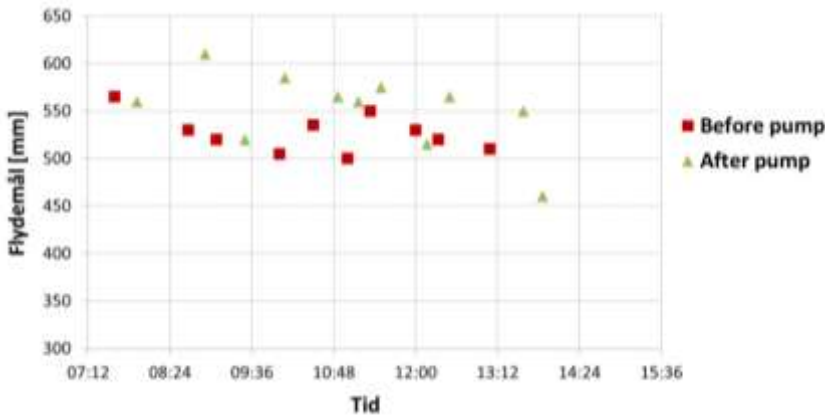


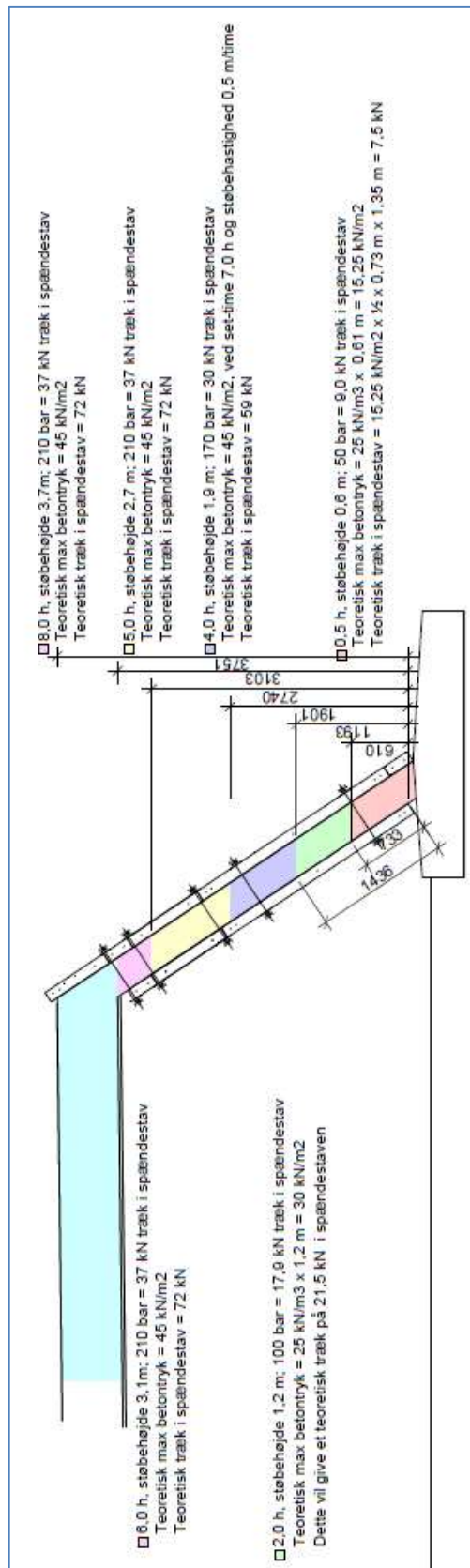
Fødselsattest

Generel information	
Konstruktionens navn	Bro 000-0127-0-005.00 (underføring ved stien Det Grønne Fodspor)
Bygherre	Vejdirektoratet
Entreprenør	MT Højgaard (udførelse) og COWI (rådgivning/design/tilsyn)
Byggeår	2012
Geografisk placering	Syd for Slagelse ved Sdr. Ringgade, se Bilag 1.
Miljø-/eksponeringsklasse	Ekstra aggressiv (E)
Specificeret levetid	100 år
Kortfattet beskrivelse af konstruktionen	Bro (underføring) opført i forbindelse med Vejdirektoratets anlæggelse af Slagelse Omfartsvej. Konstruktionen indgår som et demonstrationsprojekt i innovationskonsortiet "Bæredygtige betonkonstruktioner med stålfibre" og er <i>in-situ</i>-støbt med en kombination af stålfiberarmeret sætmålsbeton og stålfiberarmeret selvkompakterende beton (SFRSCC), bl.a. med det formål at demonstrere og teste designkriterier for SFRSCC. Broen er udført som en rammekonstruktion med et spænd på ca. 5 m og en bredde på ca. 19 m og er opbygget af følgende overordnede konstruktionsdele: Brodæk, kantbjælker, to vægge og to fundamenter. Konstruktionstegninger er vedlagt i Bilag 2-6.

Mix design, betonegenskaber og udstøbning				
Konstruktionsdel	Brodæk og kantbjælker			
Dato for støbning	4. september 2012			
Materiale	Vægt [kg/m³]		Volumen [m³/m³]	
Lavalkali Portland cement, CEM I 42,5 N, HS/EA<2 (Aalborg Portland A/S)	381,4		119	
Flyveaske, Type B4 (Emineral A/S)	49,6		22	
Mikrosilica (Finnfjord A/S)	21,4		10	
Vasket sand, 0/2 mm, Kl. E, Eskebjerg (Thomas Jull Olson)	662		254	
Ansit, 5/8 mm (Rekefjord Stone AS)	103,7		38	
Ansit, 8/16 mm (Rekefjord Stone AS)	933,7		342	
Vand	150,8		151	
Amex® SB 22, luftindblandingsmiddel (BASF)	1,1		1	
Lubricon N20, plastificeringsmiddel (BASF)	3,2		3	
Glenium® Sky 531, superplastificeringsmiddel (BASF)	1,4		1	
Vand/pulver-forhold	Luftindhold [%]	Densitet [kg/m³]	Sætmål [mm]	Flydemål [mm]
0,35 (ækvivalent)	6	2308	130-160	-
Øvrige detaljer	Betonen blev leveret af Unicon og er en traditionel sætmålsbeton, og der er tilsat 40 kg/m³ Dramix 4D 65/60 BG stålfibre (Bekaert). Max. stenstørrelse i betonblandingen er 16 mm. Brodækket blev støbt i lag på 30 cm og blev vibreret.			

Konstruktionsdel	Vægge: Østvæg og Vestvæg			
Dato for støbning	4. september 2012			
Materiale	Vægt [kg/m³]	Volumen [m³/m³]		
Lavalkali Portland cement, CEM I, 42,5 N, HS/EA<2 (Aalborg Portland A/S)	350	109		
Flyveaske, Type B4 (Emineral A/S)	94,5	41		
Mikrosilica (Finnfjord A/S)	26,3	12		
Vasket sand, 0/2 mm, Kl. E, Eskebjerg (Thomas Jull Olson)	690,3	265		
Ansit, 5/8 mm (Rekefjord Stone AS)	236,4	87		
Ansit, 8/16 mm (Rekefjord Stone AS)	672,7	246		
Vand	156,5	157		
Amex® SB 22, luftindblandingsmiddel (BASF)	1,2	1		
Lubricon NCA, accelerator (BASF)	5,3	4		
Lubricon N20, plastificeringsmiddel (BASF)	3,8	3		
Glenium® Sky 531, superplastificeringsmiddel (BASF)	5,9	5		
Dramix 4D 65/60 BG stålfibre (Bekaert)	40	5		
Vand/pulver-forhold	Luftindhold [%]	Densitet [kg/m³]	Sætmål [mm]	Flydemål [mm]
0,37 (ækvivalent)	6,5	2283	-	526,5 (før pumpning) 560,5 (efter pumpning)
Øvrige detaljer	Betonen er selvkompakterende, og der er tilsat 40 kg/m³ Dramix 4D 65/60 BG stålfibre (Bekaert). Max. stenstørrelse i betonblandingen er 16 mm. Unicon leverede betonen. Flydemålet blev målt vha. et 4C-Rheometer før og efter pumpning af hver betonlevering, og hvert af de to flydemål angivet ovenfor repræsenterer således et gennemsnit af målingerne vist i Fig. 1. Væggene blev støbt gennem inlets, fire stk. i hver væg. Hvert inlet blev anvendt til at tilføre beton til en højde på ca. 0,5 m, hvorefter pumpen blev flyttet til det næste inlet. Hvert inlet bestod af en slidske, hvor pumperøret kunne føres ned i formen. Pumperøret var placeret lige over betonoverfladen for at undgå for store fald. Dette kunne dog ikke lade sig gøre i bunden, da pumperøret ikke kunne føres længere ned end til det øverste kølerør placeret i en højde på 1,2 m.  Fig. 1. Flydemål for selvkompakterende beton målt i forbindelse med støbning af væggene.			

Støbetrykket i væggen blev af PASCHAL-Danmark A/S målt i den ene af de to skråtstillede vægge i forbindelse med udstøbningen. Resultaterne af disse målinger fremgår af Fig. 2, hvor også teoretisk beregnede støbetryk er angivet. De faktisk målte værdier viser reducerede støbetryk i sammenligning med de teoretiske værdier.



Figur 2. Målt støbetryk i skråtstillet væg støbt med stålfiberarmeret selvkompakterende beton.

Konstruktionsdel	Fundament nr. 1 og 2			
Dato for støbning	26. juni 2012 (fundament nr. 1) og 5. juli 2012 (fundament nr. 2)			
Materiale			Vægt [kg/m³]	Volumen [m³/m³]
Lavalkali Portland cement, CEM I, 42,5 N, HS/EA<2 (Aalborg Portland A/S)			350	109
Flyveaske, Type B4 (Emineral A/S)			94,5	41
Mikrosilica (Finnfjord A/S)			26,3	12
Vasket sand, 0/2 mm, Kl. E, Eskebjerg (Thomas Jull Olson)			705,8	270
Ansit, 5/8 mm (Rekefjord Stone AS)			236,4	87
Ansit, 8/16 mm (Rekefjord Stone AS)			672,7	246
Vand			159,4	159
Amex® SB 22, luftindblandingsmiddel (BASF)			1,2	1
Lubricon N20, plastificeringsmiddel (BASF)			3,8	3
Glenium® Sky 531, superplastificeringsmiddel (BASF)			5,9	5
Vand/pulver-forhold	Luftindhold [%]	Densitet [kg/m³]	Sætmål [mm]	Flydemål [mm]
0,37 (ækvivalent)	6,5	2256	-	<u>Fundament nr. 1:</u> 554 (før pumpning) 578 (efter pumpning) <u>Fundament nr. 2:</u> 511 (før pumpning) 554 (efter pumpning)
Øvrige detaljer	Betonen er selvkompakterende, og der er tilsat 40 kg/m³ Dramix 4D 65/60 BG stålfibre (Bekaert) til betonblandingen. Unicon leverede betonen. De to fundamenter er ca. 32 m lange og 2,85 m brede, og højden varierer fra 0,45 til 0,55 m med en hældning fra midten ud mod begge sider. Flydemålet blev målt vha. et 4C-Rheometer før og efter pumpning af hver betonlæs, og hvert flydemål repræsenterer således et gennemsnit af målingerne vist i Fig. 3 og 4. Støbningen af fundament nr. 1 blev udført ved at tilføre beton fra ét punkt ved fundamentets ene ende og i midten indtil den ønskede højde i støbeformen var nået, hvorefter betonpumpen blev flyttet et stykke ned mod fundamentets modsatte ende, hvor der igen blev tilført beton indtil den ønskede højde i formen var nået. Denne procedure blev gentaget indtil hele formen var fyldt. Støbningen af fundament nr. 2 blev udført ved at fylde støbeformen ved den ene ende og derefter fremføre pumpen ned langs fundamentet samtidig med at pumpen blev ført fra side til side.			

