

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Voor de productie van betonelementen gewapend met staalvezels geldt bijlage X van de Criteria 73/07. Bijlage X is integraal toegevoegd aan dit interpretatiedocument, hierin zijn de aanvullingen aanpassingen voor kunststofvezels aangegeven.

Algemene sterkte van de betonelementen gewapend met vezels

Op basis van de geometrie en belastingen bepaalt de certificaathouder per project de maximale rekenwaarden van de momenten en dwarskrachten die in de betonelementen gewapend met vezels optreden.

De maximale rekenwaarden van de momenten en dwarskrachten worden getoetst aan de maximaal toelaatbare waarden.

Deze dienen voor vezelbeton bepaald te worden zoals hieronder omschreven.

Wanneer de certificaathouder over meerdere mengselsamenstellingen beschikt waarbij uitsluitende de hoeveelheid vezels varieert, is interpolatie van de momentweerstand toegestaan. Het verschil in hoeveelheid vezels tussen de mengselsamenstellingen mag in dit geval maximaal 2 kg/m³ zijn.

Initieel onderzoek

Bepalen materiaaleigenschappen vezelbeton

Per mengselsamenstelling dienen minimaal 12 balkjes te worden vervaardigd en beproefd conform NEN-EN 14651.

Toelichting

Voor de vervaardiging van balkjes van zelfverdichtend beton is de wijze van het vullen van de mal, zoals omschreven in artikel 7.2 van NEN-EN 14651, niet van toepassing.

De mallen dienen met zelfverdichtend beton gevuld te worden op een wijze die overeenkomt met die gebruikt bij de productie van de elementen van (staal)vezelbeton.

Er is sprake van een (wijziging van) mengselsamenstelling bij variatie in één of meerdere van de volgende onderdelen van het mengsel:

- cementsoort (soort en hoeveelheid);
- sterkteklasse;
- toeslagmateriaal (soort en hoeveelheid);
- vezels (soort en hoeveelheid);
- hulpstof (soort en hoeveelheid);
- vulstof (soort en hoeveelheid);
- watercementfactor/waterbindmiddelfactor.

Bij aanvang van het toelatingsonderzoek geeft de certificaathouder aan welke mengsels hij toe gaat passen.

De resultaten dienen statistisch te worden verwerkt conform ISO 12491 of Bijlage D van NEN-EN 1990.

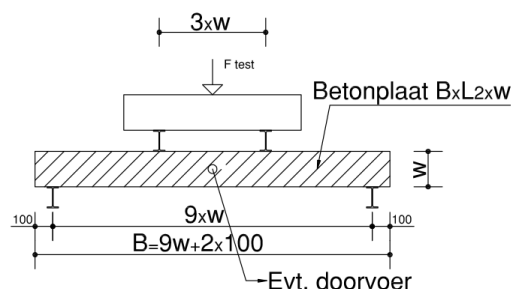
Op basis van de Model Code 2010 kan de momentweerstand van het vezelbeton bepaald worden.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Verificatie momentcapaciteit

Ter verificatie van de op basis van de Model Code 2010 vastgestelde momentweerstand, worden per soort en hoeveelheid vezel van één mengselsamenstelling 3 proefstukken vervaardigd met afmetingen die



overeenkomen met de afmetingen van de betonelementen gewapend met vezels.

figuur a (afmetingen in mm)

w = dikte van de betonelementen

L_2 = lengte van de betonelementen (maximaal 1,25 m)

De proefstukken worden belast door middel van een vierpuntsbuigproef volgens figuur a waarbij de belasting met een snelheid van maximaal 0,3 kN/sec. toeneemt.

Daarbij dient te worden geregistreerd wat de krachten zijn bij het ontstaan van de eerste scheur, het optreden van een scheur met een scheurwijdte van 0,3 mm en op het moment van bezwijken.

