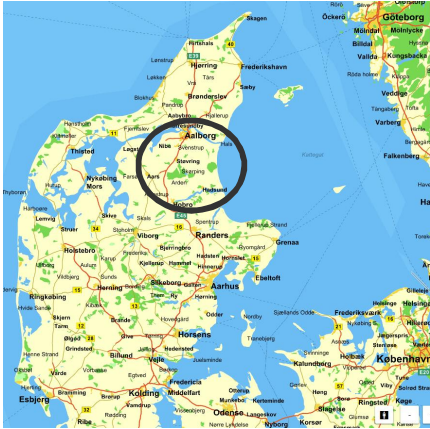




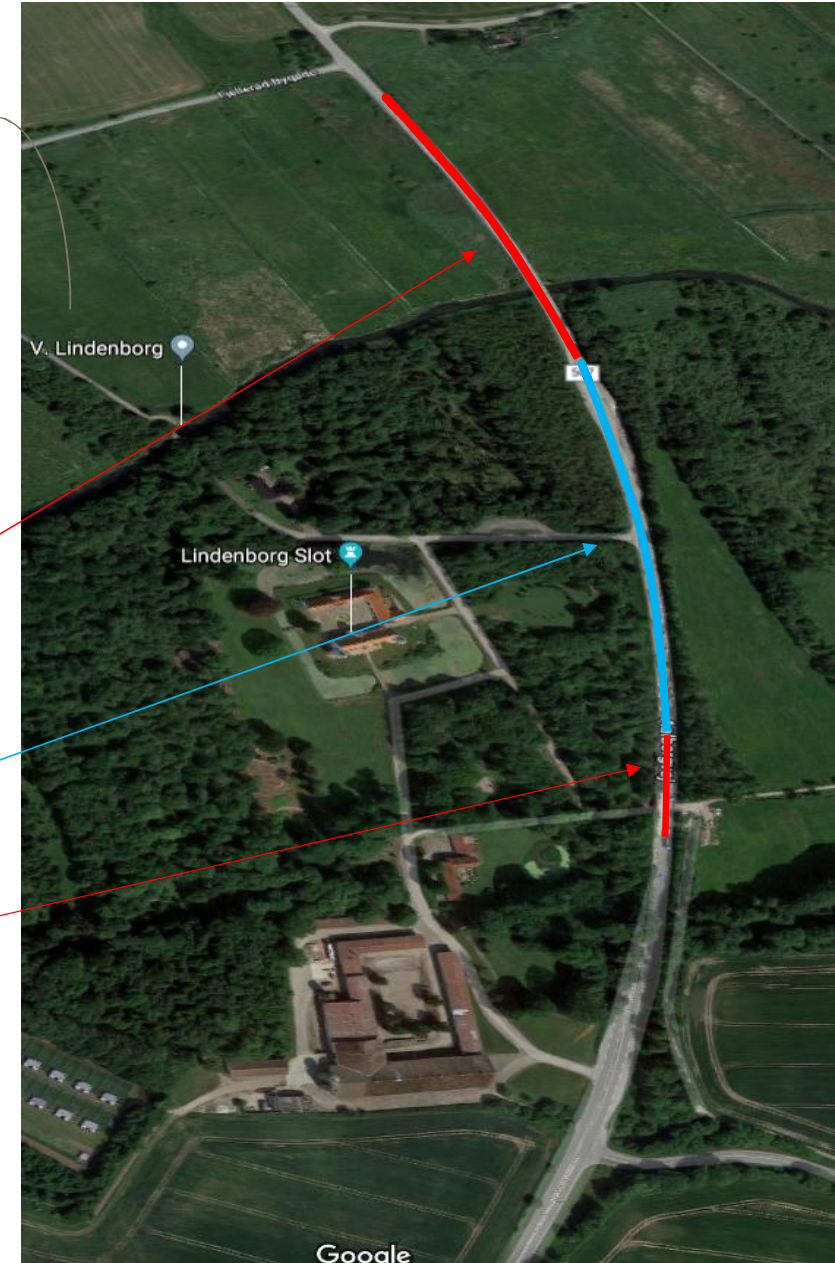
FORSTÆRKNING AF LINDENBORG PÆLEDÆK DANSK BRODAG 2019

BELIGGENHED



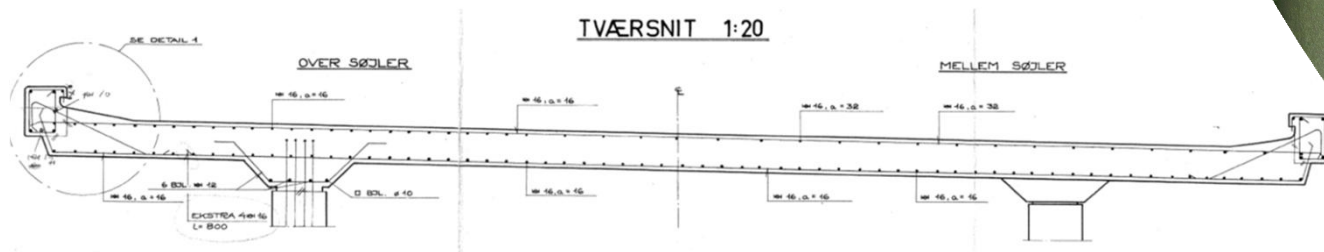
- Hovedlandevej Aalborg - Hadsund, årsdøgntrafik ca. 7000 køretøjer
- Nordligt pæledæk, ca. 312 m, heraf ca. 12 m bro over å
- Ca. 380 m dæmning
- Sydligt pæledæk, ca. 126 m

RAMBOLL



TVÆRSNIT OG GEOMETRI

- Ca. 4400 m² brodæk
- 10,0 m bred kørebane
- Brodæk: Ca. 300 mm beton
- Belægning: Ca. 110-150 mm bitumen/asfalt
- Søjler i modul på 6,0 x 6,2 m

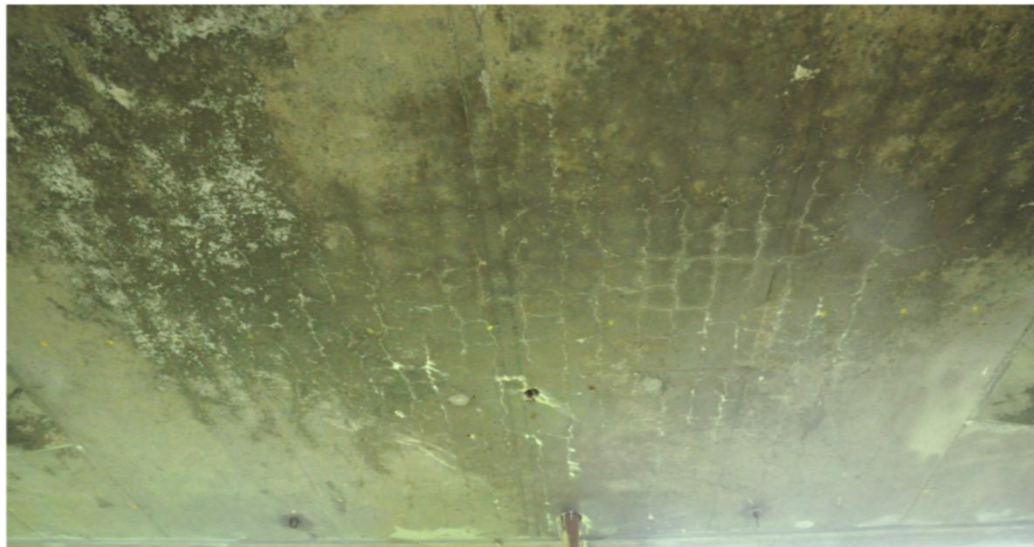
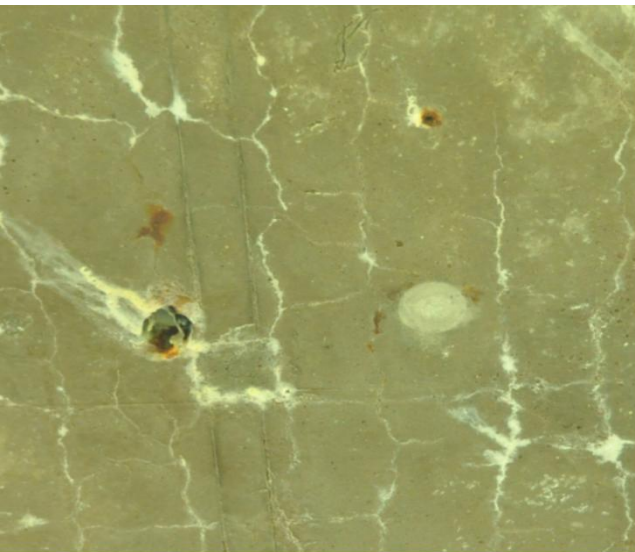


RAMBOLL



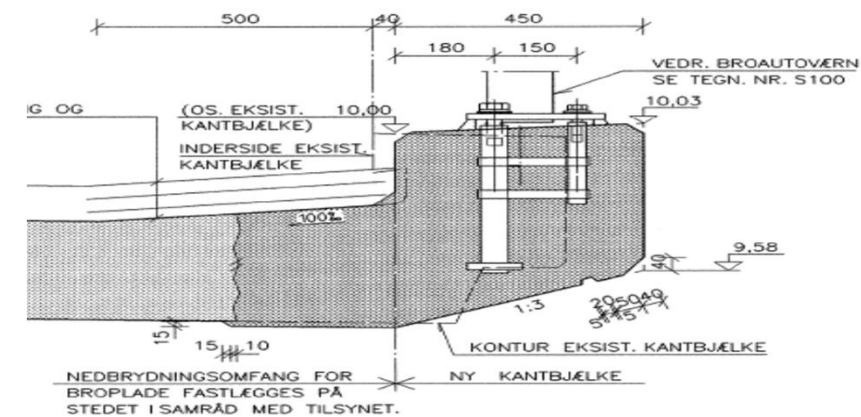
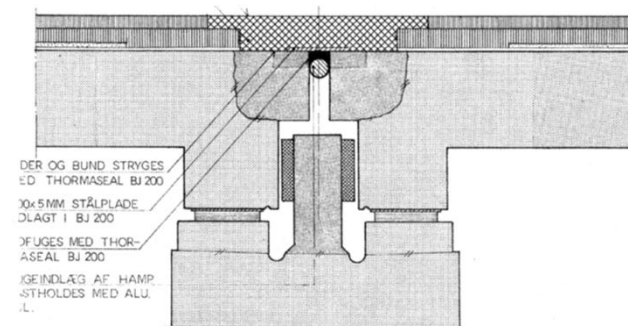
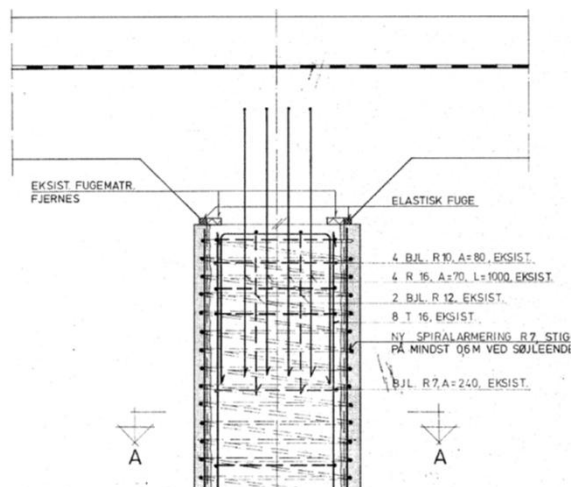