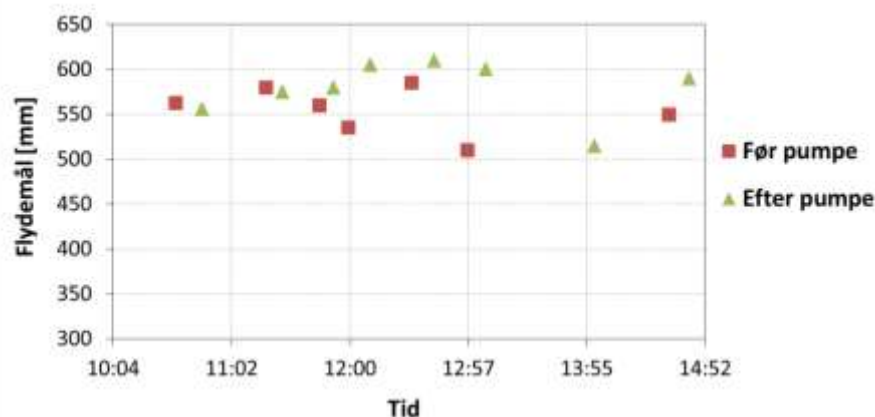


Fig. 3. Flydemål målt i forbindelse med støbningen af fundament nr. 1.

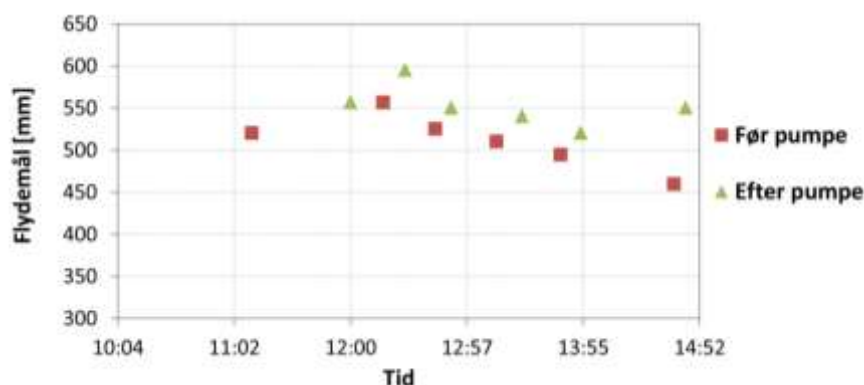


Fig. 4. Flydemål målt i forbindelse med støbning af fundament nr. 2.

Materialer og konstruktionsdetaljer

Armeringstype	Kombination af stålfibre (Dramix 4D 65/60 BG, Bekaert) og traditionel armering (ribbestål B550).
Afstandsholdere	Cementbaserede ("kødben")
Dæklagets tykkelse	Brodæk, vægge og fundamenter: 45 ± 5 mm Kantbjælker: 55 ± 5 mm

Udførelsesfejl og kritiske konstruktionsdetaljer

I det følgende beskrives de udførelsesfejl, som er opstået i forbindelse med konstruktionens opførelse, og som kan være kritiske i forhold betonens holdbarhed og/eller æstetik. Ændringer eller afvigelser opstået under byggeriet er også noteret her, og reparationer udført under konstruktionens opførelse er anført.

Dokumentationen i det følgende er baseret på observationer foretaget under selve opførelsen af konstruktionen samt i forbindelse med to inspektioner udført omtrent to uger efter konstruktionens opførelse.

Plastiske svindrevner

Plastiske svindrevner, forårsaget af udtørring, blev observeret i overfladen af fundamenterne (Fig. 5 og 6). Under selve udførelsen blev en del af dem lukket med pudsebræt. Ved den efterfølgende inspektion blev der udtaget i alt fem borekerner fordelt over de to fundamenter (se Bilag 7) for at kontrollere revnedybden. Undersøgelserne af borekernerne viste, at revnedybden var relativt beskeden (typisk $\leq 2,5$ cm) i de udtagne kerner. Der blev ikke gjort tiltag for at udbedre de opståede plastiske svindrevner.



Fig. 5. Plastiske svindrevner observeret i overfladen af fundament.



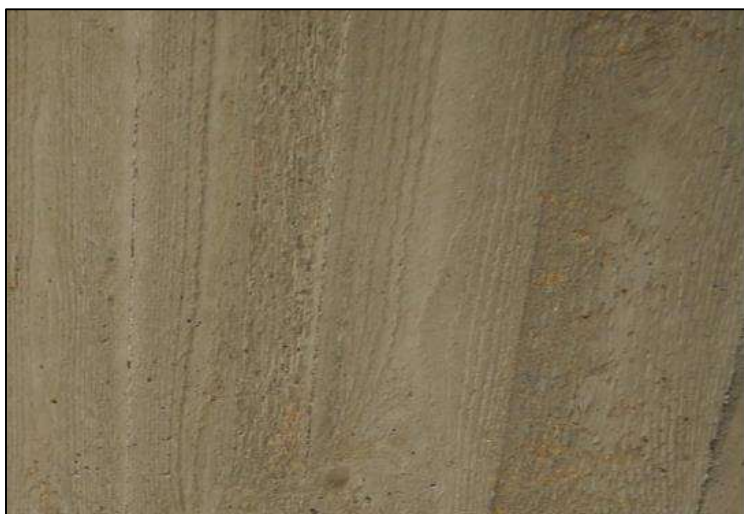
Fig. 6. Plastiske svindrevner i overfladen af fundament.

Synlige stålfibre i afsluttede betonoverflader

I forbindelse med udstøbning af fundamenter og brodæk blev det observeret, at yderligt liggende stålfibre er synlige i betonoverfladen (Fig. 7, øverst). Der er en risiko for, at dette kan føre til ændringer i betonoverfladernes æstetiske karakter gennem dannelse af rustpletter. Efter støbningen blev yderligt liggende stålfibre, som stod stak ud fra betonoverfladen i brodækket, klippet af. Brodækket blev desuden behandlet med to gange epoxy efterfulgt af to lag bestående af bitumenplader. Derimod var der ingen fibre at se i betonoverfladen på væggene, som er støbt mod henholdsvis brædeforskalling på indersiden og stålform på ydersiden (Fig. 7, midt og nederst).



Fig. 7. Øverst: Stålfibre ses i overfladen af den udstøbte beton i brodækket. Midt: Ingen stålfibre at se i overfladen støbt mod bræddeforskalling. Nederst: Ingen stålfibre at se i overfladen støbt mod stålform.



Synlige/blottede afstandsklodser

På indersiden – og til dels ydersiden – af brovægge blev der observeret synlige/blottede afstandsklodser (Fig. 8-10). Der skønnes at være øget risiko for armeringskorrosion som følge af revnedannelse, differentieret karbonatisering og støbefejl i forbindelse med de synlige afstandsklodser.

Udstøbningsarbejdet demonstrerede, at de anvendte afstandsklodser ikke er egnede til brug i forbindelse med udstøbning af stålfiberarmeret selvkompakterende beton. Der er ikke foretaget reparationer i forhold til de synlige afstandsklodser.



Fig. 8. Eksempel på synlige afstandsklods observeret på ydersiden af brovæg.



Fig. 9. Eksempler på synlige afstandsklods (markeret med pile) observeret på indersiden af brovæg.



Fig. 10. Eksempler på synlige afstandsklods (markeret med pile) observeret på ydersiden af brovæg.

Blokering

I forbindelse med udstøbningen af kantbjælker opstod der problemer med blokering (Fig. 11). Det skyldes kombinationen af betonens indhold af stålfibre og det tætte netværk af armeringsstål i kantbjælkerne. For at afhjælpe problemerne med blokering har betonen været udsat for omfattende vibrering, og i det hele taget medførte arbejdet med udstøbning af den stålfiberarmerede sætmålsbeton i brodækket et behov for omfattende vibrering af betonen. Vibreringen kan have medført, at betonens luftporestruktur ikke er optimal i brodæk og kantbjælker, hvorfor frostbestandighed bør være i fokus ved fremtidige eftersyn.



Fig. 11. Blokering blev observeret i forbindelse med støbning af kantbjælker, hvilket nødvendiggjorde omfattende vibrering af betonen.

Luftindeslutninger

I forbindelse med afformningen blev der observeret indeslutninger af luft i kontrabanketten ved begge kantbjælker (Fig. 12).



Fig. 12. Luftindeslutninger blev efter afformning observeret i overfladen af brodækkets kontrabanketter.

Stenreder

Efter afformning blev der observeret flere partier med stenreder i konstruktionens vægge (Fig. 13-20). Stenrederne er placeret lige under det sted, hvor betonen rammer det øverste kølerør. Disse partier er under opførelsen repareret, og reparationerne er stedvist gennemgående, dvs. at der er ophugget igennem hele væggen tykkelse og efterfølgende repareret med sprøjtebeton. Kvalitet og holdbarhed af disse reparationer bør følges.



Fig. 13. Eksempel på observeret stenrede.



Fig. 14. Stenrede.



Fig. 15. Stenrede. Udfældet calciumkarbonat ses umiddelbart neden for stenreden.



Fig. 16. Stenrede og blotlagt armeringsjern observeret på ydersiden af brovæg efter ophugning.



Fig. 17. Stenrede.



Fig. 18. Stenrede (efter ophugning).

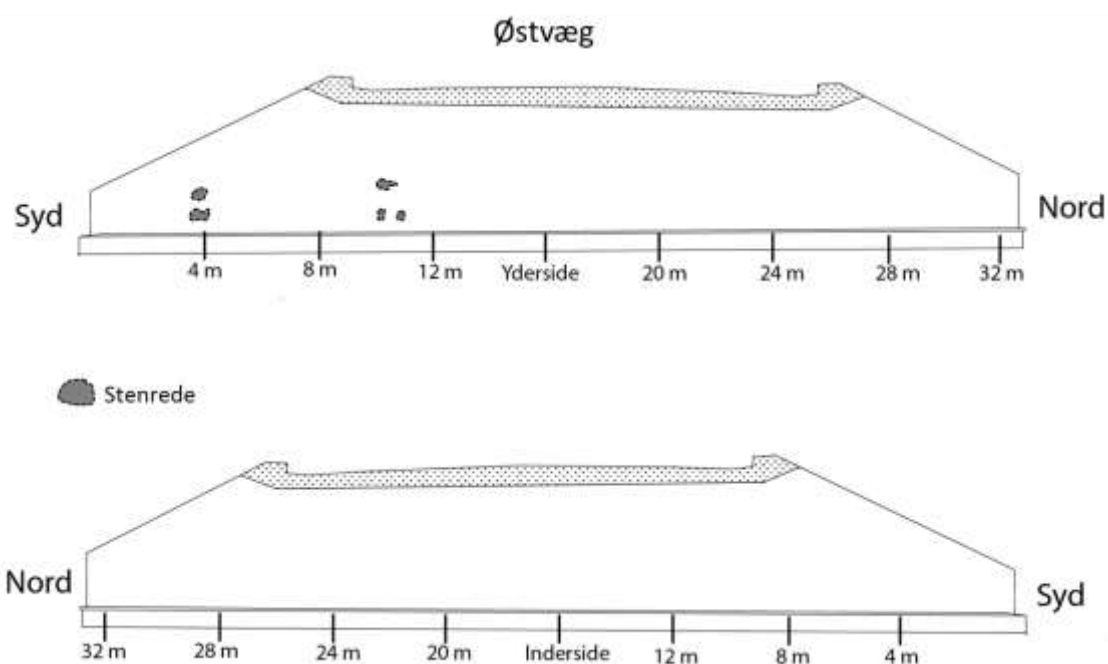


Fig. 19. Skitsetegning, som viser placering af stenreder på østvæggens inder- og yderside.