Het resultaat voldoet indien alle momenten uit de beproevingen groter of gelijk zijn aan de volgens de Model Code 2010 bepaalde momentweerstand.

De buigende momenten waarmee de testresultaten worden vergeleken dienen met de gemiddelde materiaaleigenschappen te zijn bepaald.

Toelichting

Berekeningen volgens de Model Code 2010 gaan uit van de karakteristieke waarden uit de balktesten volgens NEN-EN 14651 en een materiaalfactor van 1,5.

Gelijktijdig met de proefstukken en de betonelementen gewapend met vezels voor de full scale test, dienen 12 balkjes voor het bepalen van de buigtreksterkte conform de NEN14651 te worden geproduceerd, met dezelfde mengselsamenstelling.

Toelichting

Wanneer de proefstukken en/of de betonelementen gewapend met vezels voor de full scale test over meerdere dagen geproduceerd worden, dienen per productiedag 12 balkjes vervaardigd te worden.

Verificatie momentcapaciteit doorvoeren

Indien doorvoeren in de betonelementen gewapend met vezels voorkomen, dienen per vorm en afmeting van de doorvoer per soort en hoeveelheid vezel voor één mengselsamenstelling tevens 3 proefstukken vervaardigd te worden met daarin de desbetreffende doorvoer en beproefd te worden zoals hierboven beschreven.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Full scale test

Ter bevestiging van de verificatie van de momentweerstand door middel van de proefstukken, dienen per soort vezel betonelementen gewapend met vezels beproefd te worden volgens bijlage B van NEN-EN 14844, waarbij de belasting met een snelheid van maximaal 0,3 kN/sec. toeneemt.

Van de op de kwaliteitsverklaring vermelde betonelementen gewapend met vezels dienen drie elementen van met minimale- en drie elementen met maximale afmetingen met dezelfde mengsamenstelling beproefd te worden.

De grootste afmeting die in de kwaliteitsverklaring wordt opgenomen mag maximaal 25% groter zijn dan de grootste afmeting van het te beproeven element.

De testen voldoen wanneer overeenkomstig artikel B.9 in Annex B van NEN-EN 14844 geen scheuren breder dan 0,3 mm over een lengte van 300 mm ontstaan bij F_{calc} en het betonelement gewapend met vezels niet bezwijkt voordat F_{ult} bereikt is. Bij het bepalen van F_{calc} en F_{ult} dient uit te worden uitgegaan van representatieve materiaaleigenschappen (de materiaalfactoren allemaal op 1,0).

Vervolg onderzoek (na verlening van de kwaliteitsverklaring)

Verificatie momentcapaciteit

Eenmaal per jaar, bij uitbreiding van de afmetingen in de kwaliteitsverklaring én bij wijziging van de soort of hoeveelheid vezel(s) dient het onderzoek voor de verificatie van de momentweerstand herhaald te worden.

Full scale test

Bij wijziging van de soort vezel en bij uitbreiding van de afmetingen in de kwaliteitsverklaring dient de full scale test herhaald te worden.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Wijzigingen/aanvullingen Bijlage X

Hieronder is de tekst van bijlage X van de Criteria 73/07 integraal overgenomen. De wijzigingen aanvullingen om deze geschikt te maken voor kunststof vezels is hier **groen gearceerd**.

1 Algemeen

Het doel van deze bijlage is om de kwaliteit van de prefab elementen van **(staal)** vezelbeton te borgen. De elementen van **(staal)** vezelbeton dienen aantoonbaar te voldoen aan het Bouwbesluit en mogen uitsluitend onder één van de volgende voorwaarden onder de KOMO kwaliteitsverklaring geleverd worden:

- Het betreft kelderwanden van staalvezelbeton op basis van een geldig KOMO attest op basis van BRL 2353;
- Het betreft standaard elementen op basis van een geharmoniseerde Europese productnorm;
- De sterkte van de elementen is door middel van beproeving aangetoond (design by testing).

