

Metalproducts

Staalvezelonderzoek

9 april 2008

Metalproducts BV  
Expeditiestraat 13      Postbus 6152  
5961 PX Horst      5960 AD Horst  
Tel. (+31) 77-3520356  
Fax. (+31) 77-4671977  
[www.metalproductshorst.com](http://www.metalproductshorst.com)

## projectgegevens

project **Metalproducts**  
 onderdeel **Staalvezelonderzoek**  
 werkcode/werknummer **09510**  
 datum **9 april 2008**  
 samengesteld door **ing. A.A. van den Bos**  
 projectleider **ing. A.A. van den Bos**  
 raadgevend ingenieur **ir. H.B. Monster**  
 opdrachtgever **Metalproducts**  
 architect  
 projectmanagement  
 beschikbare gegevens  
 onder verantwoording van **ABT adviseurs in bouwtechniek**  
**Arnhemsestraatweg 358 Velp**  
**Postbus 82 6800 AB Arnhem**  
 geautoriseerd door **ing A.A. van den Bos**  
 paraaf 

datum	versie	omschrijving	verificatie
20-07-2007	A	Concept	kzr
05-08-2007	B	Definitief	kzr
09-04-2008	C	tekstueel	kzr

## **Inhoudsopgave**

<b>1. inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2. proefopzet</b>	<b>4</b>
<b>3. proefresultaten</b>	<b>5</b>
<b>4. proefanalyse</b>	<b>5</b>
<b>5. rekenvoorbeeld</b>	<b>6</b>
<b>6. conclusies</b>	<b>6</b>
<b>7. aanbevelingen</b>	<b>6</b>

1.

**inleiding**

In opdracht van Metalproducts te Horst heeft het ABT een staalvezelonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek betrof de bepaling van de rekenwaarden van de eigen vezels alsmede de vergelijking van de eigen vezels ten opzichte van vergelijkbare vezels in de markt.

Voor de bepaling is gebruik gemaakt van betonbalken die zijn gestort met C28/35 beton (met een laag cementgehalte) zoals dat voor vloeren in het algemeen veel wordt toegepast. De balken zijn beproefd bij de Kema volgens de aanbevelingen uit de CUR 111 en de NEN-EN 14651.

Vervolgens is door ABT een analyse uitgevoerd naar gemiddelden en rekenwaarden. Bedacht moet worden dat deze rapportage een momentopname is van een, statistisch gezien, beperkt aantal proeven.

2.

**proefopzet**

Er zijn in totaal 44 balken gemaakt met een afmeting van 150\*150\*600. Deze zijn beproefd volgens de zogeheten 3-puntsbuigproef (waarbij in het midden een verzwakking is gemaakt door middel van een zaagsnede). De proef is beschreven in de NEN-EN 14651:2005.

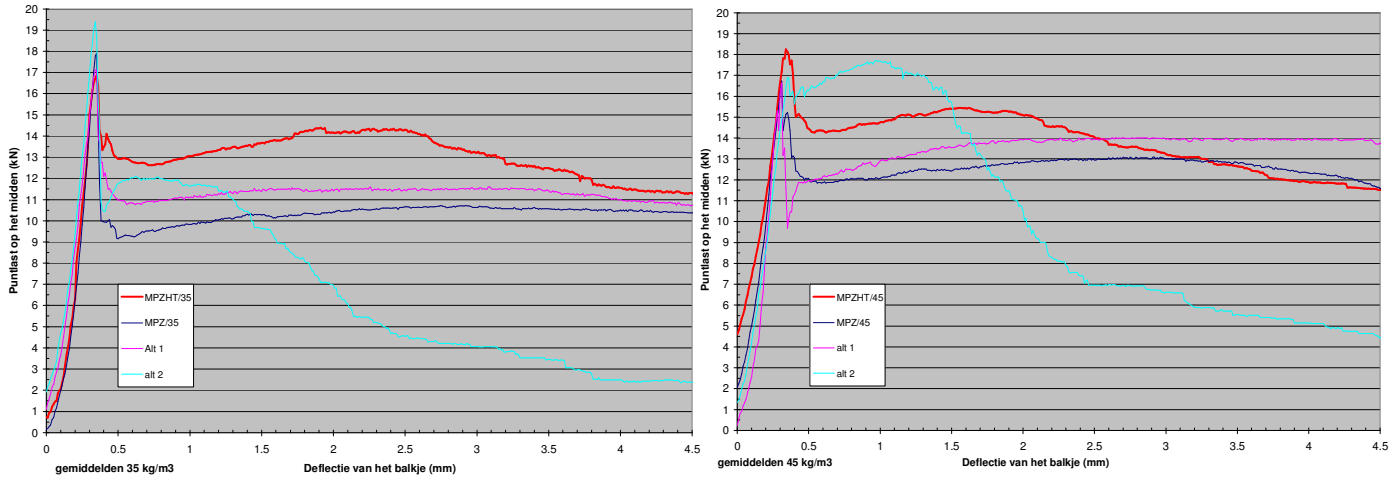
Een overzicht van de verschillende soorten balkwapening, de rekenwaarden van de balken, de gemeten kubusdruksterkte en de splijttreksterkte is in bijlage A opgenomen. Per vezeltype zijn er drie balkjes gemaakt om met een zekere betrouwbaarheid een gemiddelde waarde te kunnen destilleren.

