



# Stortklaar beton voor de toekomst

## Deel 2 (\*): **vezelversterkt** beton

Het gebruik van een met structurele macrovezels versterkt beton laat toe om de traditionele wapening op basis van staven deels of volledig weg te laten. Hierdoor kan de arbeid op de werf sterk gereduceerd worden, gelet op het feit dat de wapening en het beton in één enkele arbeidsgang geplaatst worden. Dit leidt uiteraard tot een aanzienlijke rendementsverhoging. Vezelversterkt beton is ideaal voor toepassingen waarbij er slechts een beperkte hoeveelheid netwapening gebruikt wordt. Denken we hierbij maar even aan funderingszolen, vloeren, keldermuren, druklagen op welfsels of breedplaten enzovoorts.

### 1 Vezelversterkt beton voorschrijven

Bij het voorschrijven van een vezelversterkt beton volstaat het niet om louter en alleen maar een vezeldosering in  $\text{kg/m}^3$  te vermelden. De uiteindelijke eigenschappen worden immers evenzeer bepaald door het type vezels en de betonkarakteristieken.

Hoewel er in de praktijk wel nog vaak enkel op vezeldosering voorgeschreven wordt, strekt het tot aanbeveling om veeleer een specifieke performantie – in de vorm van een residuele buigtreksterkte – te specificeren. Dit gebeurt doorgaans in samenspraak met het studie bureau en de betonleverancier.

Er bestaan momenteel dus twee methoden om vezelversterkt beton voor te schrijven:

- de eerste bestaat erin om een zekere klas-

se van buigtaaiheid te vermelden

- de tweede bestaat erin om het type en de hoeveelheid vezels te vermelden.

Voor de eerste optie, en gelet op het feit dat er vooralsnog geen klassen gedefinieerd werden in de NBN EN 206 [2] en de NBN B 15-001 [1], kan de buigtaaiheid gegarandeerd worden door een specifieke Technische Goedkeuring (ATG, zie § 2). Hoewel dit systeem op termijn zal verdwijnen, kunnen de samenstelling van het betonmengsel en de buigtaaiheid in een speciaal geval ook nog gedekt worden door een bijkomend conformiteitsattest dat goedgekeurd werd door het Directiecomité 'Beton' van het certificerende organisme. In dit geval is het evenmin verplicht om het type en de hoeveelheid vezels op de leveringsbon te vermelden, maar wel dat de buigtaaiheid gewaarborgd is.

### 1.1 Optie 1: voorschrijven op prestatie

Voor structurele toepassingen kan exact berekend worden welke bijdrage (in termen van residuele buigtreksterkte of buigtaaiheid) het vezelversterkte beton zou moeten leveren, zodanig dat dit ook besteld kan worden. Vermits deze karakteristieken gewaarborgd kunnen worden door de betonleverancier, kan deze bijdrage ook effectief meegenomen worden in de stabiliteitsberekeningen.

Voorschrijven op prestatie is vooral nuttig indien er op een zekere momentcapaciteit of scheurwijdtebeperking gerekend wordt. In dit geval wordt de specifieke beton-vezelcombinatie in het laboratorium gekarakteriseerd via buigproeven op prisma's. Dit levert diagrammen op die de buigtreksterkte in functie van de scheurwijdte of doorbuiging

1 | Vezels kunnen een volwaardig alternatief vormen voor een deel of het geheel van een traditionele wapening



(\*) Het eerste deel van dit artikel gaat over beton met gerecycleerde granulaten (WTCB-Dossiers 2014/2.15), het derde over zelfverdichtend beton (WTCB-Dossiers 2014/2.17).

aangeven. De (residuele) buigtreksterkte bij een bepaalde doorbuiging of scheurwijdte – wat in feite overeenstemt met het nascheurgedrag – is doorslaggevend voor de mechanische eigenschappen van het vezelversterkte beton en vormt dan ook de basis voor de uitvoering van de stabiliteitsberekeningen.