AKR-SKADER



TIDSLINJE, FREM TIL 2010

År	Aktivitet
1968	Ibrugtagning
1975 – 2010	Løbende eftersyn pr. 3-5 år
1977	Forstærkning af søjler
1984	Udskiftning af lejer og stenfyldte fuger
1994 - 1995	Slidlag og dilatationsfuger
2001	Udskiftning af kantbjælker



TIDSLINJE, 2010-2012

År	Aktivitet
2010	Bæreevneberegning
2011 - 2012	Skitseprojekt for udskiftning
2010-	Årlige eftersyn, overvågning, borekerner, m.m.



2010: Bæreevneberegning

- Dårlig tilstand, $f_{ck} < 20$ MPa
- Bæreevne kun netop svarende til færdselslovens krav
- Fortsat nedbrydning
- Beslutning om udskiftning

2011-2012: Skitseprojekt for udskiftning

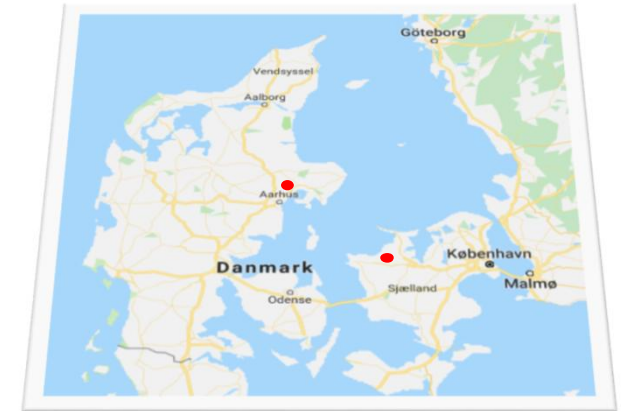
- Både overbygning og underbygning
- Dæmning fordyrere evt nyt tracé
- Store trafikantgener, evt omkørsel via smalle biveje
- Pris ca. 80-100 mio kr

2010-2012: FORSØG MED ANDRE AKR-RAMTE BROER

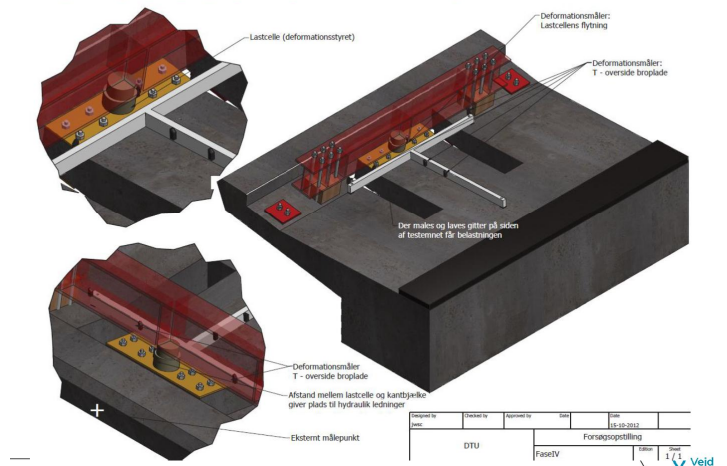
FULDSKALAFORSØG AF BRO 119-0-017



Niras, 2011

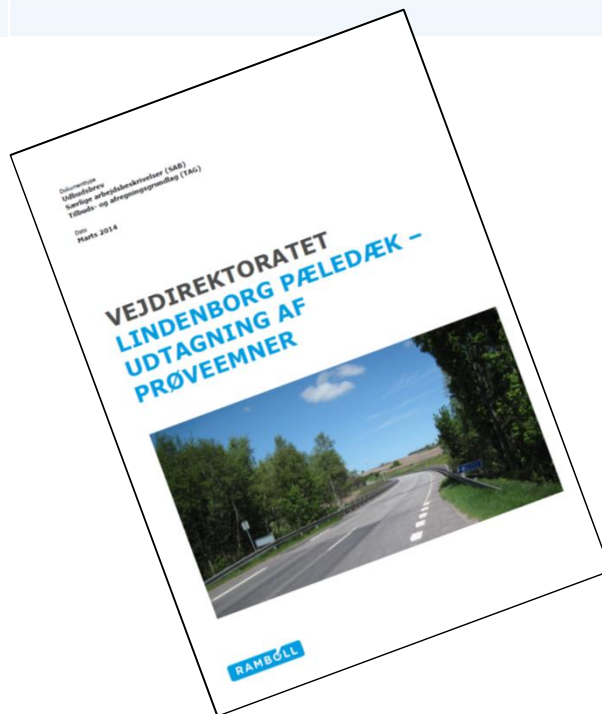


FORFORSØGSOPSTILLING



TIDSLINJE, 2013-2016

År	Aktivitet
2013	Beslutning om igangsætning af bæreevnforsøg på Lindenberg
2013-2016	Vejdirektoratet medfinansierer Ph.D. projekt på DTU



RAMBØLL

Ph.D. studerende:

- Ricardo Barbosa

Vejleder og følgegruppe:

- Kurt Kielsgaard Hansen, DTU
- Erik Stoklund Larsen, Vejdirektoratet
- Linh Cao Hoang, DTU
- Søren G Hansen, SDU
- Bent Grelk, Rambøll
- Claus Pedersen, Rambøll

BÆREEVNEFORSØG 2013-2015

Udtagning af 6 emner

a ca. $4 \times 2 \text{ m}^2$

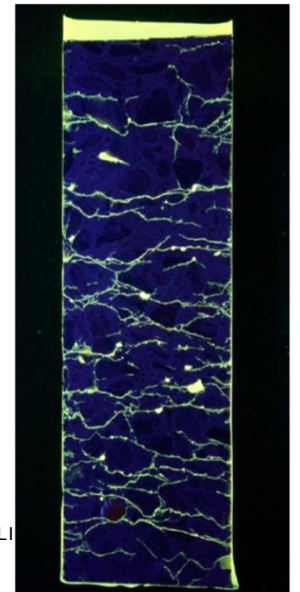
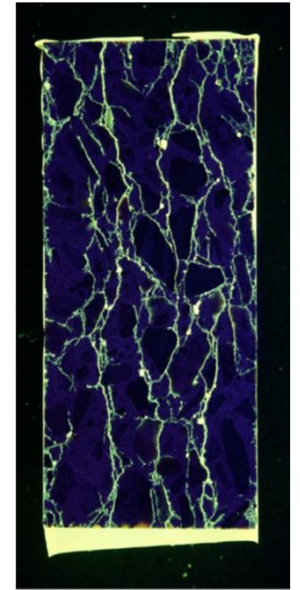
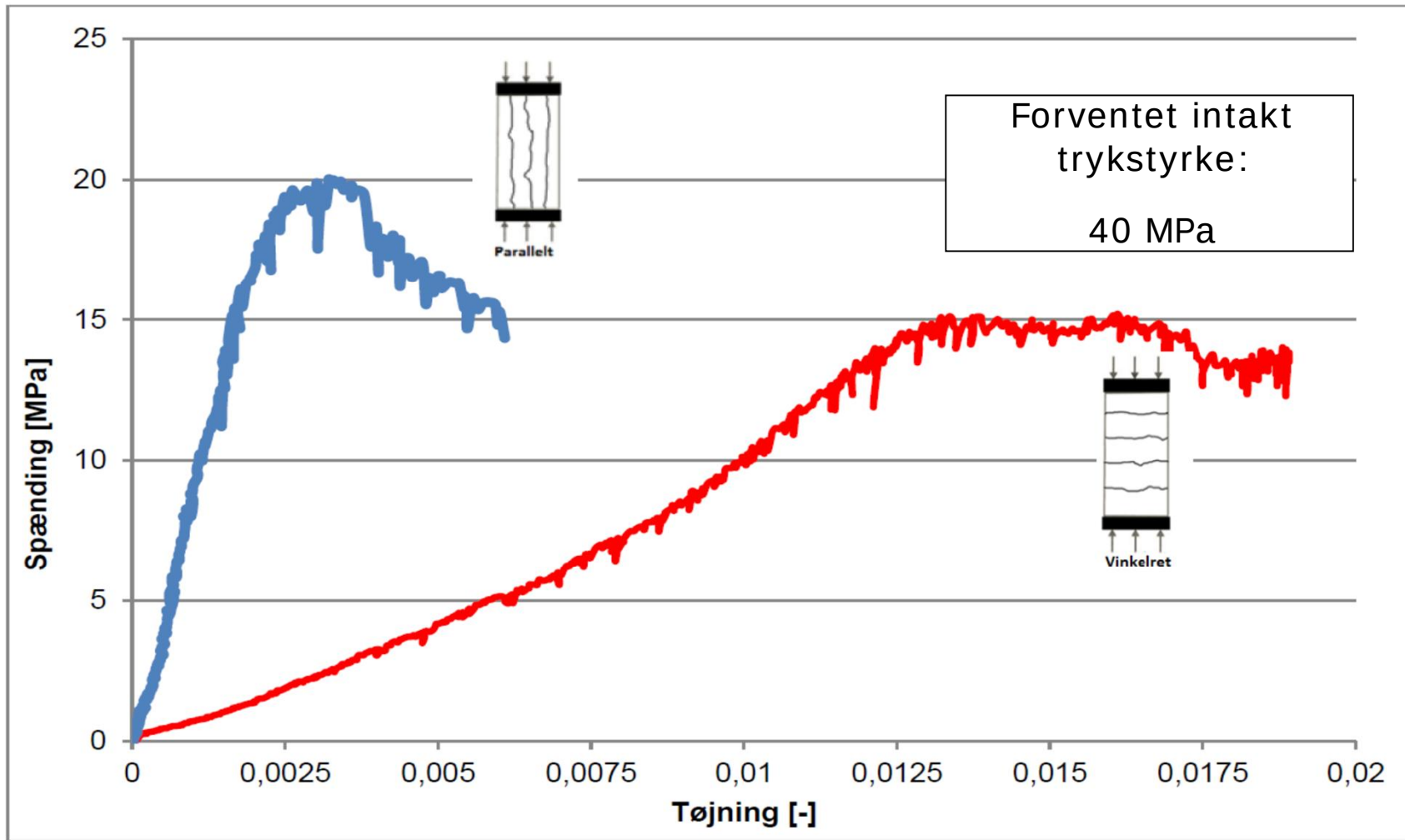


