

Tittel:

# Skjærkapasitet av ultrahøyfast fiberarmert betong – Verifikasjon av designstandard

Kandidat:  
Tonje Schjelderup  
Svava Iselin Idarsdottir  
Piotr Stanislawski



Veileder:  
Rein Terje Thorstensen og  
Ingrid Lande Larsen, UiA

## Innledning

Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete (UHPFRC) har trykkfasthet fra 150-250 MPa. Fiberen gir duktile egenskaper under strekk. Ved å bruke UHPFRC fremfor vanlig betong er det mulig å redusere tverrsnittet opptil 2-3 ganger, mens den tilsatte fiberen vil gi muligheter for reduksjon av mengden med slakkarmering.

## Case

Oppgaven går ut på å undersøke dimensjoneringsreglene for skjærkapasitet i NF P18-710 for UHPFRC. Det skal dimensjoneres og støpes bjelker med forskjellige armeringskombinasjoner. Bjelkene skal testes ved nedbøyningstest. Praktiske labresultater skal sammenlignes med beregnet teoretisk skjærkapasitet. For å utføre dette må UHPFRC klassifiseres gjennom flere laboratorieforsøk. Trykkfasthet, egenskaper under strekk og fiberorienteringsfaktor K må bestemmes.

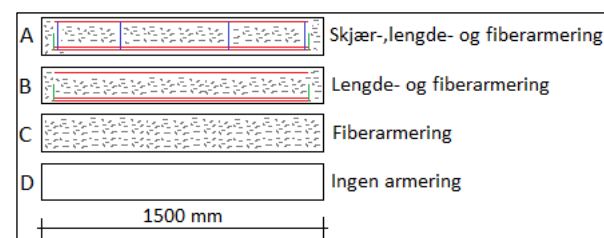
## Forskerspørsmål

Hvordan stemmer dimensjoneringsreglene om skjærkapasitet i standard NF P18-710 sammenlignet med praktiske labresultater?

- Hvordan dimensjonere UHPFRCbjelker med ulike armeringskombinasjoner?
- Hvordan bestemme fiberorienteringsfaktor K?
- Hvordan påvirker strekkspenning-sprekkbredde-forholdet beregnet skjærkapasitet?
- Hvor stor er sikkerhetsfaktoren i skjærkapasitetsberegningene

## Resultat

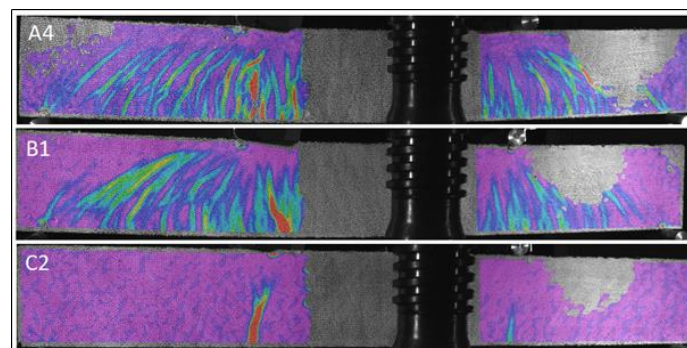
Figuren under viser bjelkenes forskjellige armeringskombinasjoner



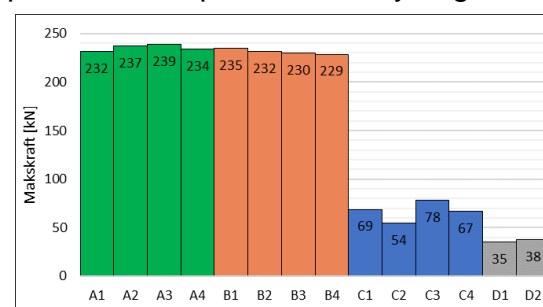
Tabellen viser beregnet skjærkapasitet for bjelkene.