Er is gebruik gemaakt van de volgende vezeltypen en aantal balkjes.

Vezels in kg/m <sup>3</sup>	0	20	35	45	50
<b>MPZ</b>	1		3	3	
<b>MPZ HT</b>	2	3	3	9	3
<b>Alternatief 1</b>	2		3	3	
<b>Alternatief 2</b>	1		3	3	
Aantal balkjes per vezelgehalte en type					

### 3. proefresultaten

De uitkomsten van de beproevingen zijn in onderstaande grafiek opgenomen. Ze zijn gebaseerd op gemiddelden van de beproefde balken. Daarnaast zijn de gegevens eveneens gerangschikt naar hoeveelheid vezels 35 of 45 kg/m<sup>3</sup>.



Uit beide grafieken komt duidelijk naar voren dat de vezel superieur is ten opzichte van gelijksoortige vezels in de markt. Alternatief 2 is op de grotere doorbuiging (scheurwijdten) niet effectief meer.

Belangrijk om te beseffen is dat voor een berekening niet 1 rekenwaarde volstaat. Afhankelijk van de rek heeft de betonmatrix een bepaalde capaciteit. Ongewapend ligt deze over het algemeen hoger ( $f_{ftd,1}$ ). Omdat overwegend direct na scheurvorming de capaciteit terugvalt (behalve bij hoge dosering) heeft deze waarde geen invloed op de berekende vloercapaciteit. Deze waarde wordt in de berekening van CUR 111 dan ook niet gebruikt.

De tweede waarde  $f_{ftd,2}$  is van groter belang. Deze waarde geeft de start van het horizontale plateau aan. De  $f_{ftd,3}$  is te zien als het eind van dit plateau. Voor de dwarskrachttoetsing (ook pons) is de  $\tau_{f,d}$  van belang.

### 4. proefanalyse

De proevenreeks geeft de prestatie van de MPZ HT 50 goed weer. De rekenwaarden die op basis van de proefresultaten opgemaakt kunnen worden zijn als volgt.

Vezel	dosering	$f_{ftd,1}$	$f_{ftd,2}$	$f_{ftd,3}$	$\tau_{f,d}$
	kg/m <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MPZ HT 50	35	3.92	1.25	1.00	0.35
MPZ HT 50	40	4.14	1.50	1.14	0.42
MPZ HT 50	45	4.36	1.75	1.28	0.50

Deze waarden kunnen worden aangepast wanneer de proefnemingen van meerdere projecten daar aanleiding toe geven.

5.