BÆREEVNEFORSØG 2013-2015

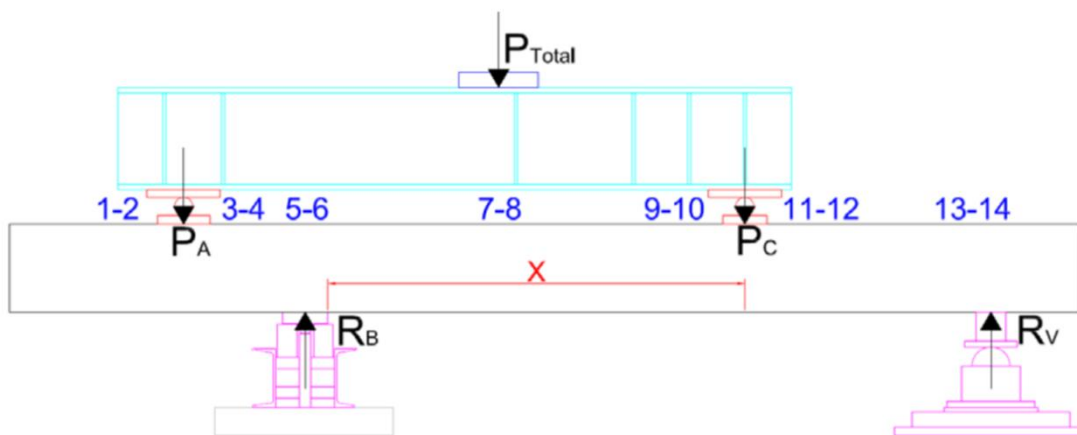
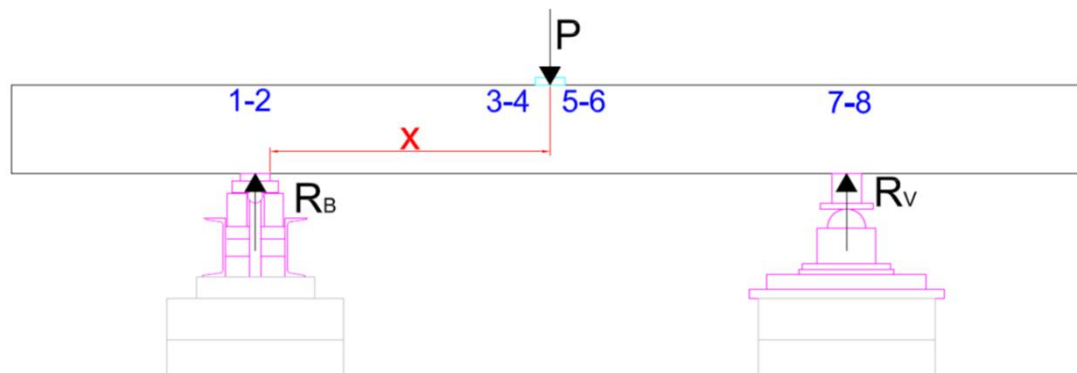
- $6 \times 3 = 18$
forsøgsbjælker
- Resterende strimler
benyttes til kerner,
trykprøvning, planslib,
m.m.
- Kerner udbores i to
retninger, hhv lodret og
vandret



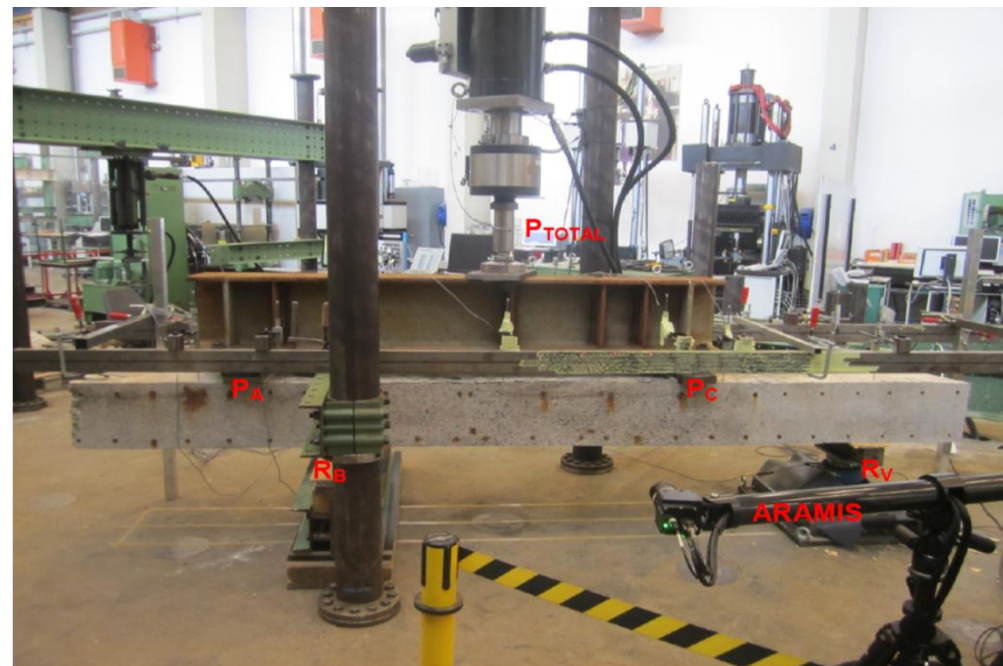
TRYKPRØVNING AF BOREKERNER



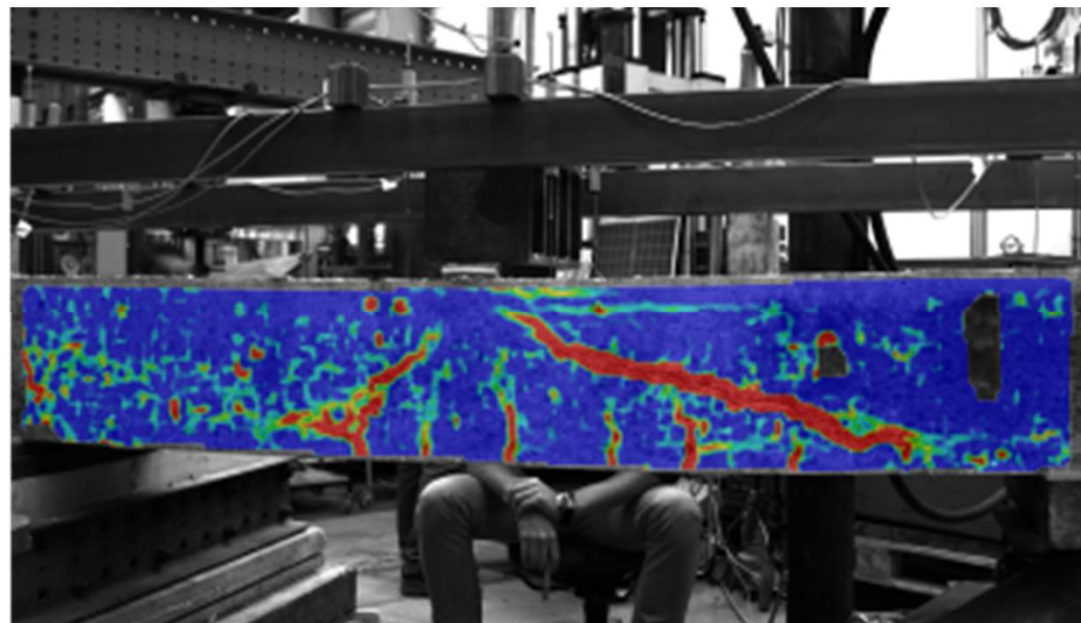
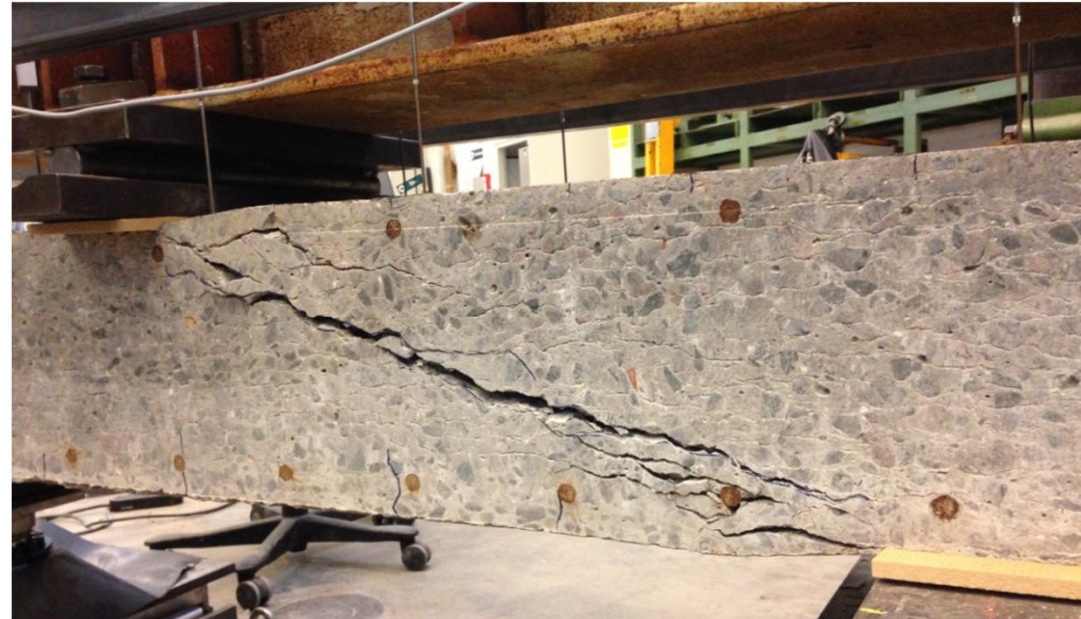
18 FORSØGSBJÆLKER