	Skjærkapasitet [kN]			
	Betong	skjær-armering	Fiber	Totalt
A-bjelker	23,4	12,0	61,0	96,4
B-bjelker	23,4	0,0	61,0	84,4
C-bjelker	28,1	0,0	85,3	113,4
D-bjelker	28,1	0,0	0,0	28,1

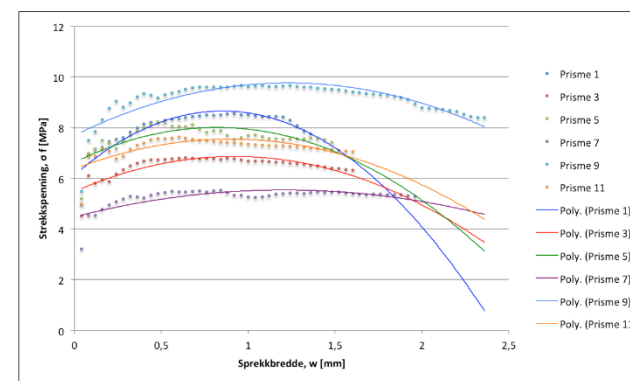
Det ble brukt et DIC-kamera som måler tøyingskonsentrasjon. Bilde under viser analyser fra kameraet. Bjelkene kollapset ved momentbrudd, men man kan tydelig se oppstår skjærsprekker på bildene.



Søylediagrammet viser bjelkenes maksimale kapasitet ved 4-punkts nedbøyningstest.



For å bestemme materialets egenskaper under strekk, ble prismer testet ved 3-punkts nedbøyningstest. Resultatene brukes i videre beregninger i Mathcad og ender tilslutt opp i  $\sigma$ -w-kurver. Kurvene med regresjon for de 6 prismene er fremstilt i figuren under.



I tabellen under er sikkerhetsfaktorene for moment- og skjærkapasiteten beregnet.

Bjelke	Maksimal kraft [kN]	Tilsvarende moment [kNm]	Moment-kapasitet [kNm]	Sikkerhetsfaktor	Skjærkraft [kN]	Skjærkapasitet [kN]	Sikkerhetsfaktor
A1	232	46,36	39,31	1,18	115,90	96,4	1,20
A2	237	47,46	39,31	1,21	118,65	96,4	1,23
A3	239	47,74	39,31	1,21	119,35	96,4	1,24
A4	234	46,74	39,31	1,19	116,85	96,4	1,21
B1	235	47,02	39,31	1,20	117,55	84,4	1,39
B2	232	46,3	39,31	1,18	115,75	84,4	1,37
B3	230	46,04	39,31	1,17	115,10	84,4	1,36
B4	229	45,74	39,31	1,16	114,35	84,4	1,35

## Konklusjon

Skjærkapasiteten beregnes ut fra summen av formlene for betong, skjærarmering og fiber. Fiberens bidrag er avhengig av å utføre forsøk for bestemmelse av  $f_{ck}$ ,  $\sigma$ -w-forholdet og K-faktor. Beregnet skjærkapasitet til bjelkene med lengde- og skjærarmering ble lavere enn for bjelkene armert med kun stålfiber. Dette skyldes forskjell i effektiv tverrsnittshøyde og at lengdearmering ikke er inkludert i skjærformelen. Momentberegning for vanlig betong etter EC2 ble brukt.

For å bestemme K-faktor støpes elementer tilsvarende den reelle konstruksjonen, ut fra disse elementene skjæres prismer ut i ulike vinkler. Forholdet mellom resultatene fra de utskjærte prismene og støpte prismer utgjør K-faktoren.

Bidraget fra fiberen utgjør mest for den totale skjærkapasiteten og  $\sigma$ -w-kurven er avgjørende faktor i formelen for bidraget fra fiberen.

Sikkerhetsfaktoren for skjærberegningene ligger på minimum 1,2. Det var ikke mulig å finne en endelig sikkerhetsfaktor, da bjelkene ikke kollapset ved skjærbrudd.

Beregningsformelen for skjærkapasiteten fra fiberen stemmer mest sannsynlig ikke, siden den gir lavere skjærkapasitet for bjelkene med skjærarmering, enn bjelkene uten. Ut fra DIC-bildene kan en se at det oppsto høye tøyninger på grunn av skjær i bjelkene uten skjærarmering, som kunne resultert i brudd ved en noe høyere momentkapasitet. Dette kan tyde på at sikkerhetsfaktoren for skjærkapasitet i UHPFRC er lavere enn sikkerhetsfaktoren for vanlig betong i EC2.