

SCC stiller nye krav til rådgiveren



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Baggrund for oplæg

- SCC bro støbt i 2006
- Mange involverede parter
- Gimsing & Madsen rådgiver

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

SCC stiller nye krav til rådgiveren

Program

- Præsentation af SCC broen
- Projektets parter
- Projektets overordnede forløb
- Forudsætninger
- Fokusområder
- Tilpasning af projekt
- Prøvestøbninger
- Brostøbning
- SCC i fremtiden?

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

SCC broen

- Motorvej 67 Holstebro - Vejle
- Etape 6760 Brande Syd – Riis
- Bro 0064-0-085.00, OF af K-vej 4923, Lille Donnerupvej



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Hoveddata for SCC broen

Længde:	60 m
Bredde :	6 m
SCC:	400 m ³
Armering:	50 t
Spændkabler:	6 stk.

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Projektets parter

- Vejdirektoratet
- SCC Konsortiet (Teknologisk Institut, Unicon, MT Højgaard m.fl.)
- Gimsing & Madsen

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Rollefordeling

- **Vejdirektoratet** var bygherre og har stillet broen ved LI. Donnerupvej til rådighed for projektet
- **SCC Konsortiet** har bidraget med betontechnologi, entreprenør og leverandør
- **Gimsing & Madsen** har forestået rådgivning, detailprojektering og tilsyn

Forløb

- Projekt gennemført under "partnering-lignende" vilkår
- Alle parter har medvirket ved løbende projektgranskning og -optimering, herunder bl.a. :
 - Fastlæggelse af forudsætninger
 - Optimering og tilpasning af projekt
 - Identifikation af "fokusområder"
 - Omfang af prøvestøbninger

Forudsætninger

- Bro skal overholde sædvanlige krav gældende for lignende brokonstruktioner
 - Funktion
 - Udseende
 - Levetid
 - Projektering og udførelse iht. gældende normer og vejregler (dog tilpasning til særlige SCC egenskaber)

Fokusområder

- Overordnede kravspecifikationer
- Faldforhold
- Udstøbning – kritiske områder
- Udstøbningsmetoder
- Overflader (funktion / finish)
- Krav til form (styrke / tæthed)

Overordnede kravspecifikationer

SCC må overholde sædvanlige krav til traditionel beton

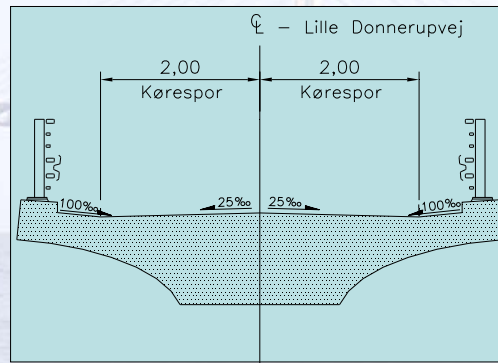
- Styrkeklasse
- Miljøklasse
- Kontrolklasse
- Holdbarhed
- Udseende

Fokusområder

- Kravspecifikationer
- **Faldforhold**
- Udstøbning – kritiske områder
- Udstøbningsmetoder
- Overflader (funktion / finish)
- Krav til form (styrke / tæthed)

Faldforhold

- Afgørende for broens funktion (afvanding mm.)
- Kritisk pga. SCC's flydeegenskaber!



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

1. prøvestøbning Kontrol af profileringsmulighed i SCC

- Simple forsøg på støbebord med hældning
- Forsøg udført med varierende flydemål

Konklusion

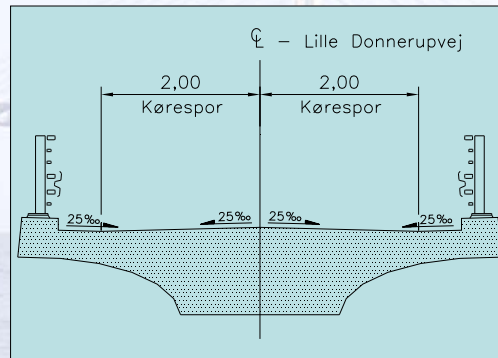
SCC kan udføres med (begrænset) hældning!!

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Tilpasning af projekt pga. SCC

- Tværfald reduceret til maks. 25‰ tværfald ved ca. 10‰ længdefald.



