

BUILDING RESEARCH INSTITUUT  
TESTEN LABORATORIA GROEP

VAKGROEP VAN GEBOUWSTRUCTUREN EN COMPONENTEN  
LABORATORIUM VAN GEBOUWSTRUCTUREN EN COMPONENTEN  
LK

**TESTRAPPORT Nr. LK00-01111 / 14 / Z00NK**

**Klant:** TRIMAL Polska Sp. z o.o.

**Klantadres:** ul. Konduktorska 42, 40-155 Katowice

**Objectinformatie testen**

**Test object :** Armastek composiet staven voor betonversterking

**Acceptatie datum :** 06.10.2014

**Nr. Acceptatiebericht testobject:** LK00-01111 / 14 / Z00NK

**Test object acceptatie procedure:** Procedures van administratie van testlaboratoria groep Nr. 18

**Startdatum testen:** 28.01.2015

**Einddatum testen:** 08.05.2015

**Testen uitgevoerd door:** dr. Przemysław Więch  
mgr eng Jacek Głodkiewicz

**Laboratory of Building Structures and Components LK<sup>L</sup><sub>SEP</sub>**

**Warszawa | ul. Filtrowa 1 | tel. (0-22) 57-96-165; 825-80-28 | fax (0-22) 57-96-189 ||**

## Building Research Institute

00-611 Warszawa | ul. Filtrowa 1 | tel. 22 825 04 71 |

fax 22 825 52 86 |

Regisseur tel. 22 825 28 85 | 22 825 13 03 | fax 22 825 77 30 |

02-656 Warszawa | ul. Ksawerów 211 tel. 22 843 14 71 |

fax 22 843 29 31 |

**KRS: 0000158785 | Regon: 000063650 | NIP: 525 000 93 58 |**

**PKO S.A. O / Warszawa | ul. Nowogrodzka 11 | 00-513**

**Warschau | Rekeningnummer**

**77124059181111000049134568 | [www.itb](http://www.itb)**

## 1. TESTMETHODE / PROCEDURE :

- A) Uiteindelijke treksterkte en elasticiteitsmodulus, zoals beschreven in 3.1.*
- B) Ultieme buigsterkte, zoals beschreven in 3.2.*
- C) Ultieme afschuifsterkte, zoals beschreven in 3.3.*
- D) Ultieme compressiesterkte langs de vezels, zoals beschreven in 3.4.*
- E) Doorsnedeoppervlak en geometrie van ribben, zoals beschreven in 3.5.*
- F) Chemische bestendigheid tegen alkali, zoals beschreven in 3.6.*
- G) Kruip , zoals beschreven in 3.7.*
- H) Hechting op beton, zoals beschreven in 3.8.*

## 2. ELEMENTEN VOOR HET TESTEN

De te testen elementen zijn staven voor betonversterking, gemaakt van composietmateriaal - glasvezelversterkte kunststof (GFRP). Over het gehele oppervlak van de staven bevindt zich een glasvezeldraad geïmpregneerd met epoxyhars, gericht op het vergroten van de hechting aan beton; dus de vlecht speelt een soortgelijke rol als het raamwerk van stalen wapeningsstaven. Wat de monsters betreft die bedoeld zijn voor het testen van de treksterkte en de hechting op beton, heeft de fabrikant ze voorzien van hulpstukken aan de uiteinden van de staven en gemaakt van stukken stalen buizen; de staven worden geplaatst op deze fittingen op epoxyhars. Deze fittingen zijn ontworpen om de monsters in de kaken van de testmachine te bevestigen. Wat betreft de monsters bestemd voor kruiptest en test van chemische bestendigheid tegen alkali, worden de fittingen gemaakt bij Building Research Institute met behulp van S355 26,9 x 3,2 mm buizen, Epidian 62 epoxyhars en uithardingsmiddel Z-1.

### 3. BESCHRIJVING VAN DE TESTMETHODE

#### 3.1 Ultieme treksterkte en elasticiteitsmodulus

Het testen moet op dezelfde manier worden uitgevoerd als voor metalen monsters volgens PN-EN ISO 6892-1, waarbij monsters van vrije lengte tussen de houders van ten minste 25 monsterdiameters worden gebruikt. Het monster moet op zodanige wijze in de testmachine worden bevestigd dat wordt voorkomen dat het monster uit de houder wordt geknikt of valt. Secant-modulus  $E_{T,i}$  voor deformaties veroorzaakt door een destructieve kracht van 0,2 en 0,5 moet worden genomen als rekmodulus. De uiterste treksterkte  $R_{T,i}$  is de grootste kracht  $F_T$ , die tijdens de uitgevoerde tests werd geregistreerd ten opzichte van het nominale oppervlak van de dwarsdoorsnede van het monster.

#### 3.2 Ultieme buigsterkte

Het testen moet worden uitgevoerd in een klasse 1-testmachine, op een vrij ondersteund monster dat wordt belast door een eenheidskracht in het midden van de overspanning. De afstand tussen steunen tijdens het testen moet gelijk zijn aan 10 nominale radius van het monster. De diameter van de staaf moet gelijk zijn aan de nominale diameter van het te testen monster. Als resultaat van testen moet de maximale waarde van normale spanningen in het monster worden aangegeven, die als volgt uit de formule wordt bepaald:

$$R_{B,i} = 8 \cdot F_m \cdot L / (N \cdot d_s^3)$$

Waar :

$F_m$  : is de maximale kracht die wordt verkregen tijdens het testen .

$L$  : is de afstand tussen de steunen

$d_s$  : is de nominale diameter van de geteste staaf.

### 3.3 Ultieme afschuifsterkte

Tests moeten worden uitgevoerd volgens het schema in figuur 1.

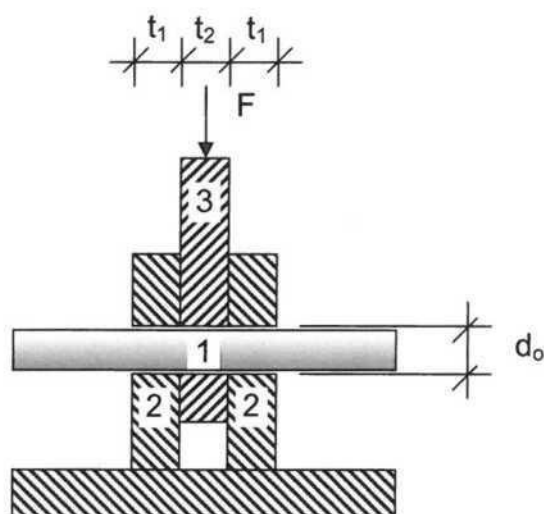


Fig. 1 - Diagram van de schuifsterkte testen

Monster "1" gaat door de gaten gevormd in lagen "2" van de basis en beweegbaar blad "3". De dikte waarden  $t_1$  en  $t_2$  mogen niet kleiner zijn dan de diameter van het gat in het blad  $d_0$ . Diameter van gat,  $d_0$  moet zorgen voor een zo nauw mogelijke montage van het monster.

