

Hur fungerar fiberbetong under långtidslast?

Johan Silfwerbrand
CBI Betonginstitutet
"Fråga CBI", 8 nov. 2012

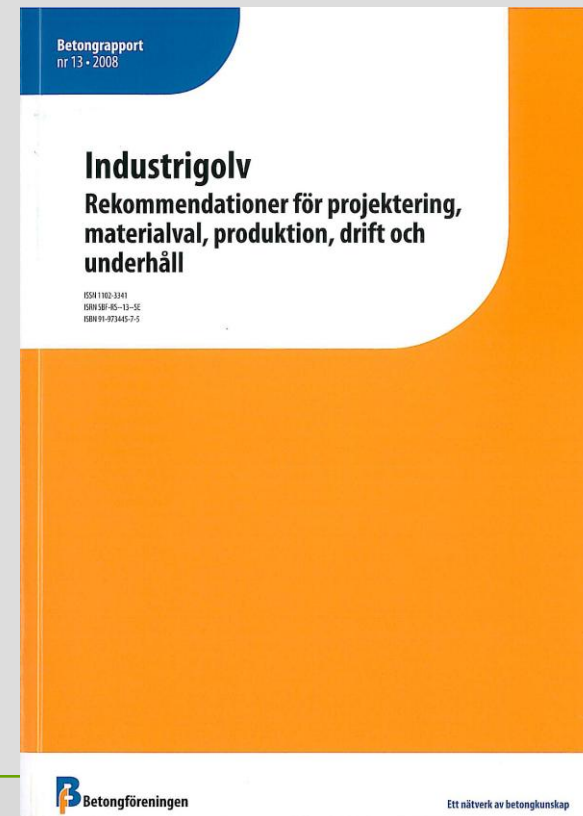
Disposition

- Problemet
- Brittisk studie
- Norsk studie
- Svensk studie
- Slutsatser

Problemet

- Fiberbetong vinner terräng i plattor på mark, pelarunderstödda plattor & (kanske) även i fribärande plattor.
- Brottstadiet relativt väl undersökt.
- Bruksstadiet mer osäkert.

Vägledning finns för brottstadiet



Jämförande data

Fiber	Densitet (kg/m³)	0,5 vol-& i kg/m³	1 vol-& i kg/m³	10 kg/m³ i vol-%
Stål	7800	39	78	0,13
Syntetisk (plast)	900	4,5	9	1,11

Möjlig krypning i fiberbetong

- Krypning i betongens tryckzon
- Tidsberoende förankringsbrott mellan fiber & betong
- Krypning i vidhäftningen mellan fiber & betong
- Krypning i fibermaterialet
- (Krympning i betongens tryckzon)

