken van half- en eindproducten</li> </ul>				

# glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton

## **BIJLAGE C:**

### **AANVULLENDE BEPALINGEN OP: EUROCODE 2 - DEEL 1-1**

### **VOOR HET ONTWERP EN BEREKENING VAN BETONCONSTRUCTIES GEWAPEND MET 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 GLASVEZELSTAVEN GEWAPEND CONSTRUCTIEF BETON

## 1 Algemeen

### 1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

#### 1.1.1

(2)P toevoegen

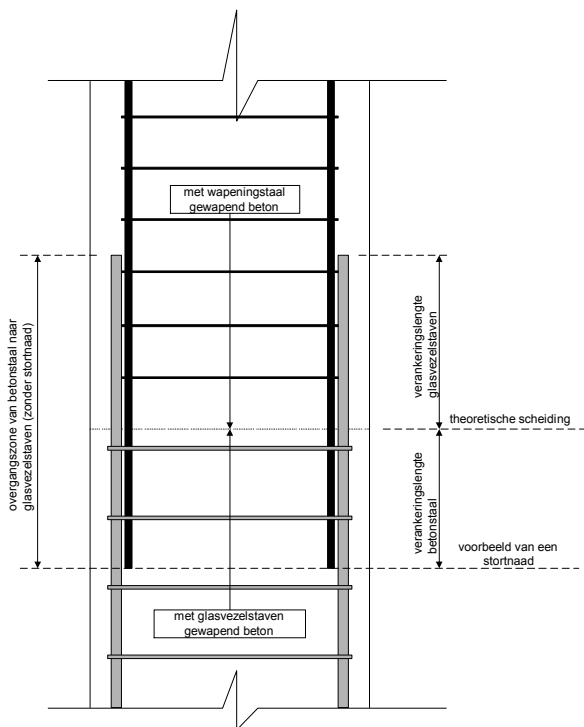
Voorgespannen beton is in deze bijlage niet van toepassing. De aanvullende bepalingen van deze bijlage zijn dan ook niet van toepassing op glasvezelstaven die als voorspanwapening in voorgespannen beton worden toegepast.

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 glasvezelstaven.

Het is toegestaan om verschillende delen van een betonconstructie of constructiedeel hetzij met betonstaal en/of voorspanstaal, hetzij met glasvezelstaven te wapenen. Ter plaatse van de aansluiting van de met betonstaal en de met glasvezelstaven gewapende delen dient de lengte van de overlapping ten minste gelijk te zijn aan de som van de daar benodigde, eventueel gereduceerde verankeringlengte van het wapeningsstaal en die van de glasvezelstaven: zie figuur 1.

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

Gebogen glasvezelstaven mogen worden toegepast als beugelwapening of wapening ten behoeve van de samenhang van bijvoorbeeld een gevlochten wapeningskorf. Gebogen 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 glasvezelstaven

De sterktecapaciteit van betonstaal c.q. voorspanstaal en 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 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 glasvezelstaven moet worden voldaan aan de opslag- en uitvoeringsbepalingen / verwerkingsvoorschriften zoals deze zijn voorgeschreven in het attest-met-productcertificaat.

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

- de soort toe te passen glasvezelstaven;
- het nummer van het attest-met-productcertificaat van de toe te passen glasvezelstaven, verleend op basis van BRL 0513.

## **1.4 Onderscheid tussen beginselen en toepassingsregels**

Geen aanvullende bepalingen.

## **1.5 Definities**

### **1.5.1 Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

### **1.5.2 Aanvullende termen en definities gebruikt in deze bijlage**

#### **1.5.2.1 Geprefabriceerde constructies**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **1.5.2.2 Ongewapende of lichtgewapende betonelementen**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **1.5.2.3 Niet-hechtende en uitwendige spanelementen**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **1.5.2.4 Voorspanning**

Geen aanvullende bepalingen.