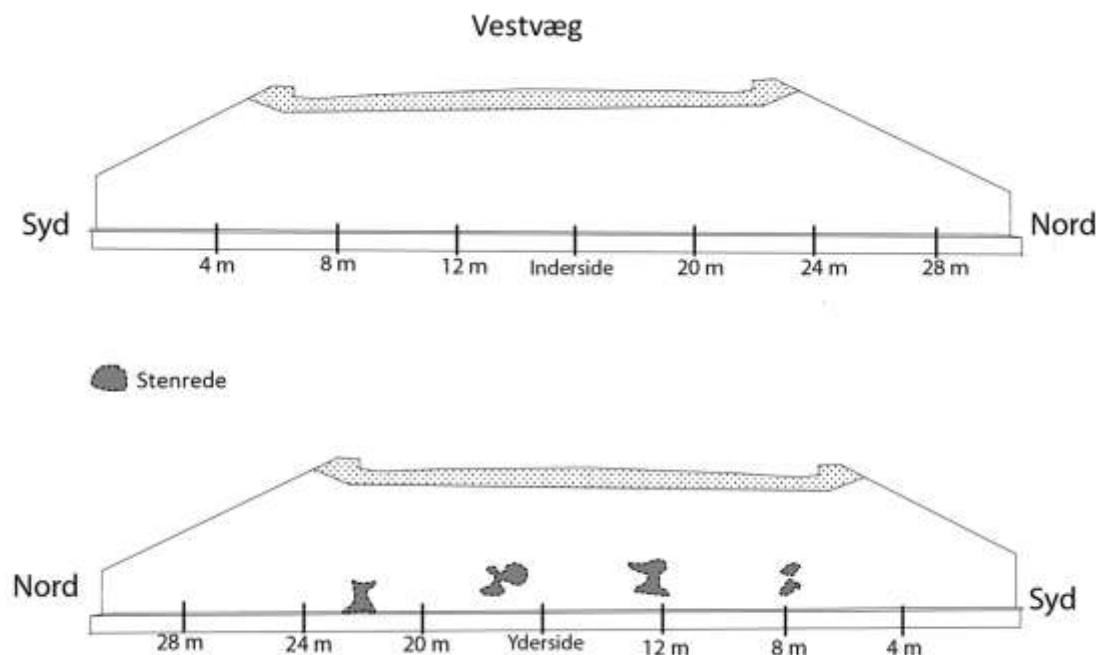


Fig. 20. Skitsetegning, som viser placering af stenreder på vestvæggens inder- og yderside. Stenredernes placering på væggens ydersiden er sammenfaldende med udløbet af de fire inlets, der blev brugt til tilførsel af den selvkompakterende beton.

Horisontale ansamlinger af luftporer

Teknologisk Institut har den 20. september 2012 gennemført en inspektion af den nedre del af konstruktionens stålfiberarmerede vægge. Formålet med inspektionen var at konstatere, hvorvidt der er revner i konstruktionen, som kræver igangsættelse af et større reparationsarbejde. Inspektionen blev udført manuelt ved visuel observation og registrering. Revnevidder blev målt vha. en revneviddemåler. Derudover blev inspektionen dokumenteret med fotos. Væggene blev inspiceret både på inder- og ydersider.

Fig. 21 og 22 viser resultatet af inspektionen i form af overordnede skitser af de fire undersøgt betonoverflader, mens Fig. 23-32 viser fotodokumentation fra inspektionen.

Generelt er der ikke observeret revner, som er opstået efter hærdning. På alle fire vægoverflader ses fine linjer med en overvejende horisontal orientering, som umiddelbart ligner revner. Der er imidlertid tale om luftporeansamlinger, som tilsyneladende er opstået, hvor det våde støbeskel møder støbeformen. Disse er ret typiske for SCC støbninger, specielt når der støbes langsomt som ved denne støbning (1 m i timen), og er typisk af æstetisk karakter. Ansamlinger bør omfattes af det opfølgende eftersyn for at sikre at de ikke udvikler sig eller dækker over revner. Desuden er det interessant at følge om de giver anledning til rustudfældninger fra stålfibrene.

Vidden af linjerne af luftporeansamlinger varierer, men ligger generelt mellem ca. 0,1 og 1 mm. Linjerne er mest talrige på væggenes indersider og kan følges rundt om hjørner. Nogle linjer kan følges langs næsten hele væggenes længde. Nogle steder fortsætter luftporeansamlingerne som farveændringer.

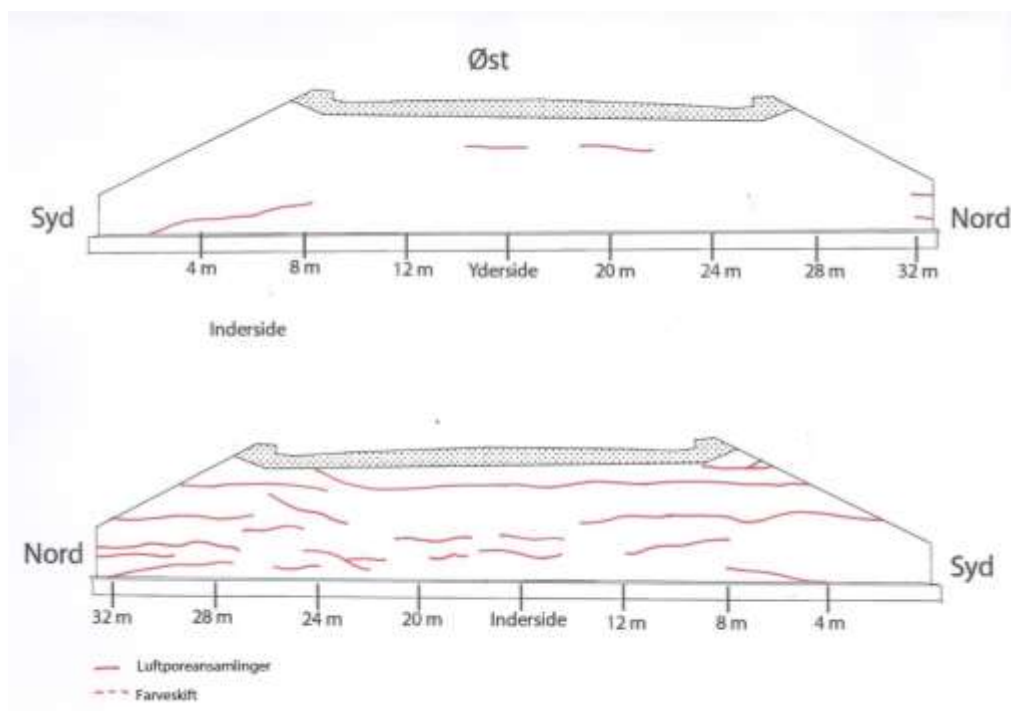


Fig. 21. Skitsetegning, som viser resultatet af en inspektion af østvæggens inder- og yderside.

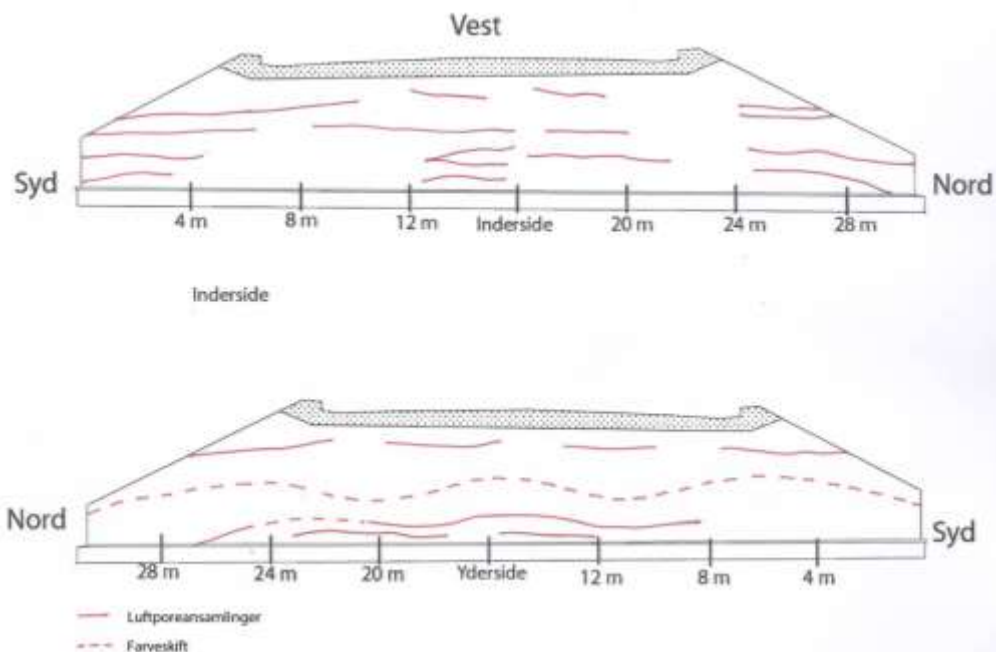


Fig. 22. Skitsetegning, som viser resultatet af en inspektion af vestvæggens inder- og yderside.

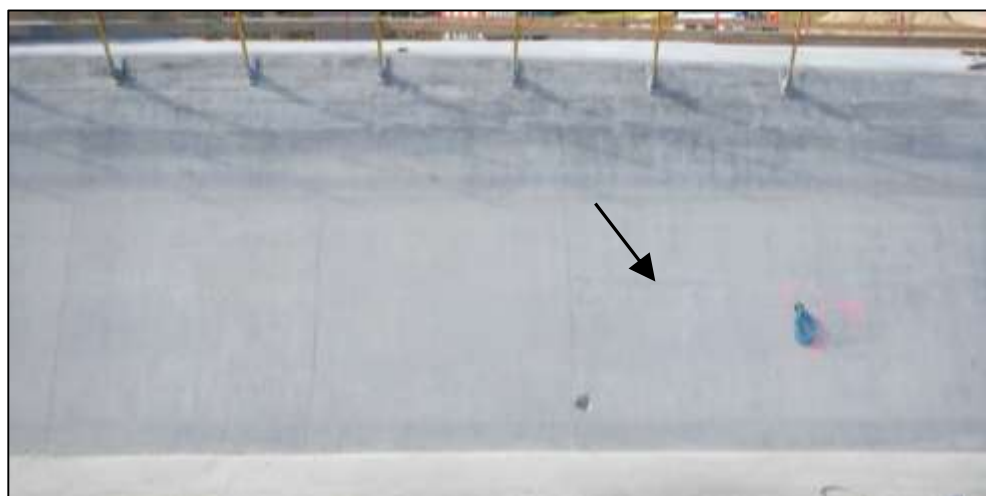


Fig. 23. Horisontalt orienteret ansamling af luftporer observeret på overfladen af brovæg (østvæg) er markeret med den sorte pil.



