

Beton met staalvezels wordt vooral toegepast in bedrijfsvloeren. Richtlijnen voor elastisch ondersteunde staalbetonvloeren zijn al beschikbaar. Op korte termijn verschijnen richtlijnen voor de puntvormig ondersteunde staalbetonvloeren; de vloeren op palen.

# Staalvezelbeton- vloeren op palen



*Bij het gebruik van staalvezelbeton ontbreekt veelal de traditionele (vloer)wapening*

Staalvezels zijn stukjes staal, enkele centimeters lang, vaak recht maar soms ook gegolfd van vorm. Beide uiteinden van de vezels zijn al dan niet voorzien van een haakje of andere voorziening om de aanhechting met beton te verbeteren. Staalvezels vervangen het traditionele betonstaal geheel of gedeeltelijk en ze zijn in vele verschijningsvormen beschikbaar. Wel hebben ze allemaal hetzelfde doel: het na-scheurgedrag van beton 'taaiër' te maken. Ongewapend beton is namelijk zeer bros. Zodra het beton scheurt, kan bijna geen spanning meer worden overgedragen.

Vezels zorgen ervoor dat scheuren in zekere zin nog worden 'overbrugd' en de kracht nog via de vezels wordt opgenomen. Dit is een al lange tijd bekend gegeven, maar wordt in de praktijk nog doorgaans gekoppeld aan het gebruik van betonstaal.

Staalvezels ontleen hun populariteit vooral aan het feit dat het 'wapenen' en storten in een arbeidsgang plaatsvindt. De staalvezels worden namelijk in de betoncentrale zelf of op het werk, uiteraard nog voor het storten, aan de betonspecie toegevoegd. Het eerst knippen, plaatsen en vlechten van de wapening is dan niet meer nodig. Deze werkzaamheden vervallen als er geen betonstaal meer wordt toegepast.

## BETONSTAAL

Maar, zoals eerder gemeld, is het ook mogelijk een gedeelte van het betonstaal te vervangen door staalvezels. Dan wordt er voor gekozen de staalvezels en het betonstaal samen te laten werken bij het opnemen van de krachten die in de constructie optreden. In dat geval is het aan de constructeur om een verantwoorde afweging tussen het toepassen van staalvezels en betonstaal te maken. Hierbij kan worden gedacht aan het

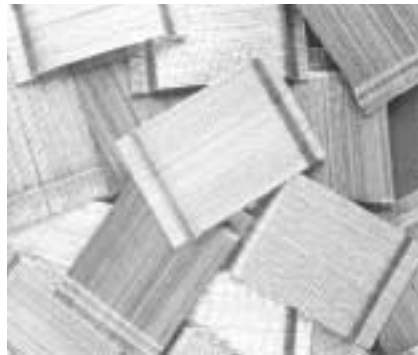
alleen daar bijleggen van betonstaal waar pieken in de krachten optreden, zoals bijvoorbeeld boven paalkoppen. In een dergelijke situatie wordt staalvezelbeton toegepast en wordt boven de paalkoppen volstaan met het bovenin de vloer bijleggen van wapening van betonstaal.

## BESTAANDE AANBEVELINGEN

In 2000 is een aanbeveling (no. 36) verschenen die ingaat op het dimensioneren van elastisch ondersteunde betonvloeren en -verhardingen [1]. Daarin zijn aparte paragrafen opgenomen over staalvezelbeton. Daarbij moet worden opgemerkt dat het toen nog geen combinaties van staalvezels en betonstaal betrof. Ook ging het in deze aanbeveling om elastisch ondersteunde vloeren en verhardingen. Dat zijn constructies die op een dragende ondergrond worden gestort en dus over hun gehele oppervlak worden ondersteund.

In een speciale bijbehorende aanbeveling (no. 35) werd een buigproef beschreven waarmee de eigenschappen van het staalvezelbeton werden bepaald. Ook is het softwarepakket Floor 2.0 beschikbaar. Hiermee kan het ontwerp van elastisch ondersteunde vloeren in gewapend en ongewapend beton en in staalvezelbeton worden getoetst.

De constructieve markt voor staalvezelbeton wordt vooral gevormd door elastisch en puntvormig ondersteunde bedrijfsvloeren. In Aanbeveling 36 kwam de tweede categorie dus niet aan bod. Om toch een toetsingsdocument beschikbaar te hebben, is door de Bouwtoezichten (COB) een document opgesteld [2]. Dit COB-document moest tijdelijk voorzien in dimensionerings- en uitvoeringsregels voor vloeren op palen. Een en ander in afwachting van een te verschijnen aanbeveling.



Staalvezels zijn er in vele verschijningsvormen. Links enkele voorbeelden van Eurosteel, Dramix, Twincone en rechts vezels die zijn verlijmd met lijm die tijdens het mengen van de specie oplost

## NIEUWE AANBEVELINGEN

Na enkele jaren van intensief overleg en menige inhoudelijke discussie zijn twee nieuwe aanbevelingen nagenoeg gereed [3].