**rekenvoorbeeld**

Met behulp van de resultaten uit voorgaande tabel is een berekening gemaakt bijlage D. Het voorbeeld gaat uit van een overspanning van 3 m en een belasting van  $25 \text{ kN/m}^2$ . Als verplicht wapeningsnet boven elke paal is een kopnet aangehouden van 8-100 mm. De vloerdikte is uitgerekend bij een vakafmeting van circa 40 m.  $35 \text{ kg/m}^3$  MPZHT voldoet bij een dikte van 220 mm en  $45 \text{ kg/m}^3$  voldoet bij een dikte van 200 mm.

6.

**conclusies**

Concluderend kan worden gesteld dat de MPZ HT 50 vezel goed presteert tov vergelijkbare eindverankerde vezels.

De aanbevolen hoeveelheid voor een vloer op palen zal liggen tussen de 35 en  $45 \text{ kg/m}^3$ .

Vanwege de grote variatie is het verstandig meer proefresultaten te verkrijgen. Deze kunnen gemaakt worden in het werk bij het uitvoeren van projecten. In de loop der tijd zal dan een goed beeld van de werkelijke rekenwaarden ontstaan.

De, in de CUR 111, aanbevolen student verdeling naar gelang het aantal proefresultaten is niet toegepast over de resultaten. In dat geval zou er geen enkele waarde meer aan de staalvezels worden toegekend.

7.

**aanbevelingen**

ABT adviseert om per stort minimaal 3 en liever 6 of 9 balkjes te maken. Daarbij is het van groot belang minimaal 3 kubussen per monsternamen **zonder staalvezel** te beproeven om de correlatie naar de druksterkte te kunnen uitvoeren.

# Produktbeschrijving

## MPZ HT 50/1.0

MPZ HT 50/1.0 zijn staaldraadvezels van staaldraad, vervormd en gesneden op lengte, voor wapening in beton en mortels.  
Vervaardigd uit hoog koolstof staal, met eindverankering.

### Chemische Analyse :

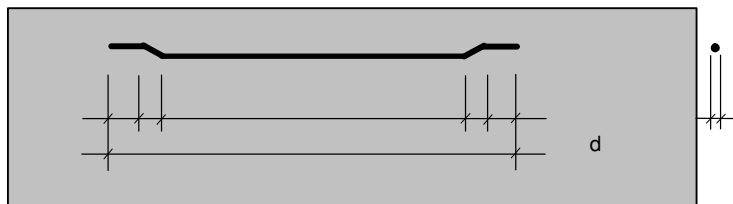
C	Si	Mn	P	S
$\leq 0,250$	$\leq 0,300$	$\leq 0,500$	$\leq 0,070$	$\leq 0,060$

Vermelding in gewichtsprocenten.

- Treksterkte draad** : > 1400 N/mm<sup>2</sup>
- Lengte** : 50,0 mm ± 3,5 mm
- Diameter** : 1,00 mm ± 0,05 mm

De staaldraadvezel is uitgevoerd met eindverankering aan beide zijden.

- Lengte eindhaken** : 6,0 mm ± 1,00 mm
- Lengte middengedeelte** : 38,0mm ± 1,00 mm
- Doorsnee** : rond
- Geometrie** :