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

### 1.5.2.5 Wapening door middel van glasvezelstaven

De 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 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 glasvezelstaven gewapend beton” in het attest-met-productcertificaat 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 glasvezelwapening (staven)
$A_{gl,min}$	minimumoppervlakte van de doorsnede van de glasvezelstaven
$A_{glb}$	oppervlakte van de doorsnede van beugels of haarspelden van glasvezelstaven per eenheid van lengte
$A_{glv}$	oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening van glasvezelstaven
$A_{gll}$	totaaloppervlak ( $\text{mm}^2$ ) van de gelijkmatig langs de omtrek verdeelde langswapening van glasvezelstaven
$A_{glw}$	oppervlakte van de doorsnede van dwarskrachtwapening met glasvezelstaven
$E_{gl}$	rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de glasvezelstaven
$M_{Rd,gl}$	uiterst opneembaar buigend moment door glasvezelstaven
$N_{gl}$	trek- of drukkracht in de wapening van glasvezelstaven
$V_{Rd,gl}$	uiterst opneembare dwarskracht door glasvezelstaven

### *Latijnse kleine letters*

$f_{gld}$	treksterkte van de glasvezelstaven
$f_{gltk}$	karakteristieke treksterkte van de 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 glasvezelstaven

### *Griekse kleine letters*

$\alpha_{gl//}$	thermische uitzettingscoëfficiënt van de glasvezelstaven in langsrichting
$\alpha_{gl\perp}$	thermische uitzettingscoëfficiënt van de glasvezelstaven in radiale richting
$e_{gl}$	rek van de glasvezelstaven
$e_{glu}$	rek van de glasvezelstaven bij rekenwaarde treksterkte

$e_{gk}$	rek van de glasvezelstaven bij karakteristieke treksterkte
$f$	reductiefactor in verband met de maximale hoogte van de betondrukzone
$q$	<i>hoek</i> / temperatuur van de glasvezelstaaf
$\varnothing_{kg}$	diameter van de glasvezelstaaf
$\varnothing_{kmg}$	gemiddelde diameter van de glasvezelstaven
$\varnothing_{ng}$	gelijkwaardige diameter van een bundel glasvezelstaven
$z$	reductiefactor / verdeelcoëfficiënt / hulpparameter voor de berekening van een buigstijfheid
$r_g$	geometrische wapeningsverhouding van glasvezelstaven betrokken op de nuttige hoogte
$r_{gll}$	geometrische wapeningsverhouding voor de langswapening van glasvezelstaven
$r_{wgl}$	geometrische wapeningsverhouding voor de dwarskrachtwapening van glasvezelstaven
$\sigma_g$	spanning in de glasvezelstaven
$g_g$	partiële materiaalfactor voor 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 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.



## **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 glasvezelstaven moet  $\gamma_{gl} = 1,5$  worden gebruikt

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

(5) Voor de ontwerpsituatie 'buitengewoon' moet voor de partiële materiaalfactor voor 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.

#### 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 glasvezelstaven voor toepassing als wapening in beton is gespecificeerd door de volgende eigenschappen:

- karakteristieke langeduur treksterkte ( $f_{gltk}$ );
- hechtingseigenschappen met betrekking tot de verankering ( $k_{verank}$ );
- maximale betonsterkte klasse voor berekening  $f_{bd}$  ( $C_{lim}$ );
- aanhechtfactor ( $\xi_{gl}$ ) voor het berekenen van de scheurwijdte;
- grootte van de doorsnede en toleranties;
- percentage glas in de staafdoorsnede ( $\omega_{gl}$ );

##### 3.5.3 Sterkte

(1)P De karakteristieke langeduur treksterkte ( $f_{gltk}$ ) 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 glasvezelstaven blijft rekenkundig buiten beschouwing. Gezien de voor doorsnede-berekeningen beperkte verschillen in elasticiteitsmodulus tussen die van beton en glasvezelstaven, is het aandeel van eventuele 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 glasvezelstaven onder druk.

##### 3.5.4 Ductiliteitseigenschappen

Geen aanvullende bepalingen.

### 3.5.5 Vermoeiing

Geen aanvullende bepalingen.

### 3.5.6 Thermische uitzettingscoëfficiënt

De aan te houden waarden van de thermische uitzettingscoëfficiënten  $\alpha_{gl//}$  (langsrichting) en  $\alpha_{gl\perp}$  (radiale richting) dienen te worden ontleend aan het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.