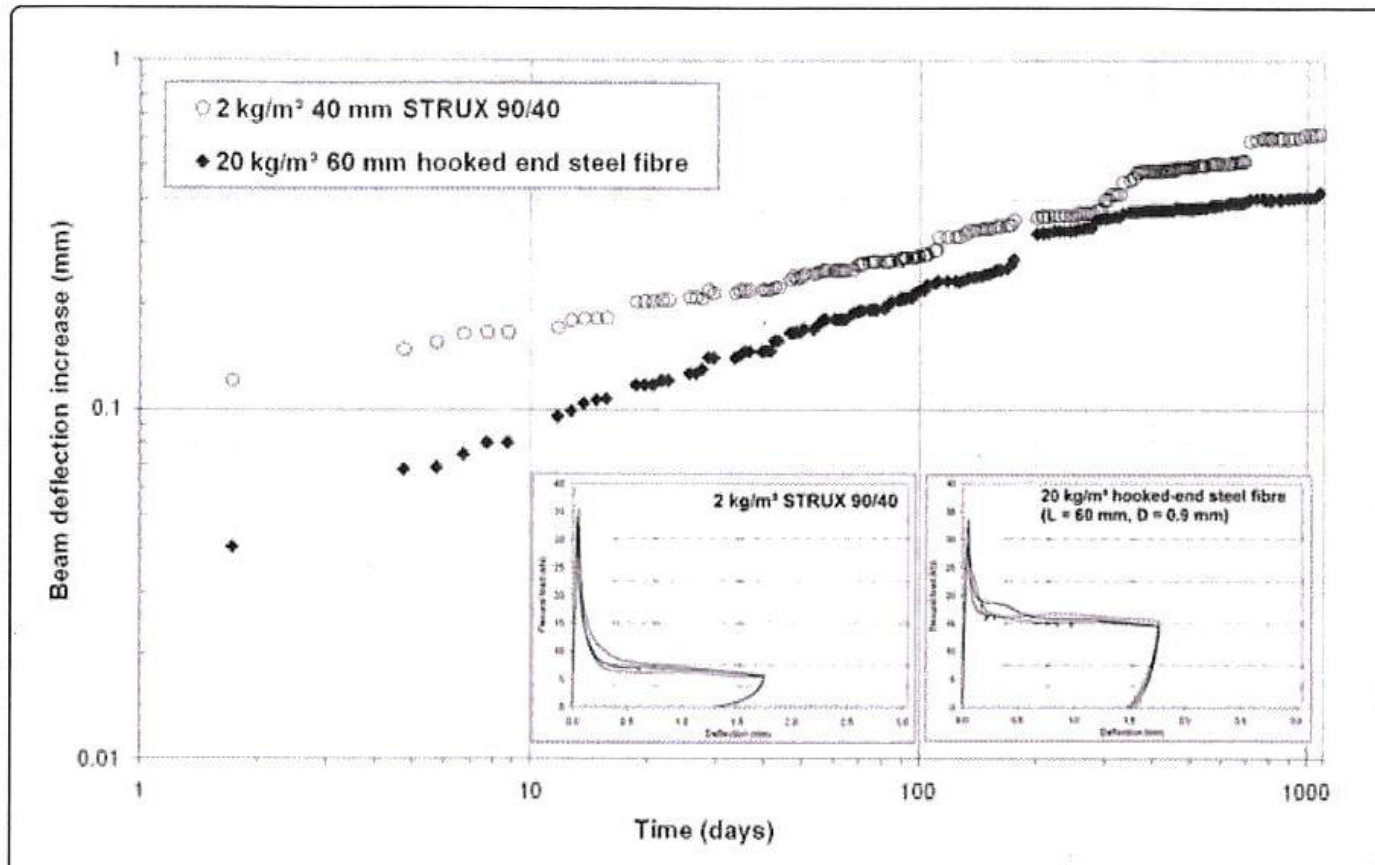
Kanstad & Zirgulis, 2012

Brittisk studie

- Långtidsförsök med 2×3 balkar 150×150×550 mm.
- Betong med $f_{cc} = 35-40$ MPa
- En serie med 20 kg/m³ ($\rho_f = 0,25$ %) stålfibrer, $l_f = 60$ mm
- En serie med 2 kg/m³ ($\rho_f = 0,22$ %) syntetiska fibrer (Grace, Strux 90/40), $l_f = 40$ mm, $f_t = 620$ MPa, $E = 9,5$ GPa
- Belastning till 50 % av residualhållfastheten