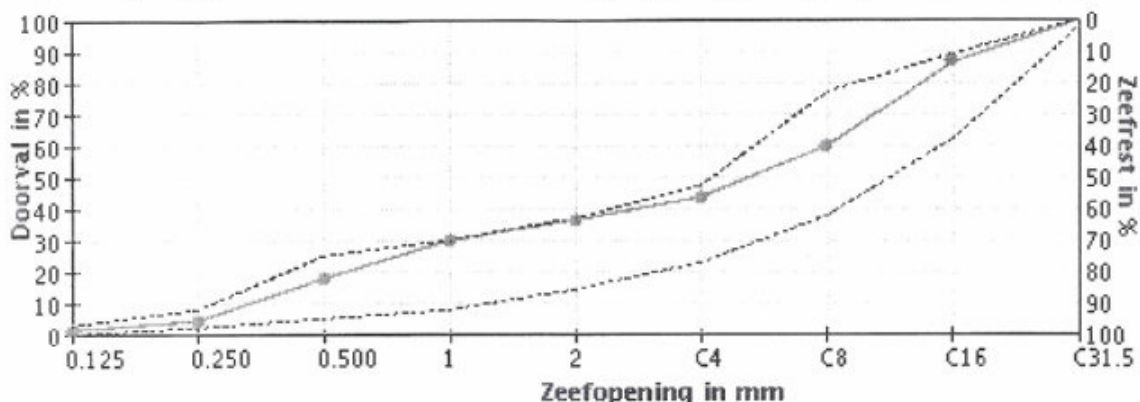


BIJLAGE B Betonmengsel

## Korrelverdeling en betonsamenstelling

Samenstelling: 792 proef  
 Sterkteklasse: Samenstelling Attest: 1721-07-0701  
 Milieuklasse: 00  
 Consistentieklasse: Cons. Geb. 3

Zeef	Mengsel		Gradering				Toeslagen				
	Zeefrest	Doorval	Min	Max	3	6	5	---	---	---	---
C31.5	0.5	99.5	0.0	2.0	0.0	1.6	0.0	---	---	---	---
C16	13.5	86.5	11.0	38.0	0.0	43.3	2.0	---	---	---	---
C8	40.0	60.0	23.0	62.0	0.0	74.7	59.6	---	---	---	---
C4	56.8	43.2	53.0	77.0	3.1	97.5	88.8	---	---	---	---
2	63.9	36.1	63.0	86.0	12.7	98.9	98.2	---	---	---	---
1	70.0	30.0	70.0	92.0	27.9	98.9	98.2	---	---	---	---
0.500	82.2	17.8	75.0	95.0	58.1	98.9	98.2	---	---	---	---
0.250	96.0	4.0	92.0	98.0	92.3	98.9	98.2	---	---	---	---
0.125	99.1	0.9	97.0	100.0	99.9	98.9	98.2	---	---	---	---
NI	5.22				2.94	7.12	6.41	---	---	---	---