Een certificaathouder die prefab elementen van **(staal)** vezelbeton wil leveren onder een KOMO kwaliteitsverklaring dient hiervoor een uitbreiding aan te vragen bij Kiwa.

Nadat het initieel onderzoek met positief resultaat is afgerond neemt Kiwa elementen van **(staal)** vezelbeton inclusief de bovenvermelde randvoorwaarden op in de technische specificatie van de KOMO kwaliteitsverklaring van de betreffende certificaathouder.

2 Eisen te stellen aan het product

2.1 Vezels

Staalvezels dienen aantoonbaar te voldoen aan BRL 5061 Staalvezels voor toepassing in beton en mortels en NEN-EN 14889-1 Vezels in beton – Deel 1: Staalvezels.

Kunststof vezels dienen aantoonbaar te voldoen aan NEN-EN 14889-2 Vezels in beton – Deel 2: Polymeervezels.

2.2 Beton

Het IKB-schema in hoofdstuk 5 van deze Criteria is onverkort van kracht op het beton. Voor zelfverdichtend **(staal)** vezelbeton is de V-trechter niet van toepassing.

3 Interne kwaliteitsbewaking

3.1 Initieel onderzoek (toelating)

Voordat de certificaathouder elementen van **(staal)** vezelbeton onder de kwaliteitsverklaring mag leveren, dient hij te voldoen aan de volgende eisen.

3.1.1 Buigtreksterkte

Monsterneming

Voor het bepalen van de buigtreksterkte dienen minimaal twaalf proefstukken te worden vervaardigd conform NEN-EN 14651.

Bepalingsmethode

De beproeving dient te worden uitgevoerd conform NEN-EN 14651.

De karakteristieke buigtreksterkten $f_{tdk,1}$ en $f_{tdk,4}$ dienen per samenstelling (hoeveelheid vezels en betonkwaliteit) te worden bepaald, door beproeving volgens NEN-EN 14651 en verwerking van de resultaten volgens RILEM TC 162-TDF.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Hierbij geldt de volgende formule:

$$f_{fctk,i} = f_{fctm,i} - k_x \cdot s_p$$

Hierin is:

$f_{fctk,i}$ - Karakteristieke waarde van de buigtreksterkte ($i = 1$ of 4).

$f_{fctm,i}$ - Gemiddelde waarde van de buigtreksterkte.

k_x - Factor afhankelijk van het aantal proefstukken volgens onderstaande tabel.

$$s_p - \text{Standaardafwijking} = \sqrt{\frac{\sum (f_{fctm,i} - f_{fct,i})^2}{(n-1)}}$$

$f_{fct,i}$ - Individuele waarde uit de beproeving.

VC - Variatiecoëfficiënt (standaardafwijking/gemiddelde waarde).

Tabel 1 – k_x als functie van het aantal proefstukken

n	1	2	3	4	5	6	8	10	12	20	30	∞
$k_{x,bekend}$	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,71	1,68	1,67	1,64
$k_{x,onbekend}$			3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,89	1,76	1,73	1,64

Onbekend wil zeggen dat de variatiecoëfficiënt van de populatie niet bekend is.

$$\begin{aligned} f_{fctk,i} &= f_{fctm,i} - k_x \cdot VC \cdot f_{fctm,i} \\ &= (1 - k_x \cdot VC) f_{fctm,i} \end{aligned}$$

3.1.2 Dosering (staal)vezels

De certificaathouder dient gedocumenteerde informatie op te stellen voor het doseren en mengen van de (staal)vezels.

De gedoseerde hoeveelheid (staal)vezels dient per charge te worden geregistreerd.

Grenswaarde

De tolerantie op de afgewogen hoeveelheid (staal)vezels ten opzichte van de beoogde hoeveelheid is +/- 2%.