Het testen moet worden uitgevoerd in een klasse 1-testmachine. Belasting moet worden toegepast met een snelheid van  $5 \pm 15$  mm / min tot het falen van het monster.

De uiteindelijke afschuifsterkte  $RS_i$  is de helft van de maximale kracht die tijdens het testen wordt verkregen ten opzichte van het nominale oppervlak van het monster.

### 3.4 Ultieme compressiesterkte langs de vezels

Het testen van de druksterkte moet worden uitgevoerd in een klasse 1-testmachine, waarbij monsters worden gebruikt met een vrije lengte die gelijk is aan 3 nominale radius van de te testen staaf. Tijdens het testen moet het monster in de machine worden bevestigd, zodat de uiteinden worden beschermd tegen splijting/deling.

Uiteindelijke compressiesterkte  $RC_i$  is de grootste kracht die tijdens de uitgevoerde tests is geregistreerd ten opzichte van het nominale oppervlak van de dwarsdoorsnede van het monster.

### 3.5 Doorsnedeoppervlak en geometrie van ribben

Het doorsnedeoppervlak moet worden bepaald volgens de methode die wordt vermeld voor geribbelde staven in PN-EN ISO 15630-1. Voor de berekening dient de materiaaldichtheid gelijk te zijn aan 2150 kg / m<sup>3</sup>. Bepaling van de ribbengeometrie omvat het meten van de binnendiameter van de staaf, de buitendiameter van de staaf met een vlechtwerk en vlechtafstand. De meting van de buitenste en binnenste diameters moet in twee richtingen loodrecht op elkaar worden uitgevoerd op ten minste 3 meetpunten voor elk monster. De meting van de steek van het vlechtwerk moet worden uitgevoerd op een deel van ten minste tien keer de grootte ervan. Voor het uitvoeren van metingen moeten instrumenten worden gebruikt met een meetresolutie van ten minste 0,01 mm en een standaard eenheidsnauwkeurigheid van maximaal 0,07 mm.

### 3.6 Chemische weerstand tegen alkali

Het testen van chemische bestendigheid tegen alkali omvat het blootstellen van monsters in een oplossing van 8 g NaOH + 22,4 g KOH per 1000 ml water bij een temperatuur van 60 ° C gedurende 1000 uur. Na conditionering van de treksterkte van de monsters RT,a,1000 is bepaald overeenkomstig punt 3.1, en vervolgens wordt op basis van de gemiddelde treksterkte van de monsters vóór conditionering RT, i, av, coëfficiënt Ca, 1000 als volgt uit de formule bepaald:

$$Ca, 1000 = (1 - RT, a, 1000 / RT, i, av) \cdot 100\% \quad (2)$$

Een kortere conditioneringstermijn is toegestaan, maar deze mag niet korter zijn dan 336 uur (14 dagen).

In dit geval moet een extrapolatie van de verkregen resultaten worden gemaakt met behulp van de volgende relatie:

$$Ca,1000 = (1 - 10^{-3} \log (RT, a, t / RT, i, av) / \log (t)) \cdot 100\% \quad (3)$$

waar: t - tijd van conditionering van het monster in uren  
 uren : RT, t, a - treksterkte van het monster na t uur

### 3.7 Kruip

Het testen moet worden uitgevoerd met apparatuur en omstandigheden die voldoen aan de vereisten voor isothermische relaxatietesten volgens PN-EN-ISO 15630-3. Het testen moet worden uitgevoerd voor ten minste vijf monsters op initiële belading  $F_i$ , gelijk aan :

$C_c + 2\%$ ,  $C_c + 1\%$ ,  $C_c$ ,  $C_c - 1\%$ ,  $C_c - 2\%$  van de gemiddelde treksterkte  $F_{T, i, av}$  bepaald in overeenkomstig punt 3.1.  $C_c$  is de waarde van de vermindering van de maximale belasting veroorzaakt door kruip na 1000 uur, gespecificeerd door de fabrikant. De belasting moet op dezelfde manier worden toegepast als bij isothermische relaxatietesten volgens PN-EN-ISO 15630-3. Tijdens het testen moet de kracht constant worden gehouden met een nauwkeurigheid van ten minste  $\pm 0,5\%$ , en registratie van vervormingen moet worden uitgevoerd na ten minste de volgende intervallen vanaf het einde van de belastingstoepassing: 5 min; 30 minuten; 1 uur; twee uur; 4 uur; 24 uur; 48 uur; 120 uur; 240 uur; en na 240 uur - minstens één keer per week.

De meetbank moet zodanig zijn uitgerust dat de tijd van het falen van het monster kan worden bepaald met een nauwkeurigheid van ten minste 1 minuut.

Herberekening van de faaltijd  $t$  van het monster geladen met initiële kracht  $F_i$  om de beladingslimiet na 1000 uur te herleiden moet worden uitgevoerd met behulp van de relatie als volgt:

$$C_c, 1000 \left( 1 - 10^{-3 \log (F_i / F_{T, i, av}) / \log (t)} \right) \approx 100\% \quad (4)$$

### 3.8 Hechting op beton

Het testen van de hechting op beton moet worden uitgevoerd volgens de methode in bijlage D bij PN-EN 10080. Tijdens de test moet krachtwaarden worden bepaald voor ten minste drie schuifwaarden gelijk aan 0,01 mm; 0,1 mm en 1,0 mm, en de maximale kracht die gepaard gaat met het verlies van hechting. Het testresultaat is de gemiddelde spanningswaarde  $T_m$  voor glijwaarden van 0,01 mm; 0,1 mm en 1,0 mm, evenals verlies van adhesiestresswaarde  $T_r$ . Het vrije uiteinde van de staaf moet zodanig in de testmachine worden bevestigd dat wordt voorkomen dat deze barst of uit de houder valt.