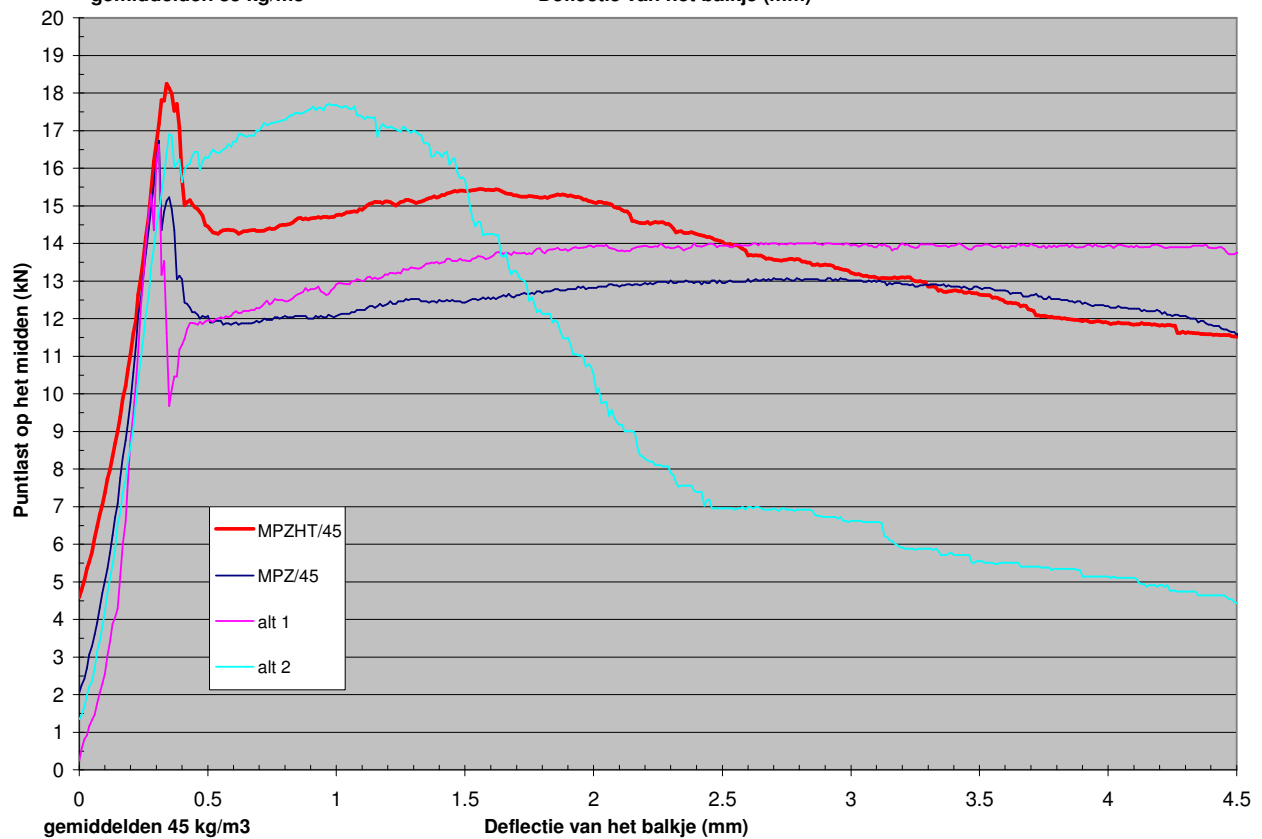
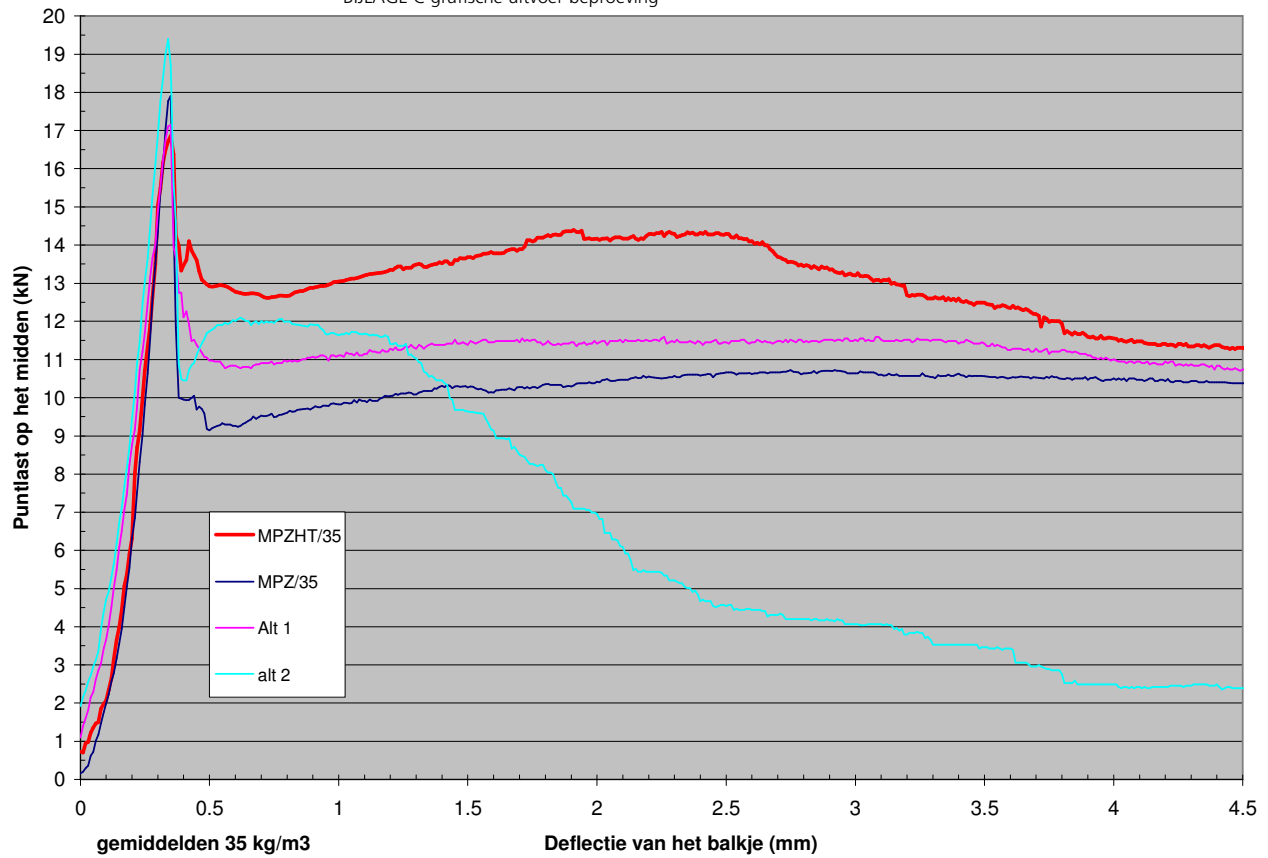