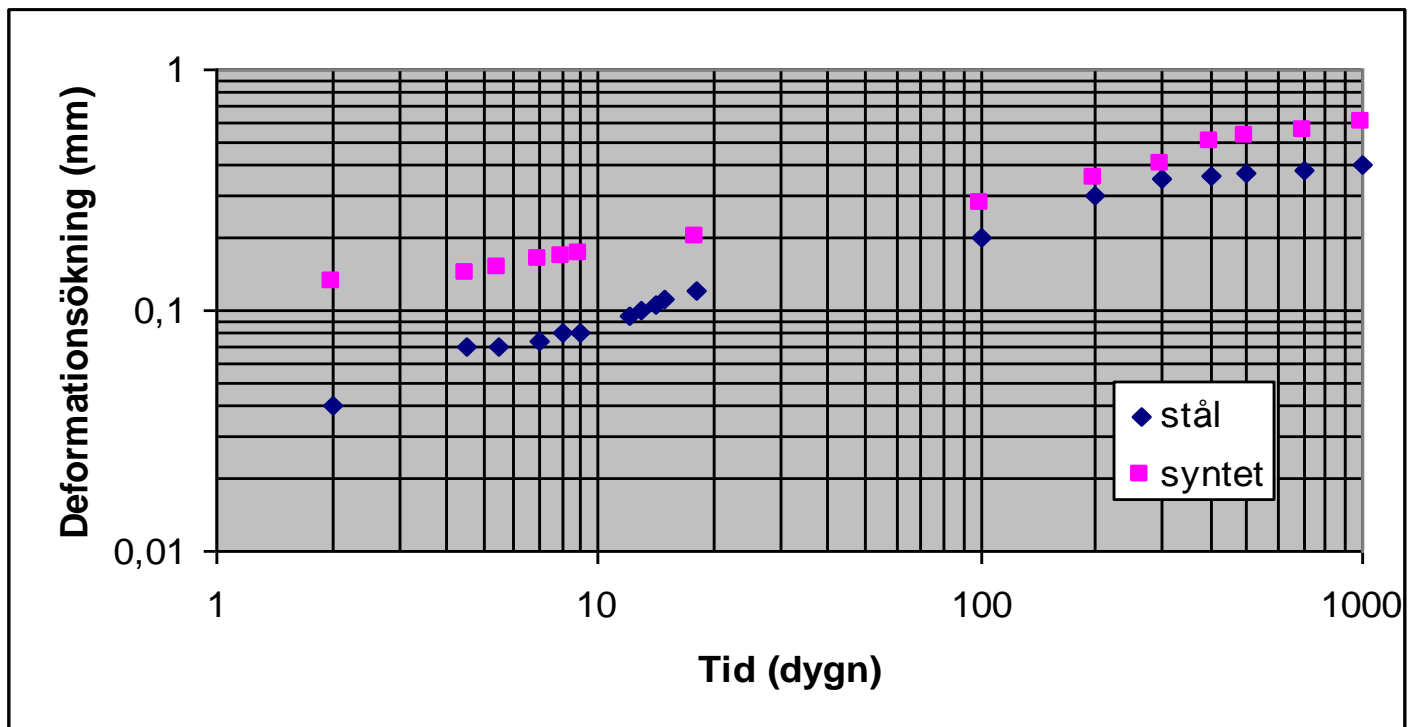
G Attree, 2011

Brittiska försöksresultat i dubbellogaritmiskt diagram

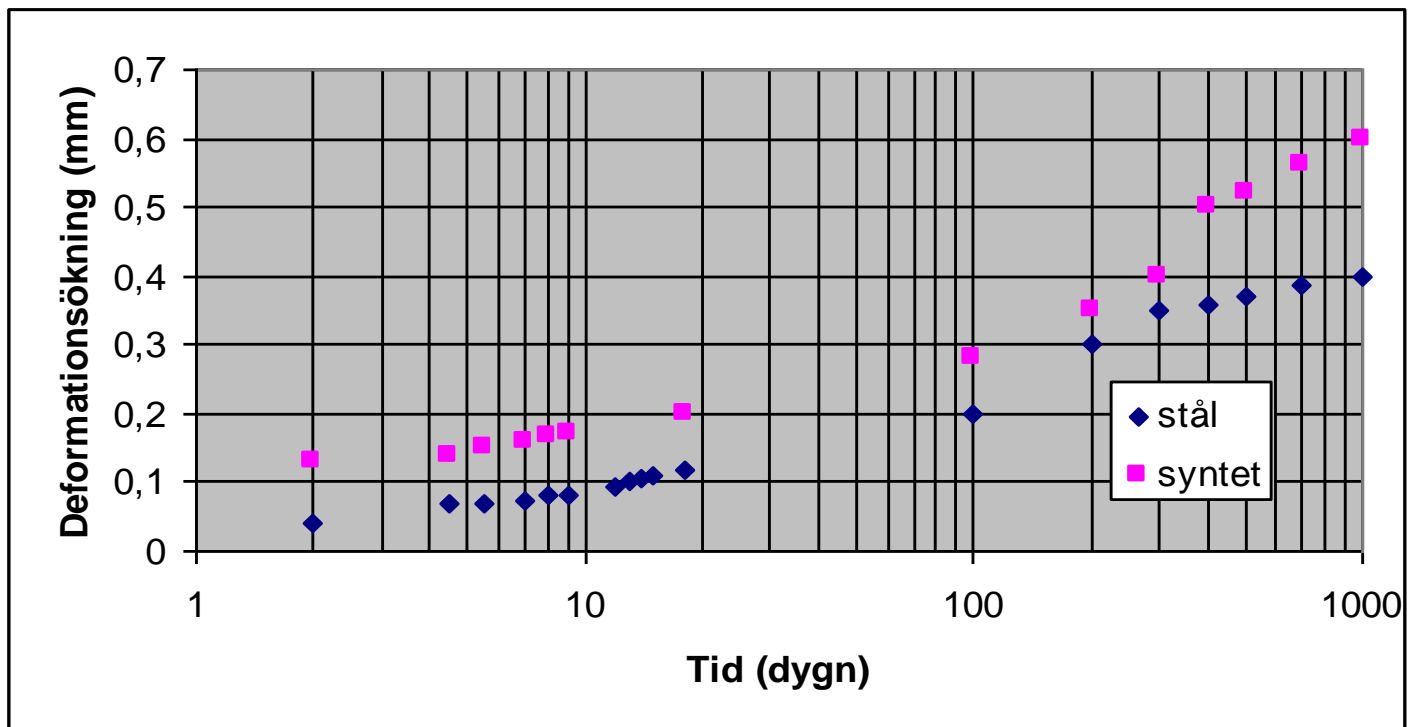


G Attree, 2011

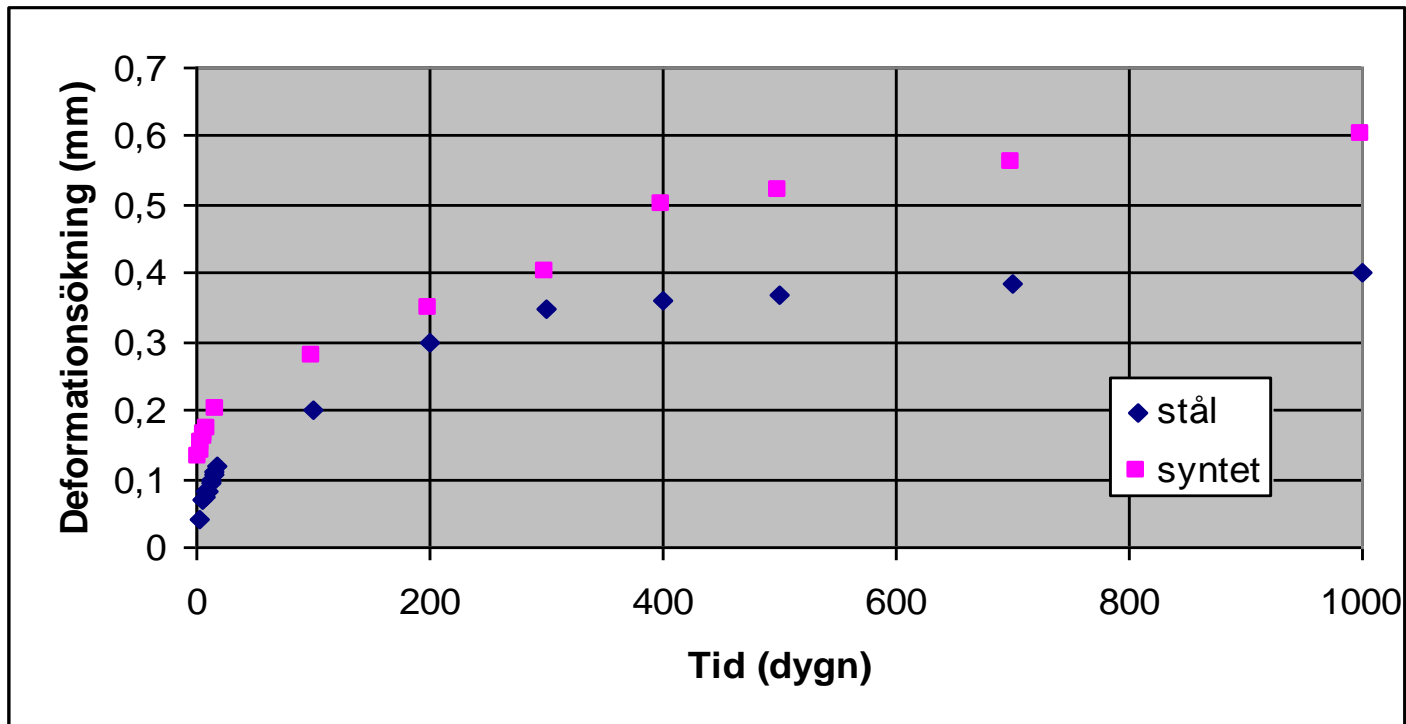
Brittiska försöksresultat i dubbellogaritmiskt diagram



Brittiska försöksresultat i linjär-logaritmiskt diagram



Brittiska försöksresultat i linjärt diagram



Slutsatser av brittiska försök

- *G Attree*: "Betong med Strux 90/40 ... kommer att uppföra sig snarlikt fiberbetong vad gäller krypning."
- *J Silfwerbrand*: Krypningen är större för syntetfiberbetongen men växer inte obegränsat.

Norsk studie

- Långtidsförsök med fyra "spårade" balkar 120×150×600 mm.
- Betong med $v_{bt} = 0,6$
- En balk med $\rho_f = 0,5$ % stålfibrer, $l_f = 60$ mm
- En balk med $\rho_f = 0,7$ % syntetiska (av polyolefin) fibrer, $l_f = 48$ mm, $f_t = 600$ MPa, $E = 10$ GPa
- Två balkar med $\rho_f = 1,0$ % syntetiska fibrer, $l_f = 48$ mm
- Belastning till 50 % av residualhållfastheten