## 4 TEST RESULTATEN

### 4.1 Maximale treksterkte en elasticiteit module)

Tabel 1

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>oppervlakte Dwarsdoor sneden</i>	<i>Maximale modules van verlenging</i>	<i>Maximale treksterkte</i>	Notities
			$S_0$	$ET,i$	$R_{T,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	GPa	MPa	
1	LK1111 / 14/8/1	8.0	50.3	52.6	1454	
2	LK1111/14/8/2	8.0	50.3	51.3	1375	
3	LK1111/14/8/3	8.0	50.3	51.6	1536	
4	LK1111/14/8/4	8.0	50.3	51.9	1339	
5	LK1111/14/8/5	8.0	50.3	50.7	1512	
6	LK1111/14/8/6	8.0	50.3	51.2	1494	
7	LK1111/14/8/7	8.0	50.3	54.5	1399	
8	LK1111/14/8/8	8.0	50.3	54.8	1494	
9	LK1111/14/8/9	8.0	50.3	52.7	1538	
10	LK1111/14/8/10	8.0	50.3	52.7	1540	
Gemiddelde waarde				52.4	1468	
Standaard afwijking				1.4	73	
Variatie coëfficiënt v %				2.6	5.0	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 1.4	± 18	



Tabel 2

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>Oppervlakte Dwarsdoorsnedes</i>	<i>Maximale modulus van verlenging</i>	<i>Maximale treksterkte</i>	Notities
			$S_0$	$ET_i$	$R_{T,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	GPa	MPa	
1	LK1111/14/1 2/1	12.0	113	49.9	1300	
2	LK1111/14/1 2/2	12.0	113	48.9	1332	
3	LK1111/14/1 2/3	12.0	113	50.9	1144	
4	LK1111/14/1 2/4	12.0	113	49.1	1167	
5	LK1111/14/1 2/5	12.0	113	49.7	1110	
6	LK1111/14/1 2/6	12.0	113	53.4	-	1)
7	LK1111/14/1 2/7	12.0	113	50.0	1126	
8	LK1111/14/1 2/8	12.0	113	49.9	1123	
Gemiddelde waarde				50.2	1186	
Standaard afwijking				1.4	91	
Variatie coëfficiënt v%				2.9	7.7	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 1.3	± 15	
1)proefstuk wordt uit de hoes gehaald						

Tabel 3

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale module van uitrekking	Maximale treksterkte	Notities
			$S_0$	$ET_i$	$R_{T,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	GPa	MPa	
1	LK1111/14/18/1	18.0	254	52.1	-	
2	LK1111/14/18/2	18.0	254	54.6	-	
3	LK1111/14/18/3	18.0	254	53.7	-	
4	LK1111/14/18/4	18.0	254	50.6	-	
5	LK1111/14/18/5	18.0	254	50.4	-	
6	LK1111/14/18/6	18.0	254	51.1	-	
7	LK1111/14/18/7	18.0	254	50.0	-	
8	LK1111/14/18/8	18.0	254	50.0	-	
9	LK1111/14/18/9	18.0	254	52.8	-	
10	LK1111/14/8/10	18.0	254	52.5	-	
gemiddelde waarde				52.4	-	
Standaard afwijking				1.4	-	
Variatie coëfficiënt v%				2.6	-	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 1.4	-	

## 4.2 Maximale buigweerstand

Tabel 4

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>Oppervlakte Dwarsdoorsneden</i>	<i>Maximale kracht</i>	<i>Maximale buigkracht</i>	Notities
			$S_0$	$F_m$	$RB,i$	
		mm	mm <sup>2</sup>	kN	MPa	
1	LK1111/14/8/31	8.0	50.3	2.205	877	
2	LK1111/14/8/32	8.0	50.3	2.355	937	
3	LK1111/14/8/33	8.0	50.3	2.282	908	
4	LK1111/14/8/34	8.0	50.3	2.375	945	
5	LK1111/14/8/35	8.0	50.3	2.290	911	
6	LK1111/14/8/36	8.0	50.3	2.225	885	
7	LK1111/14/8/37	8.0	50.3	2.072	824	
8	LK1111/14/8/38	8.0	50.3	2.161	860	
9	LK1111/14/8/39	8.0	50.3	1.964	781	
10	LK1111/14/8/40	8.0	50.3	2.268	902	
Gemiddelde waarde				2.220	883	
Standaard afwijking				0.127	50	
Variatie coëfficiënt v%				5.7	5.7	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 0.028	±11	
Afstand tussen ondersteuning = 80 mm, staaf diameter = 8 mm						

Tabel 5

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale kracht	Maximale buigkracht	Notities
			$S_0$	$F_m$	$RB,i$	
		mm	mm <sup>2</sup>	kN	MPa	
1	LK1111/14/12/31	12.0	113	3.680	651	
2	LK1111/14/12/32	12.0	113	3.640	644	
3	LK1111/14/12/33	12.0	113	3.750	663	
4	LK1111/14/12/34	12.0	113	4.000	707	
5	LK1111/14/12/35	12.0	113	3.710	656	
6	LK1111/14/12/36	12.0	113	4.060	718	
7	LK1111/14/12/37	12.0	113	3.780	668	
8	LK1111/14/12/38	12.0	113	3.900	690	
9	LK1111/14/12/39	12.0	113	3.770	667	
10	LK1111/14/12/40	12.0	113	3.700	654	
Gemiddelde waarde				3.799	672	
Standaard afwijking				0.141	25	
Variatie coëfficiënt v%				3.7	3.7	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 0.047	±8	
Afstand tussen ondersteuning = 120 mm, staaf diameter = 12 mm						

Tabel 6

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale kracht	Maximale buigkracht	Notities
			$S_0$	$F_m$	$RB_i$	
		mm	mm <sup>2</sup>	kN	MPa	
1	LK1111/14/18/31	18.0	254	8.050	738	
2	LK1111/14/18/32	18.0	254	9.000	825	
3	LK1111/14/18/33	18.0	254	9.140	838	
4	LK1111/14/18/34	18.0	254	9.110	835	
5	LK1111/14/18/35	18.0	254	8.230	755	
6	LK1111/14/18/36	18.0	254	8.610	789	
7	LK1111/14/18/37	18.0	254	8.260	757	
8	LK1111/14/18/38	18.0	254	8.930	819	
9	LK1111/14/18/39	18.0	254	8.420	772	
10	LK1111/14/18/40	18.0	254	9.430	865	
Gemiddelde waarde				8.718	799	
Standaard afwijking				0.466	43	
Variatie coëfficiënt v%				5.3	5.3	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±0.109	± 10	
Afstand tussen ondersteuning = 210 mm, staaf diameter = 18 mm						

### 4.3 Maximale afschuifsterkte

Tabel 7

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>Oppervlakte Dwarsdoorsneden</i>	<i>Maximale schuifweerstand</i>	Notities
			$S_0$	$R_{s,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/8/21	8.0	50.3	185.5	
2	LK1111/14/8/22	8.0	50.3	223.8	
3	LK1111/14/8/23	8.0	50.3	185.5	
4	LK1111/14/8/24	8.0	50.3	203.9	
5	LK1111/14/8/25	8.0	50.3	184.0	
6	LK1111/14/8/26	8.0	50.3	191.5	
7	LK1111/14/8/27	8.0	50.3	213.4	
8	LK1111/14/8/28	8.0	50.3	198.9	
9	LK1111/14/8/29	8.0	50.3	228.3	
10	LK1111/14/8/30	8.0	50.3	196.5	
Gemiddelde waarde				201.1	
Standaard afwijking				16.0	
Variatie coëfficiënt v%				8.0	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±2.6	