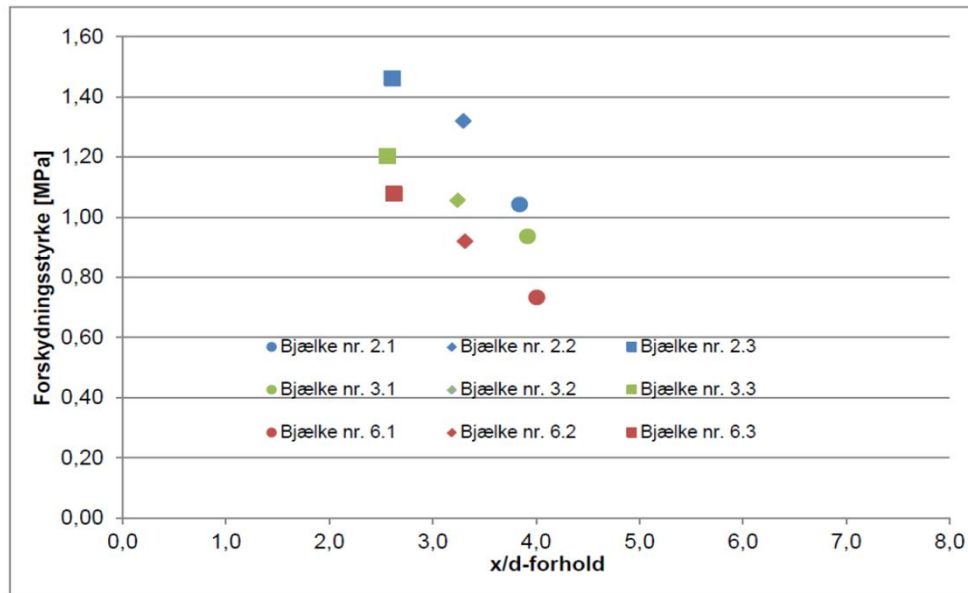
RAMBØLL



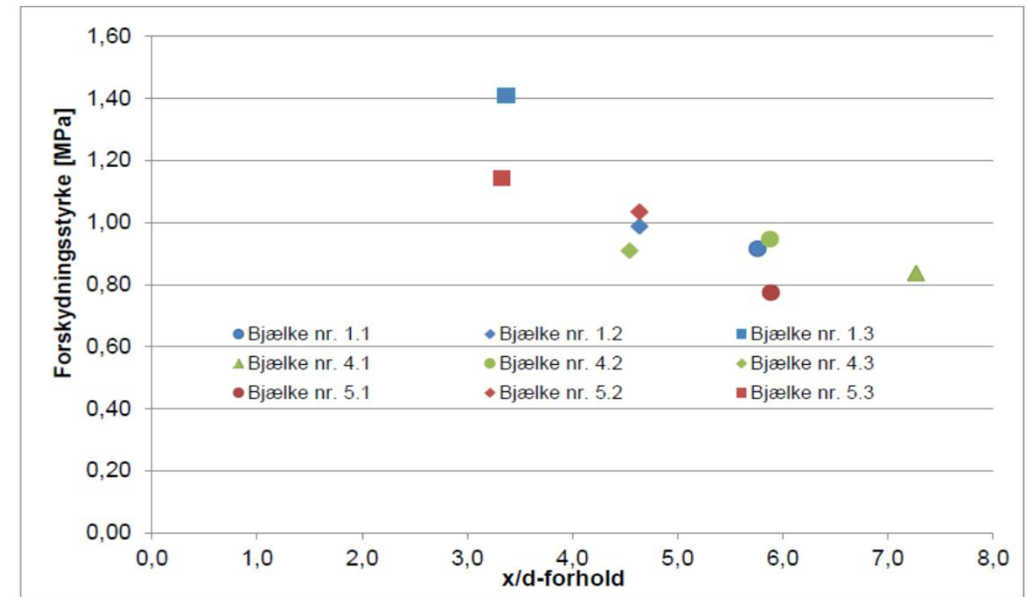
18 FORSØGSBJÆLKER



BELASTNINGSTEST PÅ DTU: RESULTATER



3 punkts bøjning



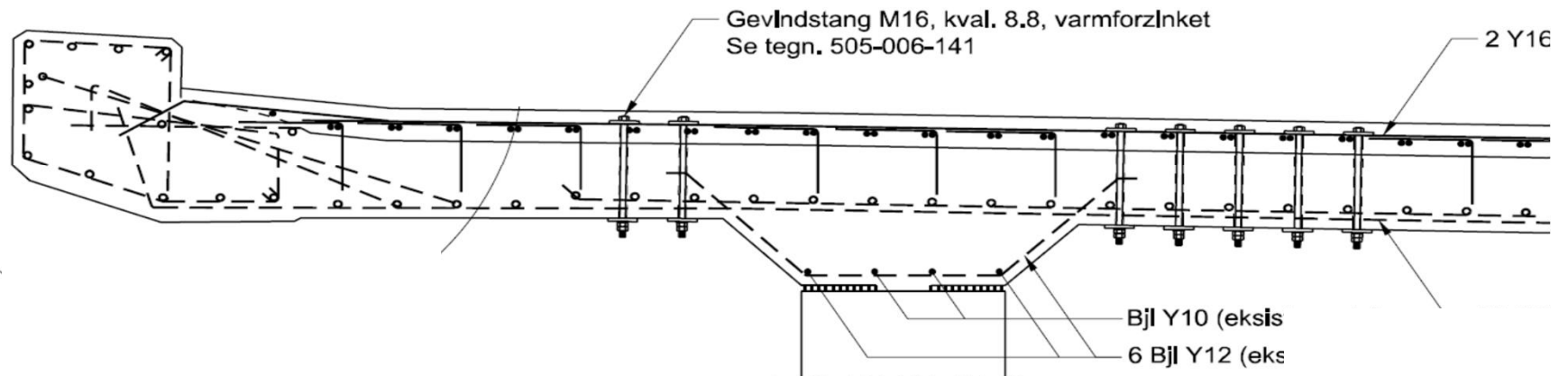
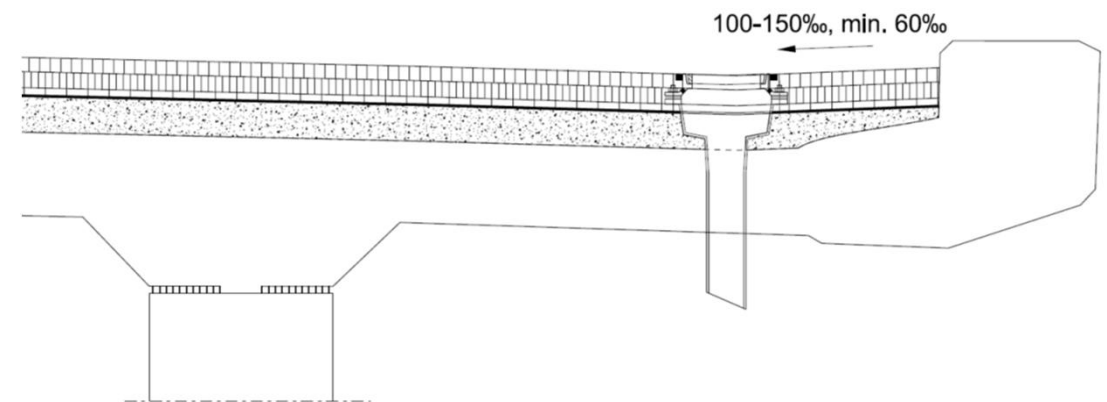
4 punkts bøjning

- Forskydningsbæreevne reduceret, ca. 10-20% ift intakt beton
- Bæreevne fortsat tilstrækkelig stor, robust og duktil til at den gamle beton kan genanvendes, hvis den beskyttes

2015-2016: UDBUDSPROJEKT FOR FORSTÆRKNING

Hovedprincip:

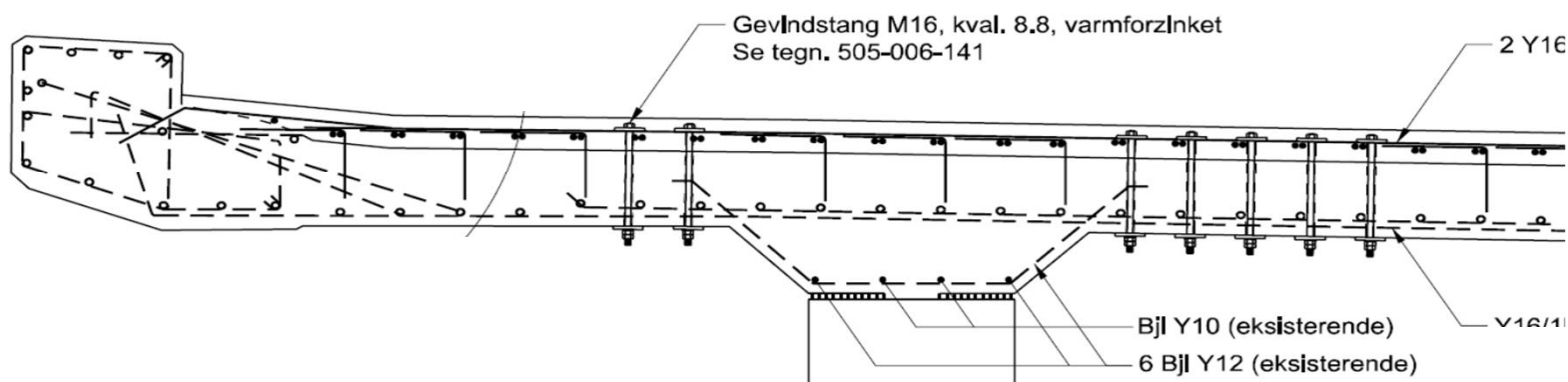
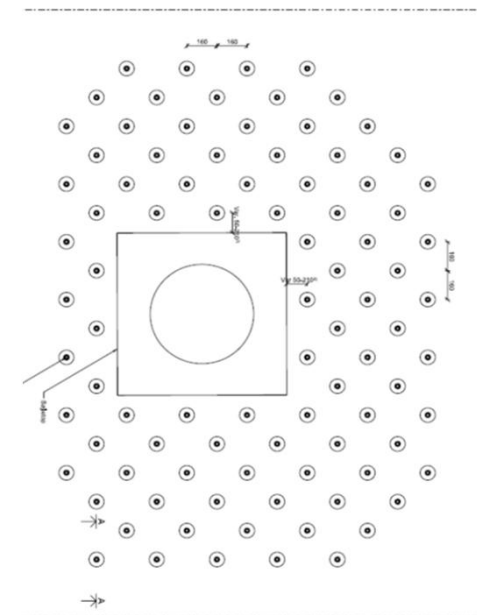
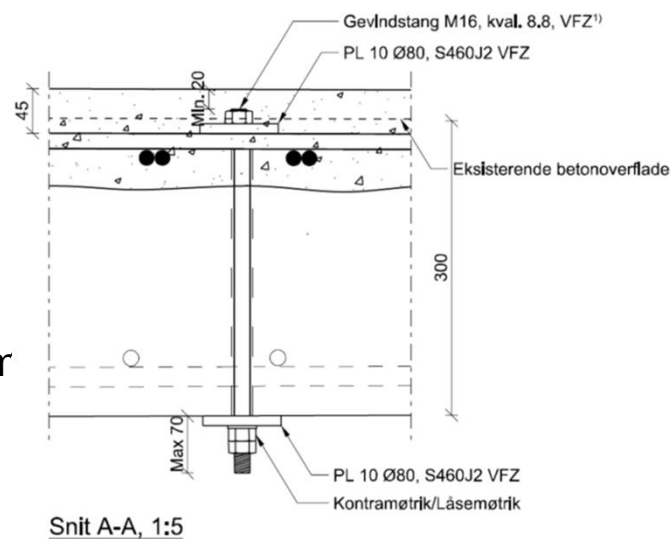
- Fjerne gammel belægning og øverste 70 mm beton inkl. armering
- Strittere og ny oversidearmering
- Udstøbe 100 mm profileringsbeton
- Betontykkelse forøges fra 300 til 330 mm
- Forstærkning omkring søjler
- Ny fugtisolering og belægning