Kanstad & Zirgulis, 2012

Norsk studie, fibrer



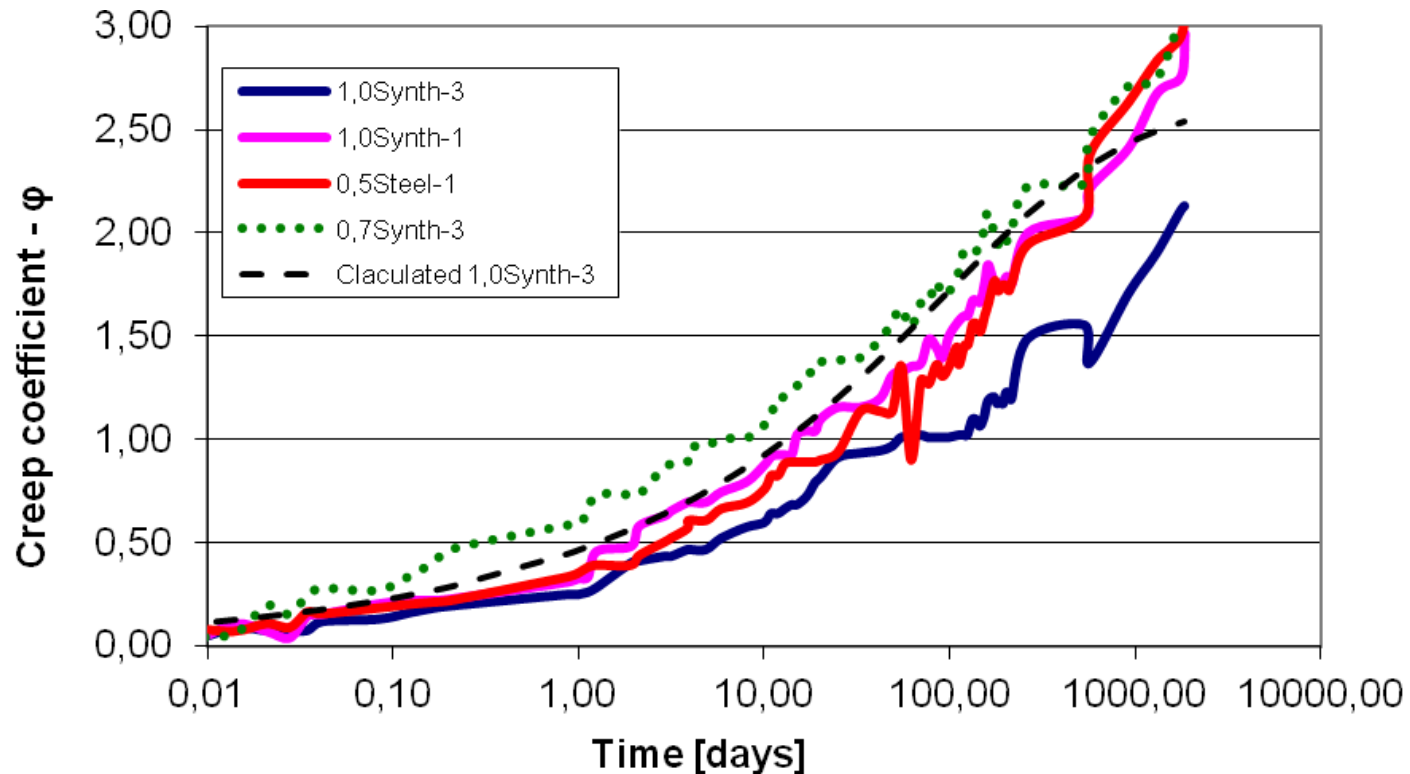
60 mm



- Syntetisk fiber
- Stålfiber
- Basaltfiber (ej med i detta föredrag, försök påbörjade mycket senare)