Tabel 8

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale schuifweerstand	Notities
			$S_0$	$R_{s,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/12/21	12.0	113	155.8	
2	LK1111/14/12/22	12.0	113	159.2	
3	LK1111/14/12/23	12.0	113	153.0	
4	LK1111/14/12/24	12.0	113	158.0	
5	LK1111/14/12/25	12.0	113	170.0	
6	LK1111/14/12/26	12.0	113	179.0	
7	LK1111/14/12/27	12.0	113	168.0	
8	LK1111/14/12/28	12.0	113	170.4	
9	LK1111/14/12/29	12.0	113	165.1	
10	LK1111/14/12/30	12.0	113	149.9	
Gemiddelde waarde				162.8	
Standaard afwijking				9.2	
Variatie coëfficiënt v%				5.6	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±2.1	

Tabel 9

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale schuifweerstand	Notes notities
			$S_0$	$R_{s,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/18/21	18.0	254	161.1	
2	LK1111/14/18/22	18.0	254	163.1	
3	LK1111/14/18/23	18.0	254	159.2	
4	LK1111/14/18/24	18.0	254	166.2	
5	LK1111/14/18/25	18.0	254	170.3	
6	LK1111/14/18/26	18.0	254	176.2	
7	LK1111/14/18/27	18.0	254	180.6	
8	LK1111/14/18/28	18.0	254	174.7	
9	LK1111/14/18/29	18.0	254	170.9	
10	LK1111/14/18/30	18.0	254	164.7	
Gemiddelde waarde				168.7	
Standaard afwijking				7.0	
Variatie coëfficiënt v%				4.2	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±2.1	



#### 4.4 Maximale compressieweerstand in de lengte van de vezels

Tabel 10

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>Oppervlakte Dwarsdoorsneden</i>	<i>Maximale compressie</i>	Notities
			$S_0$	$R_{C,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/8/11	8.0	50.3	469.5	
2	LK1111/14/8/12	8.0	50.3	569.0	
3	LK1111/14/8/13	8.0	50.3	650.5	
4	LK1111/14/8/14	8.0	50.3	451.6	
5	LK1111/14/8/15	8.0	50.3	495.4	
6	LK1111/14/8/16	8.0	50.3	457.6	
7	LK1111/14/8/17	8.0	50.3	531.2	
8	LK1111/14/8/18	8.0	50.3	517.3	
9	LK1111/14/8/19	8.0	50.3	582.9	
10	LK1111/14/8/20	8.0	50.3	769.9	
Gemiddelde waarde				549.5	
Standaard afwijking				99.5	
Variatie coëfficiënt v%				18.1	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±8.9	

Tabel 11

Nr.	Proefstuk ID	Nominale Diameter	Oppervlakte Dwarsdoorsneden	Maximale compressie	Notities
			$S_0$	$R_{Ci}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/12/11	12.0	113	415.6	
2	LK1111/14/12/12	12.0	113	523.4	
3	LK1111/14/12/13	12.0	113	527.9	
4	LK1111/14/12/14	12.0	113	534.1	
5	LK1111/14/12/15	12.0	113	604.8	
6	LK1111/14/12/16	12.0	113	588.0	
7	LK1111/14/12/17	12.0	113	513.7	
8	LK1111/14/12/18	12.0	113	591.5	
9	LK1111/14/12/19	12.0	113	539.4	
10	LK1111/14/12/20	12.0	113	609.2	
Gemiddelde waarde				544.8	
Standaard afwijking				58.1	
Variatie coëfficiënt v%				10.7	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 7.1	

Tabel 12

Nr.	Proefstuk ID	<i>Nominale Diameter</i>	<i>Oppervlakte Dwarsdoorsneden</i>	<i>Maximale compressie</i>	Notities
			$S_0$	$R_{C,i}$	
		mm	mm <sup>2</sup>	MPa	
1	LK1111/14/18/11	18.0	254	558.4	
2	LK1111/14/18/12	18.0	254	609.1	
3	LK1111/14/18/13	18.0	254	483.4	
4	LK1111/14/18/14	18.0	254	578.5	
5	LK1111/14/18/15	18.0	254	719.9	
6	LK1111/14/18/16	18.0	254	672.0	
7	LK1111/14/18/17	18.0	254	672.0	
8	LK1111/14/18/18	18.0	254	672.8	
9	LK1111/14/18/19	18.0	254	620.9	
10	LK1111/14/18/20	18.0	254	604.0	
Gemiddelde waarde				619.1	
Standaard afwijking				68.9	
Variatie coëfficiënt v%				11.1	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				±8.4	

#### 4.5 Dwarsdoorsnede oppervlakte en geometrie van de ribben

Tabel 13

Nom. diam.	Proefstuk Nr.	<u>Oppervlak sectie bepaald door massa</u>	<i>Rib dimensies</i>				Gemiddelde relatief oppervlak van de rib
			Diameter		Omvlechting	Omvlechting hoogte	
			<i>intern</i>	<i>extern</i>			
<b>d<sub>s</sub></b>	<b>A</b>	<b>d<sub>i</sub></b>	<b>d<sub>e</sub></b>	<b>C<sub>s</sub></b>	<b>h<sub>s</sub></b>	<b>f<sub>p</sub></b>	
mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	-	
8.0	LK1111/14/8/41	51.816	7.84	9.70	6.686	0.825	<b>0.123</b>
			8.08	9.72			
			7.97	9.66			
			7.94	9.12			
			7.90	9.38			
			7.89	9.92			
Gemiddelde waarden			<b>7.94</b>	<b>9.59</b>	<b>6.686</b>	<b>0.82</b>	
s			<b>0.08</b>	<b>0.29</b>	-	-	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)		<b>± 0.060</b>	<b>±0.13</b>	<b>±0.26</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.15</b>	<b>± 0.022</b>
8.0	LK1111/14/8/42	52.149	7.84	9.32	6.686	0.797	<b>0.119</b>
			8.08	9.48			
			7.97	9.54			
			7.94	9.62			
			7.90	9.48			
			7.89	9.72			
Gemiddelde waarden			<b>7.94</b>	<b>9.53</b>	<b>6.686</b>	<b>0.80</b>	
s			<b>0.08</b>	<b>0.14</b>	-	-	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer		<b>± 0.061</b>	<b>±0.13</b>	<b>±0.16</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.10</b>	<b>±0.016</b>