#### OPMERKING

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

### 3.5.7 Poissonverhouding

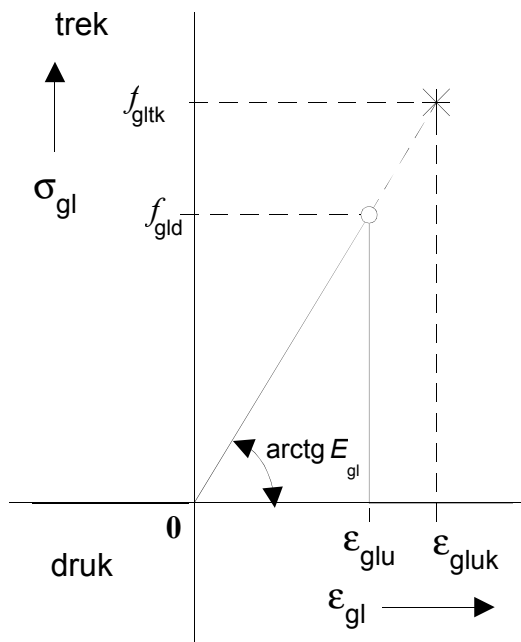
Voor de representatieve waarde en de rekenwaarde van de poissonverhouding  $\nu$  van op trek belaste glasvezelstaven moet 0,3 worden aangehouden.

### 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  $\sigma$ - $\varepsilon$ -diagram van glasvezelstaven moet het diagram van figuur C2 worden aangehouden.

(3) De aan te houden rekenwaarde voor de elasticiteitsmodulus van de glasvezelstaven  $E_{gl}$  dient worden ontleend aan het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.



Figuur C2—  $\sigma$  -  $\varepsilon$  - diagram van glasvezelstaven

## 4 Duurzaamheid en betondekking op de wapening

### 4.1 Algemeen

(7) De eisen met betrekking tot scheurbeheersing (zie 7.3) hebben bij 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 glasvezelstaven in beton.

De minimumdekking voor 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 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 glasvezelstaven is niet toegestaan.

### **5.6 Plastische berekening**

#### **5.6.1 Algemeen**

Plastische berekening van betonconstructies gewapend met 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

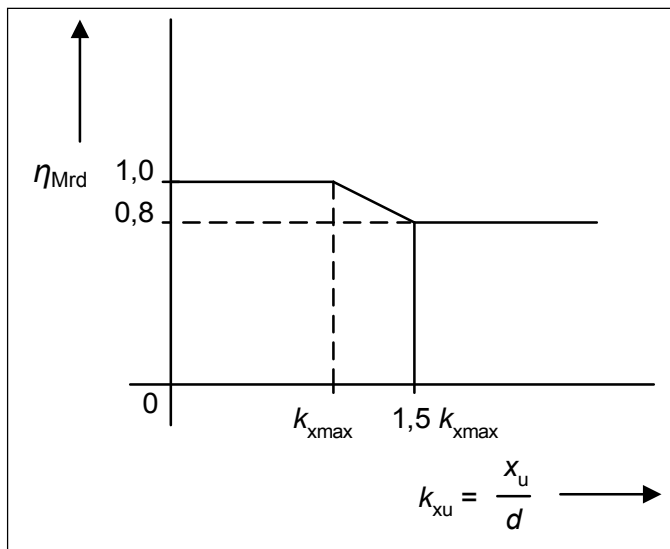
### 5.6.3 Rotatiecapaciteit

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. 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:

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

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

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

## 5.7 Niet-lineaire berekening

Toevoegen:

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

### 5.8.3.2 Slankheids criterium en effectieve lengte van afzonderlijke constructiedelen

Geen aanvullende bepalingen.

### 5.8.3.3 Algemene tweede-orde-effecten in gebouwen

Geen aanvullende bepalingen.

## 5.8.4 Kruip

Geen aanvullende bepalingen.

## 5.8.5 Berekeningsmethoden

(1) 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 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 glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor de rekenwaarde van de elasticiteitsmodulus van de wapening  $E_{gl}$  worden ontleend aan het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.

### 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 glasvezelstaven gewapende constructiedelen, moet voor  $1/r_0$  de waarde  $(f_{gl}/E_{gl}) / (0,45 \cdot d)$  worden aangehouden.

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

### 5.8.9 Dubbele buiging

(4) Voor, met 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.)

## 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  $\sigma_{gl}$  en  $\epsilon_{gl}$  worden ontleend aan artikel 3.5.6.