Betonsamenstelling voldoet aan gradering A/B lijn 4-32 1mm70%

Toeslagen	%	Gewicht	Vocht	Geabs Vocht	Totaal gewicht
3 Zand 0-4	40.4	753 kg	3.32 % (25.0 kg)	0.0 %	778.2 kg
6 Grind 4-32	29.8	555 kg	1.88 % (10.4 kg)	0.0 %	565.7 kg
5 Grind 4-16	29.8	555 kg	1.12 % (6.2 kg)	0.0 %	561.5 kg
Cement		Gewicht	Merk		
4 CEM I 42,5R		99 kg	Spenner		
13 Hoogovengranulaat		231 kg	Orcem		
Hulpstof		%	Gewicht	Merk	
10 Optima 200	0.45 %	1.48 kg	(1.41 l)	Conovation (OPT)	
7 TART VER	0.25 %	0.82 kg	(0.66 l)	Conovation (TAR)	
Water		WBF	Toeslag vocht/Absorbsie	Hulpstof vocht	te doseren
Totaal: 165 liter		0.5	41.67 l / 0.0 l = 41.67	0.0 l	123 liter
Materiaal < 0.25	Cement	111.6 liter	Vol. massa	2361.1 kg/m³	Gebroken materiaal: 0 kg
	Vulstof	0.0 liter	Eis sterkte	47.5 N/mm²	Chloridegehalte: 0.143 %
	Zand	22.0 liter			Alkaligehalte: 0.0 %
	Lucht	0.0 liter			
	Totaal	133.6 liter			

Berekend 08/01/2008 10:02 Volgrn: 4

BIJLAGE C grafische uitvoer beproeving



## BIJLAGE D Rekenvoorbeeld

### Uitgangspunten

Bedrijfsvloer

$Q = 25 \text{ kN/m}^2$

Palen vierkant 220 mm hoh 3,0\*3,0 m

Vakafmetingen van 40\*40 m

Uit de VBC/GTB tabellen volgen de volgende optredende momenten.

UGT

$M_d$  steunpunt 53 kNm (dit is inclusief de 40-60% regel verhoging).

$M_d$  veld 27 kNm

De opneembare capaciteit bij  $35 \text{ kg/m}^3$  MPZHT vezel bedraagt

$M_u$  steunpunt 69 kNm (dit is inclusief wapening 8-100).

$M_u$  veld 39 kNm

De BGT (die voor bedrijfsvloeren maatgevend is) is als volgt.

In de unity check wordt 70% van de capaciteit voor de externe momenten gebruikt en 30% voor de krimp. De unity check ligt dan precies rond de 1.

De opneembare capaciteit bij  $45 \text{ kg/m}^3$  MPZHT vezel bedraagt

$M_u$  steunpunt 69 kNm (dit is inclusief wapening 8-100).

$M_u$  veld 30 kNm

De BGT (die voor bedrijfsvloeren maatgevend is) is als volgt.

In de unity check wordt 70% van de capaciteit voor de externe momenten gebruikt en 30% voor de krimp. De unity check ligt dan precies rond de 1.

Uit dit voorbeeld dat typerend is voor bedrijfsvloeren blijkt dat in praktijk een hoge ftd2 (BGT) veel meer effect heeft dan een ftd3 (UGT). Dit is de reden dat een goede verankering (hoge ftd2) minder wijde scheurvorming zal laten zien.