8.0	LK1111/14/8/43	52.046	7.84	9.36	6.686	0.783	<b>0.117</b>
			8.08	9.50			
			7.97	9.48			
			7.94	9.68			
			7.90	9.44			
			7.89	9.54			
gemiddelde waarden			<b>7.94</b>	<b>9.50</b>	<b>6.686</b>	<b>0.78</b>	
s			<b>0.08</b>	<b>0.11</b>	-	-	
Uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer:		<b>± 0.077</b>	<b>±0.13</b>	<b>±0.15</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.10</b>	<b>±0.015</b>

Tabel 14

Nom. diam.	Proefstuk Nr.	<u>oppervlak</u> <u>sectie</u> <u>bepaald</u> <u>door</u> <u>massa</u>	Rib dimensies				gemiddel de relatief opperval k van de rib
			Diameter		omvlechting	omvlechting hoogte	
			interne	externe			
$d_s$	A	$d_i$	$d_e$	$C_s$	$h_s$	$f_p$	
mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	-	
12.0	LK1111/14/12/41	106.23	11.81	13.48	8.453	0.867	<b>0.103</b>
			11.86	13.54			
			11.63	13.64			
			11.94	13.44			
			11.44	13.22			
			11.63	13.38			
gemiddelde waarden			<b>11.72</b>	<b>13.45</b>	<b>8.453</b>	<b>0.87</b>	
s			<b>0.18</b>	<b>0.14</b>	-	-	
uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)		<b>±0.12</b>	<b>±0.19</b>	<b>±0.16</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.13</b>	<b>±0.015</b>
12.0	LK1111/14/12/42	106.41	11.95	13.15	8.502	0.755	<b>0.089</b>
			11.65	13.55			
			11.76	13.25			
			11.99	13.33			
			11.90	13.13			
			11.74	13.65			
gemiddelde waarden			<b>11.83</b>	<b>13.34</b>	<b>8.502</b>	<b>0.76</b>	
s			<b>0.13</b>	<b>0.21</b>	-	-	
uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer:		<b>±0.12</b>	<b>±0.16</b>	<b>±0.21</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.13</b>	<b>±0.015</b>

12.0	LK1111/14/12/43	104.39	11.82	13.73	8.507	0.765	<b>0.090</b>
			11.62	13.21			
			11.70	13.13			
			11.91	13.43			
			11.70	13.61			
			11.66	12.51			
gemiddelde waarden			<b>11.74</b>	<b>13.27</b>	<b>8.507</b>	<b>0.77</b>	
s			<b>0.11</b>	<b>0.44</b>	-	-	
<i>uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer:</i>		<b>±0.12</b>	<b>±0.15</b>	<b>±0.37</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.20</b>	<b>± 0.024</b>

Tabel 15

Nom. diam.	Proefstuk Nr.	oppervlak sectie bepaald door massa	Rib dimensies				gemiddel de relatief opperval k van de rib
			Diameter		omvlechting	omvlechting hoogte	
			interne	externe			
<b>d<sub>s</sub></b> mm	<b>A</b> mm <sup>2</sup>	<b>d<sub>i</sub></b> mm	<b>d<sub>e</sub></b> mm	<b>C<sub>s</sub></b> mm	<b>h<sub>s</sub></b> mm	<b>f<sub>p</sub></b> -	
18.0	LK1111/14/18/41	242.12	17.48	20.27	10.490	1.083	<b>0.103</b>
			17.60	19.75			
			17.66	19.63			
			17.80	19.45			
			17.81	19.13			
			17.34	20.49			
gemiddelde waarden			<b>17.62</b>	<b>19.78</b>	<b>10.490</b>	<b>1.08</b>	
s			<b>0.18</b>	<b>0.51</b>	-	-	
uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)		<b>±0.37</b>	<b>±0.19</b>	<b>±0.43</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.24</b>	<b>± 0.022</b>
18.0	LK1111/14/18/42	241.61	17.14	20.03	10.288	1.070	<b>0.104</b>
			17.89	20.07			
			17.35	19.51			
			17.91	19.93			
			17.47	19.73			
			17.64	18.95			
gemiddelde waarden			<b>17.57</b>	<b>19.71</b>	<b>10.288</b>	<b>1.07</b>	
s			<b>0.31</b>	<b>0.42</b>	-	-	



uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer:		<b>±0.37</b>	<b>±0.27</b>	<b>±0.36</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.23</b>	<b>± 0.022</b>
18.0	LK1111/14/18/43	241.14	17.15	18.67	10.798	0.955	<b>0.088</b>
			17.86	20.39			
			17.15	18.75			
			17.94	19.99			
			17.37	19.39			
			17.86	19.63			
gemiddelde waarden			<b>17.56</b>	<b>19.47</b>	<b>10.798</b>	<b>0.96</b>	
s			<b>0.37</b>	<b>0.68</b>	-	-	
uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer:		<b>±0.37</b>	<b>±0.33</b>	<b>±0.57</b>	<b>±0.012</b>	<b>±0.33</b>	<b>± 0.030</b>

## 4.6 Chemische weerstand tot Alkali

Tabel 16

Nr.	Proefstuk id.	gemiddelde relatief oppervalk van de rib  mm	oppervlakte dwarsdoorsneden  S <sub>0</sub> mm <sup>2</sup>	verlies van initiële stabiliteit na 336 uur	Geëxtrapoleerd Verlies van stabiliteit na 1000 uur	notities
				Ca,336	Ca,1000	
				%	%	
1	LK1111/14/8/11	8.0	50	18.8%	21.9%	
2	LK1111/14/8/12	8.0	50	15.4%	18.1%	
3	LK1111/14/8/13	8.0	50	17.9%	20.9%	
4	LK1111/14/8/14	8.0	50	30.5%	-	1)
5	LK1111/14/8/15	8.0	50	16.9%	19.8%	
6	LK1111/14/8/16	8.0	50	40.8%	-	1)
gemiddelde waarden				17.3%	21.0%	
uitgebreide afwijking van een enkele meetwaarde met een zekerheid van ongeveer 95% (k=2)				± 1.3%	±2.1%	
1) proefstuk wordt uit hoes gehaald – test resultaten zijn ongeldig verklaard						

## 4.7 Kruip

Tabel 17

<i>proefstuknaam</i>							
LK1111/14/12/51		LK1111/14/12/52		LK1111/14/12/54		LK1111/14/12/55	
<i>belading</i>							
80% FT,i,av		76% FT,i,av		68% FT,i,av		64% FT,i,av	
<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename)</i>	<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>	<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>	<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>
[h]	[%]	[h]	[%]	[h]	[%]	[h]	[%]
0.083	0.000	0.083	0.000	0.083	0.000	0.83	0.000
0.5	0.137	0.5	0.071	0.5	0.035	0.5	0.046
1	0.172	1.0	0.087	1.0	0.054	1.0	0.058
Falen proefstuk speelde zich af na 2,5 uur		4.0	0.119	5.0	0.086	5.0	0.084
		24.0	0.206	24.5	0.130	24.5	0.137
		49.5	0.283	49.0	0.172	49.0	0.161
		120	0.323	120	0.203	120	0.197
		192	0.399	192	0.215	192	0.207
		288	0.626	288	0.239	288	0.226
		360	0.882	432	0.244	432	0.234
		Falen proefstuk speelde zich af na 428uur			696	0.269	696

Tabel 18

<i>proefstuknaam</i>					
LK1111/14/12/57		LK1111/14/12/58		LK1111/14/12/59	
<i>belading</i>					
56% FT,i,av		52% FT,i,av		48% FT,i,av	
<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>	<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>	<i>test tijd</i>	<i>deformatie toename</i>
[h]	[%]	[h]	[%]	[h]	[%]
0.83	0.000	0.83	0.000	0.83	0.000
0.5	0.008	0.5	0.021	0.5	0.019
1.0	0.018	1.0	0.026	1.0	0.028
4.0	0.036	4.0	0.049	4.0	0.044
24.0	0.065	24.0	0.082	24.0	0.061
50.	0.080	50.	0.099	50.	0.089
120	0.099	120	0.122	120	0.090
192	0.110	192	0.135	192	0.109
288	0.126	288	0.152	288	0.140
432	0.126	432	0.154	432	0.145
696	0.144	696	0.176	696	0.144

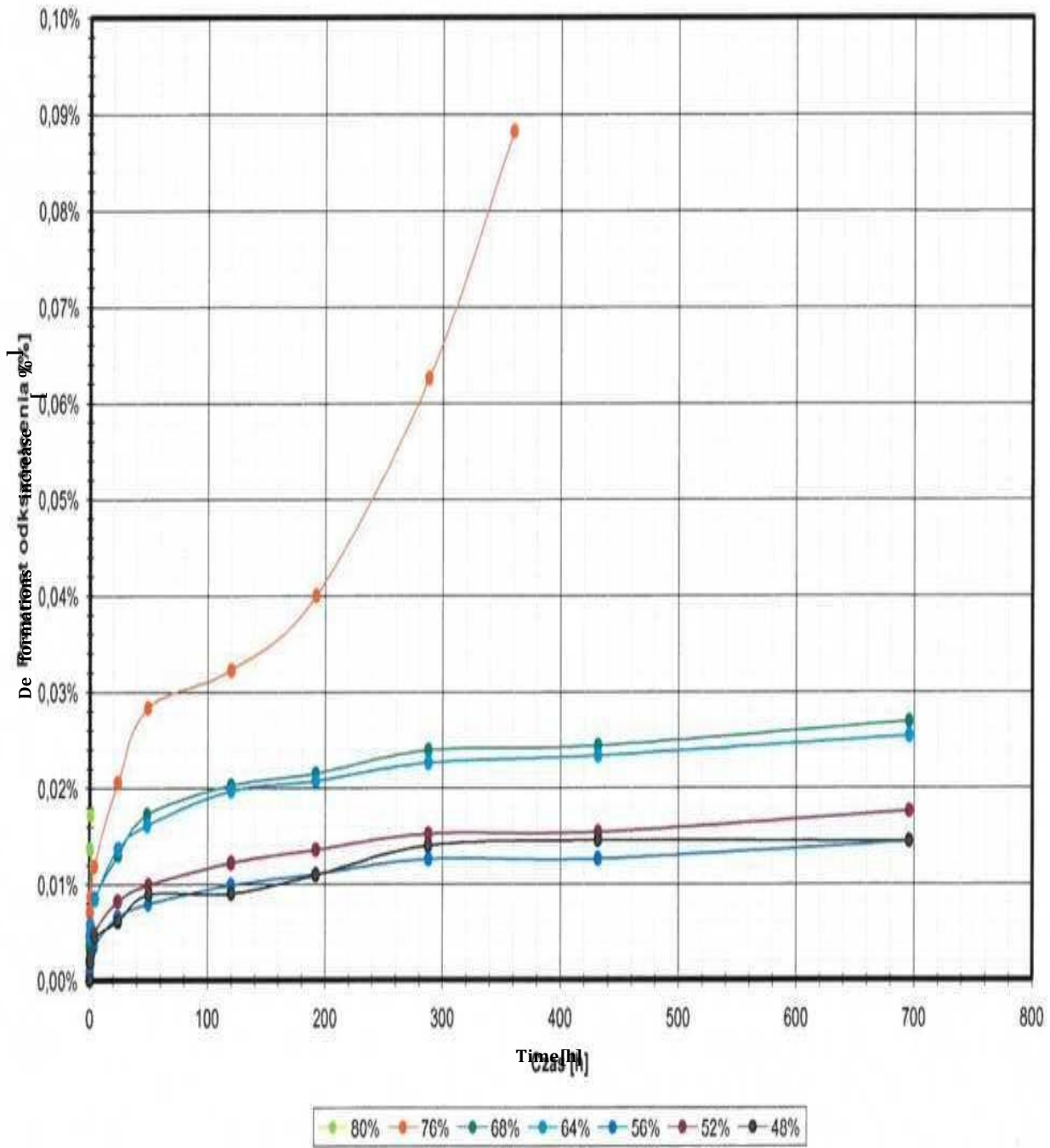


Fig. 1 – Deformatie toename over geteste periode.

## 4.8 Hechting aan beton

Testen werden uitgevoerd voor ontwerpsterkte van beton gelijk aan 25 MPa (betonklasse C25 / 30). De verhouding tussen de werkelijke gemiddelde druksterkte van beton en de ontwerpwaarde is 0,72.

Tabel 19

<i>Diameter van de staaf</i>	<i>kracht bij verschuiving 0.01 mm</i>	<i>kracht bij verschuiving 0.1 mm</i>	<i>kracht bij verschuiving 1 mm</i>	<i>maximale kracht</i>	<i>gemiddelde stress tijdens verschuiving</i>	<i>stress door adhesie verlies</i>
mm	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa
8	1.19	6.45	10.10	11.20	8.19	15.5
8	0.96	6.21	8.36	9.82	7.17	13.6
8	0.86	4.51	10.34	11.41	7.25	15.8
8	1.21	7.15	8.49	9.78	7.78	13.5
8	1.55	5.88	9.65	11.22	7.88	15.5
8	1.70	7.31	10.24	14.00	8.89	19.4
12	2.60	11.00	19.50	25.50	6.79	15.7
12	3.38	8.90	22.05	25.00	7.04	15.4
12	4.75	9.85	23.40	25.15	7.80	15.5
12	4.50	11.25	23.00	25.30	7.95	15.6
12	3.65	14.20	22.10	24.90	8.20	15.3
12	2.85	9.45	23.05	25.10	7.25	15.4