2015-2016: UDBUDSPROJEKT FOR FORSTÆRKNING

Hovedprincip:

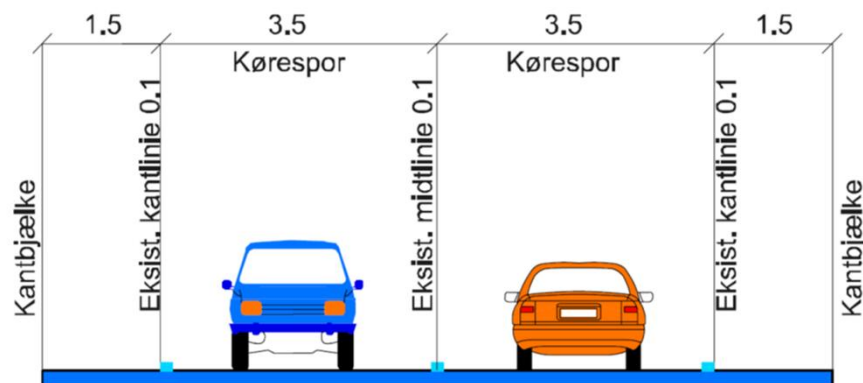
- Fjerne gammel belægning og øverste 70 mm beton inkl. armering
- Strittere og ny oversidearmering
- Udstøbe 100 mm profileringsbeton
- Betontykkelse forøges fra 300 til 330 mm
- Forstærkning omkring søjler
- Ny fugtisolering og belægning



OPDELING I ETAPER

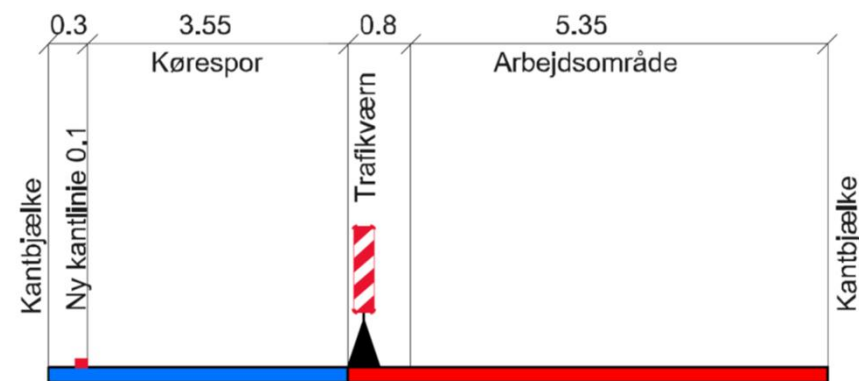
- 2018: Etape 1 og 2: Sydlig pæledæk
- 2019: Etape 3 og 4: Nordligt pæledæk (sydlig del over å)
- 2020: Etape 5 og 6: Nordligt pæledæk (nordlig del)

Eksisterende forhold

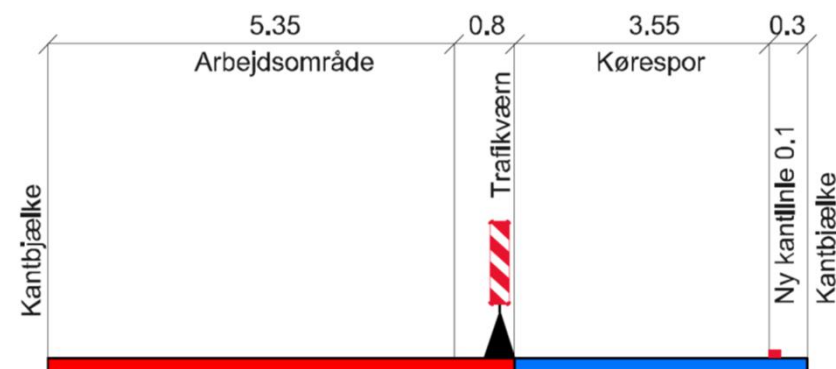


RAMBOLL

Etape 1, 3 og 5

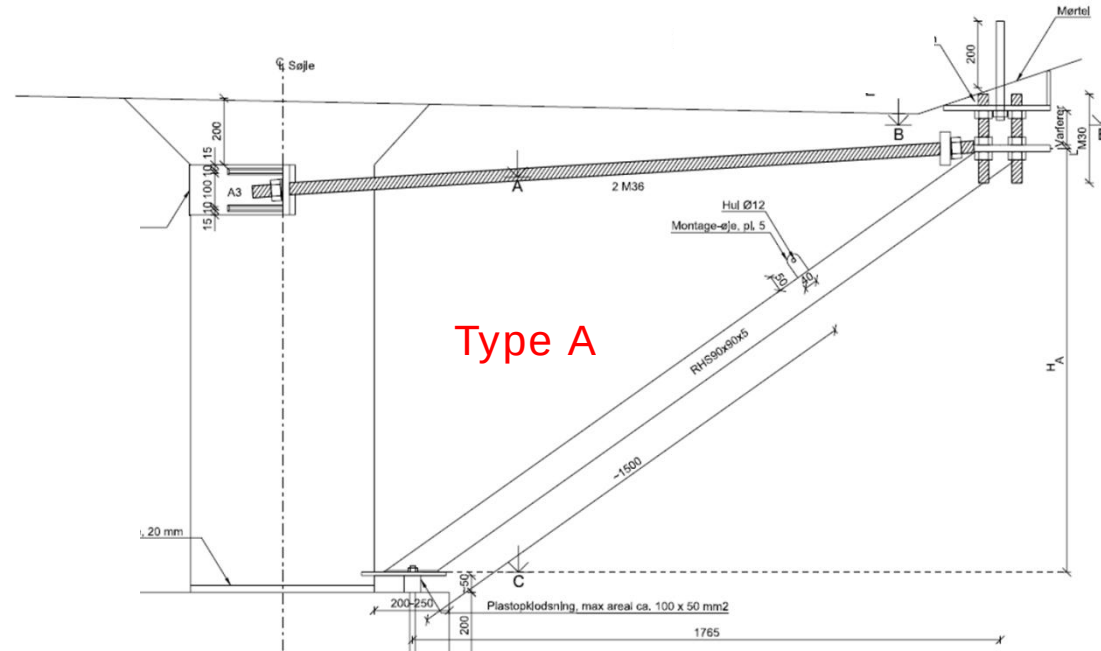
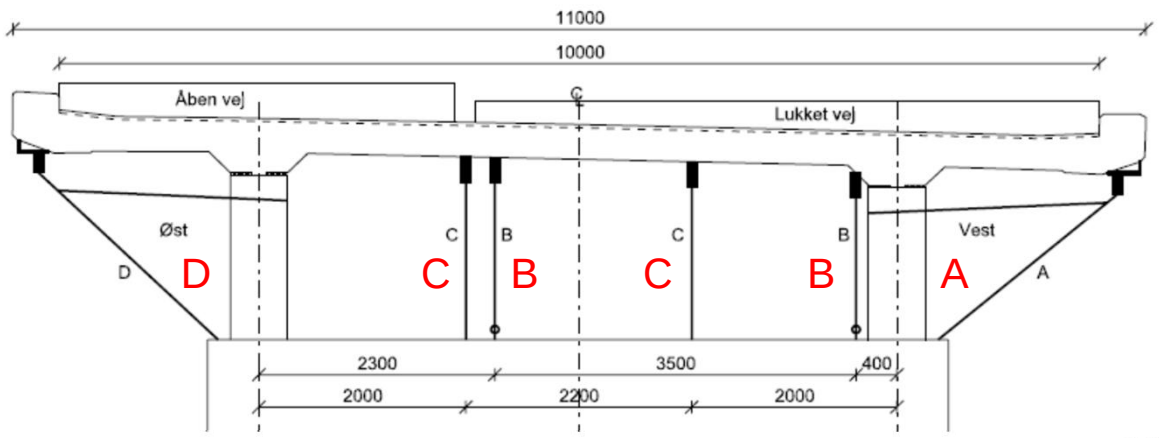
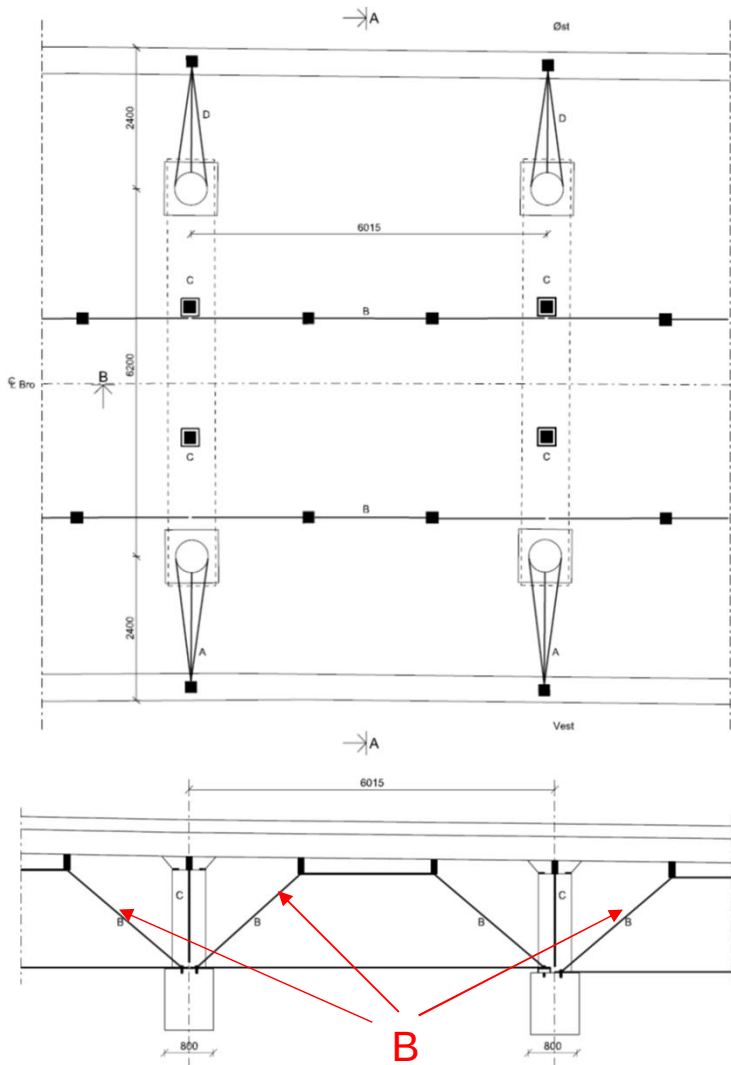