Kanstad & Zirgulis, 2012

Norsk studie, resultat



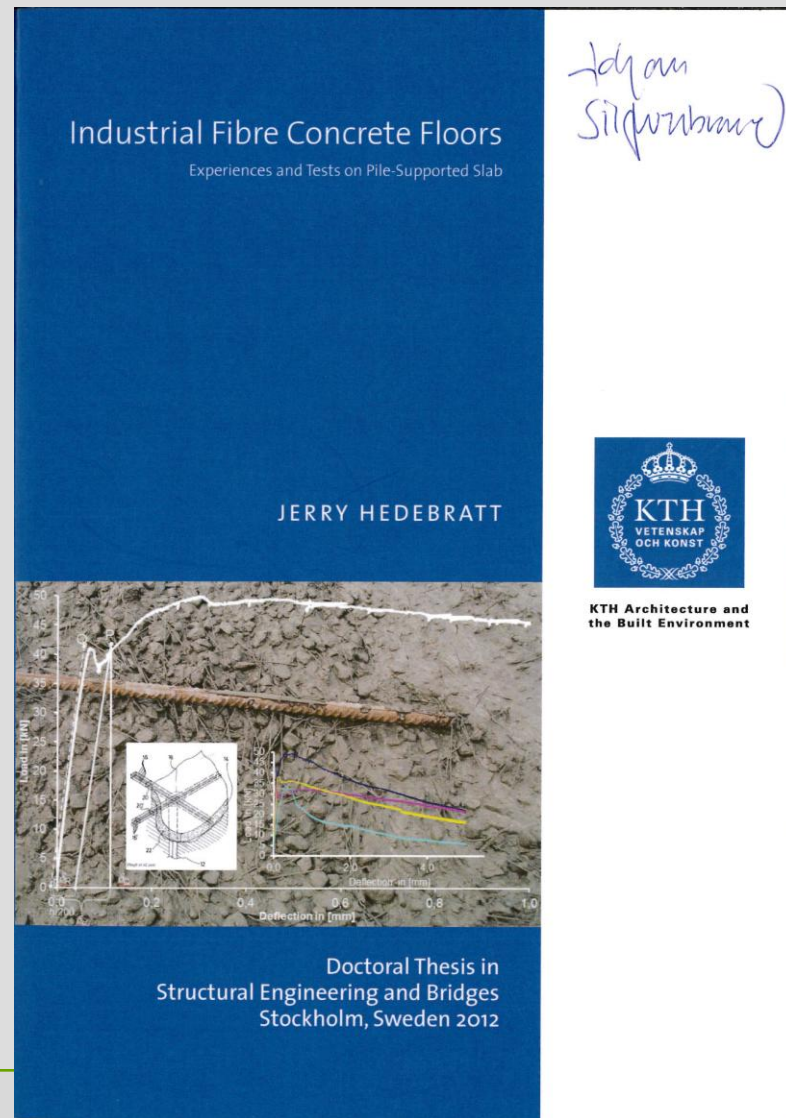
Kanstad & Zirgulis, 2012

Norsk studie, slutsatser

- Fiberbetongens krypning är ungefär lika stor oavsett fibertyp.
- Efter fem års belastning är kryptalet $\phi = 2$ à 3 .
- Kryptalet kan uppskattas med hjälp av ekvationerna i EK 2.

Kanstad & Zirgulis, 2012

Ny avhandling

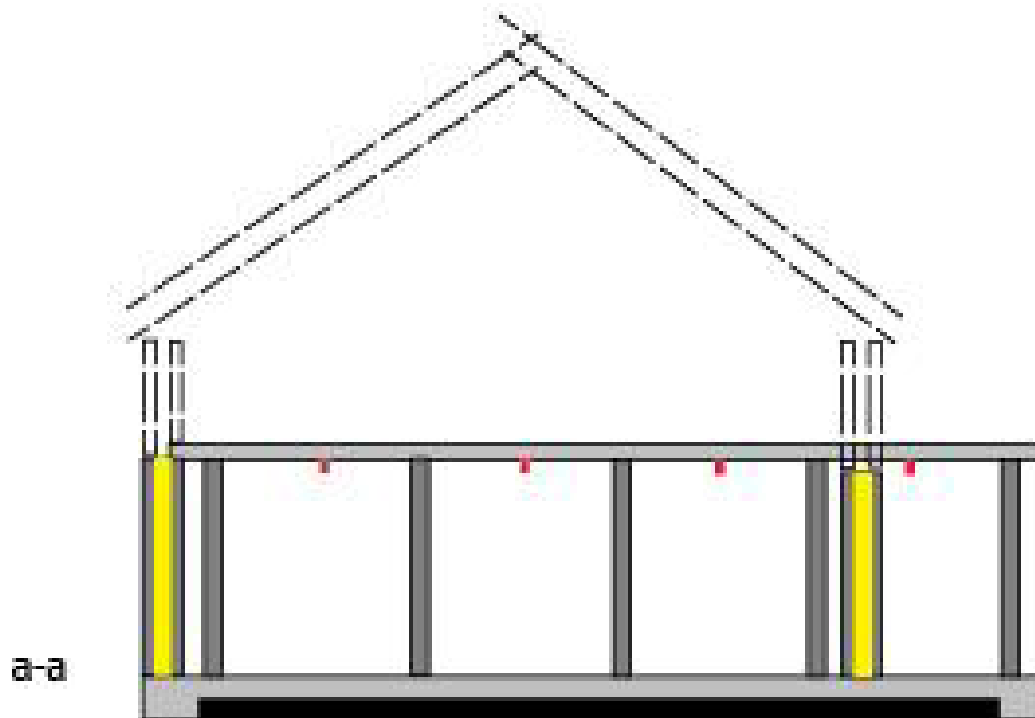


Fullskaleförsök, produktion



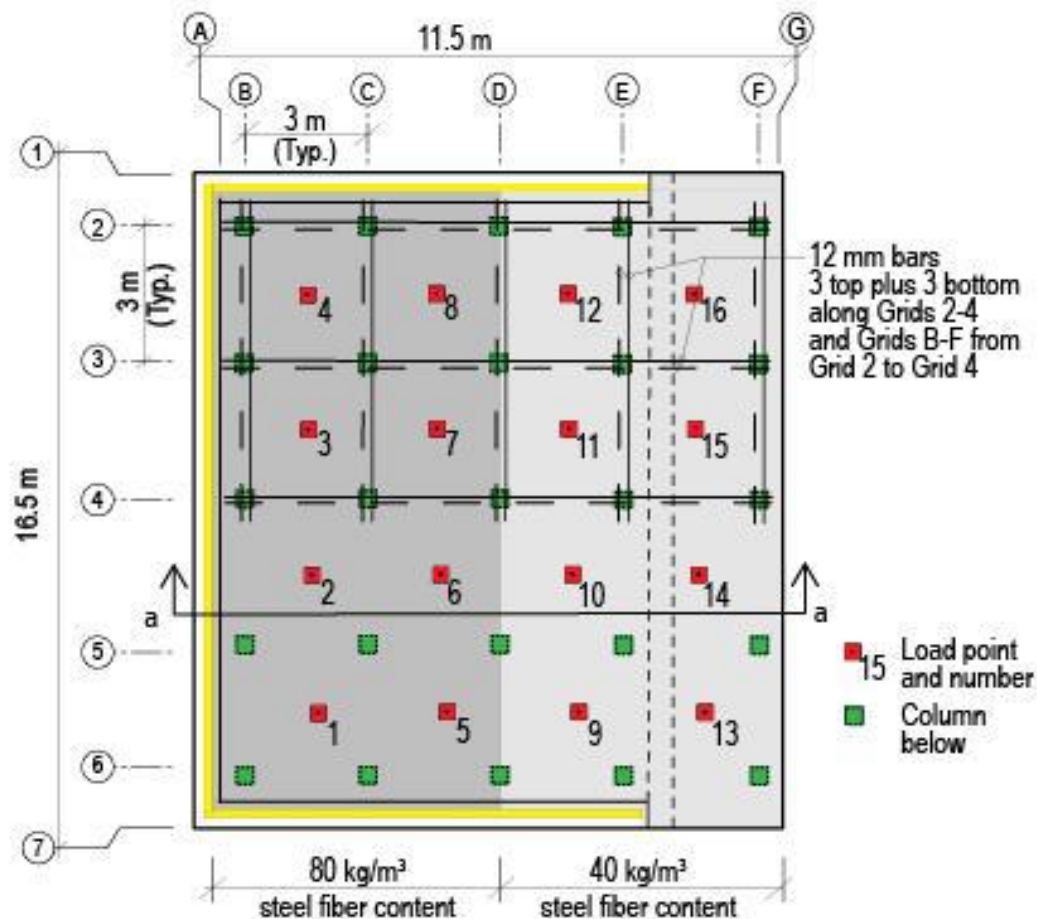
J Hedebratt, 2012

Fullskaleförsök, principritning



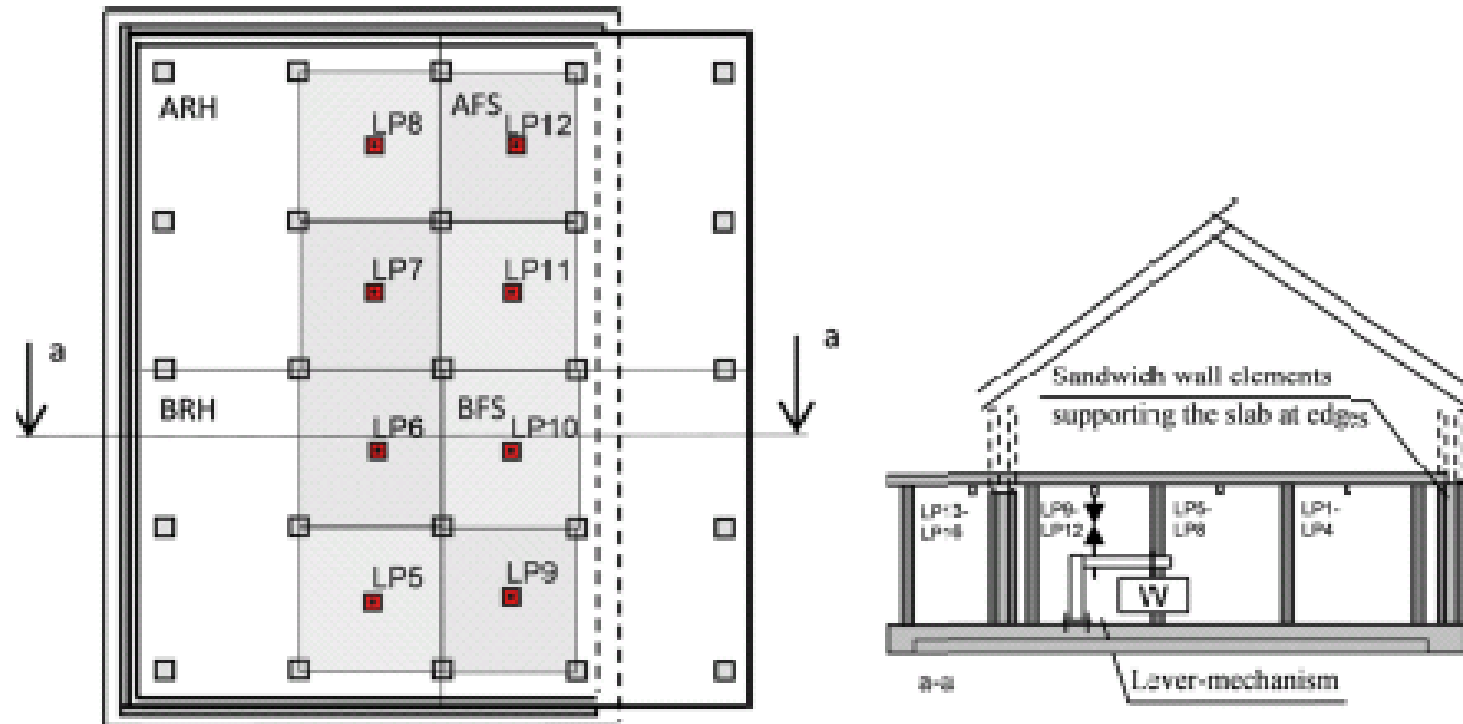
J Hedebratt, 2012

Fullskaleförsök, planritning



J Hedebratt, 2012

Fullskaleförsök, belastning



J Hedebratt, 2012

Fullskaleförsök, belastning



J Hedebratt, 2012

Fullskaleförsök, resultat

Test No.	Slab reinforcing:	Load point No.	Position	Date of load application (May, 2008)	Load [kN]	Maximum slab displacement [mm]
	Fiber content, kg/m ³ + Bars if present					
1	80	5	Clamped edge	12	74.3	51.5
2	40	10	Interior	12	57.2	17.5
3	40 + Bars	11	Interior	12	51.4	19.0
4	80 + Bars	8	Clamped edge	11	86.2	51.0
5	80 + Bars	7	Interior	11	71.2	20.5
6	40 + Bars	12	Clamped edge	11	79.0	53.0
7	80	6	Interior	11	83.9	28.0
8	40	9	Clamped edge	11	49.8	34.0

J Hedebratt, 2012

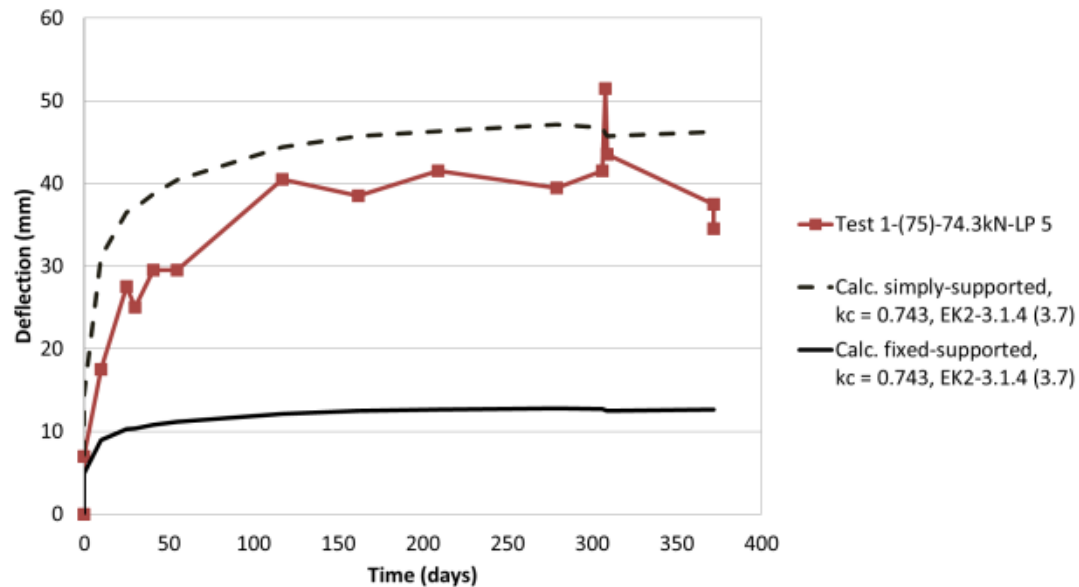
Fullskaleförsök, resultat

Test 1/LP5 Long-term Deflections - Pile-supported SFC slab

Not loaded in Short-term

One Clamped Edge Panel

Applied Long-term Load 74.3 kN/ Nominal 75 kN