## 5. Evaluatie van de testresultaten

### 5.1 Vereisten

Tabel 20

Nr.	eigenschappen	vereisten	Beproevingsmethode
1	2	3	4
1.	tolerantie van het oppervlak gebaseerd op het gewicht van de nominale waarde	$\pm 8\%$	volgens 3.5
2.	Binnen diameter $d_i$ [mm]	$d_s - 1 \leq d_i \leq d_s$ ( $d_s$ - nominale diameter van bar in mm)	
3.	Buiten diameter $d_e$ [mm]	$d_s \leq d_e \leq d_s + 1$ ( $d_s$ - nominale diameter van bar in mm)	
4.	Vlechtpitch $c_s$ [mm]	$0.4d_s + 3 \leq c_s \leq 0.4d_s + 4$ ( $d_s$ - nominale diameter van bar in mm)	
5.	Minimale versterkingsfactor $f_{p2}$ [-]	0.070	
6.	Ultieme treksterkte $R_{T,i}$ [MPa]	$\geq 1100$	volgens 3.1
7.	Ultieme modulus van rek $E_{T,i}$ [GPa]	50-55	
8.	Ultieme compressiesterkte langs de vezels $R_{c,i}$ [MPa]	$\geq 350$	volgens 3.4
9.	Ultieme schuifsterkte $R_{s,i}$ [MPa]	$\geq 150$	volgens 3.3
10.	Vermindering van de maximale belasting door blootstelling aan alkalisch medium $C_a$ , 1000 [%]	$\leq 25\%$	volgens 3.6
11.	Vermindering van de laadlimiet veroorzaakt door kruip na 1000 uur, $C_c$ , 1000 [%]	$\leq 25\%$	volgens 3.7

12.	Hechting op beton C25 / 30 Gemiddelde waarde van spanning T <sub>m</sub> , [MPa] Spanning van hechtingsverlies Tr [MPa]	0.098(80-1.2 d <sub>s</sub> ) 0.098 (130-1.9 d <sub>s</sub> ) (d <sub>s</sub> – nominale diameter van de staaf in mm)	volgens 3.8
De staafoppervlakte wordt bepaald op basis van de geaccepteerde materiaaldichtheid, die 2150 kg / m <sup>3</sup> is. Verhouding bepaald op basis van de relatie (d <sub>e</sub> -d <sub>i</sub> ) / (2- c <sub>s</sub> )			

De in de punten 1-5-9 van tabel 20 vermelde eigenschappen moeten worden opgenomen in de huidige proeven van producten en eigenschappen die worden vermeld in de paragrafen 10 en 11 - in het kader van periodieke tests. Als evaluatiecriterium om een kwaliteitsniveau op lange termijn van 5% kwantiel voor de ultieme treksterkte te waarborgen, moeten RT, i en 10% voor andere eigenschappen die binnen de reikwijdte van de huidige test liggen, worden genomen.



## 5.2 Evaluatie van resultaten

De methode waarmee de test resultaten zijn geëvalueerd is volgens bijlage C bij PN-EN 1992-1-1 gebeurt.

0.97 en 1.03 van de normatieve waarden van de vermelde eigenschappen moeten worden genomen als absolute minimum en respectievelijk maximum. De vereiste waarde voor gemiddelde treksterkte is 1.120 MPa dit wil zeggen dat de standaard waarden worden verhoogt met 20 MPa.

### 5.2.1 Treksterkte en elasticiteit modules

Tabel 21 geeft een samenvatting van testresultaten en vereiste waarden

Tabel 21

Nominale Diameter	Module van uitrekking			Treksterkte	
	minimum	gemiddelde	maximum	minimum	gemiddelde
$d_s$	ET,i,min	ET,i,av	ET,i,max	RT,i,min	RT,i,av
mm	GPa	GPa	GPa	MPa	MPa
8	50.7	52.4	54.8	1339	1468
12	48.9	50.2	53.4	1110	1186
18	50.0	51.8	54.6	-	-
Vereiste waarden					
-	≥ 48.5	50-55	≤ 56.7	≥ 1067	≥ 1120

De verkregen testresultaten voldoen aan de eisen in tabel 20

### 5.2.2 Afschuifsterkte

Tabel 22 vat testresultaten en vereiste waarden samen.

Tabel 22

Nominale Diameter  $d_s$	Afschuifweerstand	
	minimum	<i>gemiddelde</i>
	$R_{s,i,min}$	$R_{s,i,av}$
mm	MPa	MPa
8	184	201
12	150	163
18	159	169
Vereisten waarden		
-	$\geq 145$	$\geq 150$

Geteste monsters voldoen aan de eisen in tabel 20

### 5.2.3 Druksterkte langs de vezels

Tabel 23 vat de testresultaten en vereiste waarden samen

Tabel 23

Nominale Diameter  $d_s$	Compressieweerstand	
	<i>minimum</i>	<i>gemiddelde</i>
	$RC_{i,min}$	$RC_{i,av}$
mm	MPa	MPa
8	184	201
12	150	163
18	159	169
Vereiste waarden		
-	$\geq 145$	$\geq 150$

Geteste monsters voldoen aan de eisen in tabel 20

### 5.2.4 Dwarsdoorsnede en geometrie van ribben

Tabel 24 vat de waarden samen die zijn verkregen tijdens het testen , samen met de vereisten .

Tabel 24

Nominale Diameter  $d_s$ mm	Doorsnede oppervlak			Wervingscoëfficiënten	
	minimum	gemiddelde	maximum	minimum	gemiddelde
	$A_{min}$	$A_{av}$	$A_{max}$	$f_{p,min}$	$f_{p,av}$
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	-	-
8	Test results				
	51.8	52.0	52.1	0.117	0.120
	Vereiste waarden				
	≥ 44.9	46.2-54.3	≤ 55.9	≥ 0.068	≥ 0.070
12	Test results				
	104.4	105.7	106.4	0.089	0.094
	Vereiste waarden				
	≥ 100.9	104.0-122.1	≤ 125.8	≥ 0.068	≥ 0.070
18	Test results				
	241.1	241.6	242.1	0.088	0.099
	Vereiste waarden				
	≥ 227.1	234.1-274.8	≤ 283.1	≥ 0.068	≥ 0.070

De verkregen testresultaten voldoen aan de eisen van tabel 20

### 5.2.5 Chemische bestendigheid tegen alkali

Tabel 25 vat de testresultaten en vereiste waarden samen

Tabel 25

<i>Nominale Diameter</i>	Geëxtrapoleerd verlies van stabiliteit na 1000 uur	
	minimum	gemiddelde
$d_s$	Ca,1000,min	Ca,1000,max
mm	%	%
8	19.7%	21.0%
<i>Vereiste waarden</i>		
-	$\leq 25.8\%$	$\leq 25.0\%$

Geteste monsters voldoen aan de eisen uit tabel 20.