Fokusområder

- Kravspecifikationer
- Faldforhold
- **Udstøbning – kritiske områder**
- **Udstøbningsmetoder**
- **Overflade (funktion / finish)**
- Krav til form (styrke / tæthed)

Vægstøbninger
Fundamenter og søjler

2. prøvestøbning

Indledende vægstøbninger

Udstøbning af fundamenter og endesøjler

Formål:

- Forprøvning af SCC - styrke, struktur, luft mm.
- Indvirkninger på SCC ved transport og pumpning
- Udstøbningsmetoder
- Kontrol af anvendelse af SCC i fundamenter og søjler
- Kontrol af overflader mod form (glat og ru)
- (Re-)vurdering af mulig hældning på frie overflader (fundamenter)

2. prøvestøbning

Indledende vægstøbninger

Udstøbning af fundamenter og endesøjler

Konklusioner efter prøvestøbninger:

- Generelt lovende resultater
- Overflader som traditionel beton
- Udtagne borekerner tilsyneladende OK - fin struktur mm.

MEN!

- Pumpningen påvirker SCC!!
- Luftindhold og flydemål viser sig meget vanskelige at styre
- Ikke muligt at opnå acceptable resultater efter pumpe trods fine resultater på værk og før pumpe!



Tilpasning af projekt pga. pumpning

- Løbende justering af blanderecepter
- Lav-alkali Sulfat bestandig cement ændres til Rapid cement
- Herefter luftindhold og flydemål mere robust ved pumpning

Fokusområder

- Kravspecifikationer
- Faldforhold
- **Udstøbning – kritiske områder**
- **Udstøbningsmetode**
- **Overflade (funktion / finish)**
- Krav til form (styrke / tæthed)

Brodæk

3. Prøvestøbning af brodæk - fuldskala forsøg

Formål:

- Kontrol af justeret recept med rapid cement
- Udstøbning i kritiske områder (forankringszoner)
- Udstøbningsmetoder
- Metoder + tid for afretning (kantbjælker & brodæk)
- Længde på støbefront (risiko for vandret fyldning af form?)
- Faldforhold

3. Prøvestøbning af brodæk – fuldskala

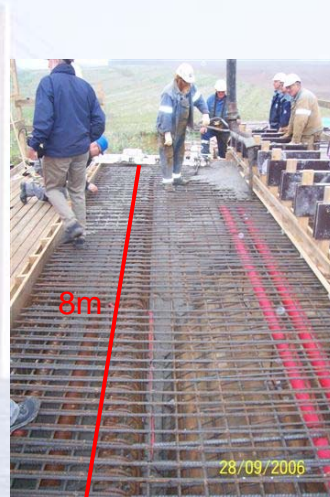
Kontrol af udstøbning i kritiske områder



3. Prøvestøbning af brodæk – fuldskala

Kontrol af udstøbningsmetode

- Afretning af overflader
- Længde på støbefront



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

3. Prøvestøbning af brodæk – fuldskala

Kontrol af faldforhold og overfladefinish



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Konklusioner efter fuldskala prøvestøbning

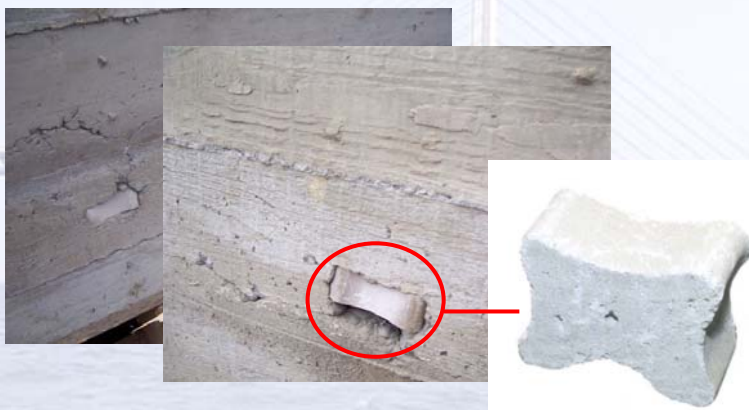
- Lovende potentiale for brodækstøbning
- Udstøbning af kritiske zoner uden "hjælpemidler"
- Faldforhold på 25‰ opnået
- Krav / metoder til afretning fastlagt (pudsning/glitning svær - SCC "fedtet")