Van de volgende, met 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:

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

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

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

(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  $r_1$  geldt:

$$r_1 = \frac{E_{gl} \cdot A_{gl}}{E_s \cdot b \cdot d} \quad \text{niet groter dan } 0,02$$

### 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:

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

waarin:

$A_{glv}$  is de oppervlakte van de dwarsdoorsnede ( $\text{mm}^2$ ) van de dwarskrachtwapening van 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:

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

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

waarin:

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

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

#### 6.2.4 Afschuiving tussen lijfplaat en flenzen

(4) De dwarswapening per eenheid van lengte  $A_{glf}/s_{gl}$  ( $mm^2/mm$ ) mag als volgt zijn bepaald:

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

$E_{gl}$  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:

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

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

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

waarin:

- $u_k$  is de omtrek van het gebied  $A_k$ ;
- $q$  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  $r_1$  geldt:

$$r_1 = r_{gl} = \frac{E_{gl}}{E_s} \sqrt{r_{ox,gl} r_{oy,gl}} \leq 0,02$$

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

### 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)

$\alpha$  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 overlappinglassen**

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:

$$w_k = s_{r,max,gl} (e_{glm} - e_{cm})$$

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

$$e_{glm} - e_{cm} = \frac{s_{gl} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{r_{p,eff}} (1 + a_{gl} r_{p,eff})}{E_{gl}} \geq 0,6 \frac{s_{gl}}{E_{gl}}$$

waarin:

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

$a_{gl}$  is de verhouding  $E_{gl} / E_{cm}$ ;

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

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

waarin:

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

$s_{glr}$  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

$x_{gl}$  is de relatieve aanhechtingsfactor van glasvezelstaven aan beton die dient te worden ontleend aan het attest-met-certificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.

## 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

$r_{gl}$  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:  $a_e = E_{gl} / E_{c,eff}$ .

(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  $\sigma$ - $\varepsilon$ -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.

### 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:

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

De waarde voor  $k_{verank}$  dient te worden ontleend aan het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513

#### 8.4.3 Basisverankeringslengte

(2) De vereiste basisverankeringslengte  $l_{b,rqd,gl}$  voor het verankeren van de kracht  $A_{gl} \cdot s_{gl,d}$  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 Overlappingslaslengte**

### **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**

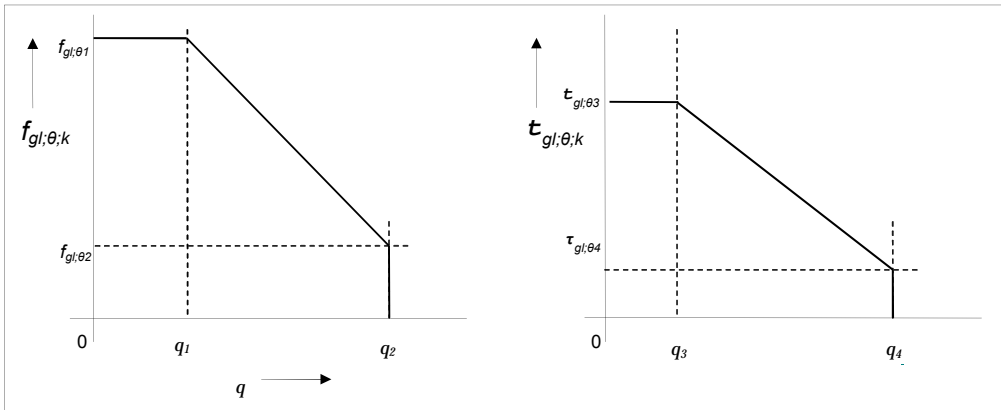
Geen aanvullende bepalingen.

## 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 glasvezelstaven zijn de treksterkte  $f_{gl;\theta;k}$  en de aanhechtsterkte  $\tau_{gl;\theta;k}$  bepaald en vastgelegd in het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.



Figuur B9.1 — voorbeeld representatieve trek- en aanhechtsterkte van glasvezelstaven als functie van de staaftemperatuur  $q$

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 vastgelegd in het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513

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

Aanvullend geldt de voorwaarde:

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

waarin:

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

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

$\tau_{gl;q;k}$  is de karakteristieke waarde van de aanhechtsterkte van glasvezelstaven bij staaftemperatuur  $\theta$ . Deze waarde dient te worden ontleend aan het attest-met-productcertificaat dat is afgegeven op basis van BRL 0513.