### 5.2.6 Kruip

Van de 7 geteste monsters werd degene die werd belast met een initiële kracht gelijk aan 80% van de ultieme treksterkte vernietigd in de eerste testfase.

Van de overgebleven 6 monsters, werd degene die geladen was met een initiële kracht gelijk aan 76% van de uiteindelijke treksterkte vernietigd na 428 uur na het begin van de test.

Dit komt overeen met de waarde van parameter  $C_c, 1000$ , die 26,9% bedraagt. Als gevolg van het toepassen van te lage beladingsniveaus voor verdere 5 monsters, werden ze na 696 uur niet vernietigd.

Het karakter van "vervorming-tijd" curven verkregen tot dit punt laat echter toe om te concluderen dat ze de gemiddelde waarde van parameter  $C_c, 1000$  onder 25% kunnen bereiken.

Om deze reden kan worden geconcludeerd dat de geteste staven de vereiste eigenschappen hebben die worden vermeld in 5.1

### **5.2.7 Hechting op beton**

Voor staven met een diameter van 8 mm , de vereiste gemiddelde spanning tijdens het verschuiven van 0,01 mm; 0,1 mm en 1 mm is 6,90 MPa volgens 5.1 en de spanning van het hechtungsverlies is 11,25 MPa.

Alle geteste staven met een diameter van 8 mm voldoen aan deze vereisten.

Voor staven met een diameter van 12 mm , de vereiste gemiddelde spanning tijdens het verschuiven van 0,01 mm; 0,1 mm en 1 mm is 6,43 MPa volgens 5.1 en de spanning van hechtungsverlies is 10,51 MPa.

Alle geteste staven met een diameter van 12 mm voldoen aan deze vereisten.

## 6. TOEPASSINGSGEBIED VAN ARMASTEK-SAMENGESTELDE BARS

### 6.1 Aanwijzing en toepassingsgebied van het product

ARMASTEK composiet staven met een diameter van  $4 \pm 8$  mm zijn ontworpen om te worden gebruikt in elementen van trek- en drukwapening van structuren gemaakt van gewapend beton. Deze balken mogen niet worden gebruikt voor het versterken van structuren die worden onderworpen aan dynamische belastingen en meerdere wijzigingen. Het is verboden om ARMASTEK-stangen op de bouwplaats te buigen, en om ze op welke manier dan ook te verbinden, maar om te overlappen volgens de regels van PN-EN 1992-1-1.

### 6.2 Voorwaarden voor toepassing van het product

Bij berekeningen van gewapende betonconstructies volgens PN-EN 1992-1-1 moeten de initiële gegevens voor wapeningsmaterialen worden genomen zoals in paragraaf 3.2.7 van de norm, gewijzigd rekening houdend met de afwezigheid van A- en B-vertakkingen in Fig. 3.8.

Gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënt  $\gamma_s$  moet gelijk zijn aan 1,25.

In plaats van de opgegeven limiet van de plasticiteit  $f_{yk}$  moet de waarde van  $f_{tk}$  gedefinieerd voor trekversterking worden genomen volgens de volgende formule:

$$f_{tk} = RT, i / n_{env} \quad (5)$$

terwijl voor compressie de relatie als volgt is:

$$f_{tk} = RC, i / n_{env} \quad (6)$$

waar

$$n_{env} = 1 / 0.75n + 2 \quad (7)$$

De waarde van parameter  $n$  in formule (7) is als volgt:

$$n = n_{mo} + nT + nSL \quad (8)$$

waar

$$n_{mo} = -1 \text{ voor blootstellingsklasse XC1}$$

$$n_{mo} = 0 \text{ voor belichtingsklasse XC3, XD1, XD3, XS1, XS3}$$

$$n_{mo} = 1 \text{ voor blootstellingsklasse XC2, XC4, XD2, XS2, XA1, XA2, XA3}$$

$$nT = 0,5 \text{ voor gebruik bij temperaturen van niet meer dan } 15 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{ gemiddelde jaarwaarde - typische buitentemperaturomstandigheden in Polen}$$

$$nT = 0 \text{ voor gebruik bij temperaturen van maximaal } 25 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{ gemiddelde jaarwaarde}$$

$nSL = 1$  voor een gebruikperiode van 1 jaar  
 $nSL = 2$  voor een gebruikperiode van 10 jaar  
 $nSL = 2$  voor een gebruikperiode van 50 jaar  
 $nSL = 3$  voor de gebruikperiode van 100 jaar

Bij berekeningen waarbij rekening wordt gehouden met het effect van kortetermijnbelastingen, moet de waarde van module  $E_s = E_{Ti}$  worden genomen.

Bij berekeningen waarbij rekening wordt gehouden met het effect van langetermijnbelastingen, moet een extra toename van vervormingen (uitgedrukt in abstracte waarden) worden beschouwd, gelijk aan:

$$\sigma \approx 10^a \log(t)^b \quad (9)$$

De waarden van parameters  $a$  en  $b$  in formule (9) zijn als volgt:

$$a \approx 0.14 \sigma_s / R_{T,i} \approx 0.39 \quad (10)$$

en

$$b \approx 2.14 \sigma_s / R_{T,i} \approx 5.72 \quad (11)$$

waar

$t$  - tijd van langdurige blootstelling in uren

$\sigma_s$  - trekspanningen veroorzaakt door een langdurig deel van ontwerpbelastingen.

In het geval dat spanningen  $\sigma_s$  compressiekarakter  $RC$  hebben, zou ik in formules (10) en (11) moeten worden gebruikt in plaats van  $RT, i$ .

## 7. SLOTBEPALINGEN

Composite bars getest in dit project voldeden aan de voorwaarden opgesomd in 5.1. Aldus kan worden geconcludeerd dat ARMASTEK-composietstaven met een diameter van  $4 \pm 18$  mm kunnen worden gebruikt voor betonwapening onder omstandigheden en in de uitgebreidheid gespecificeerd in paragraaf 6 en de alinea's ervan.

Dit project omvat geen brandveiligheidsproblemen.

Persoon die verantwoordelijk is voor het testen:

**dr. Przemysław Więch**

Titel

Handtekening

Rapport goedgekeurd door:

**dr. Artur Piekarczyk**

Titel

Handtekening

Warschau, 11 mei 2015

Testlaboratorium verklaart hierbij dat de testresultaten alleen betrekking hebben op het geteste object. Het is verboden om het rapport op een andere manier dan volledig te repliceren zonder de schriftelijke toestemming van het testlaboratorium. Het testrapport vervangt niet de documenten die vereist zijn voor de



vrijgaveprocedure en het verkrijgen van vergunningen voor het bouwen van producten.