3.1.3 Homogeniteit (staal)vezels

Monsterneming

Tijdens de productie dienen uit twee verschillende charges twee monsters te worden getrokken van elk circa 10 l. De monsters dienen verdeeld over de charge genomen te worden, bijvoorbeeld op eenvierde en drievierde.

Bepalingsmethode

De hoeveelheid (staal)vezels in de monsters dient te worden bepaald volgens methode B in NEN-EN 14721.

Grenswaarde

Het (staal)vezelbeton wordt als homogeen en goed gedoseerd beschouwd als het (staal)vezelgehalte in elk monster niet meer afwijkt van het beoogde (staal)vezelgehalte dan 20% voor de individuele monsters en 10% voor de gemiddelde waarde.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

3.2 Periodieke controle

3.2.1 Homogeniteit en hoeveelheid **staal**vezels

Per samenstelling dienen per 50 m³ of minimaal eenmaal per week twee monsters te worden genomen en beproefd volgens de onder 3.1.3 gespecificeerde methode, met een maximum van 2 monsters per productiedag.

Grenswaarde

Zie 3.1.3

Switching rules

- Normale omstandigheden : proeffrequentie zoals boven vermeld.
- Van normale naar gereduceerde omstandigheden : Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het gemiddelde van de gemeten **staal**vezelgehaltes hoger is dan de ondergrens (- 10%) van de betreffende samenstelling én geen enkel individueel resultaat kleiner is dan de ondergrens (- 20%).
In dit geval mag de frequentie gehalveerd worden.
- Van gereduceerde naar normale omstandigheden : Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het gemiddelde van de gemeten **staal**vezelgehaltes kleiner is dan de ondergrens (- 10%) van de betreffende samenstelling, of dat één individueel resultaat kleiner is dan de ondergrens (- 20%).
In dit geval zal de frequentie verhoogd worden naar de normale omstandigheden.
- Van normale naar verhoogde omstandigheden: Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het gemiddelde van de gemeten **staal**vezelgehaltes kleiner is dan de ondergrens (- 10%) van de betreffende samenstelling óf indien uit de laatste 5 proefresultaten blijkt dat 2 individuele staalvezelgehaltes kleiner zijn dan de ondergrens (- 20%).
In dit geval zal de frequentie verdubbeld worden t.o.v. de normale omstandigheden.
- Van verhoogde naar normale omstandigheden: Indien bij 5 opeenvolgende proefresultaten het gemeten **staal**vezelgehalte hoger is dan de ondergrens (- 10%) van de betreffende samenstelling én geen enkel individueel resultaat kleiner is dan de ondergrens (- 20%).
In dit geval mag de frequentie terug naar normale omstandigheden.
- Van verhoogde omstandigheden naar stoppen van productie onder certificaat : Indien na 10 proefresultaten nog niet is voldaan aan de voorwaarde om terug te keren naar de frequentie bij normale omstandigheden, dient de producent te stoppen met de productie van **staal**vezelbeton onder KOMO-certificaat. De producent zal vervolgens eerst een onderzoek instellen naar de oorzaken van de non-conforme resultaten en de noodzakelijke maatregelen nemen om deze te verhelpen. Vervolgens kan de productie onder KOMO-certificaat hervat worden onder verhoogde omstandigheden.

Indien de proefresultaten niet voldoen, dient de producent te beoordelen of de betreffende productie/producten afgekeurd dienen te worden conform artikel 3.7 van deze Criteria en dient de certificaathouder tevens corrigerende maatregelen te nemen volgens artikel 3.10 van deze Criteria.

3.2.2 Buigtreksterkte

Per samenstelling dient per productieweek één proefstuk te worden vervaardigd en beproefd conform de methode in artikel 3.1.1.

De resultaten dienen statistisch te worden verwerkt met de resultaten van het initieel onderzoek.

Voor elementen waarin de **staal**vezels uitsluitend traditionele wapening vervangen die geen functie heeft tijdens het uiteindelijke gebruik van het betreffende element, is deze eis niet van toepassing.