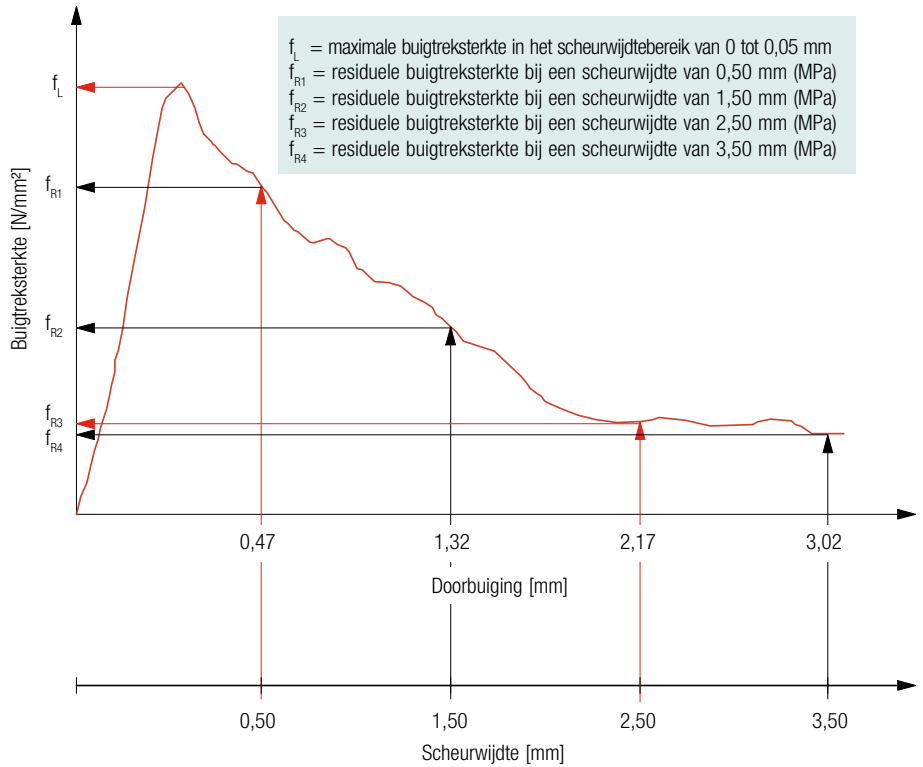
In afbeelding 2 geeft de oppervlakte onder de curve aan hoeveel energie het vezelversterkte beton kan opnemen. De residuele buigtreksterktes bij een scheurwijdte van 0,5 en 2,5 mm worden vaak naar voren geschoven voor de berekening in respectievelijk de gebruiksgrenstoestand (bv. scheurvorming) en de bezwijkgrenstoestand (bv. maximaal op te nemen buigmoment).

### 1.2 Optie 2: voorschrijven op dosering

Op aanwijzen van de betoncentrale of de vezelleverancier kan een specifieke vezeldosering voorgesteld worden in functie van de toepassing. Het gaat hier in principe steeds over niet-structurele en niet-berekenende toepassingen, gelet op het feit dat het effectieve nascheurgedrag van het beton niet gekend is. Voorschrijven op dosering heeft voornamelijk tot doel om overmatige scheurvorming tegen te gaan, maar laat niet toe om uitspraken te doen over de effectieve scheurwijdtes.

Het voorschrijven van een vezelversterkt beton gebeurt overeenkomstig de normen NBN EN 206 [2] en NBN B 15-001 [1] (zie onderstaande tabel voor de klassieke vereisten onder de rubrieken A tot en met D en voor de aanvullende eisen onder de rubriek E). De betoncentrale moet hier in ieder geval van op de hoogte gebracht worden, zelfs indien de vezels pas op de werf toegevoegd zullen worden.

## 2 | Karakterisering van de bijdrage van vezelversterkt beton voor structurele toepassingen



## 2 Certificatie

Het beton kan zijn BENOR-certificatie behouden, op voorwaarde dat er gewerkt wordt met vezels met een Technische Goedkeuring (ATG) en dat deze laatste toegevoegd worden in de productie-eenheid. Er zijn momenteel al tientallen vezelsoorten op de markt die over een ATG beschikken. Zoals hiervoor reeds aangehaald werd, kan ook de buigtaaiheid voortaan gedekt worden door een specifieke ATG. In voorkomend geval zal er op de leveringsbon vermeld moeten staan dat deze eigenschap gewaarborgd is (en dat men kan rekenen op het goede nascheurgedrag van het vezelversterkte beton).

Het is essentieel om de vezeldosering bij elke levering te controleren. Voor staalvezelversterkt beton kan dit op relatief eenvoudige wijze gebeuren volgens de norm NBN EN 14721 [3], door bijvoorbeeld met behulp van een magneet de vezels te recupereren uit een vers betonstaal. De aldus onttrokken vezelhoeveelheid kan vervolgens omgerekend worden naar een dosering in  $kg/m^3$ , en vergeleken worden met de vooropgestelde vezeldosering (in de TV 204 [12] zijn er hieromtrent enkele criteria opgenomen).

De sondering gebeurt gewoonlijk per betonmixer en dit, zowel bij de start als op het einde van het lossen.