J Hedebratt, 2012

Slutsatser från Hedebratts försök

- Fiberbetong fungerar väl både vid korttids- & långtidslast.
- Deformationerna växer inte obegränsat trots stor last.
- Beräkning av deformation kan göras med hjälp av tabellverk + reduktion för uppsprickning + krypning enligt EK 2

Generella slutsatser

- Bruksstadiet skall beaktas vid konstruktioner av fiberbetong.
- Stålfiberbetong fungerar förutsägbart vid långtidslast – vanliga, ingenjörsmässiga beräkningsmetoder kan användas.
- Syntetiska fibrer verkar också fungera tämligen väl, men deformationerna blir litet större.

Referenser

- Attree G: "Macro-synthetic Fibres, Long-term Behaviour and the Importance of CE Marking". Concrete, Sept. 2011, pp. 55-56.
- Kanstad T & Zirgulis G: "Longtime Creep Testing of Pre-cracked Fibre Reinforced Concrete Beams". Proceedings, BEFIB 2012.
- Hedebratt J: "Industrial Fibre Concrete Floors – Experiences and Tests on Pile-Supported Slab". Doctoral Thesis, KTH, School of Architectural & Built Environment, Dept. of Civil & Architectural Engineering, Chair of Structural Engineering & Bridges, Stockholm, SE.