$\gamma_m$  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).
- $\varnothing_{kgf}$  is de kenmiddellijn van de glasvezelstaaf.
- $l_{v,gl;b}$  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 detailleringsregels

Geen aanvullende bepalingen.

### 9.2.1.3 Inkorting van op trek belaste langswapening

Geen aanvullende bepalingen.

### 9.2.1.4 Verankering van onderwapening bij een eindoplegging

Geen aanvullende bepalingen.

### 9.2.1.5 Verankering van onderwapening bij tussensteunpunten

Geen aanvullende bepalingen.

## 9.2.2 Dwarskrachtwapening

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

$r_{w,gl}$  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  $f_{gi}$  van glasvezelstaven die als ophangwapening worden toegepast, mag in de uiterste grenstoestand rekenkundig geen hogere waarde dan  $140 \text{ N/mm}^2$  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  $A_{sw,gl,min} \cdot (1,5 \cdot \sin a + \cos a) / (s_r \cdot s_t) \geq (0,08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{gld}$

## **9.5 Kolommen**

### **9.5.1 Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

### **9.5.2 Langswapening**

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

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

### **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  $0,002A_c$  en  $0,04A_c$ .

### **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
- $0,001A_c$

### **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  $0,02A_c$ , 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:

- $0,001A_c$ ;
- $150 \text{ mm}^2/\text{m}$  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.

### 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:

$$f_{gld} = \frac{0,015 \cdot x_{gl} \cdot E_{gl}}{\Phi_{kgl}}$$

## 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.

#### **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.

#### **10.9.5.3 Opleggingen voor afzonderlijke constructiedelen**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **10.9.6 Kolomfunderingen met inkassing**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **10.9.7 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.

## **Constructieberekening**

### **11.5.1 Rotatiecapaciteit**

Geen aanvullende bepalingen.

## 11.5 Uiterste grenstoestanden

### 11.6.1 Constructiedelen die geen berekende dwarskrachtwapening vereisen

(1) Voor de in formule 11.6.2 in te vullen waarde van  $r_{\eta}$  geldt:

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

$\rho_{ox,gl}$ ,  $\rho_{oy,gl}$  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  $r_{\eta}$  geldt:

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

$\rho_{ox,gl}$ ,  $\rho_{oy,gl}$  is het wapeningspercentage 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.

#### 11.6.4.1 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:

$$V_{Rd,c} = \frac{A_{glv} 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot E_{gl} \cdot \sin \alpha}{p d}$$

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.

#### 11.6 Bruikbaarheidsgrenstoestanden

Geen aanvullende bepalingen.

#### 11.7 Detailleren van wapening – algemeen

##### 11.8.1 Toelaatbare doorndiameters voor gebogen staven

Geen aanvullende bepalingen.

##### 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  $f_{ctd} / f_{lctd}$ .

##### 11.8 Detailleren van constructiedelen en specifieke regels

Geen aanvullende bepalingen.

##### 11.9 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:

$$f_{tdx,gl} = r_{x,gl} f_{gld}$$

$$f_{tdy,gl} = r_{y,gl} f_{gld}$$

waarin:

$r_{x,gl}$  en  $r_{y,gl}$  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.**

#### **G.1 Ondiepe funderingen**

##### **G.1.1 Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

##### **G.1.2 Niveaus van berekening**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **G.2 Paalfunderingen**

Geen aanvullende bepalingen.

## **Bijlage H**

(informatief)

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

#### **H.1 Criteria voor het verwaarlozen van algemene tweede-orde-effecten**

##### **H.1.1 Algemeen**

Geen aanvullende bepalingen.

##### **H.1.2 Schorende constructie zonder significante dwarskrachtvervormingen**

Geen aanvullende bepalingen.

##### **H.1.3 Schorende constructie met significante algemene dwarskrachtvervormingen**

Geen aanvullende bepalingen.

#### **H.2 Methoden voor de berekening van algemene tweede-orde-effecten**

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  $0,01 A_{ct,ext}$

#### 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 langswapening 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.