Fig. 24. Yderside af østvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med den sorte pil.



Fig. 25. Yderside af østvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med sorte pile.



Fig. 26. Inderside af østvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med sorte pile.



Fig. 27. Detalje fra inderside af østvæg. Linje af luftporeansamling er markeret med den sorte pil.



Fig. 28. Yderside af vestvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med sorte pile.



Fig. 29. Yderside af vestvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med sorte pile.



Fig. 30. Yderside af vestvæg. Linjer af luftporeansamlinger er markeret med sorte pile.



Fig. 31. Yderside af vestvæg. Linjer af luftporer er markeret med sorte pile.



Fig. 32. Detalje fra ydersiden af vestvæg. Linje af luftporer ses ved kuglepennen.

Komprimeringsgrad af beton

Teknologisk Institut foretog den 17. september 2012 impuls-respons målinger (s'MASH) på den nedre del af de stålfiberarmerede vægge med det formål at vurdere komprimeringsgraden af betonen i vægudsnittet. Målingerne udførtes ved at påføre konstruktionen et impuls-hammerslag, hvorved en trykbølge blev genereret. En geofon placeret i nærheden af hammerslaget opfangede vibrationerne i betonkonstruktionen genereret af slaget. Dataene blev opsamlet i en feltcomputer, hvorefter de kunne behandles og analyseres i tilhørende software. Tabeller over vibrationer i konstruktionen angives som dynamisk mobilitet (m/s/N), mobilitets hældning, stivhed mv.

Det pågældende måleområde vurderes mht. hvor der på baggrund af konstruktionsudformningen forventes større henholdsvis mindre mobilitet. F.eks. vil der altid forventes stor mobilitet langs en fri rand i forhold til midten af et element eller langs en indspændt rand. s'MASH måleværdier kan variere inden for vide grænser afhængig af pladetykkelse, elasticitetsmodul, understøtningforhold, konstruktionsudformning osv.

Målingerne blev udført på ydersiderne af de to betonvægge, og målepunkterne var placeret i et grid, som strækkede sig i væggenes fulde længde. De to grid bestod af tre rækker og 61 kolonner på vestvæg/63 kolonner på østvæg. Målepunkterne var placeret 0,5 m fra hinanden, og nederste række var placeret ca. 30 cm over fundament. I forbindelse med målingerne blev der udtaget tre kerner til verificering af betonens komprimeringsgrad. Kernernes placering fremgår af Fig. 33 og 35, og i Bilag 7 findes en beskrivelse af de udtagne kerner.

Målingerne af mobilitet og mobilitetshældning kan benyttes til at vurdere, hvorvidt der er stenreder i betonen. Resultaterne af målingerne er vist i Fig. 33 og 34. Der ses ingen større variationer i mobiliteten i de to målte felter. Mobiliteten er i næsten alle målinger under 10.

På begge vægge ses en systematisk variation i mobilitetshældning, hvor værdierne typisk er under 2 i de øverste rækker, mens de typisk ligger i intervallet 2-5 i bunden af væggene. De højere værdier i bunden af væggene tolkes ikke som et tegn på stenreder i betonen, men at være et udtryk for at hammerslaget også forplanter sig ned i fundamentet. Der er dog ikke udtaget en kerne i den nederste del af væggen til at verificere dette.

Målingerne i kolonnerne 45-48 på østvæggen (~ 24-27 m??) viser dog den omvendte tendens, idet mobilitetshældningen er højere i øverste række end i den nederste. Der blev derfor udtaget en kerne(Ø1) til undersøgelse), som viste, at der ikke var nogen støbedefekter i dette område. En mulig (og sandsynlig) forklaring er, at der under målingerne er byttet om på øverste og nederste række i disse fire kolonner.

Der blev desuden udtaget en kerne umiddelbart over en stenrede (kerne V2) samt en kerne i et støbeskel (V3). I kerne V2 observeredes enkelte mindre luftindeslutninger (<30 mm) i armeringsniveau. I kerne V3 kunne det vandrette skel i overfladen ikke følges ind i kernen, og der observeredes ingen revner i kernen. Der blev heller ikke observeret luftindeslutninger eller hulrum, som var over 10 mm store.

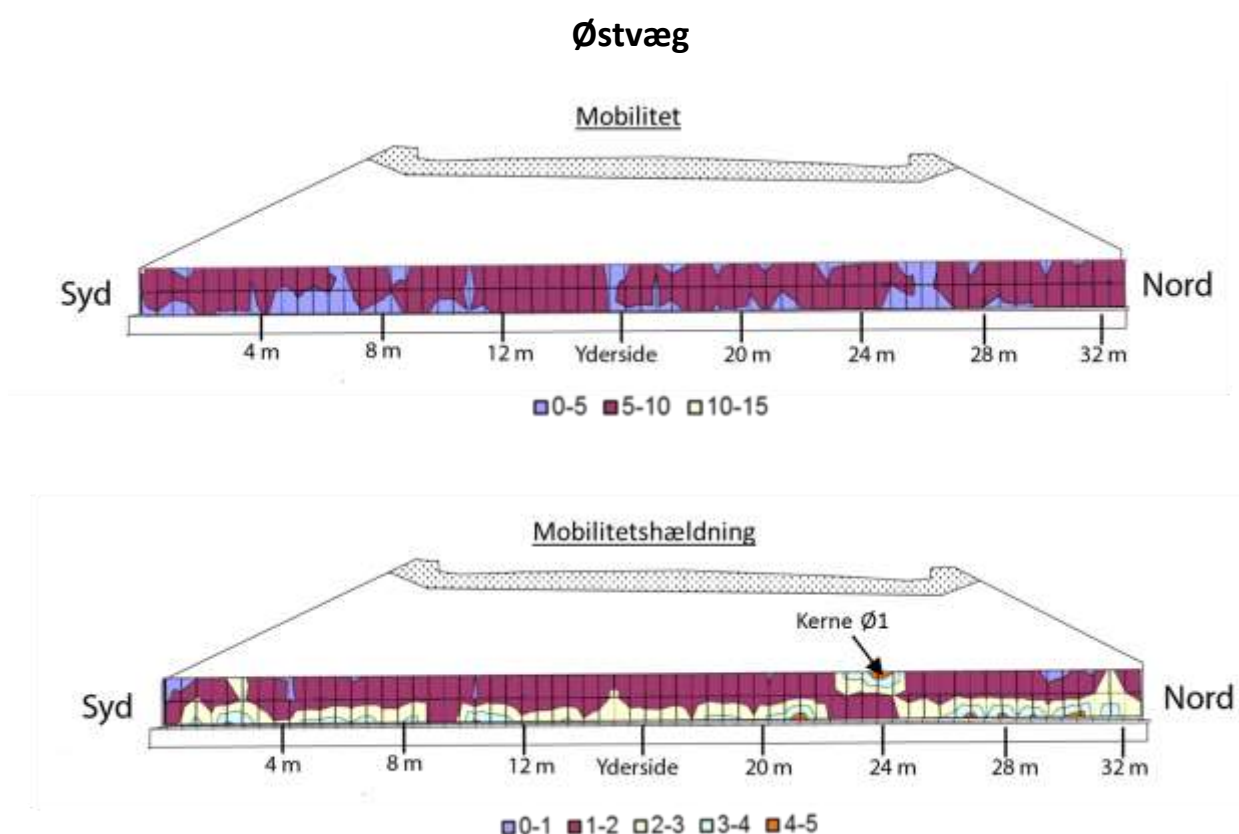


Fig. 33. Resultater fra s'MASH-undersøgelse af underføringens østvæg. Placeringen af borekerne Ø1 udtaget til verificering af betonens komprimeringsgrad fremgår af figuren.

Vestvæg

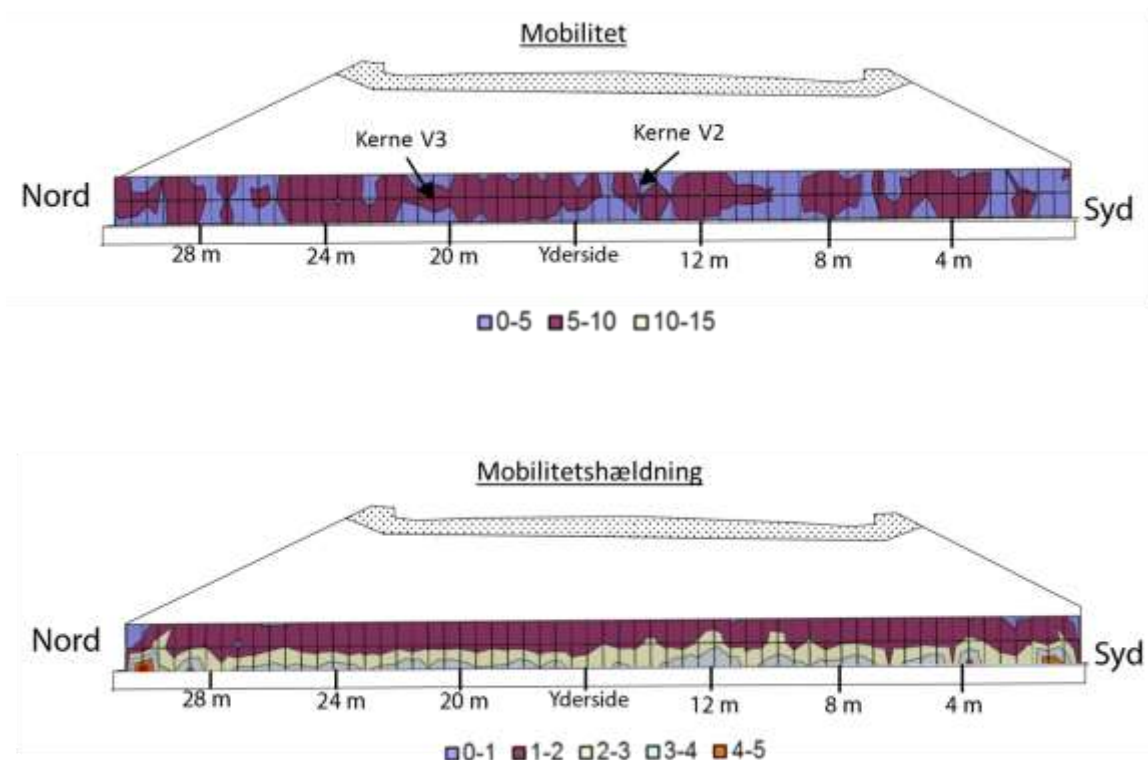


Fig. 34. Resultater fra s'MASH-undersøgelse af underføringens vestvæg. Placeringen af borekernerne V2 og V3 udtaget til verificering af betonens komprimeringsgrad fremgår af figuren.

Inspektions- og vedligeholdelsesstrategi

Særlige fokusområder

Anvendelsen af ny teknologi i konstruktionen, særligt anvendelsen af SFRSCC, fordrer særlige hensyn i forhold til eftersyn og opfølgning med henblik på at udnytte erfaringerne fra denne bro i fremtidige projekter.

Herunder gives et oplæg til særlige fokusområder og et eftersynsprogram med en løbetid på 25 år, med udgangspunkt i periodiske generaleftersyn.

Sideløbende med periodiske generaleftersyn bør der udføres opfølgende eftersyn med følgende fokusområder:

Armeringsreduktion

Anvendelsen af SFRSCC betyder, at der er reduceret i mængden af traditionel armering. Områder som den nederste ca. 1 m af brovægge, overside af fundament, kantbjælker og overgang mellem kantbjælker og dæk, bør løbende efterses for revnedannelse.

Æstetik

Ubehandlede betonflader efterses for dannelse/udvikling af eventuelle rustpletter over yderligt liggende stålfibre.

Synlige/blottede afstandsklodser på indersiden af brovægge

Der skønnes at være øget risiko for armeringskorrosion som følge af revnedannelse, differentieret karbonatisering og støbefejl i forbindelse med de synlige afstandsklodser.

Reparationer af stenreder

Der er under konstruktionen af broen repareret partier med stenreder. Reparationerne er stedvist gennemgående, dvs. der er ophugget igennem hele væggenes tykkelse og efterfølgende repareret med sprøjtebeton. Kvalitet og holdbarhed af disse reparationer bør følges.

Frostbestandighed

Arbejdet med stålfiberarmeret sætmålsbeton medførte omfattende vibrering af betonen i brodækket. Vibreringen kan have medført at betonens luftporestruktur ikke er optimal i dæk og kantbjælker, hvorfor frostbestandigheden bør være i fokus ved fremtidige eftersyn.

Overfladiske ansamlinger af luftindeslutninger langs støbeskel

På væggenes inder- og ydersider ses vandrette linjer af luftporeansamlinger. Ansamlingerne formodes at være af æstetisk karakter, men bør omfattes af det opfølgende eftersyn for at sikre, at ansamlingerne ikke udvikler eller dækker over revner.

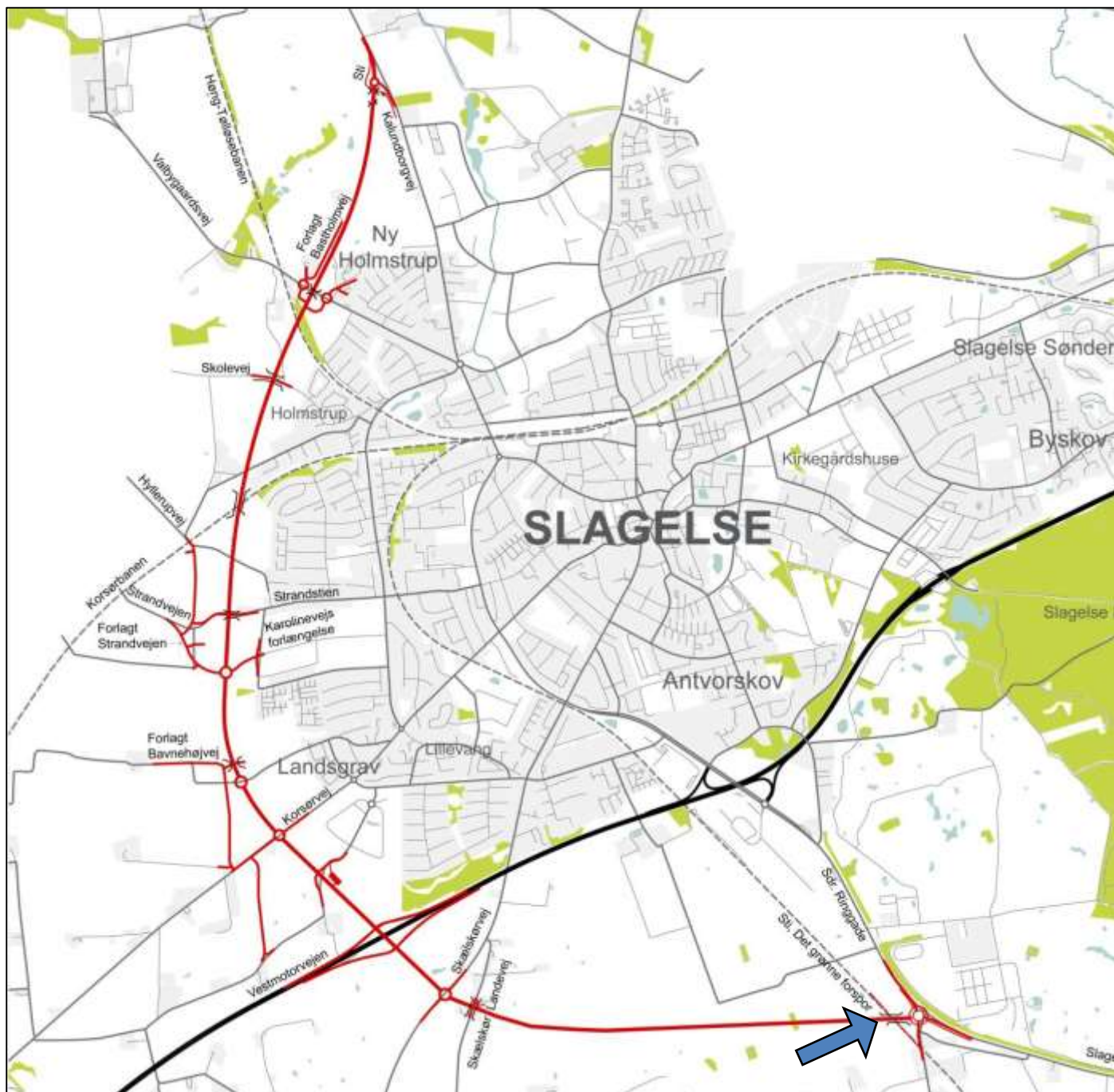
Eftersynsprogram

År 0: Visuelt eftersyn og skadesregistrering af synlige flader herunder fotodokumentation og eventuelt udvælgelse af referenceområde(r) til fremtidig sammenligning. Ultralyds-scanning (NDT) af reparationer af stenreder for fastlæggelse af udstøbningsgrad af sprøjtestøbningerne.

Kerneudtagning over afstandsklodser (destruktiv prøvning) for undersøgelse af risiko for armeringskorrosion over afstandsklodser.

År 5, 10, 15, 20, 25: Visuelt eftersyn og skadesregistrering med fokus på de områder, der er udpeget som kritiske detaljer ovenfor. Referenceområde(er) sammenlignes med år 0. Udføres eventuelt i forbindelse med generaleftersyn.

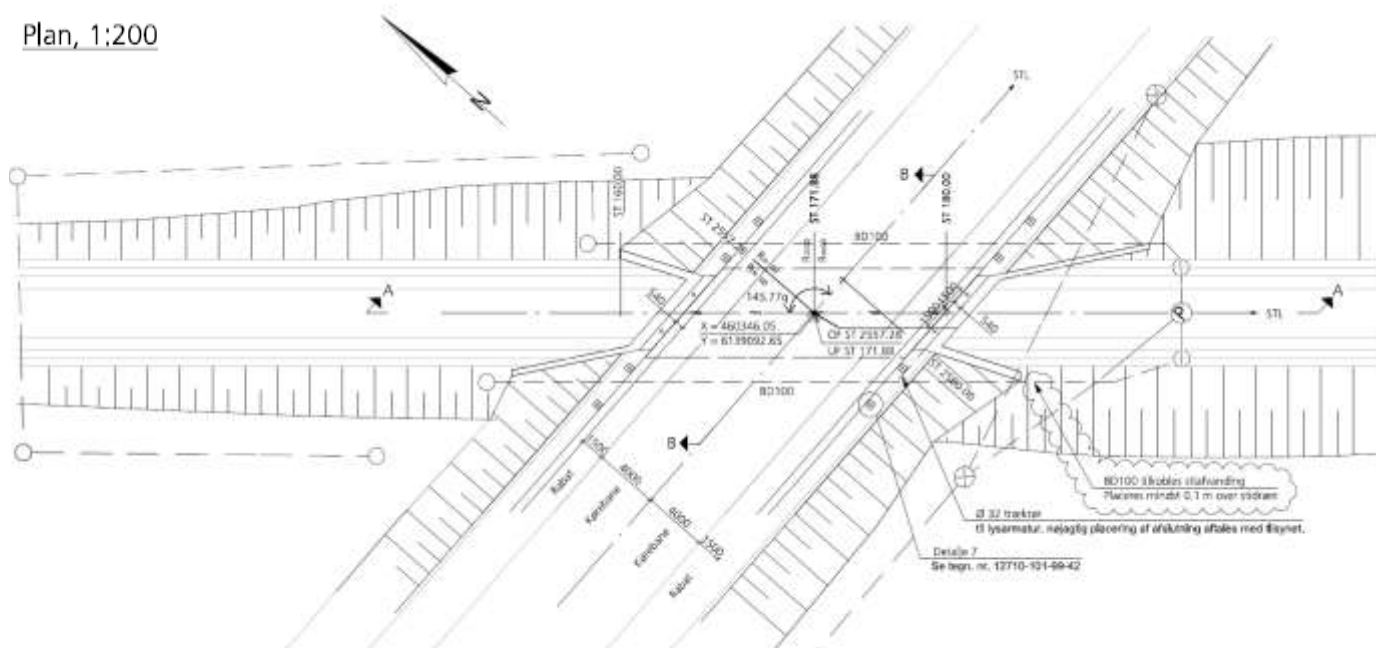
Bilag 1: Oversigtskort



Oversigtskort, som viser placeringen af Slagelse omfartsvej. Den blå pil markerer, hvor underføringen behandlet i dette dokument er placeret.

