



AGGERSUNDBROEN

REPARATION OG FORSTÆRKNING AF BRODÆK

RAMBØLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

INDHOLD

- Om entreprisen
- Baggrund for forstærkningsprojektet
- Betonreparationer på brodækkets underside
- Forstærkningsløsning med selvkompakterende beton
- Udfordringer i forhold til udførelse
- Spørgsmål

RAMBØLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

AGGERSUNDBROEN ER EN VIGTIG BRO FOR HIMMERLAND OG NORDJYLLAND



RAMBØLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

OM ENTREPRISEN

- Vejdirektoratet er bygherre, ved projektleder Kirsten Riis (og Emilie Kristiansen)
- Udførelsesperiode: juli 2011 til september 2012
- Entreprenør Ommen & Møller, Rødekro
- Entrepriseudgifter på ca. 11,4 mio. kr. til entreprenør, projektering, forprojekt og afklaringsfase, udbud og kontrahering, fagtilsyn, bygherreleverancer mv.
- Betonreparationer, nye forstærkningsbjælker på brodækkets underside samt i klappillerne
- Rambøll Aalborg, Afdeling for D&V Infrastruktur, førte tilsyn med arbejdet

RAMBØLL

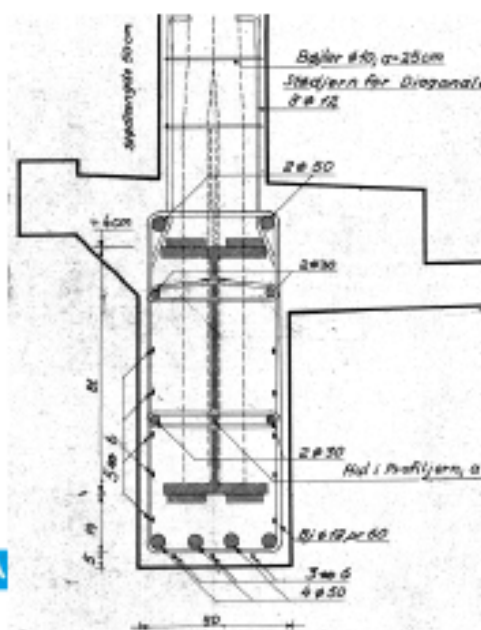
2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

BAGGRUND FOR FORSTÆRKNINGSPROJEKT

- Bæreevneklassificering havde vist, at brodækket kun netop kunne klare færdselsloven – ståklapper har dog ikke nogen problemer
- Den 1. juli 2011 trådte en ny færdselslov i kraft, hvor nye tilladelige akseltryk og totalvægte blev indført
- Primo 2011 blev projekt forstærkning iværksat for at gøre brodækket "lovligt" under den nye færdselslov
- Det var et VD krav, at entreprisen skulle starte senest 1. juli 2011
- Opdatering af bæreevneklassificering mht. nye Eurocodes og de nye belastninger foregår p.t.
- Der regnes p.t. udmattelsesbæreevne på broens ståklapper

FORSTÆRKNINGSBEHOV

- To faste buefag simpelt understøttede med ca. 90 m spænd. Kompositkonstruktion med store mængder nittet stål indstøbt Konventionelt betondæk med tvær- og længdebjælker
- Betondæk i buefag opdelt i felter à 3m x 3½m, tykkelse 14-15 cm



FORSTÆRKNINGSBEHOV ...FORTSAT

- ...
- Problemer med forskydningsbæreevne i dækpladen og i de eksisterende tværbjælker
- Hovedsystemet af kompositbuer, hoveddragere og diagonaler havde ingen bæreevneproblemer
- Dækket på strømpillerne havde samme problemer men store pladsproblemer pga. kontravægten
- Løsning
- Pladefeltstørrelser nedsat til halv spændvidde

RAMBØLL

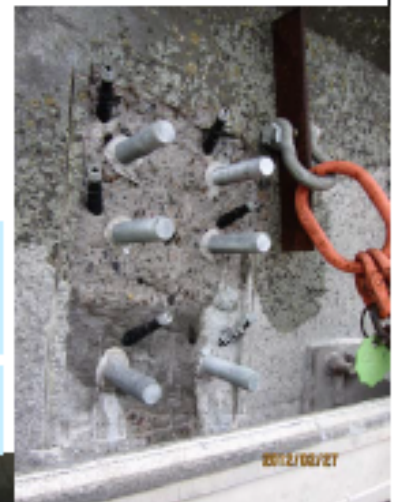


FORSTÆRKET BRODÆK

52 nye betonbjælker fastgjort til hoveddragere med indstøbte M27 gevindstænger

Øger egenvægten af brodæk med ca. en femtedel

Knap 200 kg armering pr. kubikmeter beton



BETONREPARATIONER PÅ U.S. BRODÆK



RAMBOLL



BETONREPARATIONER ...2



Behov for
tætning oppefra

RAMBOLL



BETONREPARATIONER ...3

- DS/EN 1504-3 Æstetisk og konstruktiv reparation
Princip 3, metode 3.1, 3.2 og 3.3:

Princip 3	Genskabning af beton	Metode 3.1 Metode 3.2 Metode 3.3	Manuel påføring af mørtel Omstøbning med beton Sprøjtepåstøbning af beton eller mørtel
Princip 4	Konstruktiv forstærkning	Metode 4.4	Påføring af ekstra mørtel eller beton
Princip 7	Bevarelse eller genskabning af passivitet	Metode 7.1 Metode 7.2	Forøgelse af armeringens dæklag med mørtel eller beton Udskiftning af beskadiget beton

- Behugning af skadede områder vha. water jetting
- Udstøbning primært vha. flydemørtel som fyldes i lukket form
- Store reparationsdybder for at komme ordentligt bag ved eksisterende armering
- Krav om CE-mærke og typegodkendelse

RAMBOLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

BETONREPARATIONER ...4



Mængder:
Sprøjtebeton: 7 m²
Mørtelrep.: 163 m², heraf 133 m²
> 100 mm dybde

RAMBOLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

NYE BETONBJÆLKER I SCC

- Prøvestøbning på pladsen i god tid inden rigtig støbning
- Transporttid til broen fra betonfabrikken i Aalborg er ca. 45 min.
- 3 m flydeafstand fra studs
- Plexiglas vinduer i form



BETONFORENING
V. NIELSEN

NYE BETONBJÆLKER I SCC ...2

- Et påfyldningssted i bunden af bjælken – fordeling 3½ m vandret
- 7 stk. Y25+ i bjælkens underside som "forhindrer" flow
- Påfyldningshastighed ca. 250 liter/minut



2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

NYE BETONBJÆLKER I SCC ...3

- Stømpiller over kontravægt
- Udført i ly af natspærring af broen



RAMBOLL



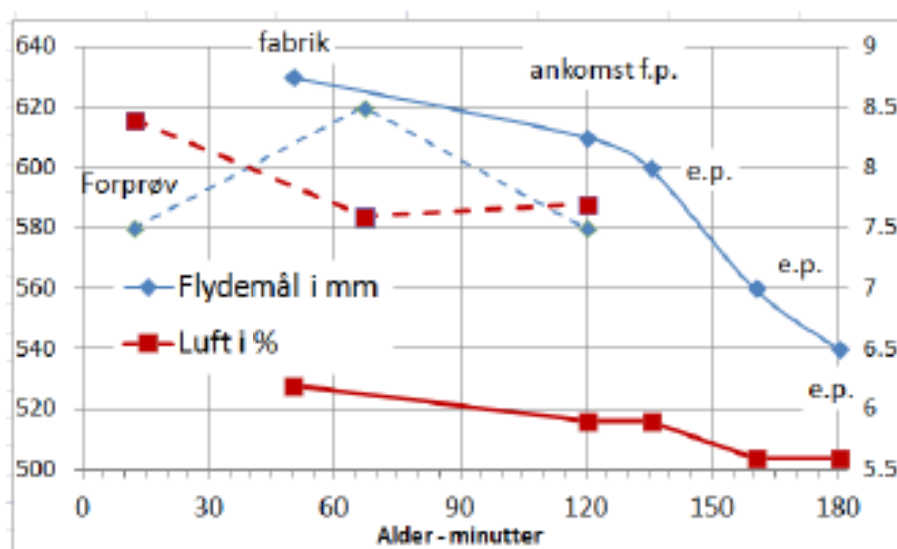
2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

SCC LEVERET FRA UNICON AALBORG

- E40 lavabeton, $D_{max} = 16 \text{ mm}$, tilstræbt flydemål ca. 550-580 mm ved indpumpning
- Trepulver mix – lavalkali cement: $C:FA:MS = 1:0,15:0,06$

- Forprøvning og prøvestøbning:

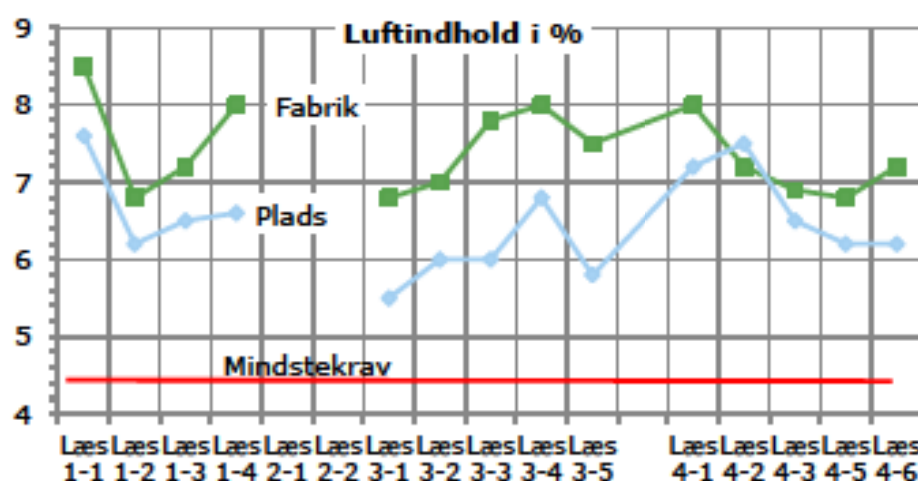
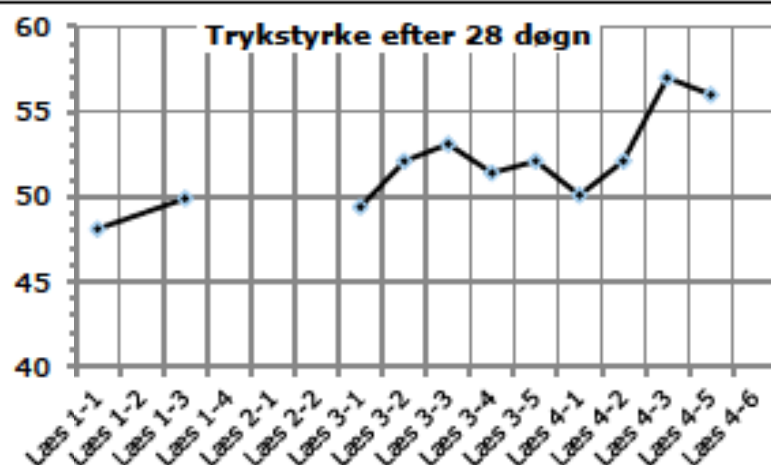
- pot-life
- flydeevne
- styrkeniveau



RAMBOLL

SCC EGENSKABER

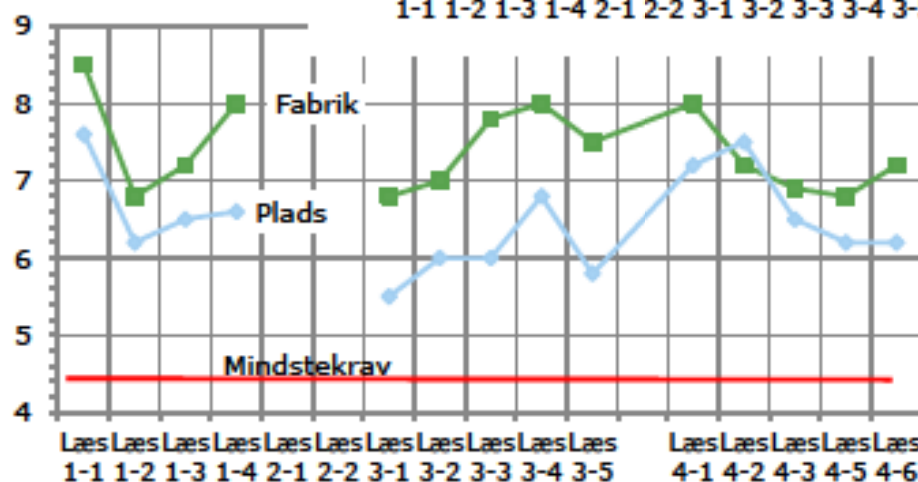
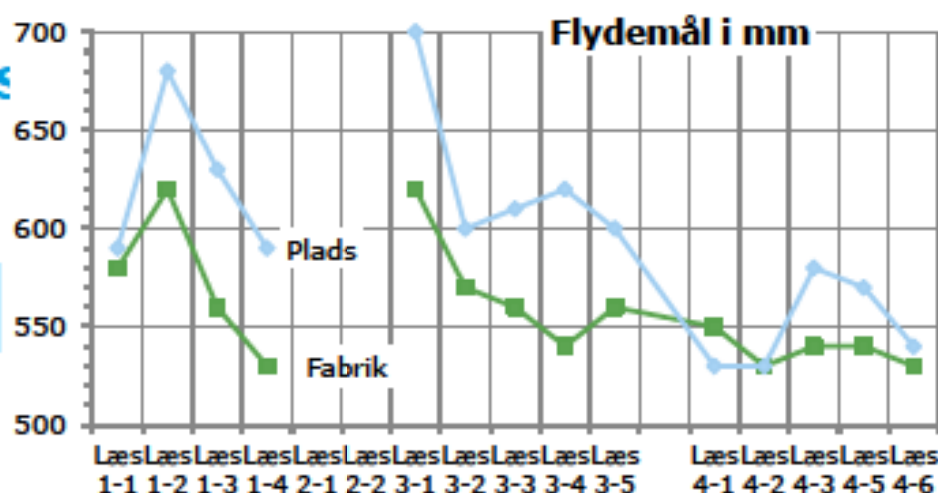
Eksempler på prøvningsdata



2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

SCC EGENSK

Eksempler på prøvningsdata



2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

FÆRDIGT RESULTAT

- Mindre efterreparationer nødvendige – specielt på de første støbninger
- Generelt pæne overflader uden luftbobler



RAMBOLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN

INJICERING AF M27 GENNEMFØRINGER VED SAMMENSTØBNING MED EKSIST DRAGER

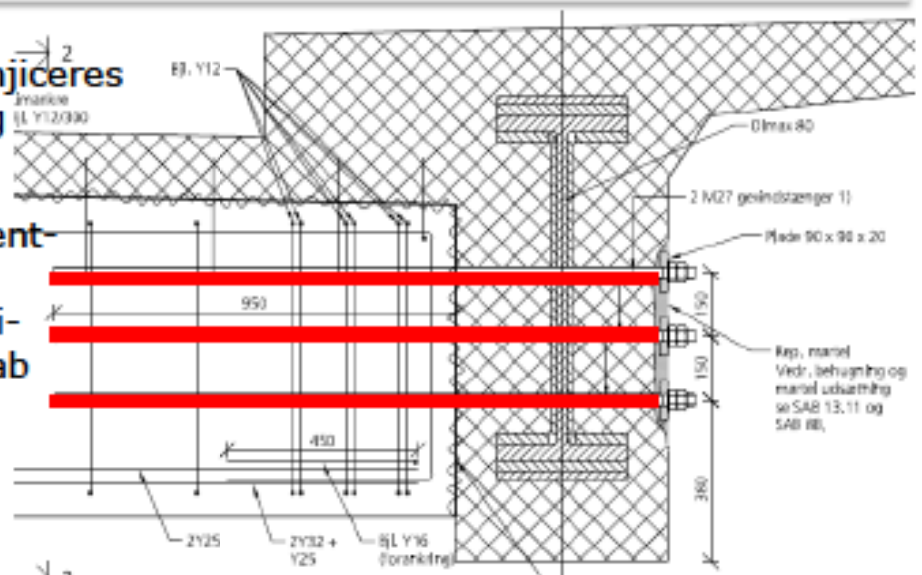
- DS/EN 1504-5 Betoninjektion

Dette dokument angiver krav og godkendelseskriterier for identifikation, ydeevne (inklusive holdbarhedskriterier) og sikkerhed af injiceringsprodukter til reparation og beskyttelse af betonkonstruktioner i forbindelse med:

- kraftoverførende udfyldning af revner, hulrum og mellemrum i beton (kategori F, se 3.1)
- plastisk udfyldning af revner, hulrum og mellemrum i beton (kategori D, se 3.1)
- kvældningstilpasset udfyldning af revner, hulrum og mellemrum i beton (kategori S, se 3.1).

- Ø32 hul med M27 injiceres inden betonstøbning

- Svært at finde cement-baseret produkt til kraftoverførende injicering af 2-3 mm gab



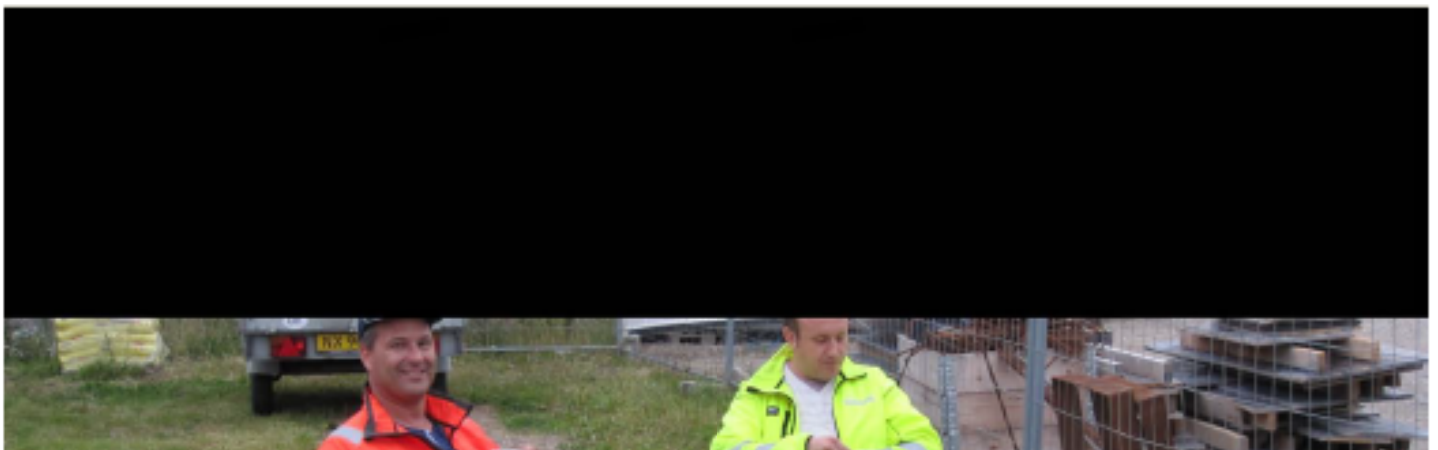
RAMBOLL

UDFORDRINGER I UDFØRELSEN

- Knappe pladsforhold i klappælder for entreprenøren
- Afgrænsning af behugning ved water jetting er vanskelig at foretage
- Stilladsdokumentation mangler en mindre krævende variant, når der ikke er tale om formbærende stillads
- Konsistenskrav til SCC ved pumpning i tæt armerede forme, flydemålet alene er ikke tilstrækkeligt
- Mangler et typegodkendt injiceringsprodukt (cementbaseret) iht EN 1504-5, der sikrer kraftoverførsel og stivhed ved små hulrum

RAMBOLL

2012-11-20 DANSK BETONFORENING
CLAUS V. NIELSEN



STEMNINGSBILLEDER



RAMBOLL

SPØRGSMÅL ??

Claus V. Nielsen, cvn@ramboll.dk

Tel. 5161 7515

www.ramboll.dk