Deze eis is ook niet van toepassing voor elementen waarvan de sterkte is aangetoond d.m.v. Design by Testing. Voorwaarde hierbij is dat de sterkte van deze elementen minimaal jaarlijks aangetoond dient te worden door middel van beproeving.

Interpretatiedocument Criteria 73

Betonelementen gewapend met vezels

Grenswaarde

In principe moet elk proefresultaat, voldoen aan de karakteristieke waarde zoals bepaald tijdens het initieel onderzoek. Per 30 beproevingen mag bij een beperkt aantal resultaten kleiner zijn dan de gemiddelde buigtreksterkte.

Hierbij gelden de volgende voorwaarden:

- Min. 70% groter dan $0,8 \cdot f_{ctm,i}$ en min. 50% groter zijn dan $0,9 \cdot f_{ctm,i}$.
- De resultaten van de andere proeven, zoals druksterkte, W/C factor en homogeniteit voldoen.

Switching rules buigtreksterkte

- Normale omstandigheden: proeffrequentie zoals boven vermeld.
- Van normale naar gereduceerde omstandigheden : Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het resultaat van de statistische verwerking een gemiddelde buigtreksterkte met een betrouwbaarheid van 90% weergeeft die voldoet aan de karakteristieke waarde volgens het initieel onderzoek en geen enkel proefresultaat kleiner is dan $0,8 \times$ gemiddelde waarde volgens het initieel onderzoek.
In dit geval mag de frequentie gehalveerd worden.
- Van gereduceerde naar normale omstandigheden: Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het resultaat van de statistische verwerking een gemiddelde buigtreksterkte met een betrouwbaarheid van 90% weergeeft die niet voldoet aan de karakteristieke waarde volgens het initieel onderzoek óf dat één proefresultaat kleiner is dan $0,8 \times$ gemiddelde waarde.
In dit geval zal de frequentie verhoogd worden naar de normale omstandigheden.
- Van normale naar verhoogde omstandigheden: Indien uit de laatste 10 proefresultaten blijkt dat het resultaat van de statistische verwerking een gemiddelde buigtreksterkte met een betrouwbaarheid van 90% weergeeft die niet voldoet aan de karakteristieke waarde volgens het initieel onderzoek, óf indien uit de laatste 5 proefresultaten blijkt dat 2 proefresultaten kleiner zijn dan $0,8 \times$ gemiddelde waarde.
In dit geval zal de frequentie verdubbeld worden t.o.v. van de normale omstandigheden.
- Van verhoogde naar normale omstandigheden: Indien blijkt dat het resultaat van de statistische verwerking van de laatste 5 proefresultaten een gemiddelde buigtreksterkte met een betrouwbaarheid van 90% weergeeft die voldoet aan de karakteristieke waarde volgens het initieel onderzoek, en geen enkel proefresultaat kleiner is dan $0,8 \times$ gemiddelde waarde.
In dit geval mag de frequentie terug naar normale omstandigheden.
- Van verhoogde omstandigheden naar stoppen van productie onder de certificaat: Indien na 10 proefresultaten nog niet is voldaan aan de voorwaarde om terug te keren naar de frequentie bij normale omstandigheden, dient de certificaathouder te stoppen met de productie van staalvezelbeton onder KOMO-certificaat. De certificaathouder zal vervolgens eerst een onderzoek instellen naar de oorzaken van de non-conforme resultaten en de noodzakelijke maatregelen nemen om deze te verhelpen. Vervolgens kan de productie onder KOMO-certificaat hervat worden onder verhoogde omstandigheden.

Indien de proefresultaten niet voldoen, dient de producent te beoordelen of de betreffende productie/producten afgekeurd dienen te worden conform artikel 3.7 van deze Criteria en dient de certificaathouder tevens corrigerende maatregelen te nemen volgens artikel 3.10 van deze Criteria.