Etape 2, 4 og 6



SÆRLIGE FORHOLD, TRAFIK OG INTERIMSUNDERSTØTNINGER

D
C
B
C
B
A



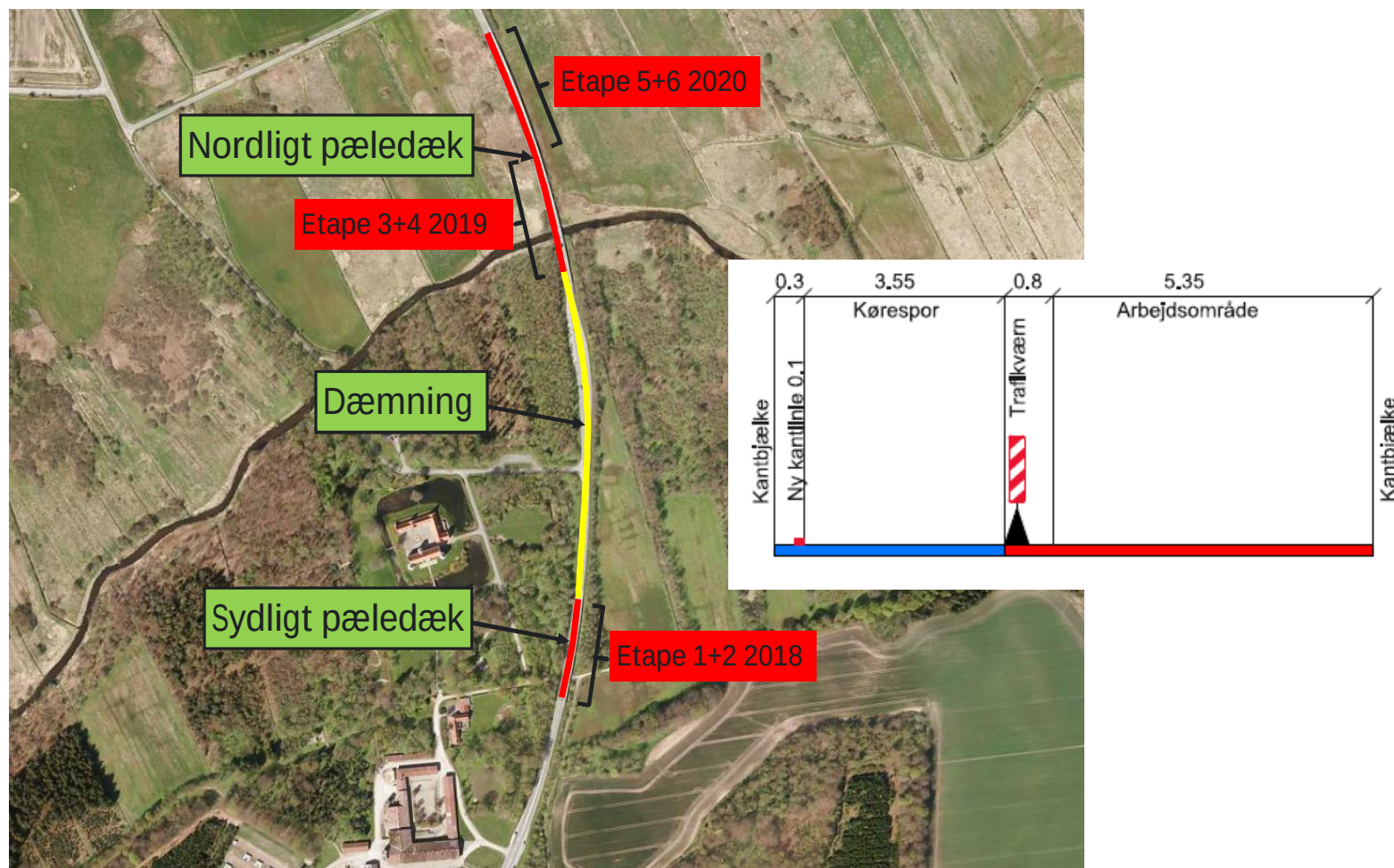
Type A



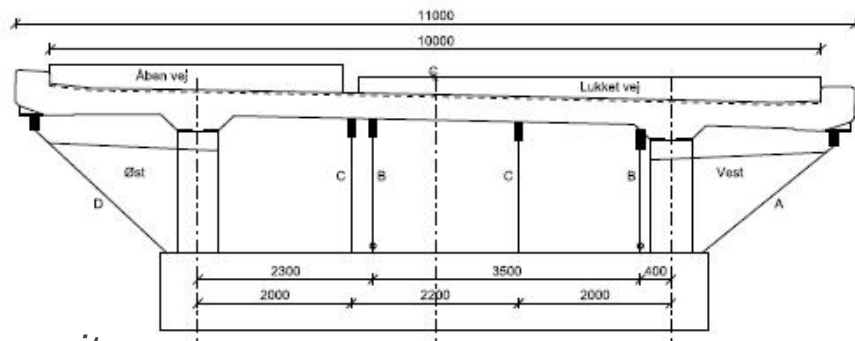
LINDENBORG PÆLEDÆK

UDFØRELSESFASEN

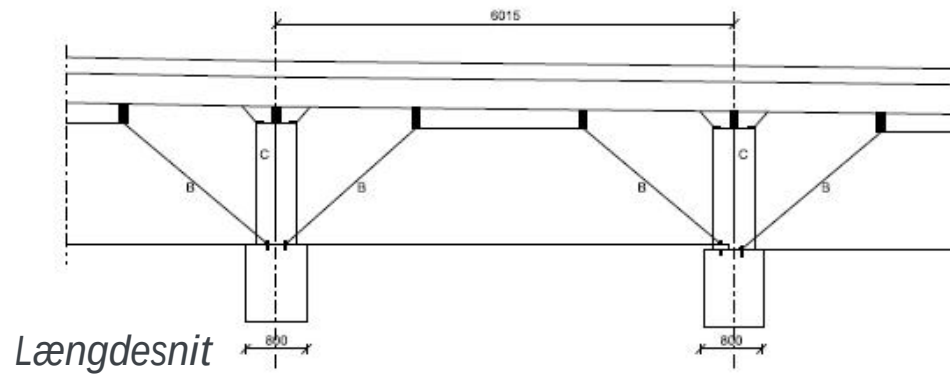
Etaper



Interimskonstruktion

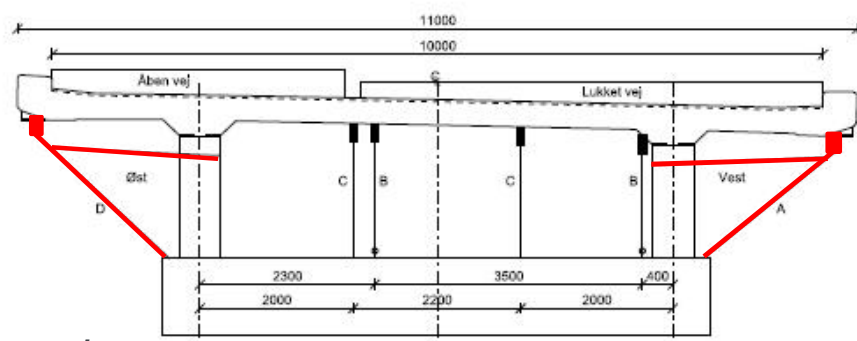


Tværsnit

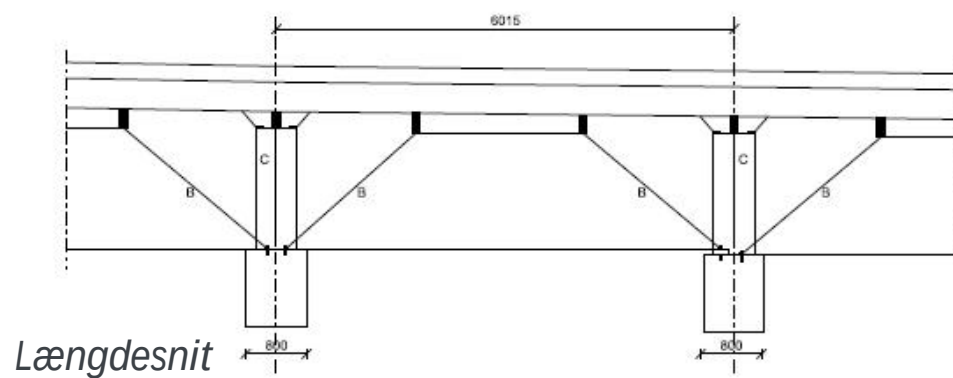


Længdesnit

Interimskonstruktion



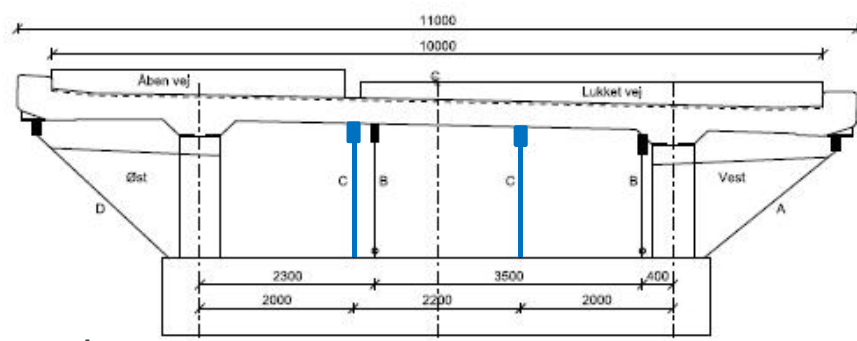
Tværssnit



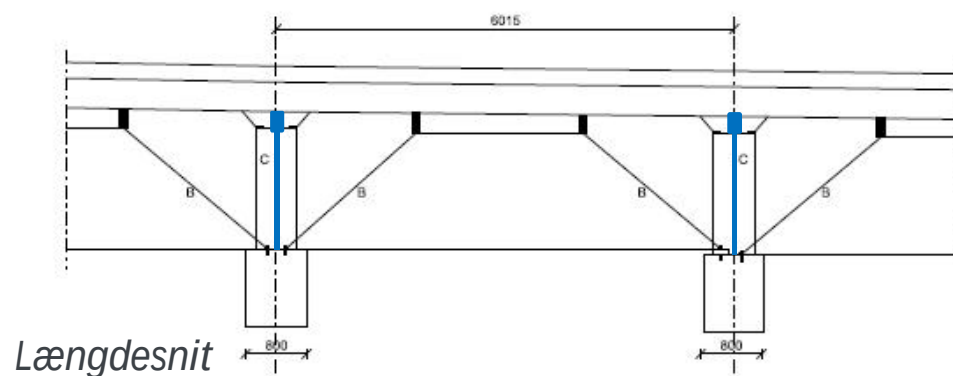
Længdesnit



Interimskonstruktion



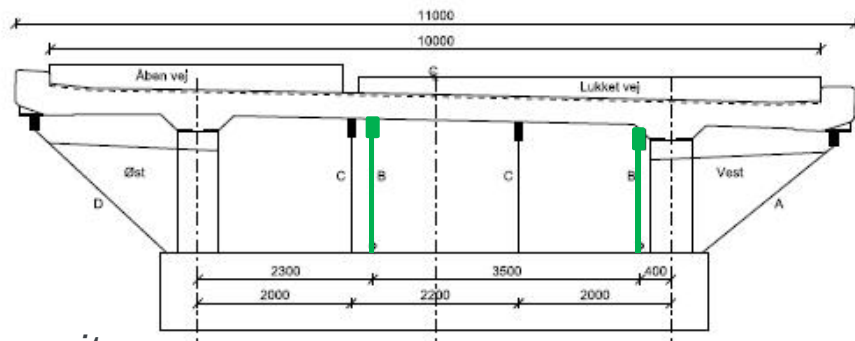
Tværsnit



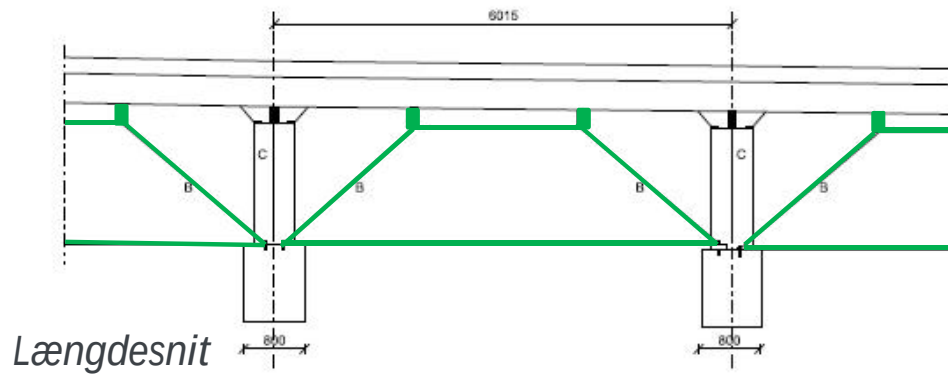
Længdesnit



Interimskonstruktion