Het voorschrijven van een vezelversterkt beton gebeurt overeenkomstig de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001

A	B	C	D	E
Druksterkteklasse	Gebruiksdomein en omgevingsklasse	Consistentieklasse	Maximale nominale diameter	Aanvullende eisen
Typisch C25/30 of C30/37	Gewapend beton (GB) Elke omgevingsklasse mogelijk	Typisch S3 of S4	De maximale nominale diameter moet beperkt worden in functie van de vezeldosering en de vezellengte	Aangepaste korrelcurve Hoeveelheid vezels Gewaarborgde buigtreksterkte





### 3 | Puntgewijze controle van de staalvezel dosering op de werf



N. Cauberg, ir., laboratoriumhoofd,  
laboratorium Structuren, WTCB  
P. Van Itterbeeck, dr. ir. arch, projectleider,  
laboratorium Structuren, WTCB  
B. Parmentier, ir., afdelingshoofd,  
afdeling Structuren, WTCB

Verschenen: augustus 2014

Dit dossier werd opgesteld in het kader van het project 'Stortkaar beton voor de toekomst', met de steun van Vlaanderen in Actie (VIA) en het Agentschap ondernemen. Voor meer informatie met betrekking tot dit project kan men terecht op de website [www.betonica.be/stortbeton](http://www.betonica.be/stortbeton).

### 3 | Uitvoering

Vezelversterkt beton kan ofwel geplaatst worden met een kubel, dan wel door verpompen. In dit laatste geval dient er in de betoncentrale nog meer aandacht uit te gaan naar de betonsamenstelling. Indien het beton als vezelbeton besteld werd, staat de betoncentrale in voor de correcte vermenging van de vezels (bij voorkeur in de productie-eenheid zelf).

Voor specifieke toepassingen (bv. zichtbeton in een buitenomgeving waarbij eventuele roestplekjes absoluut te vermijden zijn), kan men eveneens zijn toevlucht nemen tot oplossingen met gegalvaniseerde vezels of polymeervezels.

### 4 | Nabehandeling

Net zoals bij traditioneel gewapend beton dient men ook bij vezelversterkt beton een correcte nabehandeling te voorzien, onder meer om scheuren ten gevolge van plastische krimp te vermijden.

Hoewel de toevoeging van microvezels in zekere mate kan bijdragen tot de beheersing van deze plastische krimpscheuren, blijft het voorzien van een goede nabehandeling ook in dit geval relevant. De aanbevolen nabehandelingstermijnen kunnen teruggevoerd worden in de ontwerpnorm prNBN B 15-400 [4].

### 4 | Het storten van een vezelversterkt beton gebeurt op gelijkaardige wijze als bij een traditioneel beton



### 5 | Er zijn verschillende soorten staal- en kunststofvezels op de markt voor toepassing in beton





## LITERATUURLIJST

1. Bureau voor Normalisatie  
NBN B 15-001 Beton. Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Nationale aanvulling bij NBN EN 206-1:2001. Brussel, NBN, 2012.
2. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN 206 Beton. Deel 1: specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Brussel, NBN, 2014.
3. Bureau voor Normalisatie  
NBN EN 14721 Beproevingmethode voor staalvezelbeton. Meting van het vezelgehalte in betonspecie en verhard beton. Brussel, NBN, 2007.
4. Bureau voor Normalisatie  
prNBN B 15-400 Uitvoering van betonconstructies. Nationale aanvulling bij NBN EN 13670:2010. Brussel, NBN, 2012.
5. Cauberg N. en Parmentier B.  
Hoe vezelversterkt beton voorschrijven en gebruiken in een aantal basistoepassingen? NAV, Dimension, juni 2011.
6. De Grove E. en Parmentier B.  
Vezelversterkt beton. Identificatie van de relevante mechanische eigenschappen voor structurele toepassingen. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 3, Katern 7, 2007.
7. Denoel J.F., Dierckx V. en Parmentier B.  
Uitvoeringsklassen, ontkisting en nabehandeling van beton: nieuwe regels. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 2, Katern 4, 2011.
8. International Federation for Structural Concrete  
FIB Model Code for Concrete Structures 2010. Ernst & Sohn, Berlijn, 2013.
9. Parmentier B., Vitse P., Winnepenninckx E. en De Blaere B.  
Staalvezelbeton: certificatie op komst. Brussel, WTCB, WTCB-Tijdschrift, nr. 1, 2003.
10. Schaerlaekens S. en Vyncke J.  
Staalvezelbeton. Deel 1: een kwarteeuw oud en bijna volwassen. Brussel, WTCB, WTCB-Tijdschrift, nr. 3, 2000.
11. Schaerlaekens S. en Vyncke J.  
Staalvezelbeton. Deel 2: specifieke eigenschappen vergen aangepast ontwerp. Brussel, WTCB, WTCB-Tijdschrift, nr. 4, 2000.
12. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf  
Cementgebonden bedrijfsvloeren. Brussel, WTCB, 1997.



Agentschap  
Ondernemen