Een daarvan gaat in op een eenvoudige buigproef op kleine balkjes waarmee de eigenschappen van een bepaald staalvezelbeton worden vastgelegd. Zo'n aanbeveling is nodig omdat de na-scheureigenschappen van staalvezelbeton sterk afhankelijk zijn van het vezelgehalte en het vezeltype en moeten worden beoordeeld in combinatie met de gekozen sterkteklasse van het beton. Uit de resultaten van de buigproeven worden materiaaleigenschappen afgeleid waarmee de constructeur vervolgens kan rekenen. De buigproeven kunnen ook dienst doen om achteraf te controleren of op de bouwplaats de vereiste kwaliteit is gehaald. De constructeur moet hier met kennis van zaken optreden, want vaak moeten in de ontwerpfase aannames voor eigenschappen worden gedaan. Die moeten dan zodanig worden geschat, dat die schatting ook realistisch is. Deskundigheid is dus een vereiste.

Het was nodig hier een nieuw type buigproef te beschrijven, omdat in de voorbije jaren op Europees niveau veel onderzoek is verricht naar de buigproef in het algemeen. Om aan te sluiten op Europese ontwikkelingen is de uit dat onderzoek voortgekomen proefopzet overgenomen.

## DIMENSIONERING

In een tweede aanbeveling komt het dimensioneren van de puntvormig ondersteunde bedrijfsvloeren aan de orde. Ook wordt uitgebreid stilgestaan bij specifieke aandachtspunten die bij de uitvoering een rol spelen. Denk hier-

bij bijvoorbeeld aan het al dan niet gebruiken van trilnaalden.

Op constructief gebied is er veel aandacht voor het dimensioneren op buiging: hoe worden buigende momenten in de vloer berekend en hoe moeten het draagvermogen van de vloer, de scheurwijdte en de doorbuiging worden berekend? Daarnaast is er nog aandacht voor de controle op pons; het als het ware door de vloer heen 'drukken' van een paal; een bezwijkvorm die lokaal optreedt.

Ten opzichte van de gangbare 'betonnormen' is ervoor gekozen alles zoveel als mogelijk in lijn te houden met het bestaande. Dat is gedaan door in berekeningen een speciale 'bijdrage door de staalvezels' toe te voegen. Het bleek niet mogelijk dit overal te doen. Zo is bijvoorbeeld ervoor gekozen een scheurwijdteberekening toe te voegen. De controle via wapeningsdetaillering zoals nu gebruikelijk in de voorschriften, bleek niet zomaar toepasbaar. De constructeur moet zich dus wel eerst vertrouwd maken met de nieuwe theorie en de achtergronden daarvan.

## TOEPASSINGSGEBIED

Veel aandacht is besteed aan het afbakenen van het toepassingsgebied. Personen mogen zich niet onder de vloer kunnen bevinden. Daarom mag er geen gebruiksruimte onder de vloer zijn; zelfs geen kruipruimte.

Voor de agrarische sector moet bij de toepassing bijvoorbeeld worden gedacht aan voertuigbergingen of loodsen met kistenbewaring. Zie voor een illustratie van de laatstgenoemde toepassing bijvoorbeeld het artikel 'Staalvezelbetonvloer versus gewapend vloerveld' over een bewaarplaats in Anjum (Agrabeton 2002 no. 2.) Het toepassingsgebied is binnen de

agrarische sector ingeperkt om het mogelijk loskomen van staalvezeltjes uit het vloeroppervlak of het uit het oppervlak steken van scherpe vezels. Bij contact met dieren (verwonding) of bij het los storten van producten zijn dat ongewenste zaken.

## Kunststof vezels

*In deze bijdrage wordt gesproken over staalvezels. Ook kunststof vezels kunnen aan specie worden toegevoegd. Deze hebben echter een geheel ander functie, namelijk het reduceren van scheurvorming door plastische krimp. Dat is geen constructieve functie; het gaat niet om het opnemen van krachten. Staalvezels zijn daarentegen vooral bedoeld om een constructieve functie te vervullen.*

## Wat is waar te vinden?

*Vloer op staal: gewapend beton, ongewapend beton en staalvezelbeton, Aanbevelingen 35 en 36 en pakket Floor 2.0*

*Vloer op palen: nieuwe aanbevelingen voor staalvezelbeton dat eventueel is voorzien van additioneel betonstaal.*

### [1]

CUR-Aanbeveling 36 'Ontwerpen van elastisch ondersteunde betonvloeren en verhardingen' (in combinatie met: CUR-Aanbeveling 35 'Bepaling van de buigtreksterkte, de buigtaaiheid en de equivalente buigtreksterkte van staalvezelbeton'). CUR, Gouda, 2000

### [2]

Staalvezelbetonvloeren op palen – Toetsingshulpmiddelen voor Bouwtoezichten. Centraal Overleg Bouwconstructies (COB) & Vereniging Stadswerk Nederland, 2000

### [3]

Uitvoeringsaspecten en rekenmethoden voor staalvezelbeton bedrijfsvloeren op palen (in combinatie met: Bepaling van de sterkte eigenschappen van staalvezelbeton.) Concept-Aanbevelingen CUR.

---

dr.ir.dr.s. C.R. Braam,  
Fac. CiTG, TU Delft

---