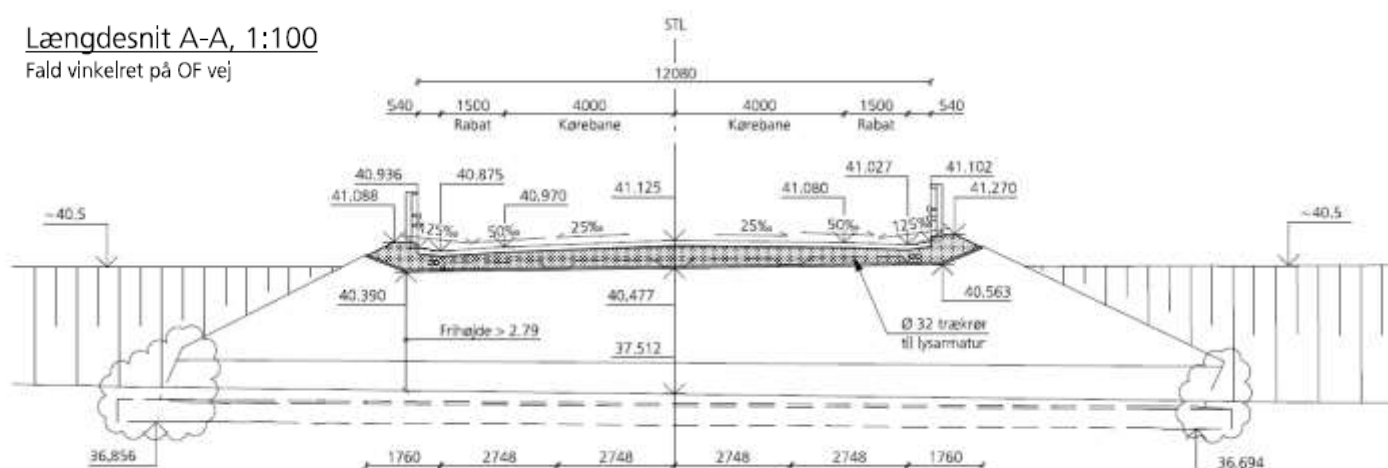
Bilag 2: Konstruktionstegninger (tegn. nr. 12710-101-005-11)

Plan, 1:200



Længdesnit A-A, 1:100

Fald vinkelret på OF vej



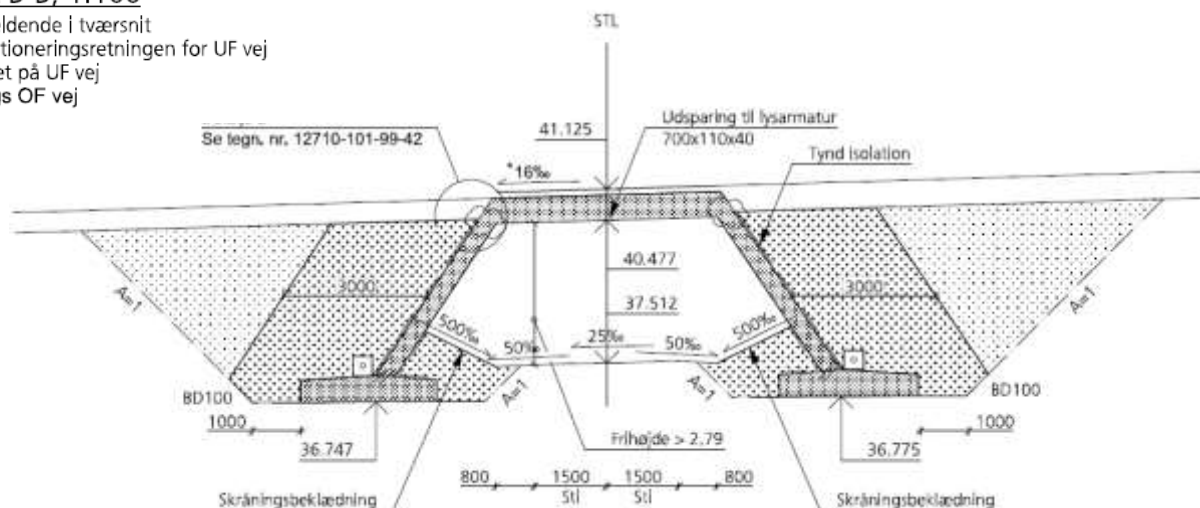
Tværsnit B-B, 1:100

Koter er gældende i tværsnit

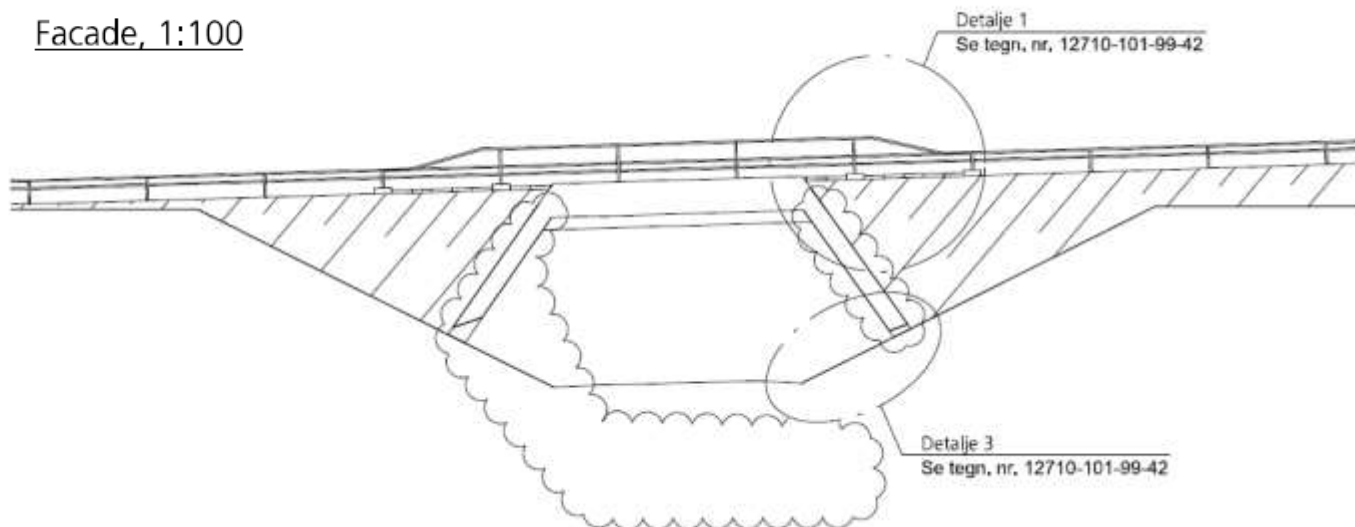
Set mod stationeringsretningen for UF vej

Fald vinkelret på UF vej

* Fald langs OF vej



Facade, 1:100



Note :

Mål :
 Ubenævnte mål i mm.
 Radier og stationeringer i m.
 Koter i m (DVR 90).
 Koordinatsystemet er KP2000.
 Vinkler i nygrader (0-400gon), såfremt andet ikke er angivet.
 Der må ikke måles på tegningen.

Materialer og udførelse : Iht. generalnote, SAB og AAB.

Belægning : Opbygning fra neden således :
 Fugtisolering IVa : 10 mm
 Drænlæg (AAB 8, B70/100), nominal tykkelse : 20 mm
 Beskyttelseslag (AG ABM B40/60, type C), nominal tykkelse : 45 mm
 Mellem-læg (SMA B40/60, type B), nominal tykkelse : 25 mm
 Slidlag* (SMA støjreducerende), nominal tykkelse : 25 mm
 * Slidlag udføres i anden entreprise.

Afvanding : Der henvises til afvandsplaner, se tegn. nr. 12720-45001.

Belysning : Der henvises til tegning 12720-46002.

Signaturer :

 R. Nord
 Frictionsdyld
 Insitu beton
 Støbeskel
 Brodræn BD100, (deltages afvanding i UF-sti)
 Afvandsledning iht. tegn. 12720-45001.
 Boltegruppe for broautoværnscepter/rækværkscepter
 Punktfundament med boltegruppe for broautoværnscepter/rækværkscepter
 Afvandsbrand

Klassificering :

Klasse iht. beregningsregler for Eksisterende broers bæreløse, juli 2010			
Normal Klasse	Betinget Klasse 1	Betinget Klasse 2	Betinget Klasse 3
150	-	-	-

Referencer :

12710-101-99-41 Generalnote
 12710-101-99-42 Underlag, Detaljer
 12710-101-99-43 Detaljer
 12710-101-99-44 Autoværn, S100
 12710-101-005-12 Underbygning, Afmærkning og betonmål
 12710-101-005-14 Underbygning, Armering

A	Contenatbl. fjernet samt diverse ændringer	09.05.2012	MEBL	PTR	PTR
Rev.	Rettilig		Dato	Proj.	Kontrol

Reduceret
til halv størrelse

127 SLAGELSE OMFARTSVEJ

12710 SLAGELSE OMFARTSVEJ

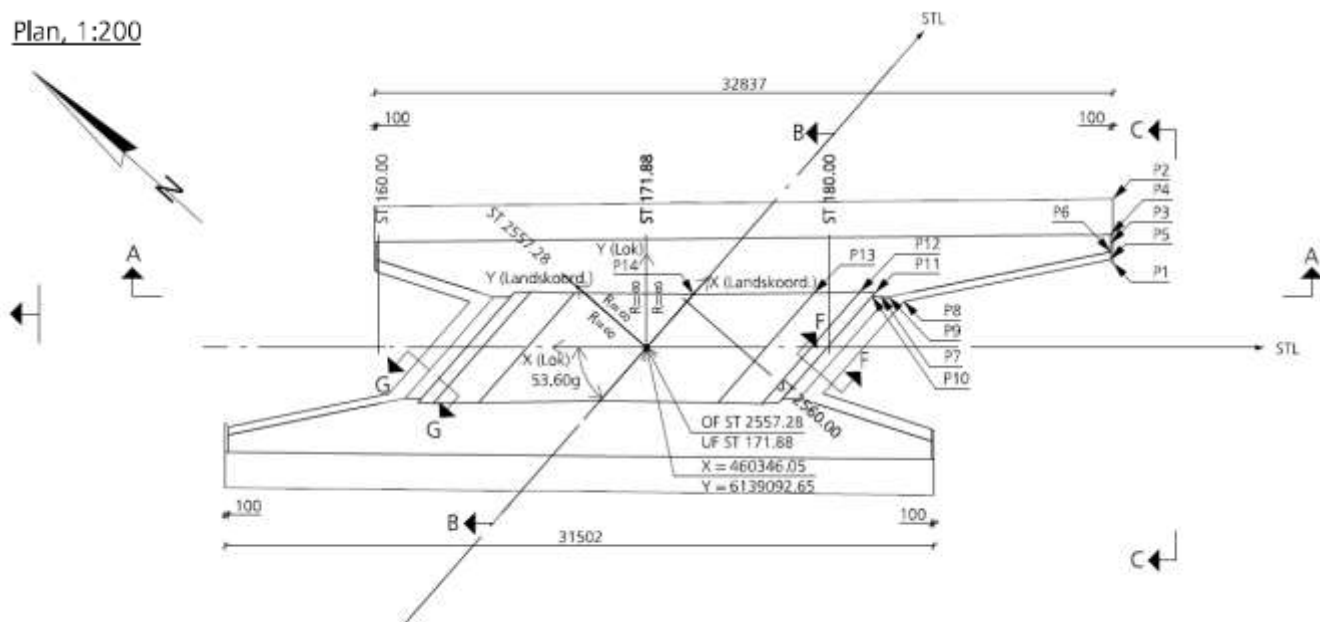
Projekt til anlæg - Entreprise 12710.101 SFRC demobroer
 Bro 000-0127-0-005.00, Tunnel ved Fodsporet
 Hovedtegning

Mål: Se tegning

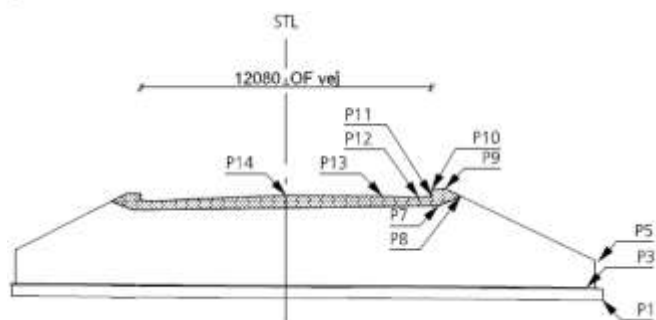
Proj.	MEBL	Tegnet	MGR	Kontor	SHO	Godt.	PTR	Dato	02.05.2012
Vejdirektoratet		COWI		Tegn. nr.		12710-101-005-11		Rev.	

Bilag 3: Konstruktionstegninger (tegn. nr. 12710-101-005-12)

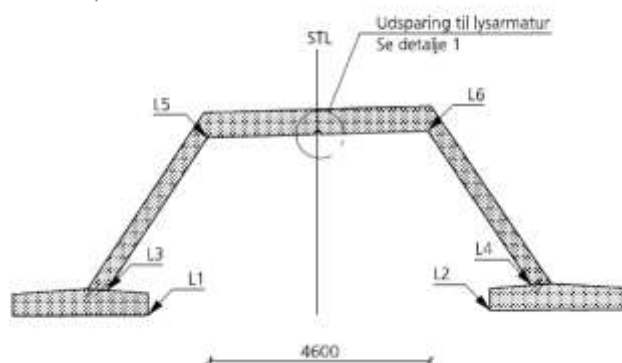
Plan, 1:200



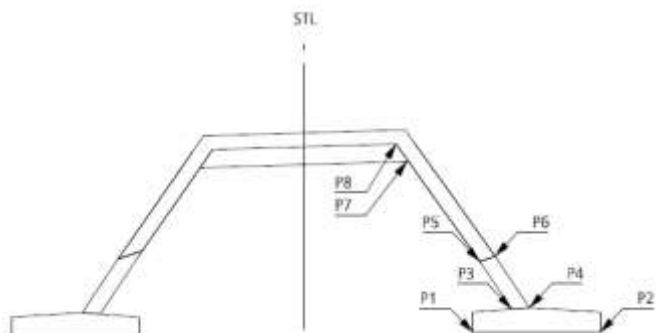
Længdesnit A-A, 1:200



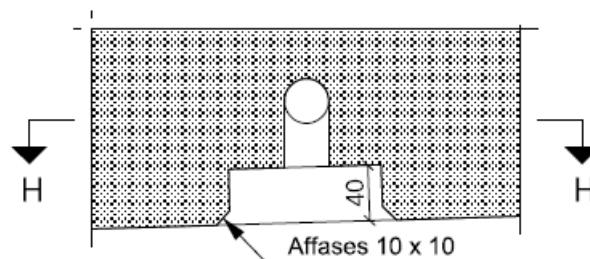
Snit B-B, 1:100



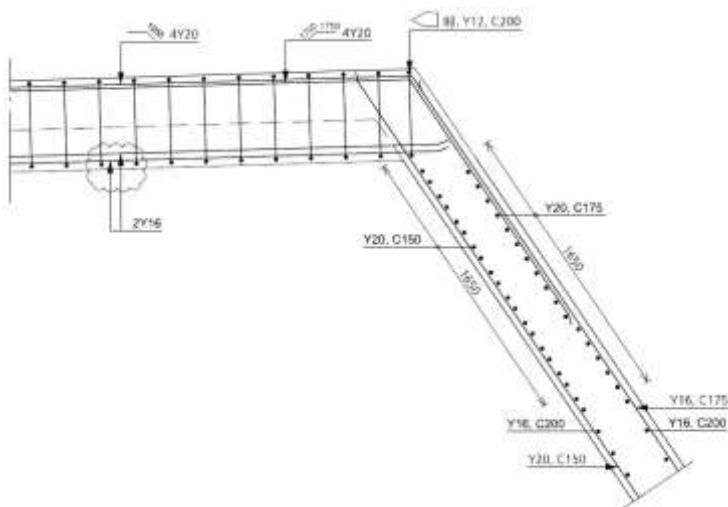
Snit C-C, 1:100



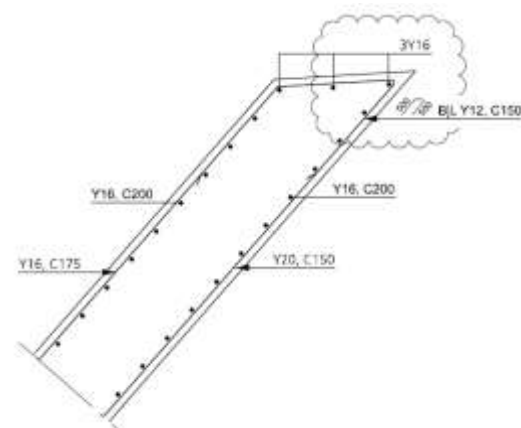
Detalje 1, 1:5



Snit D-D, 1:20



Snit E-E, 1:20



Note :

- Mål : Ubemærkede mål i mm.
Der må ikke måles på tegningen.
- Materialer og udførelse : iht. generalnote, SAB og AAB.
Ikke viste stød indlægges efter entreprenørens forslag, godkendt af tilsynet.
Eventuelle stød udover det viste, skal udføres i henhold til DSEN 1992-1-1NA, idet forslag hertil skal forelægges tilsynet.
Bøjler er vist teoretisk med hensyn til dimensionering, form og afstande.
Al vandret armering lukkes med U-bøjler i enderne, såfremt andet ikke er angivet.
- Dæklag : Dæklag jf. miljøklasserne som angivet på generalnoten.

Signaturer :

Armering
Støbeskel

Referencer :

- 12710-101-99-41 Generalnote
12710-101-99-42 Underføring, Detaljer
12710-101-99-44 Autoværn, S100
12710-101-005-11 Hovedtegning
12710-101-005-12 Underbygning, Afsætning og betonmål

A	Cortenstål fjernet samt diverse smårettelser	09.05.2012	MEBL	PTR	PTR
Rev.	Retteelse	Dato	Proj.	Kontrol	Godk.

Reduceret
til halv størrelse

127 SLAGELSE OMFARTSVEJ

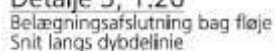
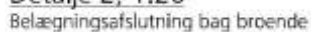
12710 SLAGELSE OMFARTSVEJ

Projekt til anlæg - Entreprise 12710.101 SFRC demobroer
Bro 000-0127-0-005.00, Tunnel ved Fodsporet
Underbygning, Armering

M&E: Se tegning

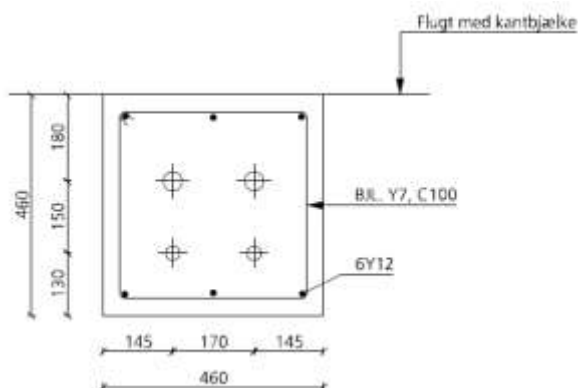
Proj.	MEBL	Tegnet	MGR	Kontrol	PTR	Godk.	PTR	Dato	02.05.2012
Vejdirektoratet					COWI		Tegnr. no. 12710-101-005-14 Rev. A		

Afslutning af broende ved skråning, facade



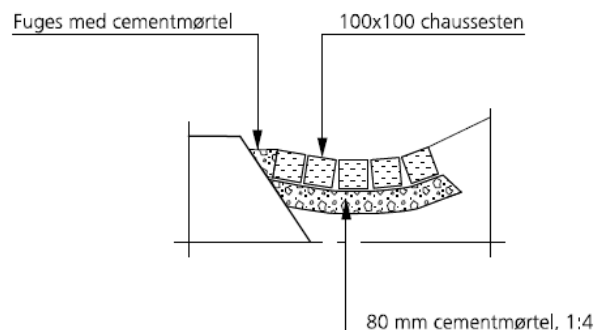
Detalje 7, 1:10

Punktfundament for autoværnsseptre
8xDxH 460x460x1200



Detalje 8, 1:20

Trug bag fuge



Note :

Mål : Ubenævnte mål i mm.
Der må ikke måles på tegningen.

Udførelse : Alle udadgående synlige hjørner affases med 20x20 mm trekantsløter, såfremt andet ikke er anført.

Signaturer :

	Insitu beton
	Chaussesten
	Grovbeton
	Cementmørtel

Referencer :

12710-101-99-41	Generelnote
12710-101-99-43	Detaljer
12710-101-99-44	Broautoværn, S100
12710-101-005-11	Hovedtegning

A	Cortenstål fjernet samt diverse smårettelser	09.05.2012	MEBL	PTR	PTR
Rev.	Rettebe	Dato	Proj.	Kontrol	Godk.

Reduceret
til halv størrelse

127 SLAGELSE OMFARTSVEJ					
12710 SLAGELSE OMFARTSVEJ					
Projekt til anlæg - Entreprise 12710.101 SFRC demobroer					
Fællestegning					
Underføring, Detaljer					
Mål: Se tegning					
Proj.	MEBL	Tegnet	MGR	Skrevet	SHO
Godt.	PTR	Dato	02.05.2012		
				12710-101-99-42	A

Bilag 6: Konstruktionstegninger (Generalnote)

Fundering :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

For dimensioner, belastninger, krav til funderingsjord etc. henvises til projekttegningerne.

Jordarbejder :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

Hvis ikke andet er anført på projekttegningerne eller SAB, gælder for tilfyldning med friktionstyd :

Frictionsvinkel $\phi_{ult} \geq 38^\circ$ deg

Uensformighedsstal $U = \frac{d_{80}}{d_{20}} \geq 3,5$

Komprimeringsgrad (vibrationsindstømpning 95%)

Der må ikke udføres ensidig tilfyldning omkring konstruktioner.

Beton :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

Klassifikation af betontyper opdelt på konstruktionsdele :

Konstruktionsdel	Krav til materialer					Udførelse
	Miljøklasse	Minimum styrkeklasse	Kontrolklasse	Maks-Stenstørrelse	Specielle krav	
Bro 005.00						
Brodæk Tunnel ved fodsporet	E	40	Skærpet	16	SFRC	45±5
Kantbælter	E	40	Skærpet	16	SFRC	55±5
Vægge / fløje og fundamenter	E	40	Skærpet	16	SFRC	45±5

Form :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

Særlige krav til form, affasning mv. er anført på projekttegningerne.

Støbescel :

Støbescel, der afviger fra det, der er vist på projekttegningerne, skal aftales med tilsynet.

Affasninger :

Hvis andet ikke er anført, skal udadgående kanter affases :

Dele støbt på stedet : 20x20 mm.

Overflade af konstruktionsdele :

Konstruktionsdel	Overflade
Synlige flader	Ru
Ikke synlige flader	Ru / Glat

Slap armering :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

Vedrørende dæklag henvises til tabel for betontyper.

Forankrings- og stædlængder iht. DS / EN 1992-1-1+AC, afsnit 8.7.

Bukkediameter iht. DS / EN 1992-1-1+AC, afsnit 3.1.7 og DS / EN 10080 ; 2006.

Stød, der ikke er vist på projekttegningerne, aftales med tilsynet.

For stød, der ikke er vist på projekttegningerne, skal tværarmring udføres iht. DS / EN 1992-1-1+AC.

For ikke målsatte stød er stædlængden lig med forankringslængden, dog 1,5 x stædlængden hvor alle jern stødes i samme snit.

Al vandret armering lukkes med U-bøjler i enderne, med mindre andet er anført.

Vedrørende armering forkortes følgende som :

Ribbestål B550 iht. SAB.

Type (B), dimension (XX) og afstand (YYY) for armeringsjern :

Y
BXX CYYY

Spændt armering :

Materialer, udførelse og kontrol iht. SAB.

System til spændt armering og dimensionering er anført på projekttegningerne.

Fugtisolerings og belægninger :

Materialer, udførelse og kontrol til/fra :

- Brobelægninger iht. SAB.

- Fugtisolerings iht. SAB.

- Fuger og fugemasser iht. SAB.

Typer og dimensioner af fugtisolerings og brobelægninger er anført på projekttegningerne.

Signaturforklaring :

	Renslag / Grovbeton
	Indlu beton
	Frictionsfyld
	Støbt grus
	Sidslag (AR, SMA)
	Beskyttelseslag (ABK)
	Dæklag (AAB)
	Fugemasse
	Åben kuglepartikelbeton
	Speciearmet
	SSB
	Fugtisolerings
	Støbescel
	Jod
	Tynd isolering
	Terræn / eksisterende terren
	Boltegruppe for brostruktursspecifikke tværsnit
	Hukstudsarmet med boltegruppe for brostruktursspecifikke tværsnit
	Indlæsning / 80/100 med guldrand
	Dryper

Noter :

Mål : Der må ikke måles på projektegningerne.

Forkortelser :

ST	Station
STL	Stationeringslinje
OF	Overført
UF	Underført
FUK	Fundamentbundenkant
FOK	Fundamentsoverkant
YS	Yderside
IS	Inderside
US	Underside
OS	Overside
I b.s.	I begge sider
I b.r.	I begge retninger

Beregnings- og dimensioneringsgrundlag : Vejledning til Belastnings- og beregningsgrundlag for vej- og stibroer, Vejdirektoratet - Vejgerådet, juli 2010. Vedrørende bærenormklassificering henvises til projektegninger.

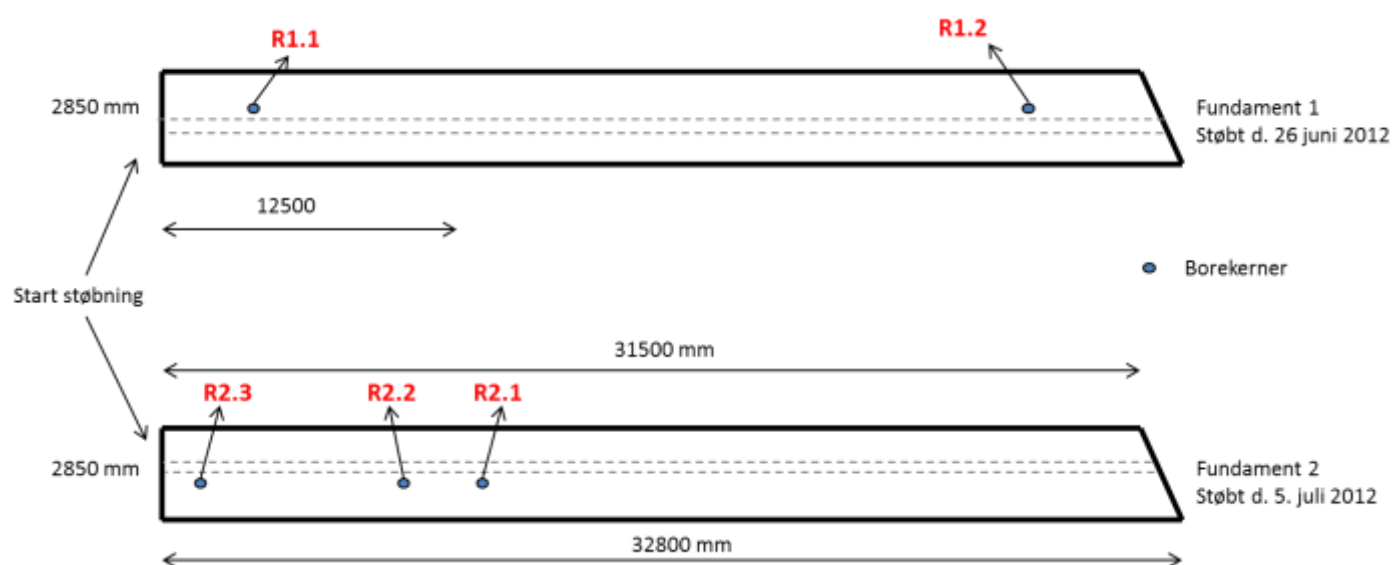
Reduceret
til halv størrelse

127 SLAGELSE OMFARTSVEJ					
12710 SLAGELSE OMFARTSVEJ					
Projekt til anlæg - Entreprise 12710.101 SFRC demobroer					
Fællestegning					
Generalnote					
Mål					
Proj.	MEBL	Tegnet	MLHN	Kontroll.	SHO
				Godk.	PTR
				Dato	02.05.2012
				Logo nr.	Rev.
				12710-101-99-41	

Bilag 7: Beskrivelse af borekerner

Borekerner udtaget til kontrol af revnedybder i fundamenter

Der er udtaget i alt 5 borekerner (R1.1, R1.2, R2.1, R2.2, og R2.3) med det formål at kontrollere dybden af observerede svindrevner i underføringens to fundamenter. Placeringen af de udtagne kerner fremgår af nedenstående figur, og de udtagne kerner er beskrevet i det følgende.



Omtrentlig placering af borekerner udtaget efter støbning af fundament 1 og 2 til kontrol af revnedybder i observerede svindrevner.

Drill core R1.1

There is a plastic shrinkage induced crack on the top that runs to the both sides of the drill core to a depth of around 1-1.5cm. An expansion bolt is used in the drill core, but there is not observed any visible expansion cracks around it. The core is cut transversely in a 10cm depth in order to investigate how much the shrinkage induced crack has developed in the depth. There is not observed any crack on the underside of the 10 cm core. The 10 cm core is then cut across the shrinkage induced crack on both sides, where the crack depth is measured around 0.5 – 1.5 cm.



Drill core R1.2

There is a plastic shrinkage induced crack on the top that runs to the both sides of the drill core to a depth of around 1.7-2.7cm. As for the R1.1 an expansion bolt is used in the drill core, but there is not observed any visible expansion cracks around it. The core is cut transversely in a 10cm depth in order to investigate how much the shrinkage induced crack has developed in the depth. There is not observed any crack on the underside of the 10 cm core. The 10 cm core is then cut across the shrinkage induced crack on both sides, where the crack depth is measured around 1.5 – 2.5 cm.



Drill core R2.1

Beside the plastic shrinkage induced crack on the top that runs to the both sides of the drill core to a depth of around 2.2 cm, there is also observed expansion cracks. The drill core is broken in three places in longitudinal direction. The first drill core piece (from the top) is cut across the shrinkage induced crack, and it is observed that the shrinkage induced crack has not developed normally in depth but seeks out to the side after 2.2 cm. This indicates an impact from the expansion bolt in the drill core. In any case the crack has not showed to be deeper than 3.3 cm for the R2.1.



Drill core R2.2

As for the R2.1 beside the plastic shrinkage induced crack on the top that runs to the both sides of the drill core, there is also observed expansion cracks. The drill core is broken in two places in longitudinal direction. Originally the shrinkage induced crack seemed to develop to around 2.5cm on both sides, but because of the impaction from the expansion bolt the crack has developed through the hole depth of the first broken core piece, around 6 cm. The first drill core piece (from the top) is cut across the shrinkage induced crack, and it is clear that the crack is forced by expansion bolt.



Drill core R2.3

As for the R2.1 beside the plastic? shrinkage induced crack on the top that runs to the both sides of the drill core, there is also observed expansion cracks. The drill core is broken in two places in longitudinal direction. Originally the shrinkage induced crack seemed to develop to around 2.5cm on both sides, but because of the impaction from the expansion bolt the crack has developed through the hole depth of the first broken core piece, around 6 cm. The first drill core piece (from the top) is cut across the shrinkage induced crack, and it is clear that the crack is forced by expansion bolt.



Borekerner udtaget til verificering af betonens komprimeringsgrad

Der er udtaget i alt 3 borekerner (Ø1, V2 og V3) med det formål at verificere betonens komprimeringsgrad i funderføjningens vægge. Placeringen af de udtagne kerner fremgår af Fig. 33 og 34 i hovedteksten. Nedenfor gives en beskrivelse af de udtagne kerner.

Kerne Ø1

Udtaget fra underføjningens østvæg. Kernedimensioner: $L = 348\text{ mm}$, $\varnothing = 94\text{ mm}$. Armering: Lodret T16, dæklag til yderside 48 mm; vandret T16, dæklag til yderside 64 mm; vandret T16, dæklag til inderside 60 mm; lodret Ø12, dæklag til inderside 49 mm. Kerne er knækket i armeringsniveau 67 mm fra inderside, i brud ses enkelte stålfibre gående parallelt med overfladen. Der ses ingen fibre gående på tværs af brud. Der ses ingen revner i kernen. Der ses ingen luftindeslutninger eller hulrum, som er over 10 mm.



Kerne V2

Udtaget fra underføringens vestvæg. Umiddelbart under kerne ses mindre stenrede i støbeskel. Kernerdimensioner: $L = 359$ mm, $\varnothing = 94$ mm. Armering: Lodret T16, dæklag til yderside 54 mm; vandret T16, dæklag til yderside 72 mm; aftryk efter vandret T16, dæklag til inderside 53 mm. Kerne er knækket i armeringsniveau 65 mm fra inderside, i brud ses ingen stålfibre. Der ses ingen revner i kernen. I undersiden af kernen ses på cylinderfladen følgende luftindeslutninger:

- 15 mm stor indeslutning 20mm fra ydersiden.
- 30 mm stor indeslutning placeret ved armeringskryds 65mm fra ydersiden.
- Derudover ses 5 mindre luftindeslutninger med en størrelse mellem 5 og 10 mm, som ligger i de yderste 20-100 mm af kernen.



Kerne V3

Udtaget fra vestvæg. Kernen er placeret på ydersiden i synligt skel. Kernerdimensioner: $L = 352$ mm, $\varnothing = 94$ mm. Armering: Lodret T16, dæklag til yderside 54 mm; vandret $\varnothing 12$, dæklag til yderside 70 mm; lodret $\varnothing 16$, dæklag til inderside 48 mm; vandret $\varnothing 12$, dæklag til inderside 60 mm. Det vandrette skel i overfladen kan med det blotte øje ikke følges ind i kernen. Der ses ingen revner i kernen. Der ses ingen luftindeslutninger eller hulrum, som er over 10 mm store.