Identificerede problemer:

- Manglende omstøbning af afstandsklodser
- Overfladefejl ved skift mellem læs (kolde støbeskel)
- Vigtigt med høj fokus på logistik ved støbning
- Lang transportafstand besværliggør styring af ventetid, luftindhold og flydemål

Eksempler fra fuldskala prøvestøbning

- Overfladefejl ved afstandsklodser



Eksempler fra fuldskala prøvestøbning

- Overfladefejl ved skift mellem læs (kolde støbeskel)
- Udtagne kerner viser få mm dybde af "revner"



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Fokusområder

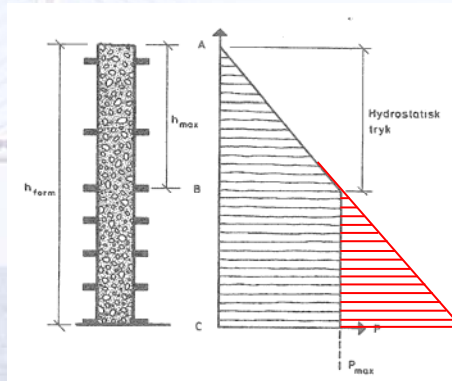
- Kravspecifikationer
- Faldforhold
- Udstøbning – kritiske områder
- Udstøbningsmetode
- Overflade (funktion / finish)
- **Krav til form (styrke / tæthed)**

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Krav til form

- Større krav til tæthed
- Større formtryk
- Støbehastighed
- Hærdetid



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Brostøbning



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Brostøbning

PLANLÆGNING!

- Stor fokus på planlægningen af støbningen.
- Alle involverede parter medvirker
- Støbemøde
- Detaljeret støbeprogram

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Brostøbning

Forløb næsten som planlagt!

- Enkelte læs kasseret
- Skift af betonaværk ved afslutning!



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Brostøbning - slutresultat



Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Opsummering

- SCC giver både rådgivere og entreprenører et nyt "værktøj" til værktøjskassen.
- SCC er egnet til mange formål, men ikke et vidundermiddel!
- "High Tech." produkt - større følsomhed
- SCC kræver, at rådgiveren tager hensyn til de særlige egenskaber helt fra projekteringsfasen.
- SCC stiller (fortsat) krav om øget ressourceforbrug hos både rådgiver, leverandør og entreprenør ved "komplicerede" projekter
- SCC kræver (fortsat) generelt større planlægning

Gimsing & Madsen A/s
Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
Teknologisk Institut, 29. august 2007

Mulige fremtidsperspektiver for SCC

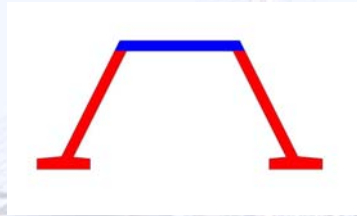
- SCC broen har demonstreret materialets mulige potentiale for en bredere anvendelse.
- Fortsat behov for forskning og udvikling.
- Særlige krav bør indarbejdes i relevante arbejdsbeskrivelser - eks. Vejdirektoratets udbudsforskrifter og BIPS.
- SCC bør ikke anvendes ukritisk, men hvor materialets egenskaber udnyttes bedst.
- Differentieret anvendelse af trad. beton og SCC afhængig af krav til funktion

SCC & brobygning

- Rammebroer og tunneler vurderes mere oplagte til SCC - evt. kombineret med trad. beton.
- Fundamenter, vægge og søjler ligeledes egnede til SCC.

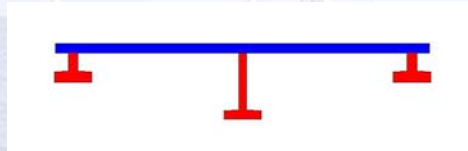
Differentieret anvendelse af SCC ved brobygning

- Skråvægsramme (fundamenter og ben)



SCC ■
 Traditionel
 beton ■

- Enkelt- og flerfags broer (fundamenter og søjler)



Gimsing & Madsen A/s
 Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
 Teknologisk Institut, 29. august 2007

Tak for opmærksomheden !



Gimsing & Madsen A/s
 Rådgivende ingeniører FRI 

SCC – Hvornår og hvordan ?
 Teknologisk Institut, 29. august 2007