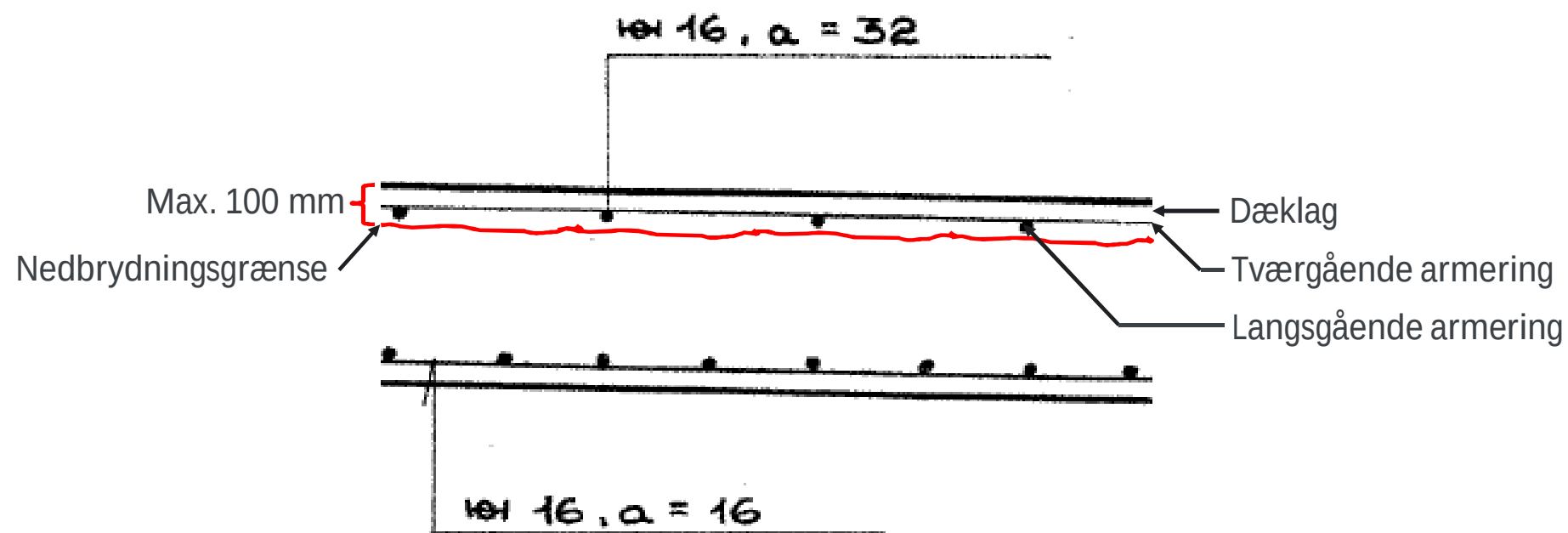


Tværsnit



Længdesnit

Fjernelse af beton



Fjernelse af beton



Generelt en fornuftig stand af betonen efter 1. fræsning.



Dog enkelte områder med dårlig beton og korroderet armering.

Fjernelse af armering



1. Koben



3. Pladeklo



2. Grubetand

Fjernelse af armering



Aftegninger fra ribber.



Borekerner til kontrol.

Tørholdelse af brodæk

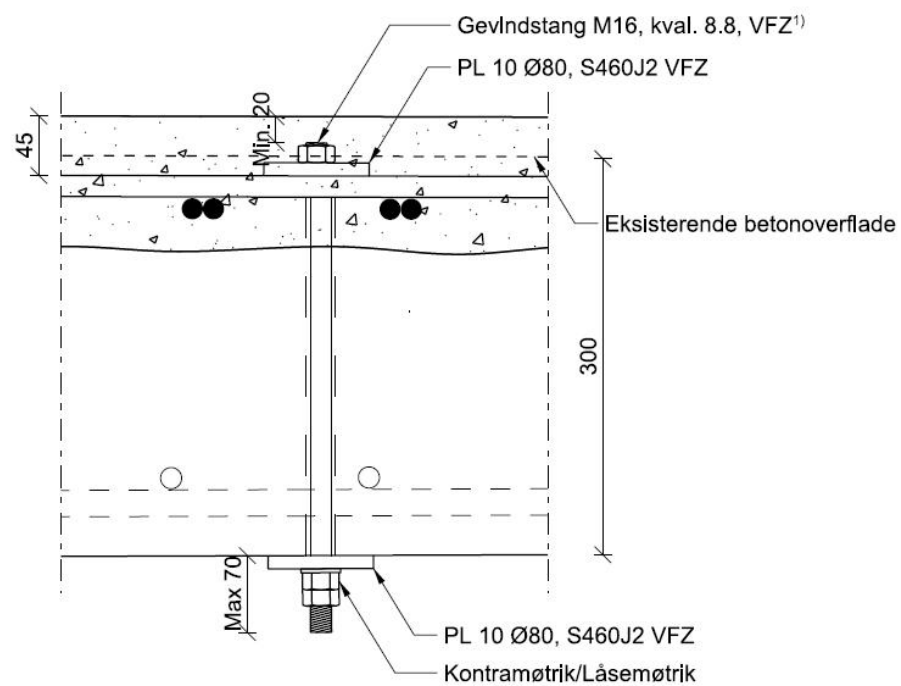


Afdækning med presenninger...



...blev efterfulgt af strålende solskin... og klæg!

Forskydningsdorne



Hulboring fra US brodæk.

Forskydningsdorne

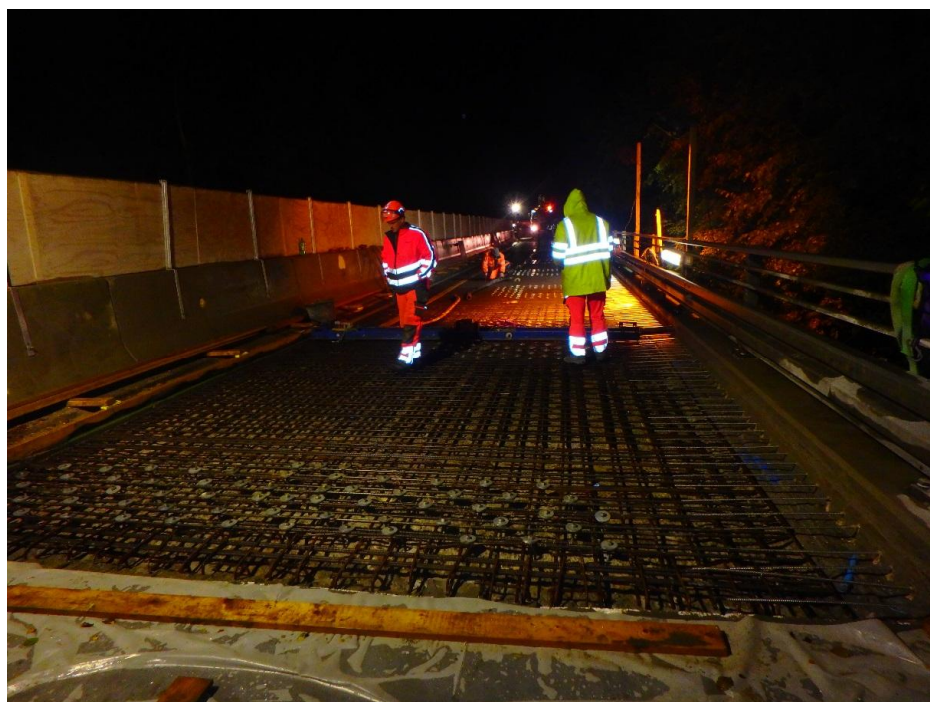


Forskydningsdorne etableret.

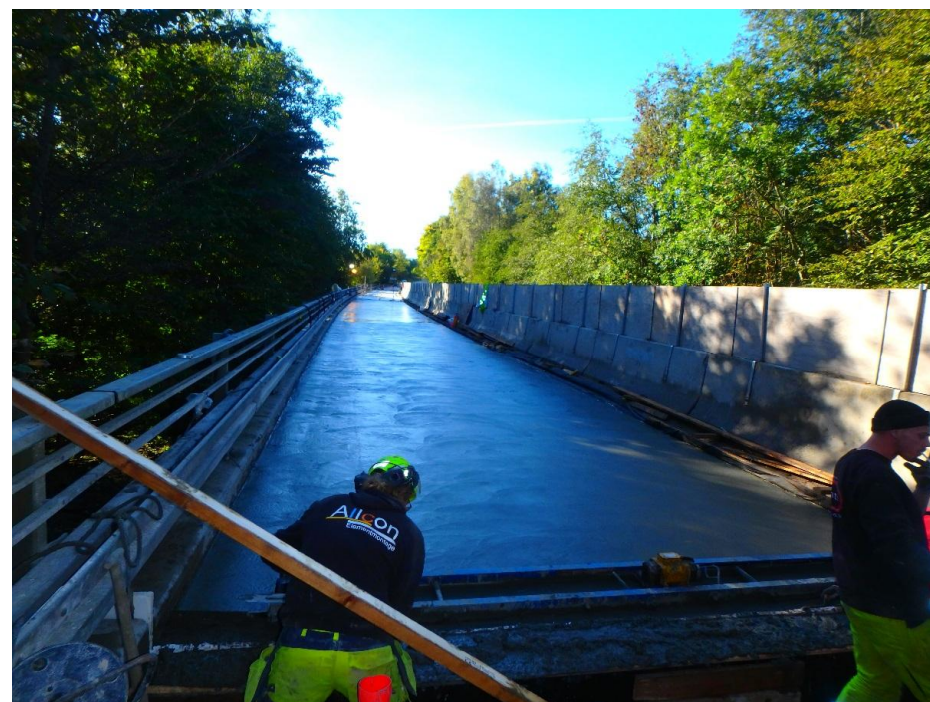


Injicering pågår.

Støbning



Etape 2, del 2: Opstart kl. 03.40.



Etape 2, del 2: Færdig kl. 9.50.

Betonreparationer på US brodæk

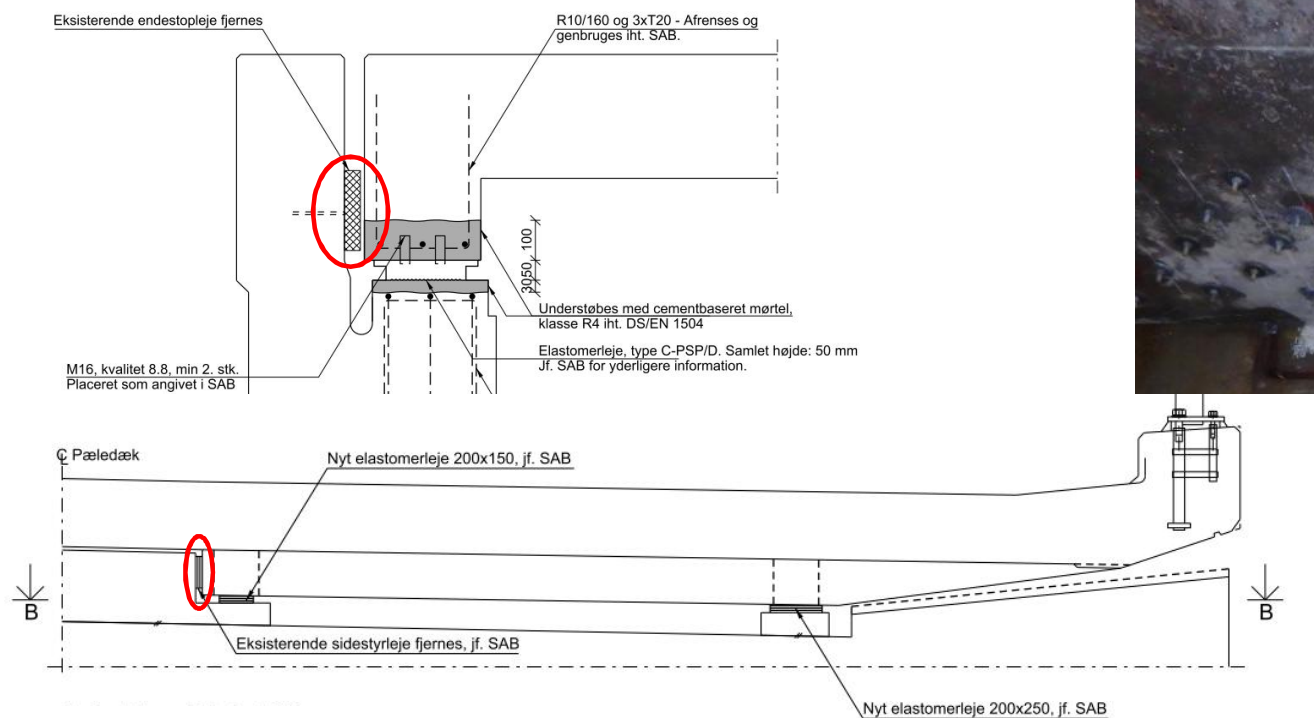


En mindre reparationen der "løber" ved behugning.



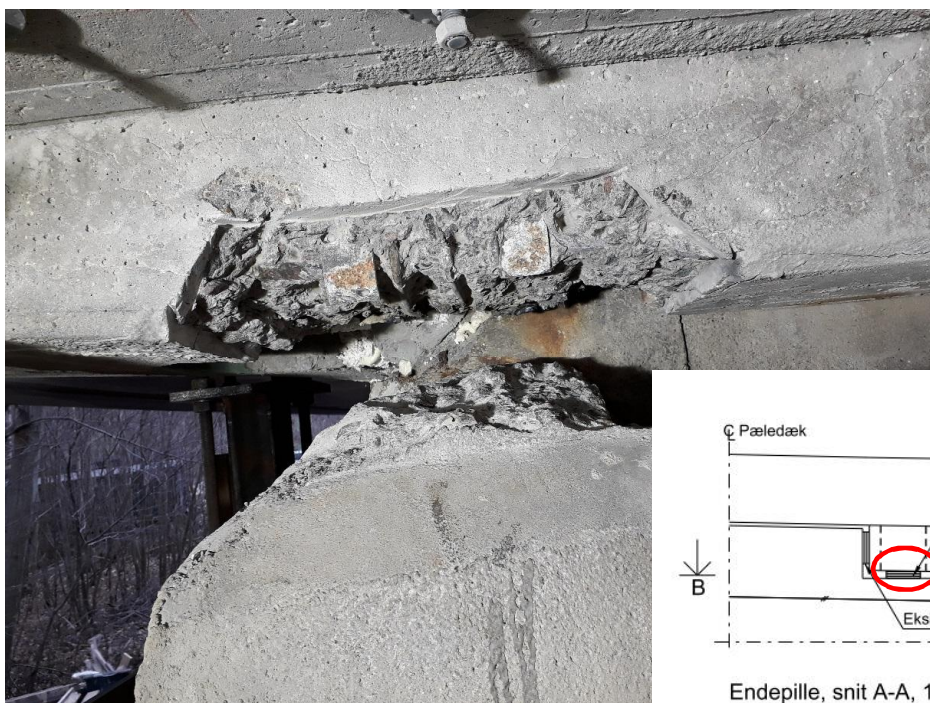
Korroderet og gennemtæret armering på US brodæk.

Udskiftning af lejer

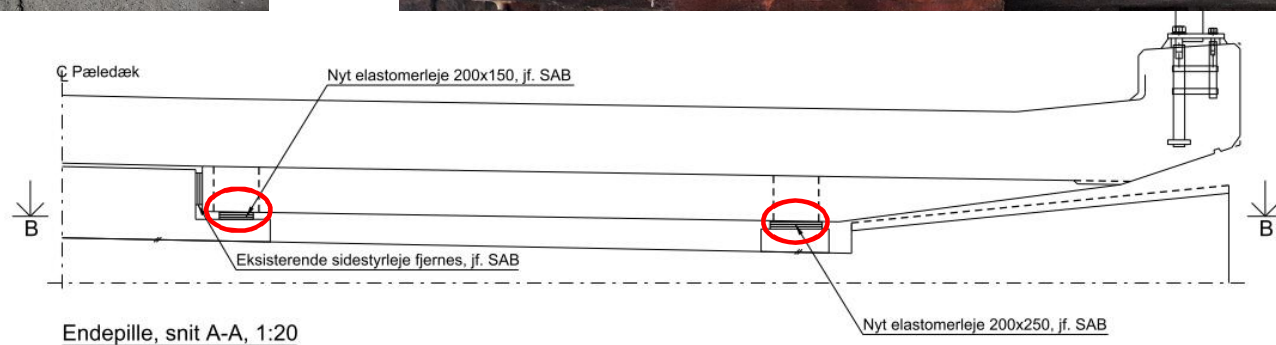


Stålkonstruktion for side- og endestyr.

Udskiftning af lejer



Nedbrydning af lodret leje udført



Udskiftning af fuger



Etapeskel i fuge.



Færdig fuge.

Erfaringer

- Øget stivhed
- Nedbrydning af beton
- Fjernelse af armering
- AKR-skadet beton kan være uforudsigelig, men ikke umulig



TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN!