BETONGFAGDAGEN, Narvik 15. mars (VU2018)

Årets program er et sammensatt program med mange forskjellige temaer. Det skjer stadig nye ting innenfor faget betong. Forskning og nye krav gir nye muligheter og begrensninger. For mange er temaene i programmet nytt, og for andre kan temaene være kjente fra før, men likevel inneholde nyheter.
Vi ønsker alle velkommen til årets fagdag i forbindelse med Vinterfestuka i Narvik 2018.
Vi ønsker spesielt studenter ved UiT velkommen!

PROGRAM

Kl. 09:00 Åpning v/ Grete Rolandsen, Multiconsult og Tommy Cielicki, FABEKO

Kl.09:10 Presentasjon av YBN, Yngres Betongnettverk – Malin Mathisen, Statens vegvesen

Kl. 09:20 Digitalisering i byggebransjen, praktisk bruk av BIM i byggeprosjekt – tegningsløs armeringsproduksjon v/ Grete Rolandsen, Multiconsult og Lars Thomas Nordkild, Avdelingsleder Bygg og Eiendom Nord

Kl. 10:00 Spørsmål og pause

Kl. 10:30 Bygging av Statens vegvesen sine hardt eksponerte betongkonstruksjoner; om krav og kontroll v/ Øyvind Bjøntegaard, Statens vegvesen

Betong er ferskvare og krever derfor kontinuerlig overvåkning og kontroll for å sikre at variasjoner holder seg innenfor akseptable og tillatte grenser. Dette gjelder både delmaterialene, selve betongproduksjon og utførelsen på byggeplass. Innlegget tar utgangspunkt i Statens vegvesen sitt regelverk og retningslinjer på området, og ser på tematikken gjennom en kontrollingeniørs briller.

Kl. 10:00 Design, skallkonstruksjoner, oljeplattformer, nye prosjekter, Tor Ole Olsen, Dr.techn.Olav Olsen AS

Det er mye erfaringer med marine betongkonstruksjoner i Norge. Denne erfaringen kan nyttes i nye konstruksjonstyper, som verden vil trenge i stadig større grad fremover, i forbindelse med samferdsel, matproduksjon, og rett og slett arealer. Dette vil bli belyst ved eksempler. Det vil også bli belyst hvilke erfaringer vi ikke kan ta med oss.

Kl. 11:30 Lab-besøk med omvisning på labben (2 grupper)

Kl. 12:00 Lunsj

Kl. 13:00 Katodisk beskyttelse av kystbruer v/Roy Antonsen, Statens vegvesen

Statens vegvesen forvalter et stort antall bruer der mange eldre er utsatt for armeringskorrosjon pga av inntrengning av klorider. Flere av disse har fått installert katodisk beskyttelse – noen for opptil 25 år siden. Hva har gått bra med rehabiliteringene som ble uført for 10 til 25 år siden? Hva har ikke fungert, og hva skal vi ta lærdom av? Vegvesenet er i ferd med å undersøke en rekke tidligere rehabiliterte kystbruer og de første resultatene er klar til å presenteres. Katodisk beskyttelse er en av få rehabiliteringsmetoder som er egnet for å stanse armeringskorrosjon. Det er dermed svært viktig å sørge for å videreutvikle denne rehabiliteringsmetoden slik at man til enhver tid sørger for at bransjen anvender «best practice» i anbudsdokumenter, beskrivelser og krav.

I dette foredraget kommer man inn på hvordan Statens vegvesen arbeider med katodisk beskyttelse for øyeblikket og hva man ser for seg i årene som kommer.

Temaet er relevant for byggherrer, entreprenører og rådgivere.

Kl. 13:45 Spørsmål og pause

Kl. 14:00 Nytt fra Narvikmiljøet og betongklyngen «Betong og byggearbeid i arktisk klima» v / Boy Arne Buyle, UiT og Geir Frantzen, Forskningsparken i Narvik.

Betongmiljøet i Narvik er aktivt og har menge planer for aktiviteter. Her kan nevnes betongkurs for bransjen lokalt, og for ingeniørstudenter og elever fra videregående skole, søknad om midler til et forskningsprosjekt i EU for å utvikle framtidens metoder for rivning/demontering og gjenbruk av betong. Videre er det planer for tiltak for å bøte på mangelfull kunnskap i forbindelse med mottak av- og bruken av betong. Det er behov for et kurs for å sørge for nødvendige kunnskaper for betongarbeidere. Det er planlagt et endagskurs.

Dette og andre aktuelle saker vil bli belyst. V/Boy-Arne Buyle, UiT

Workshop Betonglyngens Arena-søknad, Jan Glendrange

Betongklyngen søker i 2018 status som Arena-klynge i virkemiddelapparatet. I mai skal vi levere en skisse til Innovasjon Norge som beskriver hovedinnholdet i prosjektet, mens selve søknaden skal leveres i september. På workshopen vil vi diskutere noen av skissens/søknadens sentrale veivalg som:

- Hva ønsker vi å oppnå med Arena Betongklyngen?
- Hvilke mål skal vi sette oss for den treårige Arena-perioden?
- Hvilke konkrete prosjekter og aktiviteter skal vi gjennomføres?
- Hvilke andre klynger og akademiske institusjoner vil vi være tjent med å samarbeide med?
- Hvilke bedrifter vil delta?

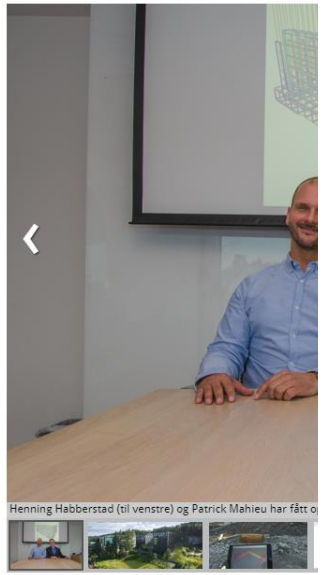
Kl. 17:00 Spørsmål og avslutning

Multiconsult

Digitalisering i byggebransjen
Praktisk bruk av BIM i byggeprosjekt – tegningsløs armeringsproduksjon

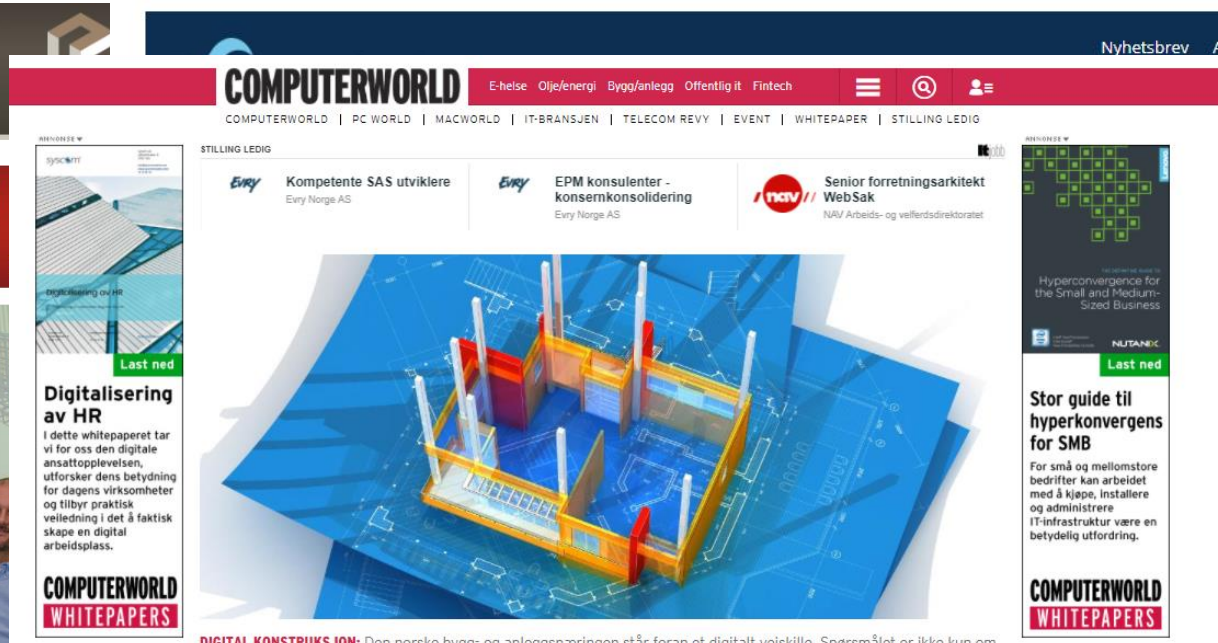
Lars-Thomas Nordkild, Bygg & Eiendom Nord

Digitalisering



Skanska og Ra
med tegningsl

Skanska og Rambøll droppet alle 2 av armeringen på prosjektet Asker digitale pilotprosjektet er enda ikke og allerede har tegningsløs armering begynt å ta av.



DIGITAL KONSTRUKSJON: Den norske bygg- og anleggsnæringen står foran et digitalt veiskille. Spørsmålet er ikke kun om hvilke verktøy og standarder man skal bruke, men om Norge skal sitte i førerseteti Europeisk sammenheng. Illustrasjon: iStock

En fullstendig digital byggenæring i 2025

Å digitalisere byggenæringen, en industri som snart er Norges største, fører med seg en rekke fordeler. Men det krever bredt samarbeid for å lykkes, i tillegg til åpne, ikke-proprietære standarder.

STIG ØYVANN
stig.oyvann@cw.no
Publisert: torsdag 25. mai 2017, kl.00:15

Bakgrunn

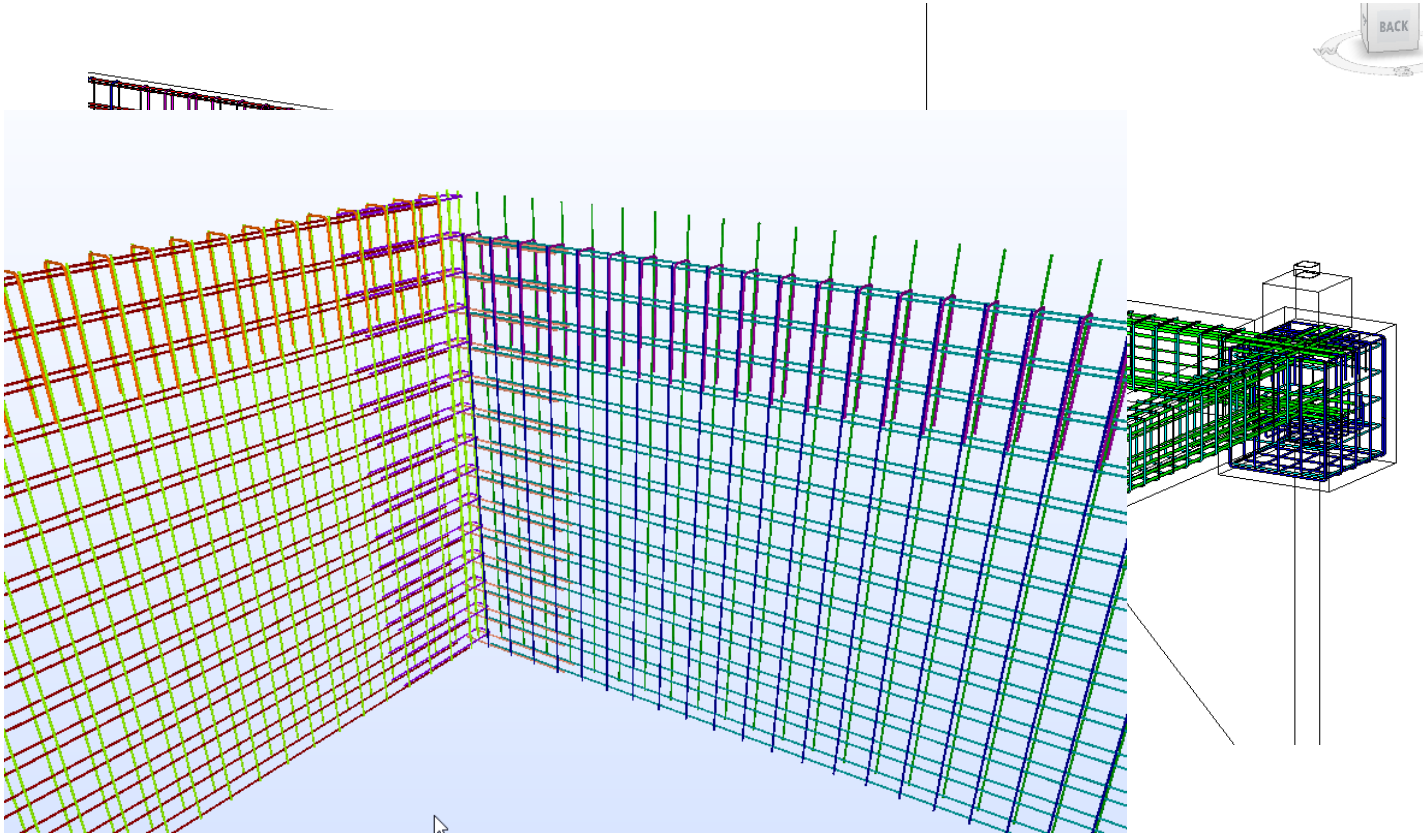
Presentasjonen er bygget på den leveransen vi har hatt til Consto på prosjektet Workintoppen bygg C1 og de erfaringer vi har gjort her.

Kunden Consto og prosjektet Workinntoppen

- Consto er en av FE Nord sine største kunder.
- Prosjektgruppen på Workinntoppen er fremoverlente og tar i bruk nye metoder og verktøy for å effektivisere sin produksjon.
- Veldig bra samarbeid.
- Vi leverer flere tjenester ut over normal RIB prosjektering.

Hva er 3D armering som leveranse?

Arbeidsgrunnlag for armering levert på digitalt 3D format



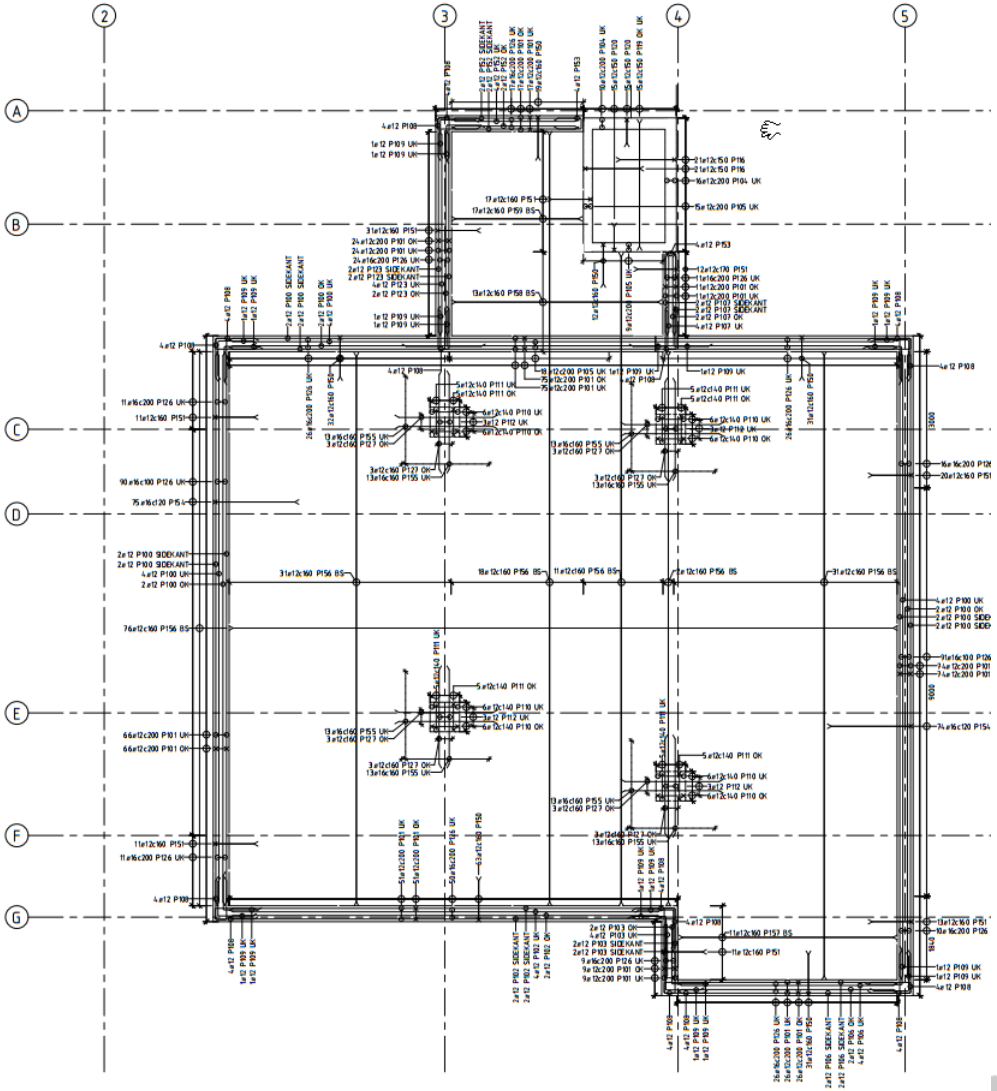
Hva forventer Consto av vår armeringsleveranse?

God drift på byggeplass!

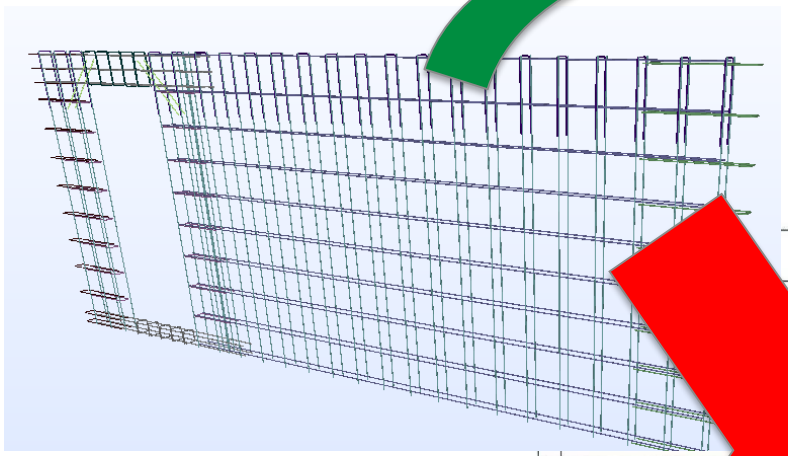
- Høy kvalitet på vår leveranser
- Detaljerte bøyelister og armeringstegninger i oppriss
- Kapping av jern på byggeplass skal unngås!

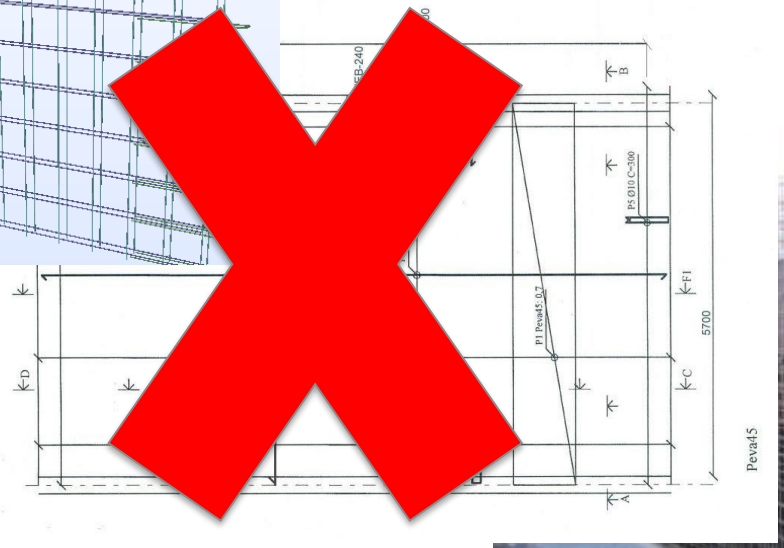
  => tapt tid og økt kostnad

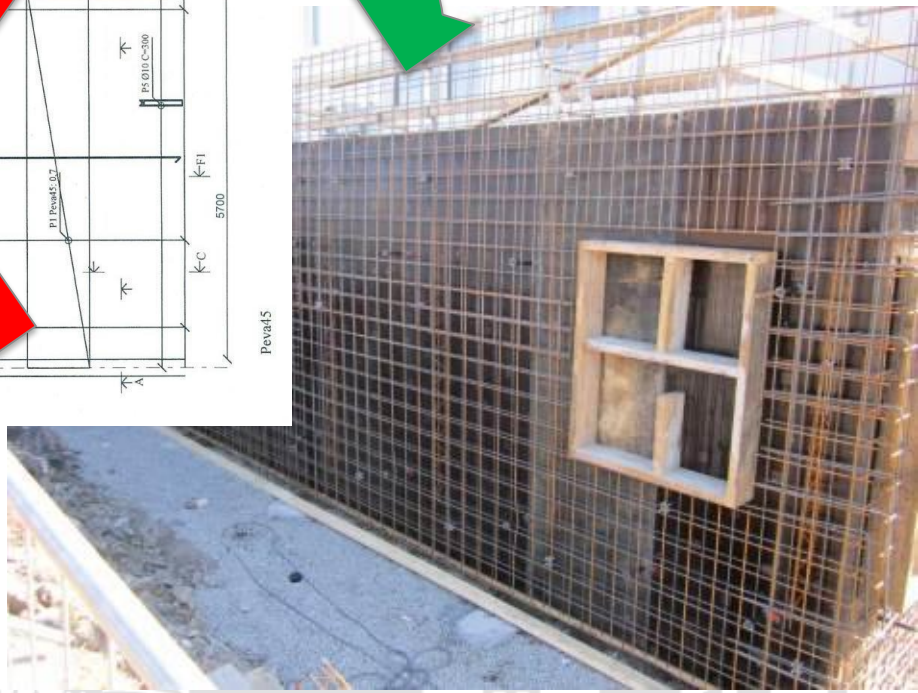
Tradisjonell armeringstegning - skjemategning



Slik prosessen stort sett er nå….
Og hvordan det burde være





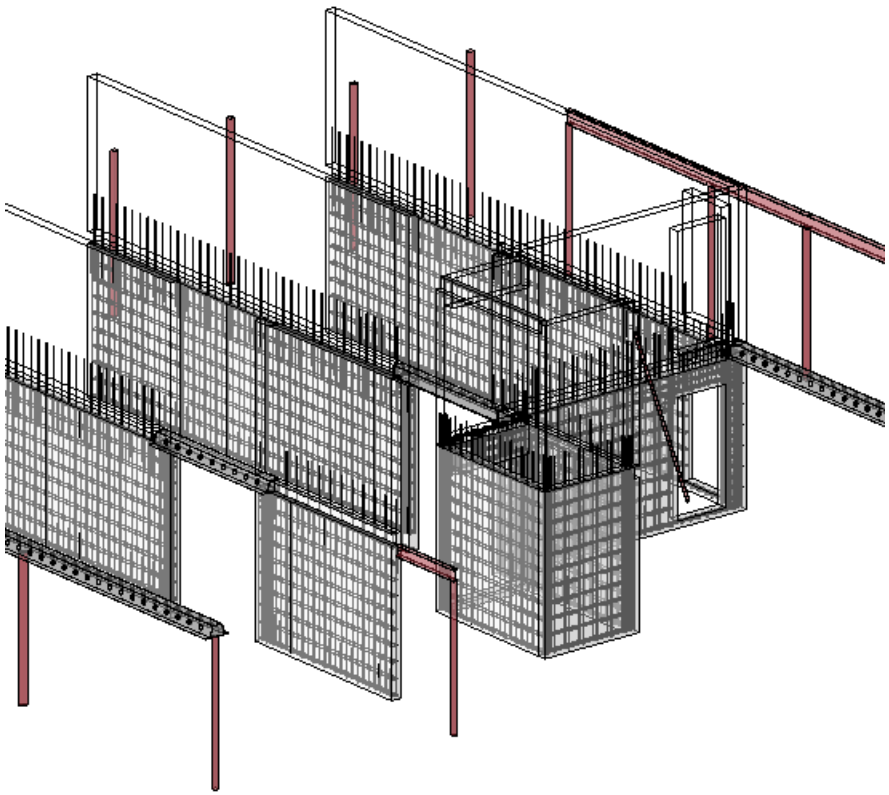


Utvikling av tegningsløs armeringsleveranse i Multiconsult FE Nord

- Begynte med å modeller 3D armering i Revit rundt 2014.
- Da ble 3D armeringen i modellen generert om til tradisjonelle 2D armeringstegninger med endesymboler.
  - Tidkrevende og lite effektiv arbeidsflyt.
- I 2015 begynte vi å bruke 3D armeringen direkte på 2D tegningen. Revit blir bedre på armeringsdelen og får nye funksjoner.
  - Bedre effektivitet
  - Vi møter noe motstand internt og blant andre prosjekterende som mener at tegningene ikke tilfredsstiller norsk standard. Byggeplass synes ikke dette er noe problem.
- November 2017 leverer vi første armeringsleveranse på IFC format.

Før en begynner å armere

- Har alle betongobjekter (vegger, søyler etc.) korrekt status(S3-Frys)?
- Det nyttig med 3D-view med fargekoder for statussettingen.
- Modeller slik det støpes.
- Lage eget 3D-view pr. etasje/partition.
- Filtrerer ut alle bygningselementer som ikke har noe med etasjen å gjøre og vis kun betongobjekter som skal armeres.
- Viser også overliggende vegger (100% transparent) pga. plassering av oppstikkende jern. Får da god oversikt om alt er armert.
- Filtrerer armeringen pr. etasje/partition. Da vises det bedre om noe mangler.



Statussetting i modell

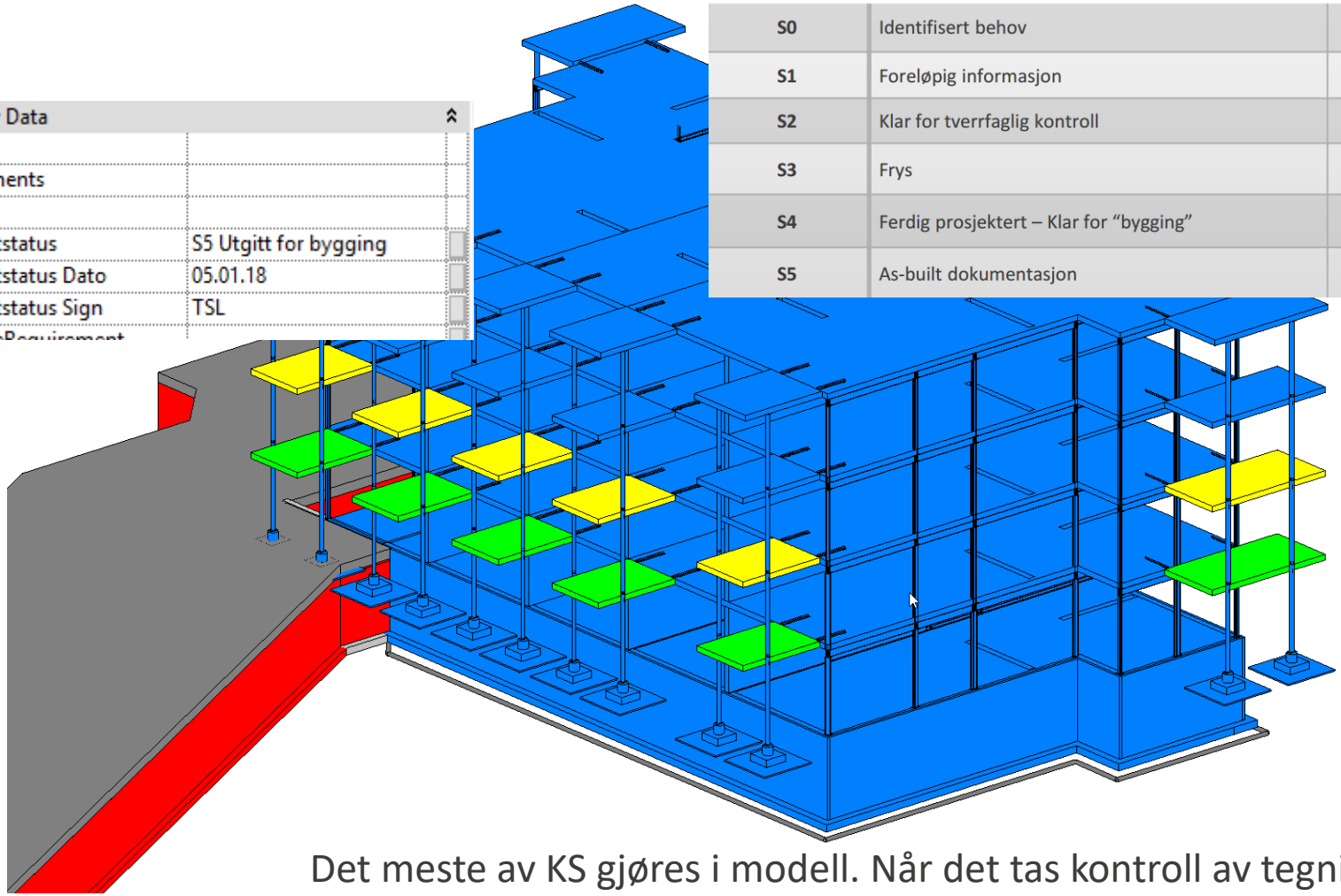
Status	Definisjon	Farge
S0	**Identifisert behov** Styringsobjektet er kun identifisert som mulig geometri og plassering i modell.	
S1	**Foreløpig informasjon** Styringsobjektet er definert med foreløpig plassering og geometri. Styringsobjektet er kontrollert i egen disiplin.	
S2	**Klart til tverrfaglig kontroll** Styringsobjektet har frosset grunnlagsinformasjon, har riktig plassering og maksimale ytre grenser for geometri er definert. Styringsobjektet er kontrollert i egen disiplin og er klart for tverrfaglig kontroll	
S3	**Frys** Kommentarer fra tverrfaglig kontroll er implementert. Styringsobjektet har endelig form og plassering. Grensesnitt mot andre styringsobjekter og disipliner er frosset. Styringsobjektet fryses og blir premissgivende i videre prosess. Detaljering mot S4 skal ikke påvirke andre disipliner og objekter.	
S4	**Utgitt for anbud/kontrahering** Nødvendig detaljprosjektering av styringsobjektet er gjennomført. Styringsobjektet er utgitt for anbud/kontrahering.	
S5	**Utgitt for bygging** Detaljprosjektering av styringsobjektet er fullført. Relevant leverandørinformasjon er lagt til. Styringsobjektet er utgitt for bygging.	
S6	**«As-built»** Styringsobjektet er oppdatert med nødvendig informasjon fra prefabrikasjon, installasjon og testing.	

- Status beskriver hele objektet, det vil si både geometri, plassering, materialvalg og egenskaper knyttet til objektet.
- Status er ikke knyttet til hvor detaljert et objekt er fremstilt geometrisk og må derfor ikke forveksles med detaljnivå, LOD – «Level of Detail».

Statussetting i modell

Status	Definisjon	Farge
S0	Identifisert behov	
S1	Foreløpig informasjon	
S2	Klar for tverrfaglig kontroll	
S3	Frys	
S4	Ferdig prosjektert – Klar for "bygging"	
S5	As-built dokumentasjon	

Identity Data	
Image	
Comments	
Mark	
Objektstatus	S5 Utgitt for bygging
Objektstatus Dato	05.01.18
Objektstatus Sign	TSL

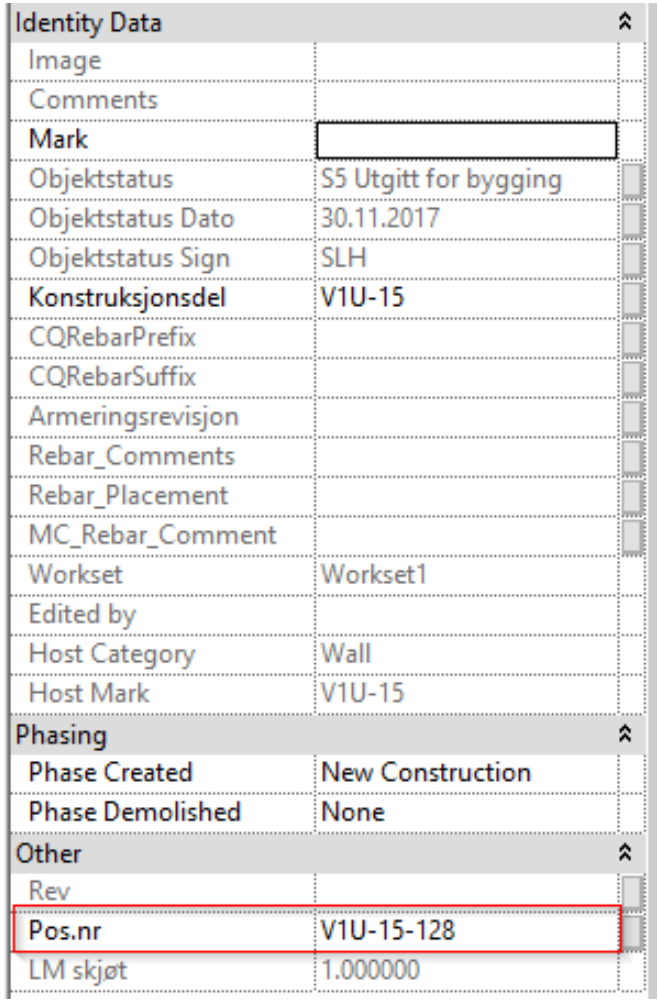


Det meste av KS gjøres i modell. Når det tas kontroll av tegning er det kun at tegningen gir den informasjonen det skal.

Postnummer Workinntoppen C1

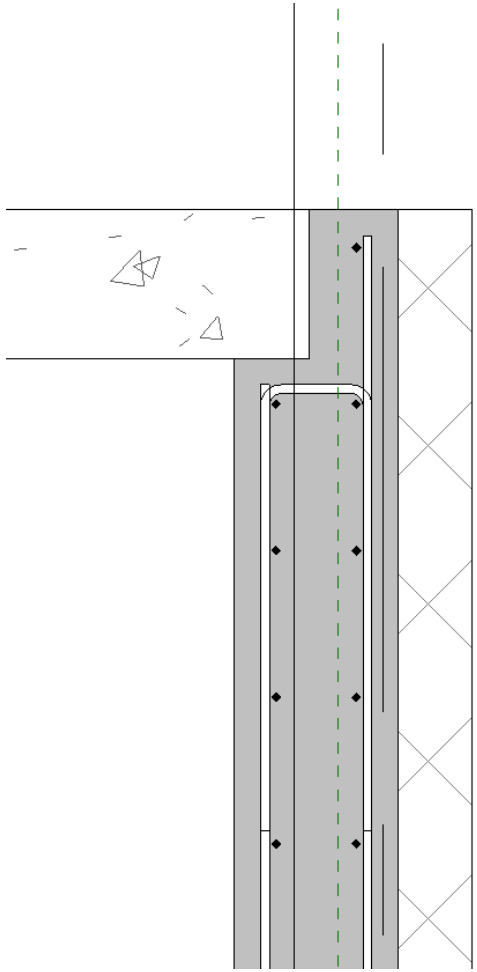
- Her har vi sammen med Consto kommet frem til at følgende oppsett: veggid + løpenummer(rebar number). eks: V1U-15-128
- Som betyr at det er vegg nr 15 i plan U1 og løpenummer 128.
- Fordelen med dette oppsettet er at det er veldig enkelt å pukke ut all armeringen for vegg nr 4.
- Ulempen er at det blir mange pos.nr

Må avklares før du begynner å modellere!

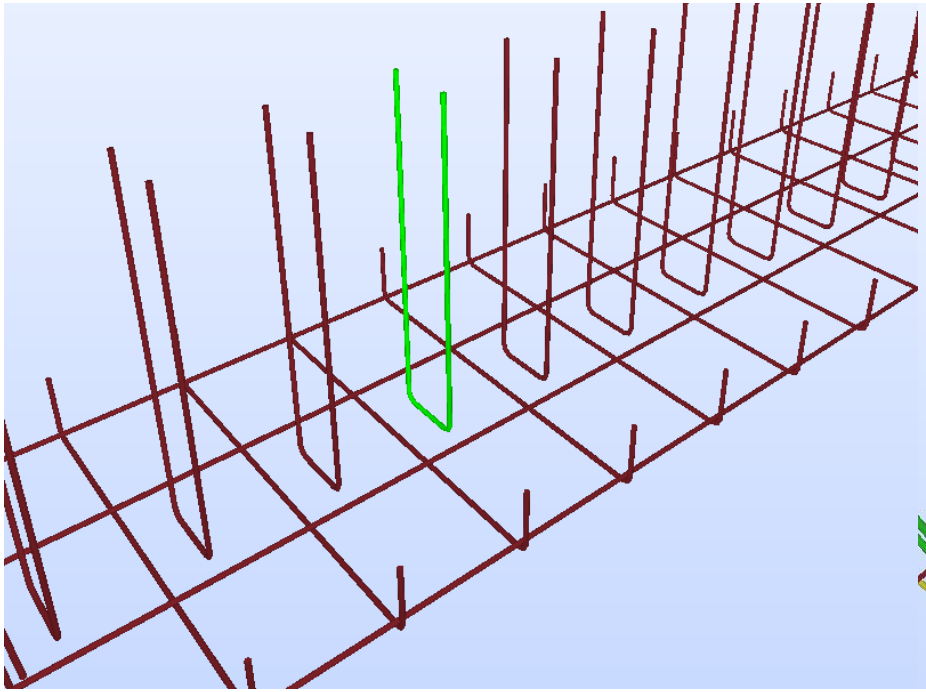


Modellering

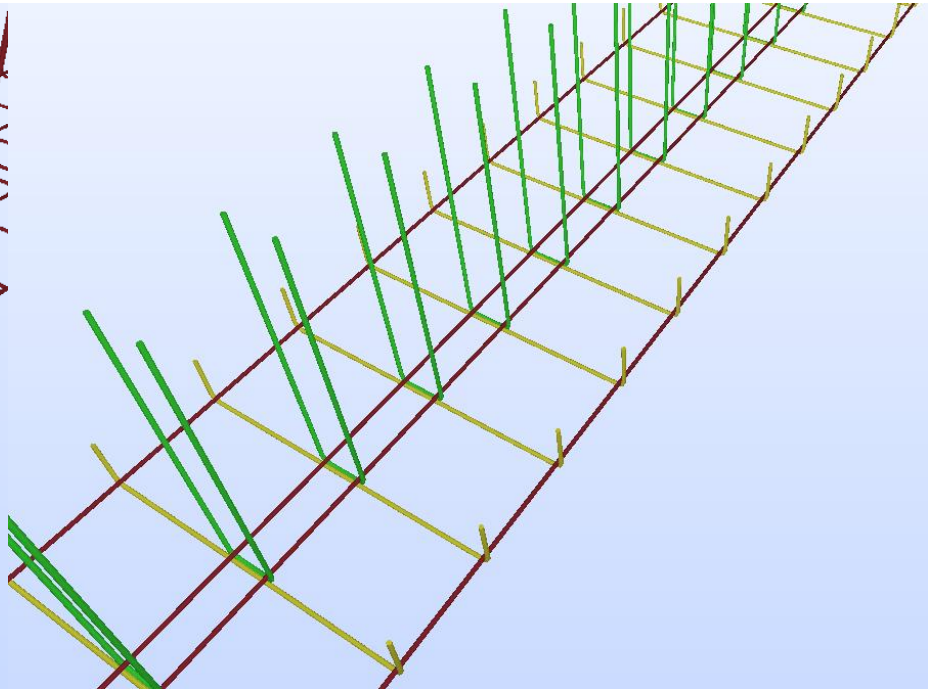
- Må modellere riktig geometri!



Kan ikke se slik ut

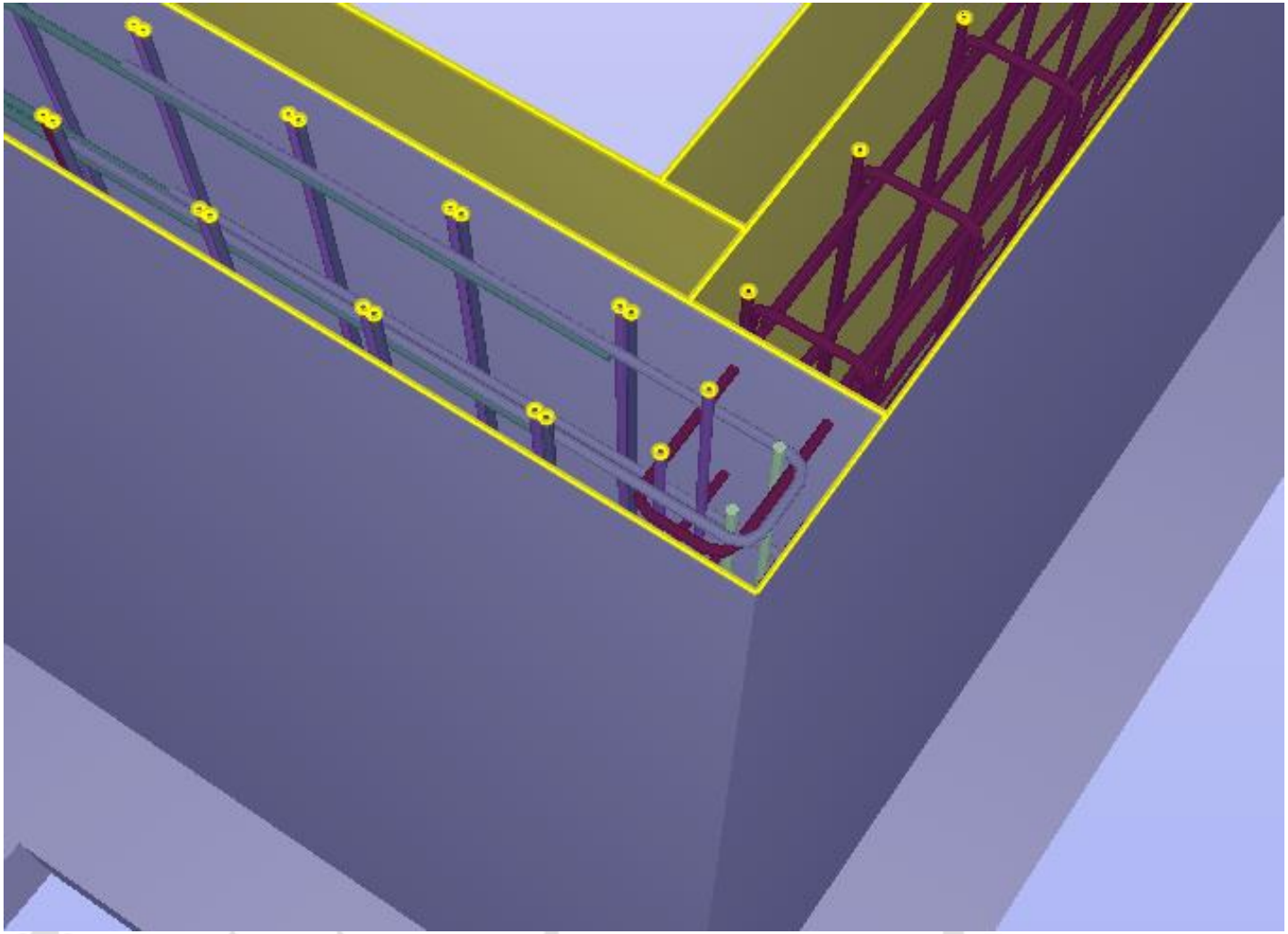


Feil modellert, detaljgrad for dårlig



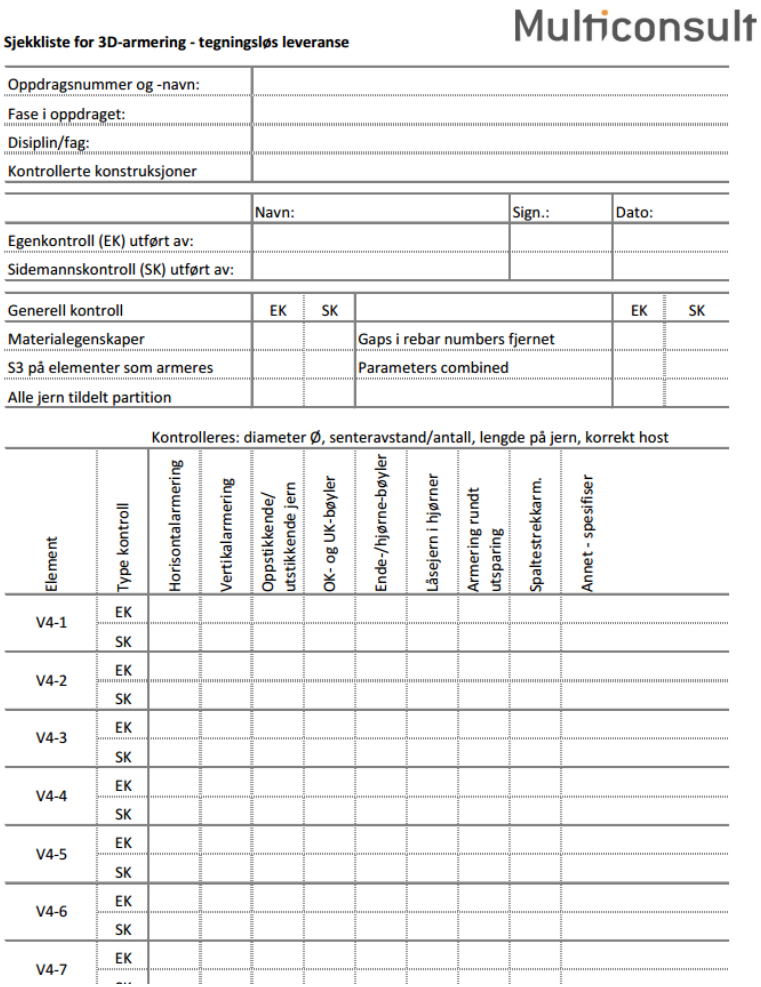
Riktig modellert

Typisk hjørneløsning



Kvalitetskontroll av 3D armering

- Egenkontroll
  - Utføres i Revit
  - Dokumenteres kun med sjekkliste med kontrollpunkter for hvert betongobjekt.
- Sidemannskontroll
  - Utføres i Solibri model checker siden en ønsker å kontrollere det produktet vi leverer fra oss(IFC).
  - Dokumenteres med sjekklisten fra EK og rapport fra Solibri.



Multiconsult

Sjekkliste for 3D-armering - tegningsløs leveranse

Oppdragsnummer og -navn:	
Fase i oppdraget:	
Disiplin/fag:	
Kontrollerte konstruksjoner	

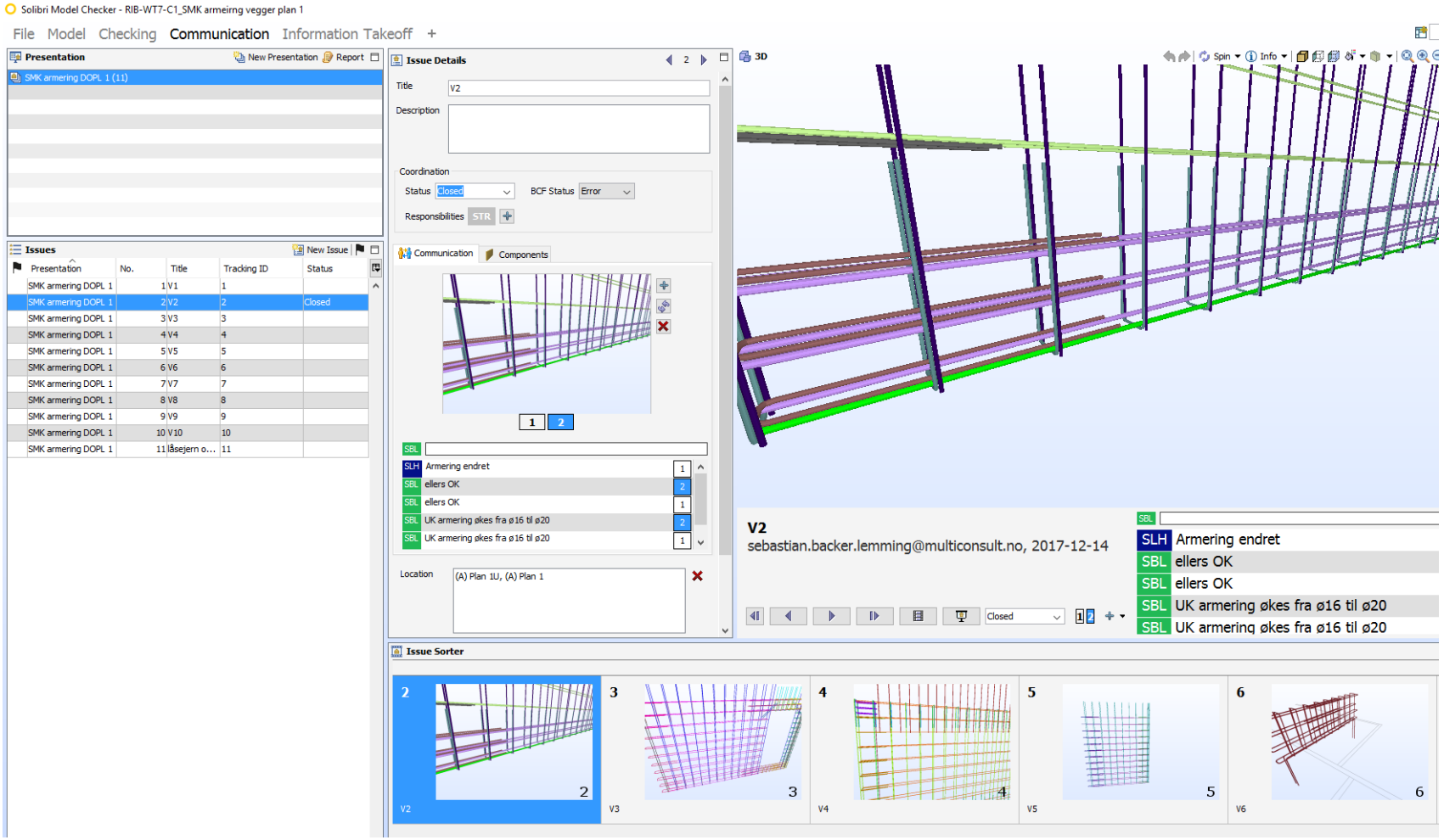
	Navn:	Sign.:	Dato:
Egenkontroll (EK) utført av:			
Sidemannskontroll (SK) utført av:			

Generell kontroll	EK	SK		EK	SK
Materialegenskaper			Gaps i rebar numbers fjernet		
S3 på elementer som armeres			Parameters combined		
Alle jern tildelt partition					

Kontrolleres: diameter Ø, senteravstand/antall, lengde på jern, korrekt host

Element	Type kontroll	Horisontalarmering	Vertikalarmering	Oppstikkende/ utstikkende jern	OK- og UK-bøyler	Ende-/hjørne-bøyler	Låsejern i hjørner	Armering rundt utsparing	Spaltestrekkarm.	Annet - spesifiser
V4-1	EK									
	SK									
V4-2	EK									
	SK									
V4-3	EK									
	SK									
V4-4	EK									
	SK									
V4-5	EK									
	SK									
V4-6	EK									
	SK									
V4-7	EK									

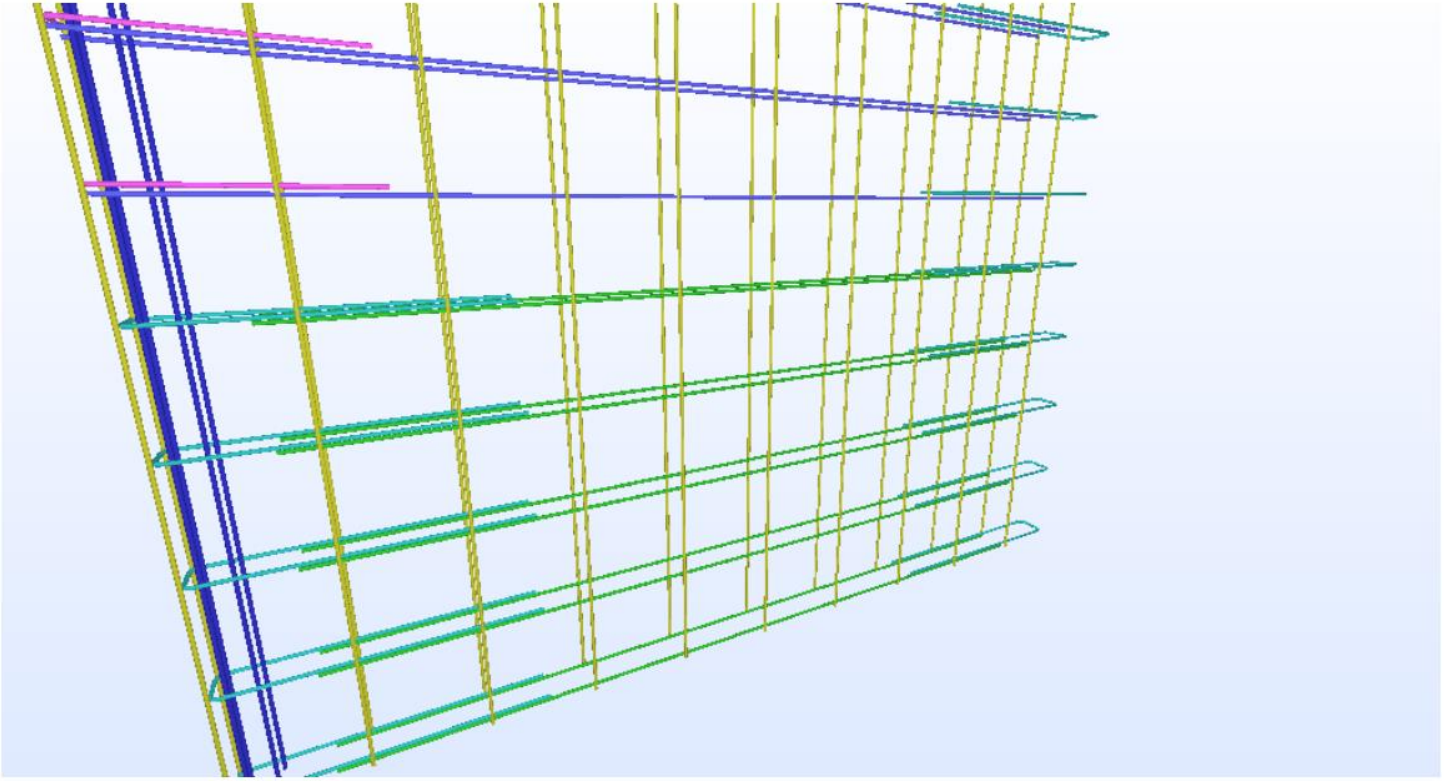
Sidemannskontroll



Dokumentasjon sidemannskontroll – eksempel

V1U-13

Tracking ID: 45

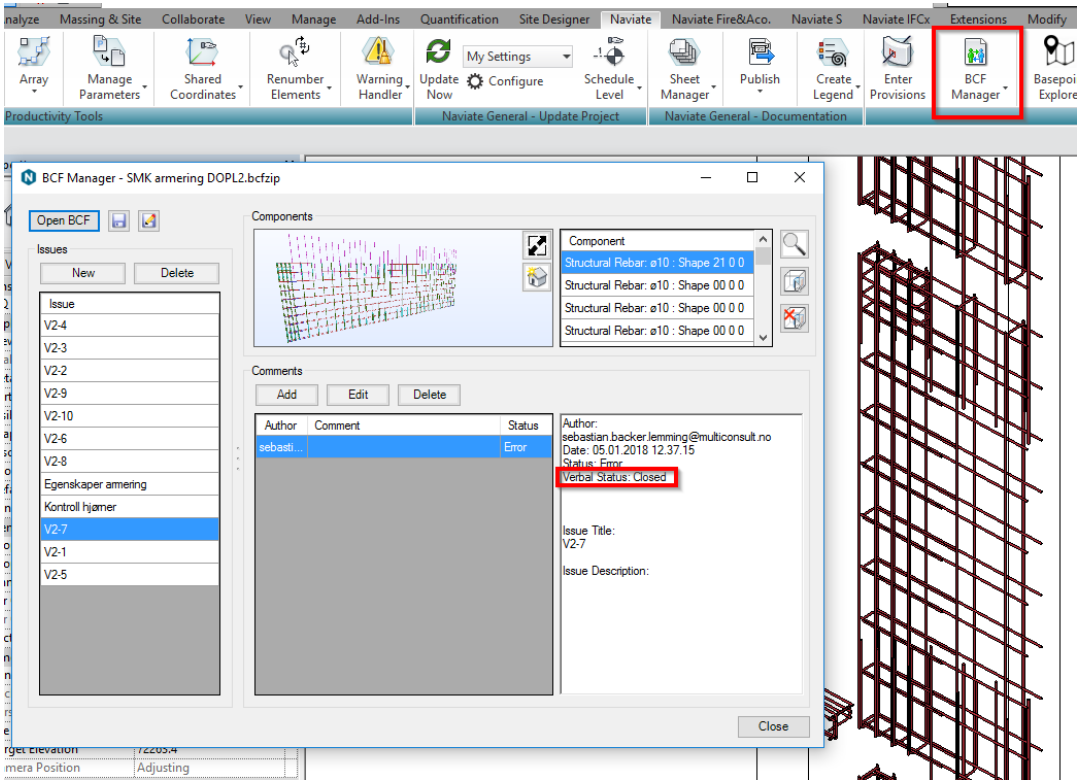


simen.lovoy.hegge, 2017-11-30: Fikset
sebastian.backer.lemming@multiconsult.no, 2017-11-30: c200 i heisgrube. vertikale jern må deles ved topp grube. la jern fra grube stikke opp.
sebastian.backer.lemming@multiconsult.no, 2017-11-30: ellers OK

Retting etter SMK

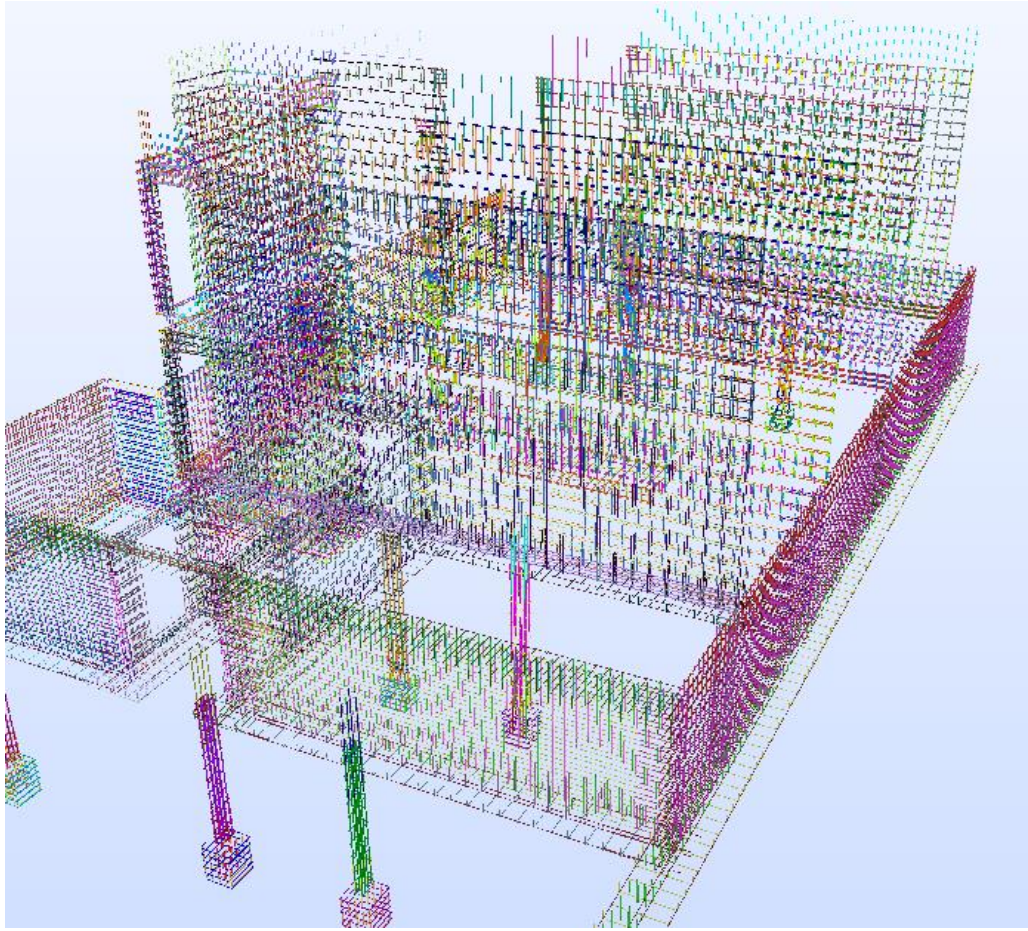
- BCF filen lastes inn i Revit ved hjelp av Naviate. Da tar BCF filen deg rundt i modellen på samme måte som i Solibri.
- Eventuelle feil og mangler rettes. Status settes til "closed"

- Eksporteres en BCF fil fra Revit
- Armeringen tildeles status "S5 - Utgitt for byggning" og groupes.
- Det eksporteres en IFC for armering og en for form(den vanlige)



Byggeplass – hvordan fungerer det?

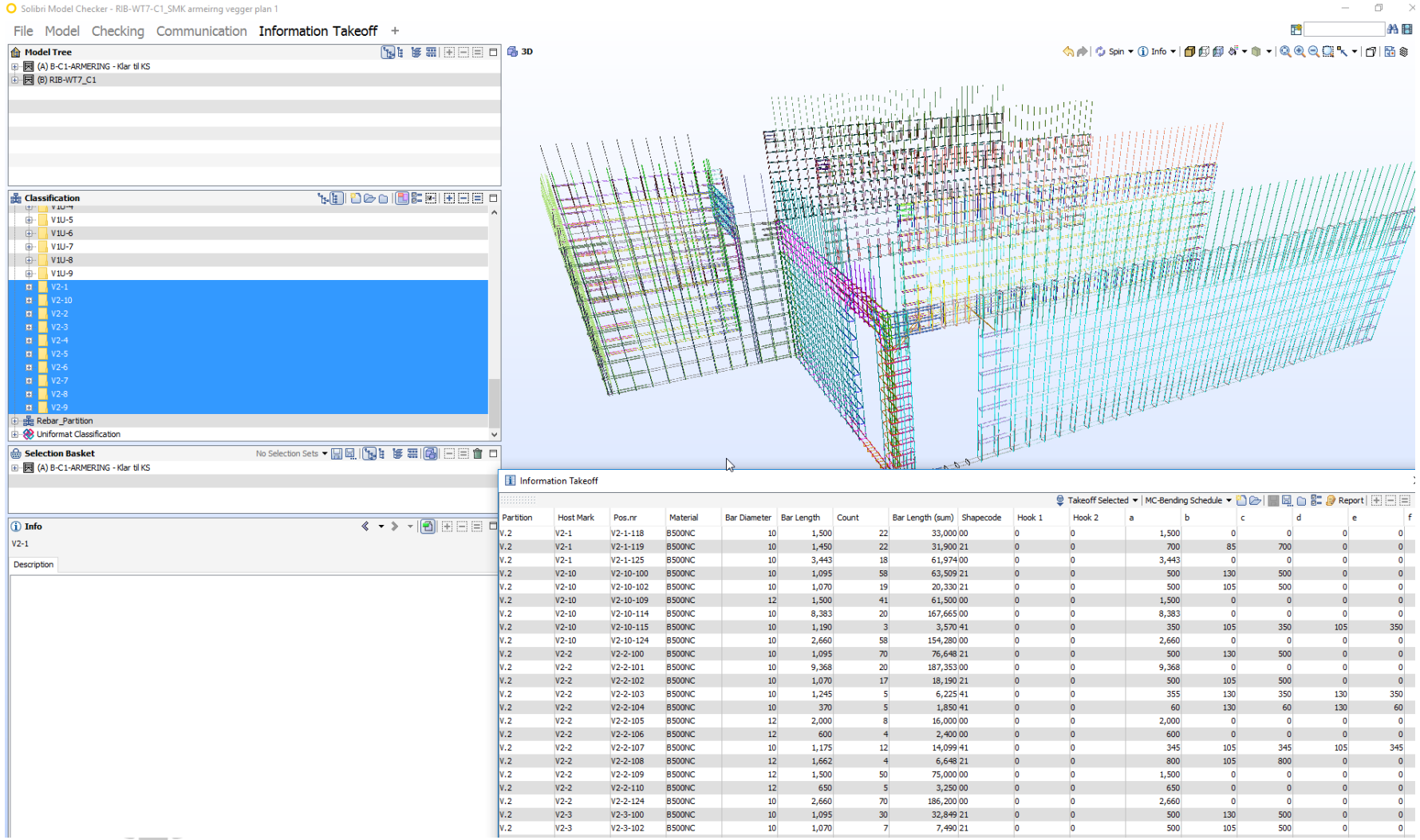
1. Byggeplass mottar egen IFC av armeringen.
   - En kan godt inkludere armering i den «vanlige» IFC, men hvor det ligger armering i betongen er ikke av store interesse for andre fag og blir et forstyrrende informasjon.



Byggeplass – hvordan fungerer det?

2. Byggeplass henter ut bøyeliste fra IFC for den armeringen de ønsker å bestille. Excel fil.
   - Denne armeringen får status «bestilt». Dette gjør byggeplassen selv i sin armerings IFC.
   - Vi har sendt over en bøyeliste i excel format sammen med hver leveranse etter ønske fra kunde. De er redd for at de ikke skal klare å bestille riktig og ønsket å ha noe å kontrollerer opp mot. Kan være lurt i en overgangsfase.

Byggeplass – hvordan fungerer det?



Partition	Host Mark	Pos.nr	Material	Bar Diameter	Bar Length	Count	Bar Length (sum)	Shapecode	Hook 1	Hook 2	a	b	c	d	e	f
V.2	V2-1	V2-1-118	B500NC	10	1,500	22	33,000	00	0	0	1,500	0	0	0	0	
V.2	V2-1	V2-1-119	B500NC	10	1,450	22	31,900	21	0	0	700	85	700	0	0	
V.2	V2-1	V2-1-125	B500NC	10	3,443	18	61,974	00	0	0	3,443	0	0	0	0	
V.2	V2-10	V2-10-100	B500NC	10	1,095	58	63,509	21	0	0	500	130	500	0	0	
V.2	V2-10	V2-10-102	B500NC	10	1,070	19	20,330	21	0	0	500	105	500	0	0	
V.2	V2-10	V2-10-109	B500NC	12	1,500	41	61,500	00	0	0	1,500	0	0	0	0	
V.2	V2-10	V2-10-114	B500NC	10	8,383	20	167,665	00	0	0	8,383	0	0	0	0	
V.2	V2-10	V2-10-115	B500NC	10	1,190	3	3,570	41	0	0	350	105	350	105	350	
V.2	V2-10	V2-10-124	B500NC	10	2,660	58	154,280	00	0	0	2,660	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-100	B500NC	10	1,095	70	76,648	21	0	0	500	130	500	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-101	B500NC	10	9,368	20	187,353	00	0	0	9,368	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-102	B500NC	10	1,070	17	18,190	21	0	0	500	105	500	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-103	B500NC	10	1,245	5	6,225	41	0	0	355	130	350	130	350	
V.2	V2-2	V2-2-104	B500NC	10	370	5	1,850	41	0	0	60	130	60	130	60	
V.2	V2-2	V2-2-105	B500NC	12	2,000	8	16,000	00	0	0	2,000	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-106	B500NC	12	600	4	2,400	00	0	0	600	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-107	B500NC	10	1,175	12	14,099	41	0	0	345	105	345	105	345	
V.2	V2-2	V2-2-108	B500NC	12	1,662	4	6,648	21	0	0	800	105	800	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-109	B500NC	12	1,500	50	75,000	00	0	0	1,500	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-110	B500NC	12	650	5	3,250	00	0	0	650	0	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-124	B500NC	10	2,660	70	186,200	00	0	0	2,660	0	0	0	0	
V.2	V2-3	V2-3-100	B500NC	10	1,095	30	32,849	21	0	0	500	130	500	0	0	
V.2	V2-3	V2-3-102	B500NC	10	1,070	7	7,490	21	0	0	500	105	500	0	0	

Byggeplass – hvordan fungerer det?

3. Bøyeverket laster bøyelista inn i sin maskin og bøying av armering starter.
   - Vanligvis må en trykke inn tallene i maskinen fra en utskrevet PDF.
   - Det er ikke alle bøyeverk som har maskiner som er «digitale»

ELEKTRONISK BØYELISTE

Vi produserer direkte fra elektroniske formater (DAK) som innebærer automatisk overføring til vårt ordresystem. Vårt mål med denne elektroniske bøyelisten er å forenkle og redusere ledetidene slik at alle aktører oppnår reduserte kostnader.

Hva oppnår vi?

1. Kortere ledetider som kan påvirke leveringstiden og øker servicegraden for dere.
2. Unngår feil-punching og rett levering 1. gang
3. Reduserer mulighet for feilleveranser og forsinkelser på byggeplassen.
4. Samme listen i hele verdikjeden fra konsulent til utførende.

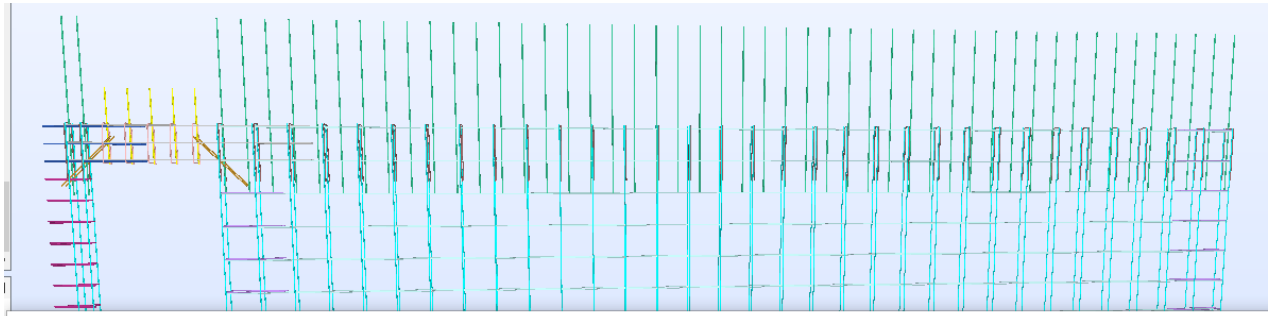
Vår oppfordring er derfor at våre kunder videreformidler denne elektroniske bøyelisten til sine konsulenter og oppfordrer dem til å benytte denne ved produksjon av bøyelistener. Bruken av listen (excel) er meget enkel, men trenger dere hjelp står vi selvsagt til disposisjon.

Skjema - bøyeliste (.xls)

Utklipp fra nettsiden til Smith stål

Byggeplass – hvordan fungerer det?

4. Armering ankommer byggeplass og binding av armering starter. Arbeidsgrunnlag IFC.
   - Armeringen får status «bunnet»
   - Armering blir ofte bunnet utenfor byggegropa og heist på plass

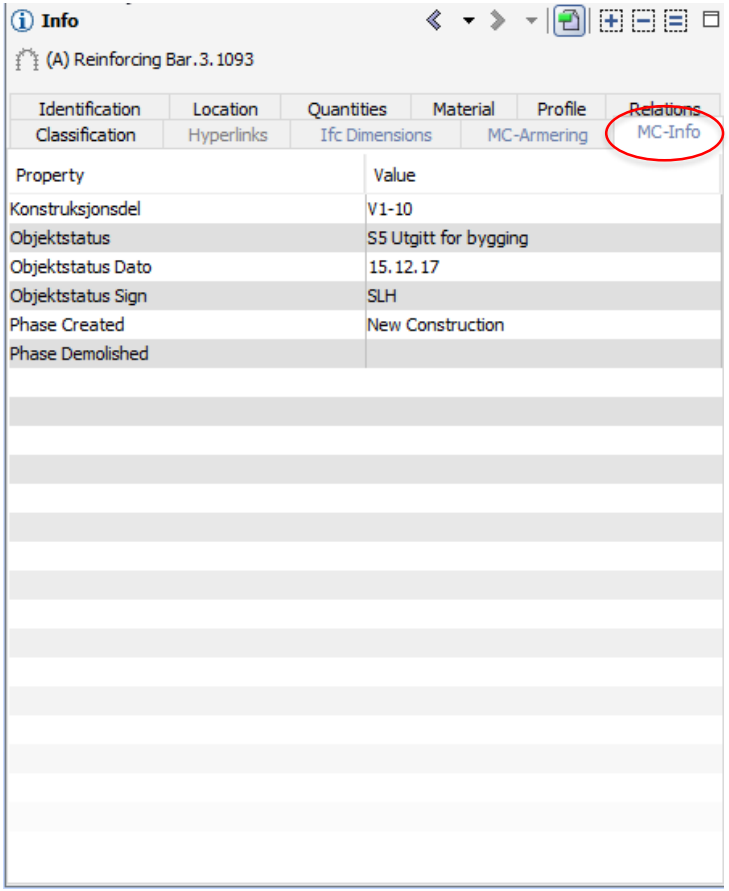


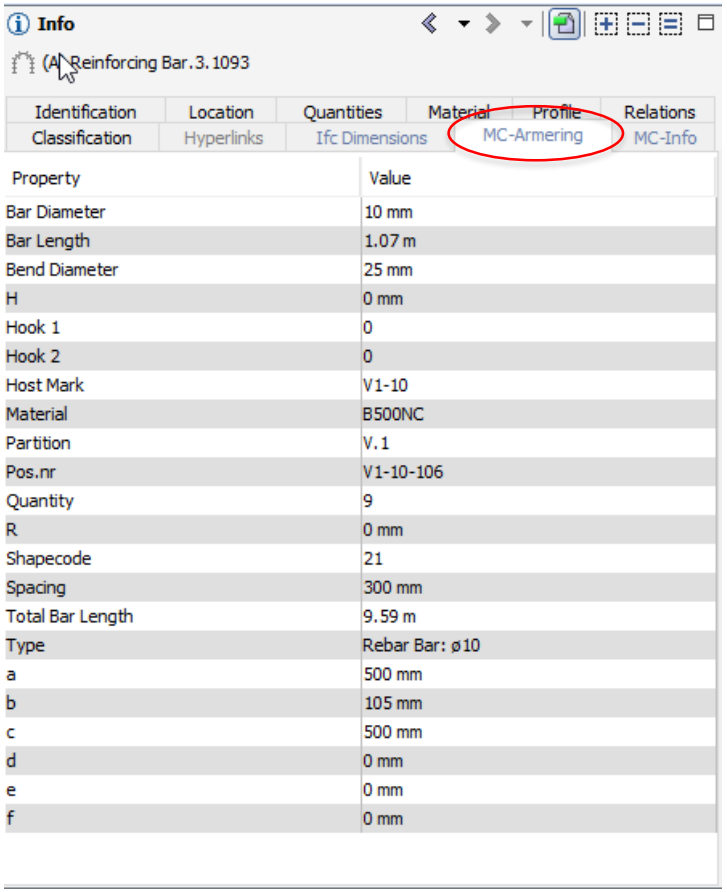
Information Takeoff

Takeoff Selected | MC-Bending Schedule | Report

Partition	Host Mark	Pos.nr	Material	Bar Diameter	Bar Length	Count	Bar Length (sum)	Shapecode	Hook 1	Hook 2	a	b	c	d	e
V.2	V2-2	V2-2-100	B500NC	10	1,095	70	76,648	21	0	0	500	130	500	0	
V.2	V2-2	V2-2-101	B500NC	10	9,368	20	187,353	00	0	0	9,368	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-102	B500NC	10	1,070	17	18,190	21	0	0	500	105	500	0	
V.2	V2-2	V2-2-103	B500NC	10	1,245	5	6,225	41	0	0	355	130	350	130	
V.2	V2-2	V2-2-104	B500NC	10	370	5	1,850	41	0	0	60	130	60	130	
V.2	V2-2	V2-2-105	B500NC	12	2,000	8	16,000	00	0	0	2,000	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-106	B500NC	12	600	4	2,400	00	0	0	600	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-107	B500NC	10	1,175	12	14,099	41	0	0	345	105	345	105	
V.2	V2-2	V2-2-108	B500NC	12	1,662	4	6,648	21	0	0	800	105	800	0	
V.2	V2-2	V2-2-109	B500NC	12	1,500	50	75,000	00	0	0	1,500	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-110	B500NC	12	650	5	3,250	00	0	0	650	0	0	0	
V.2	V2-2	V2-2-124	B500NC	10	2,660	70	186,200	00	0	0	2,660	0	0	0	

Byggeplass – hvordan fungerer det?





Byggeplass – hvordan fungerer det?

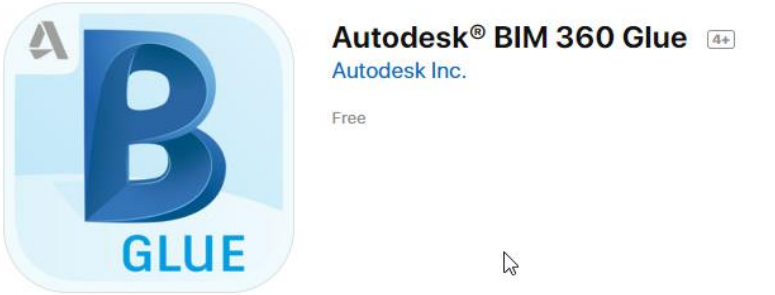
5. Betongobjektet støpes
   - Betongobjektet får status «bygget»

Plattformer og verktøy for visualisering

- Solibri
  - IFC format
  - Krever Microsoft operativsystem
  - Kan bruke surface
- Autodesk BIM 360 Glue
  - RVT format (Revit)
  - Fungerer på de fleste tablets
- Sikkert fler!

Det må utvikles bedre verktøy enn det som finnes på markedet i dag.

SOLIBRI
Model Checker



Jernbinder bua

Vår erfaring med tegningsløs armeringsleveranse

- Høy kvalitet på leveransen.
- Vi prosjekterer mindre armering, mindre armering blir levert på byggeplass.
- Mer motiverende for konstruktøren - den digitale ingeniøren.
- Enklere å ha variasjoner i armeringen.
- Effektivisering?
  - Modellen må være nøyaktige
  - Sparer tid på tegningsproduksjon.

Constos erfaring med tegningsløs armeringsleveranse

Svar fra betongformann, jernbinderbas og 3D ressurs

- Hva er det positive med 3D armering som leveranse?
  - Lettere å visualisere seg sammenføyninger, knutepunkter og at man ser helheten i konstruksjonen.
- Hva er det negative med 3D armering som leveranse?
  - Det er et større behov for opplæring og at det foreløpig er mindre tilgjengelig. Men dette blir bedre når vi får nettbrettene oppe å gå.
- Hva er deres gevinst?
  - Bedre lønnsomhet! Det går mindre tid på bestilling og raskere kvalitetskontroll
  - Høyere kvalitet! Vi får gjort en bedre kvalitetssikring.
  - Bedre planlegging av arbeidene. Vi får en tydelig status på hva som er bestilt og hva som er utført.

Constos erfaring med tegningsløs armeringsleveranse

Svar fra betongformann, jernbinderbas og 3D ressurs

- Hva har de største utfordringene vært for dere i forbindelse med overgangen til 3D armering?
  - Det har vært å lære opp de som ikke er så datakyndige.
- Hva kan vi bli bedre på og hva bør vi videreutvikle?
  - At komponentene er merket riktig og at utsparingene også er med i modellen. Varsling av endringer/revisjoner.

Gevinster av 3D armering for kunde

- Mindre armering blir levert på byggeplass.
- Mer informasjon til byggeplass gjennom 3D modellen – bedre kvalitet.
- Digital rapportering av faktisk produksjon – bedre kontroll og mer effektiv produksjon.

- Ingen av de som har jobbet i dette prosjektet ønsker å gå tilbake til bruk av armeringstegninger. Har bestemt seg for 3D armering på neste byggetrinn.
- Et skritt nærmere den heldigitale byggeplassen.

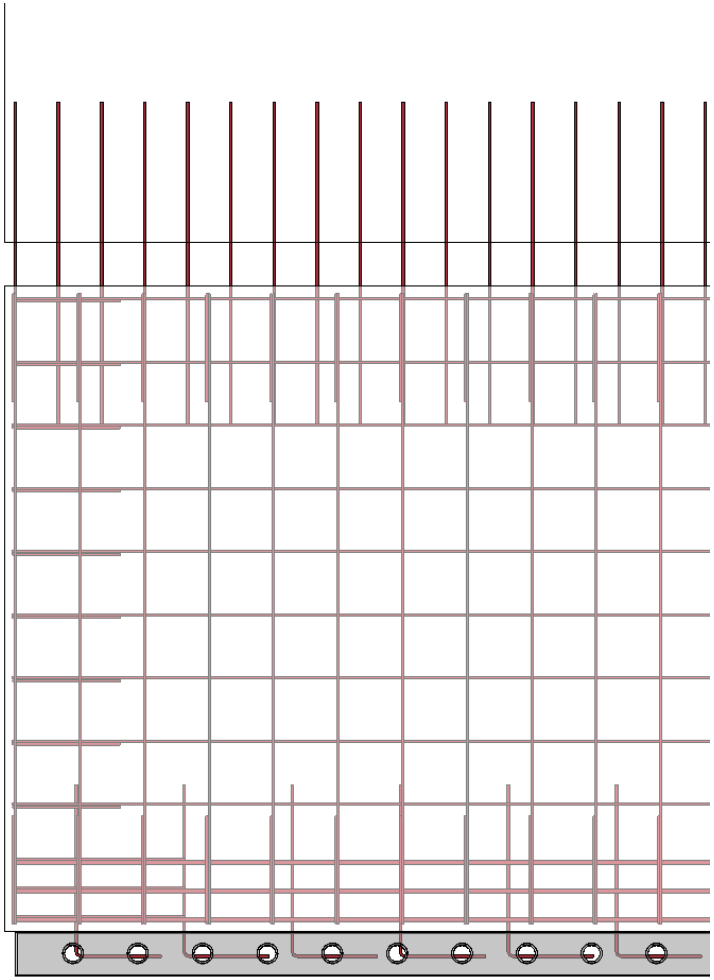
Våre suksessfaktorer

- Statussetting av modell
  - Gir også fordelen at det er lettere å komme inn å gjøre en "isolert" jobb.
- Hente inn de erfaringene som var gjort i pilotprosjekt.
- Riktig bemanning
- Endringsvilje

Status	Definisjon	Farge
S0	**Identifisert behov** Styringsobjektet er kun identifisert som mulig geometri og plassering i modell.	
S1	**Foreløpig informasjon** Styringsobjektet er definert med foreløpig plassering og geometri. Styringsobjektet er kontrollert i egen disiplin.	
S2	**Klart til tverrfaglig kontroll** Styringsobjektet har frosset grunnlagsinformasjon, har riktig plassering og maksimale ytre grenser for geometri er definert. Styringsobjektet er kontrollert i egen disiplin og er klart for tverrfaglig kontroll	
S3	**Frys** Kommentarer fra tverrfaglig kontroll er implementert. Styringsobjektet har endelig form og plassering. Grensesnitt mot andre styringsobjekter og disipliner er frosset. Styringsobjektet fryses og blir premissgivende i videre prosess. Detaljering mot S4 skal ikke påvirke andre disipliner og objekter.	
S4	**Utgitt for anbud/kontrahering** Nødvendig detaljprosjektering av styringsobjektet er gjennomført. Styringsobjektet er utgitt for anbud/kontrahering.	
S5	**Utgitt for bygging** Detaljprosjektering av styringsobjektet er fullført. Relevant leverandørinformasjon er lagt til. Styringsobjektet er utgitt for bygging.	
S6	**«As-built»** Styringsobjektet er oppdatert med nødvendig informasjon fra prefabrikasjon, installasjon og testing.	

Største utfordringer

- Ny måte å jobbe på, en må tenke annerledes når en armerer. Ny arbeidsmetodikk. Spesielt KS.
- Krever en god 3D modell.
- Riktig eksport av armering.



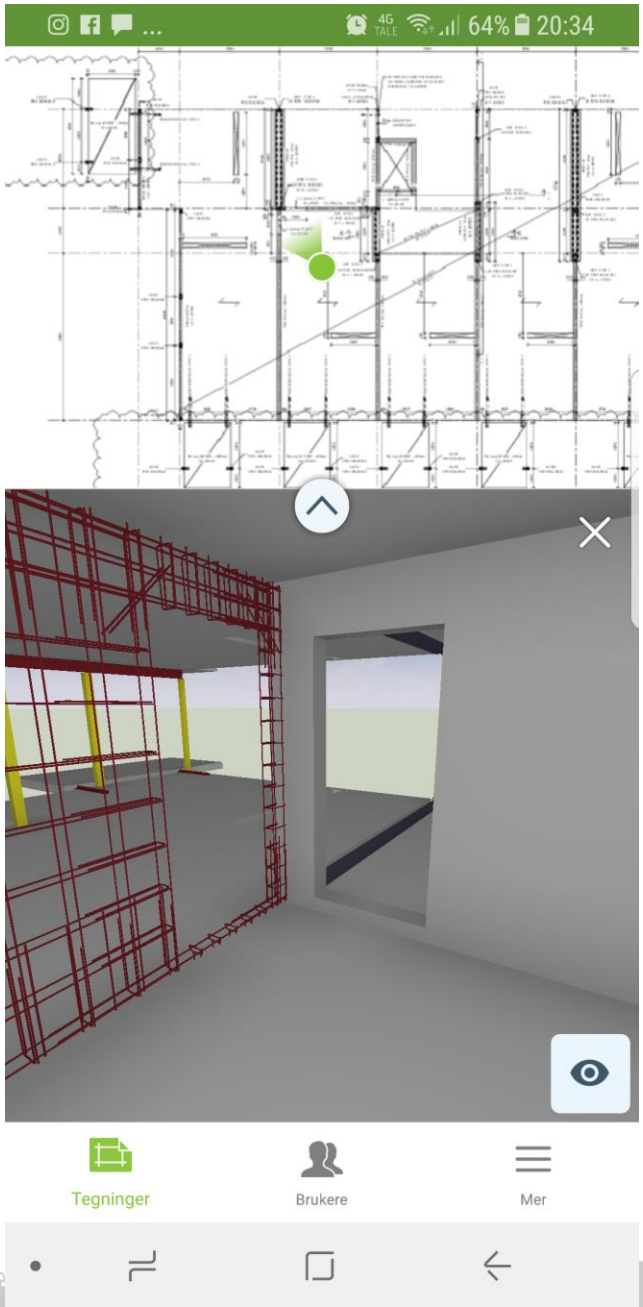
Fallgruver

- Dårlig 3D modell, lavt detaljnivå.
- Ikke avklarer med kunde hvilken informasjon og hvordan de ønsker denne presentert før vi begynner modellere, også form.
- Dårlig dialog med kunde. Kunden skjønner ikke hva de får og hva produktet er.
- Tenker 2D når en armerer i 3D. Armering kan ikke kollidere i 3D.

Anbefaler å ha en modellansvarlig som passer på at konstruktørene modellerer på rett måte.

Dalux

- Vi har også etablert en dalux modell for byggetrinnet.
- Kobler 2d tegning opp mot 3D modell.
- App på mobilen/iPad.
- Kan vise all informasjon som ligger i ifc modellen



Framtiden - parametrisk design

- Parametriske digitale verktøy åpner for nye muligheter!
  - Med parametriske verktøy er det mulig å programmere betingelser som gjelder flere produkter / flere versjoner av produkter.
  - Produsentene får digitale filer som ikke behøver videre prosessering: de trenger hverken å tegnes om til produksjonstegninger eller redigeres til nye filformater for å kunne benyttes som produksjonsgrunnlag.

Statens vegvesen

Bygging av Statens vegvesens sine hardt eksponerte betongkonstruksjoner; om krav og kontroll

Øyvind Bjøntegaard

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Tunnel og betongseksjonen

Vi sier:
Alle våre betongkonstruksjoner er eksponert for
Frost og Tinesalt / Sjøsalt (XF, XD og XS)

Foto: Knut Opeide, Statens vegvesen

Foto: Statens vegvesen

Foto: Ole Kristian Åset

Statens vegvesen

Regelverket var ikke like godt tidligere..

Fotos: Statens vegvesen

Overordnede krav til «Vegvesenbetong» er derfor:

Statens vegvesen

XD, XS

Krav til kloridbestandighet. Masseforhold maks. 0,40

XF

Krav til frostbestandighet, dvs. til luftinnhold i fersk betong

Resepten skal inneholde luftinnførende tilsetningsstoff !

*Nytt krav til luft: **4,5** ± 1,5 % opp til B45 (dvs **3-6%** luft)*

Standard betongspesifikasjon: SV-Standard !

Spesialbetonger:

Ved kjemiske angrep (XA2, XA3): SV-Kjemisk

Ved spesielle behov ifm fare for omfattende fastholdingsriss: SV-Lavvarme

Statens vegvesen

Vegvesenkonstruksjoner er som oftest i **utførelsesklasse 3**

Som krever:

Basiskontroll

- alle kontrollerer eget arbeid

Intern systematisk kontroll

- Entreprenøren: Kontrollplan, føre systematisk kontroll

Uavhengig kontroll

- Byggherren: Skal ha egen kontrollplan
  - ✓ overvåke entreprenørens kontrollsystem og kontroll
  - ✓ utføre stikkprøvekontroll (gjøre det selv eller få noen til å gjøre det for seg)

Ekstra fokus på betong- og betongarbeider som har betydning for bæreevne og bestandighet

Typiske trekk ved «Vegvesenbetong»?

Statens vegvesen

- Fersk betong
  - Da den kom (ca. 1990): problemer med hurtig konsistenstap, lav slump, seig
  - I dag: bedre tilsetningsstoffer, mer erfaring/mindre problemer, men konsistenstap/seighet gjør den noen ganger veldig vanskelig å støpe ut skikkelig
  - SKB: Akseptert, men vanskeligere. Mer forarbeid kreves. Lite brukt…
  - Luft: Er alltid en «joker», løpende kontroll! Tidvis vært utfordrende pga. flygeasken
- Herdefase/herdetiltak
  - horisontale flater: Krever umiddelbare herdetiltak. Utvikler lett plastiske svinn!
  - for alle flater kreves herdetiltak (krav i standarden!)
  - ofte ganske massive konstruksjoner (>>30 cm)
    - riss pga. herdetemperatur forekommer ikke sjelden
    - ser en del resepter med høye sement-/vannmengder → herdetemperatur, svinn !
  - høy D_{maks} er gunstig mht. lav varmeutvikling og lite svinn!
- Fasthet
  - B35, B45: utfordringer for ny AnlFA-sement i tidsrommet ca 2011-2013
  - I dag (FA-sementene): Lite problemer. Også økt fokus på kravet til LA-verdi for tilslaget for å sikre mekanisk styrke
  - >B45 vanskelig for en del blandeverk (ved bruk av FA-sementene)

Rengjøring før støp!

Gjenværende vann, smuss, bindtråd, etc

Fjerning av snø / frostfritt underlag (oppvarming?)

Rengjøring waterstop

Armerings/forkalingsarbeidene er ikke sjelden ferdig før rett før støp, dvs. rengjøring og forberedelser før støp kan bli hastverk

– viktig å være der til rett tid (varsling) !!

Foto: Statens vegvesen

Feil innmåling

(på oppstikkende vegg-arm. fra bunnplata)

Foto: Statens vegvesen

Hvis man slapper av kan de «enkleste ting» kan gå galt

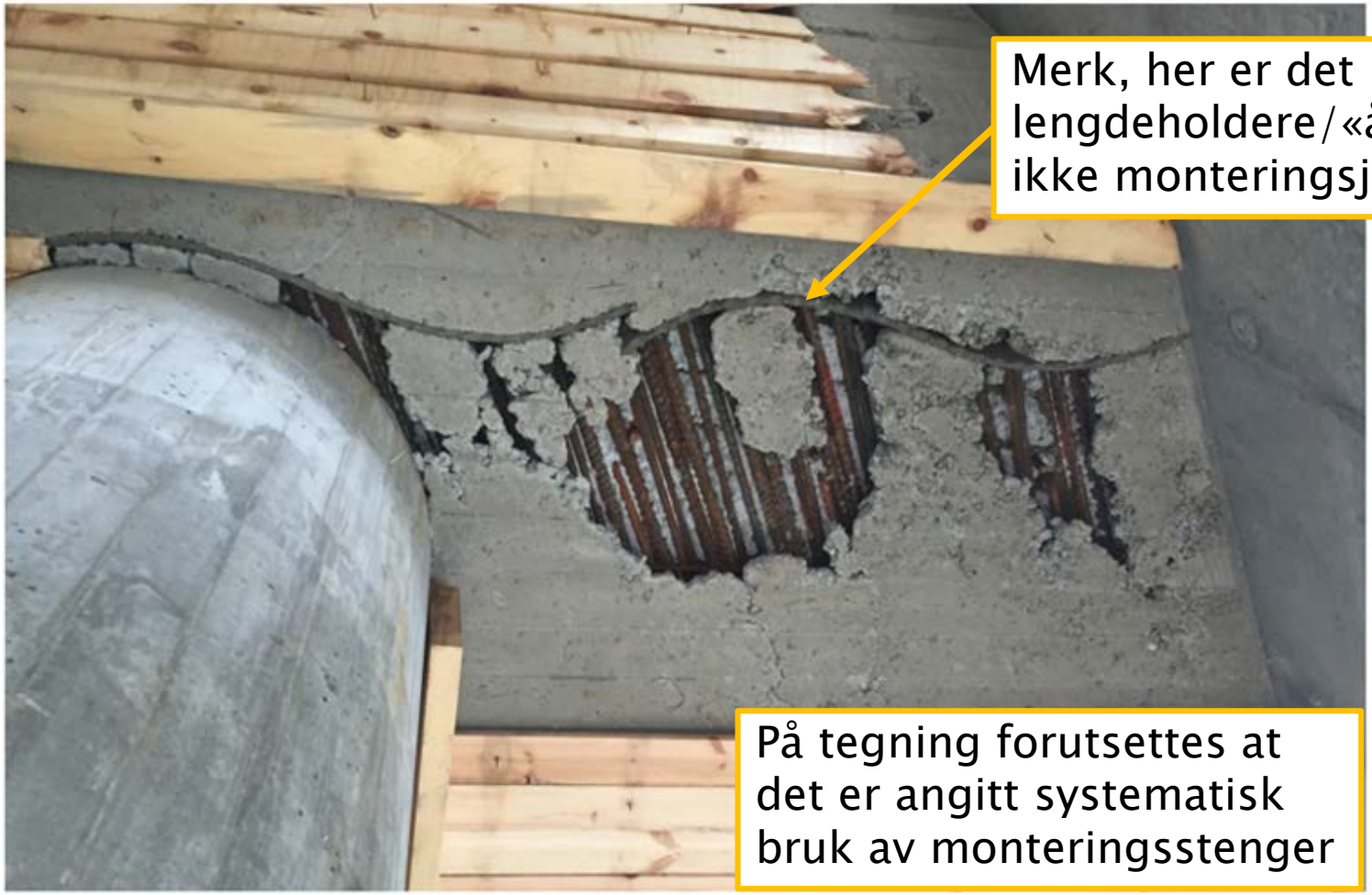
Statens vegvesen

Statens vegvesen

Foto: Statens vegvesen

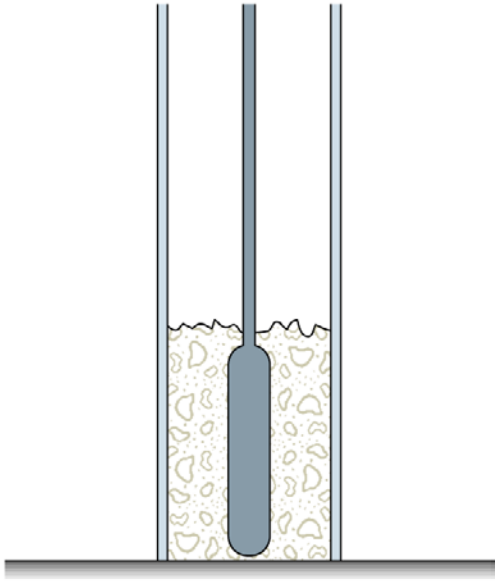
Fersk betongegenskaper vs. tilgjengelighet..

Statens vegvesen



Å "legge bunnen" må sees på som en egen operasjon

- Ingen steder er det så stor motstand mot komprimering som der det skal støpes mot faste flater. Fokusområde!!
- Bunnlaget skal tilsvare lengden på vibratoren. Vibratoren arbeider best når den er helt neddykket.
- Bunnlaget skal vibreres ekstra kraftig, overvibrering og forskalingstrykk er ikke noe problem her.



Lagtykkelsen ikke særlig mer enn lengden av vibratoren…

Statens vegvesen

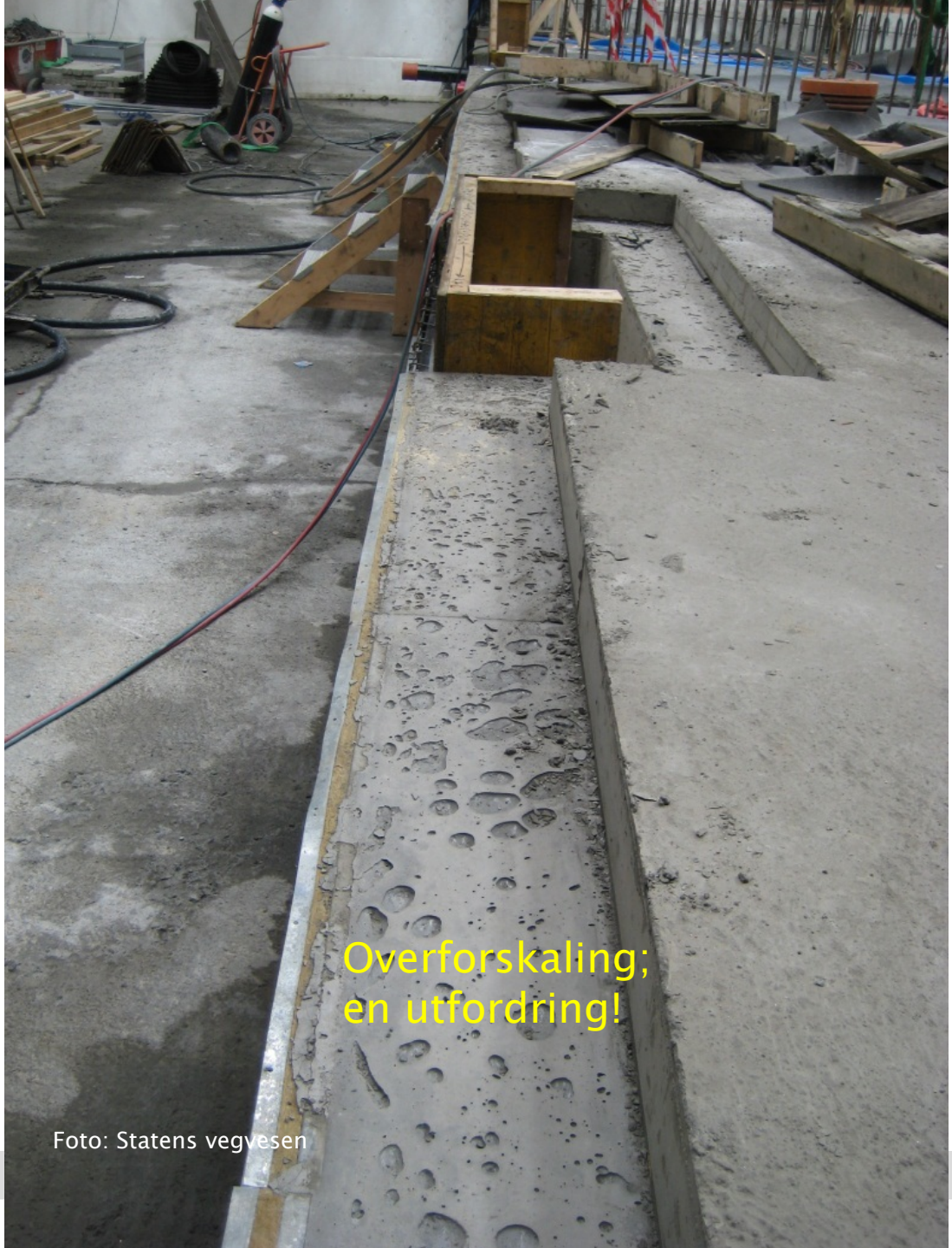


Foto: Statens vegvesen

Separasjon av betong i kritisk bygningsdel.
Hvor er steinen?

Krever utbedring.

Foto: Statens vegvesen

Statens vegvesen

Statens vegvesen

Plassering av forskalingsstag

Foto: Statens vegvesen

Kvalitet på utsparing

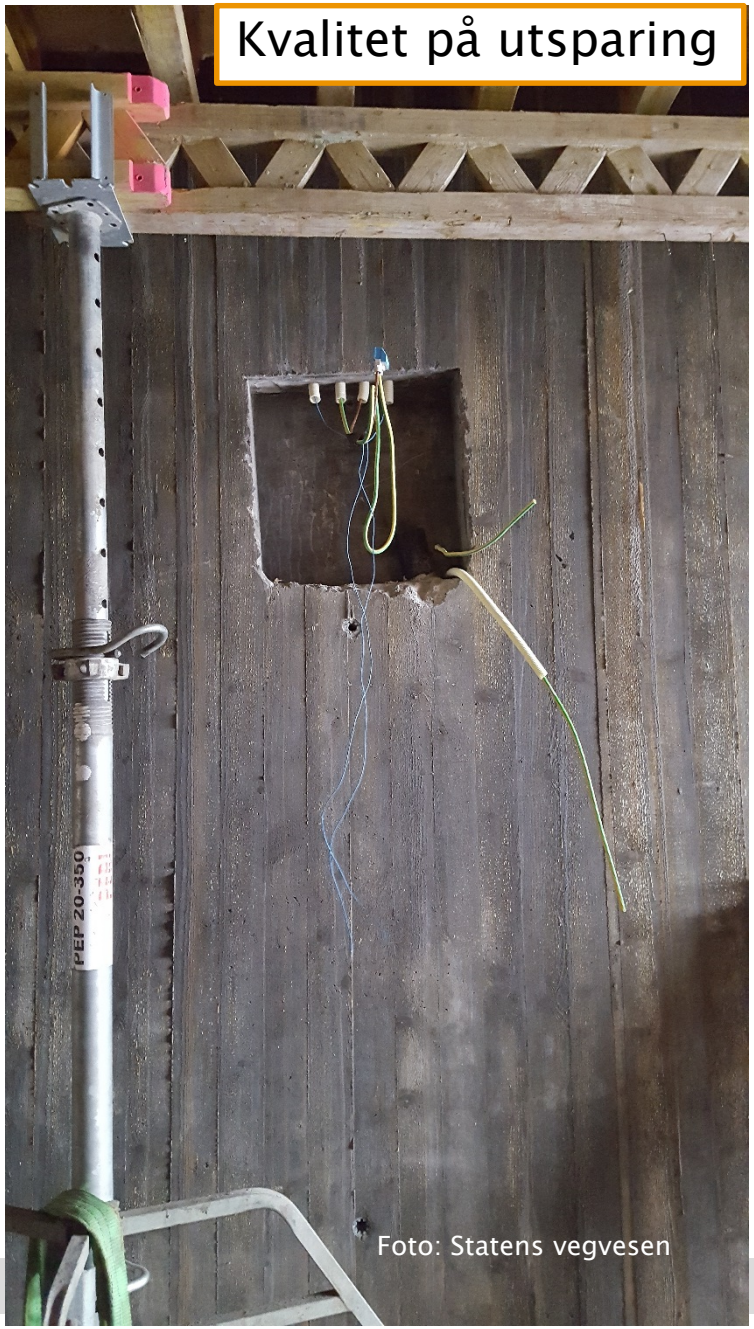
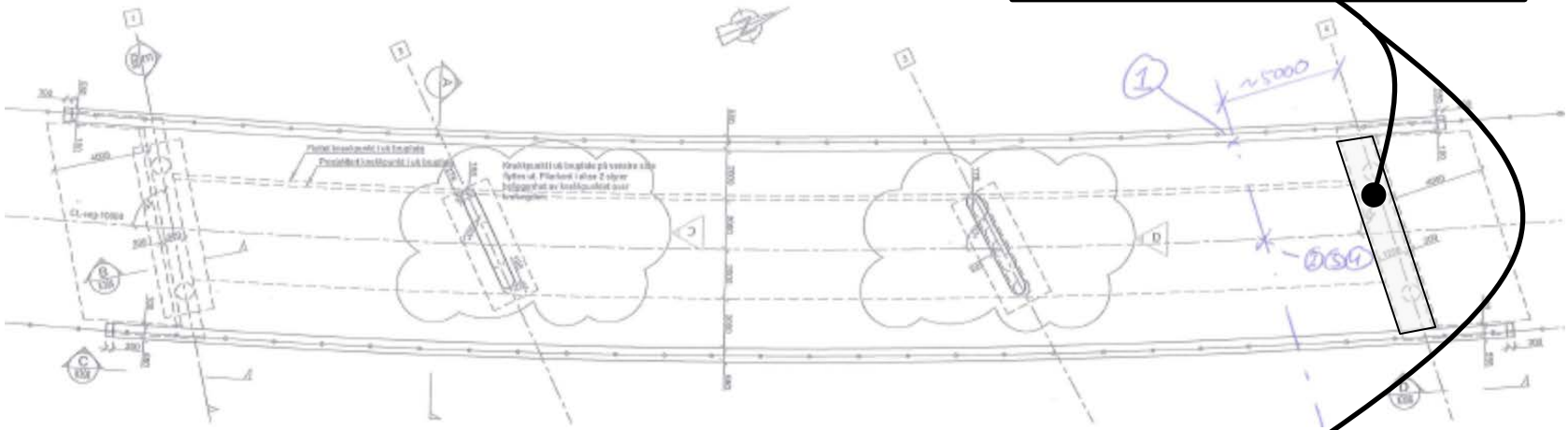


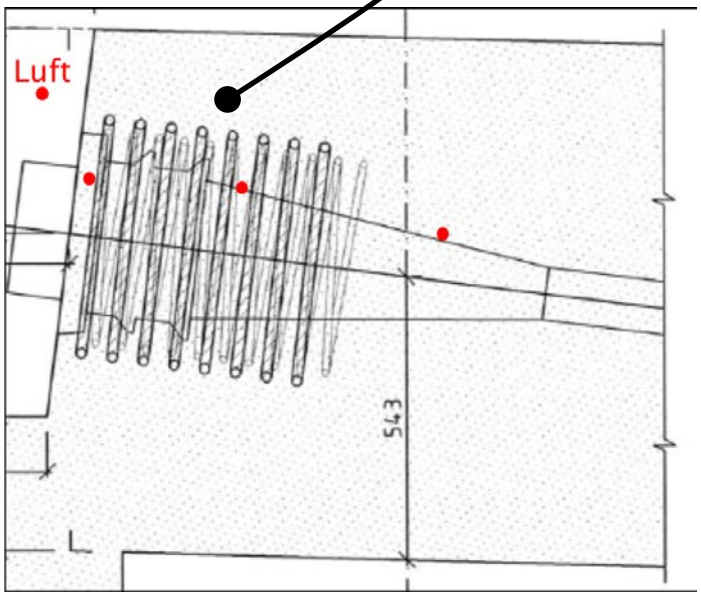
Foto: Statens vegvesen

Statens vegvesen

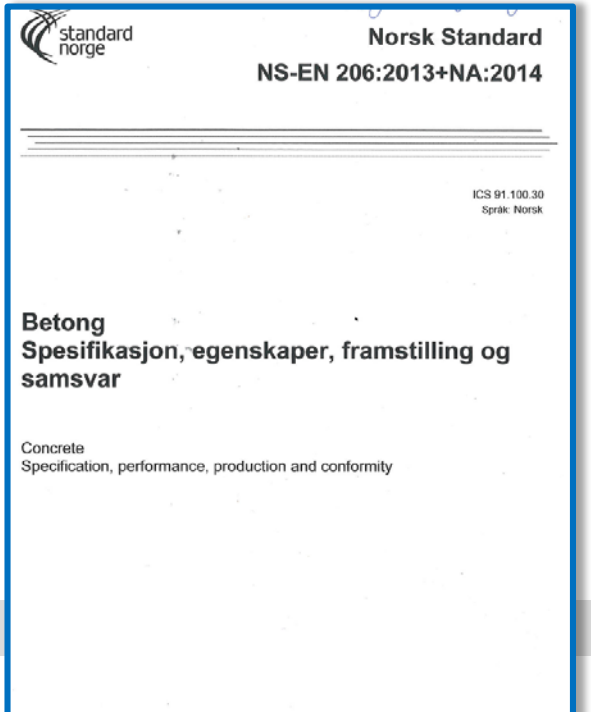
Nok fasthet ved oppspenning!

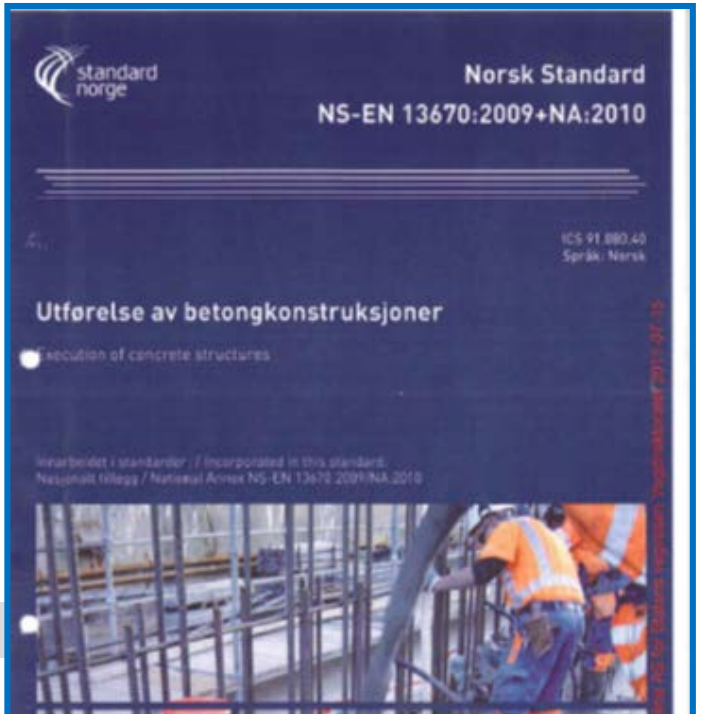
Viktig å følge opp temperatur/fasthet HER!





Her: Full kollaps ved oppspenningen





Statens vegvesen

Statens vegvesen

Veiledning til betongreglene i R762, utgitt i ny rapport

- Rapporten inneholder orienterings- og bakgrunnsinformasjon om endringene som kom i prosess 84 i 2015

www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter

Rapport nr. 451

- Engelsk utgave kommer om kort tid

Statens vegvesen

Betongarbeider; krav til oppfølging og dokumentasjon

Før, under og etter støping

Statens vegvesen

Kontroll av produksjon og utførelse

- Resept og forhåndsdokumentasjon av fasthet skal fremlegges og kontrolleres (i god tid før støp)
  (hvis betongen ikke er produsert siste 6 mnd, så…. HB R762, 84.4 c)

- **B**etongleverandørens produksjonskontroll (sertifisering)

- **E**ntreprenørens støpeplanlegging og **B**etongleverandørens oppstilling og leveringsprosedyre

- **E**ntreprenørens
  - mottakskontroll og prøvetaking
  - kontroll av utførelse

- **B**yggherren:
  - Gjennomgang av **B** og **E** sin kontrollplaner og kontroll
  - Sjekke ved selvsyn
  - Egen prøving/stikkprøvekontroll

Statens vegvesen

Før oppstart

Har blandeverket produsert aktuell betong siste 6 månedene, med tilsvarende transportlengde? (HB R762, 84.4 c))

Nei:

Betyr at resepten må forhåndsdokumenteres mht:

- fullskala produksjon med aktuell blandemaskin og relevant transporttid
- fersk betongegenskaper+luft før/etter transport
- Fasthetsprøving fra minst 3 lass/prøveblandinger
- Byggherren varsles for å kunne observere
- Fastheten skal ligge minimum 9 MPa over kravet til karakteristisk fasthet

- hvis *SV-Lavvarme*: regn inn lengre tid til forhåndsdokumentasjon; 56-døgns fasthet, kontroll av herdevarme
- hvis *SKB*: regn inn tid til reseptutvikling/prøveblanding; krav til viskositet (t_{500}), synkutbredelse (SU), fasthet. Benytt Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 29!

JA:

Tilgjengelig dokumentasjon forelegges byggherren

Oppstartsmøte med entreprenør og betongleverandør

- Planlegge vedr. hvilke fersk betongegenskaper som fungerer best på byggeplassen alt etter hva som skal støpes.
- Støpeplan, hvis vanskelig/stor støp
- Back-up verk: evt. forskjeller i delmaterialer og/eller transportdistanse? Forhåndsdokumentasjon!
- Kapasitet blandeverk – hva trengs ut fra støpelanen?
  - avtalt kapasitet skal ikke reduseres før entreprenøren aksepterer dette
  - produksjonskapasitet ved evt. oppvarmet/nedkjøling av betong?
- Mottakskontroll – hvordan gjennomføres denne, hva vektlegges?
  - Eks: mottakskriterier; når lass blir avvist, etterdosering på byggeplass, registrering av ventetid..
- Identifisere evt. vanskelige støp/konstruksjonsdeler. Er SKB nødvendig?
  - Mannskap under støping / evt. spesielle behov på enkeltstøp?
- Utstyr: pumpeutstyr og/eller nødvendig tilleggsutstyr ifm. intern transport?

Produksjonskontroll

Betongleverandør (84.4 e / NS-EN 206)

Statens vegvesen

- **Hvis betongen ikke er produsert siste 6 mnd (dvs. den er nettopp forhåndsdokumentert)**
  - 3 prøver første 50 m³ av produksjonen (luft/synk/fasthet)
  - deretter kontrollfrekvens i hht «innledende produksjon»

- **Kontrollfrekvens «innledende produksjon»**
  - Luft + konsistens: Når prod. starter hver støpedag, og deretter hver 50 m³, og minst hver 3.time
  - Trykkfasthet + luft + konsistens

- **Masseforholdkontroll pr. 2000 m³**
  - ➢ Oversikt over masseforhold ut fra innveiingsdataene + fukt i tilslaget
  - ➢ 3 stk uavhengige målinger ved bruk av «mikrobølgemetoden»

NS-EN 206+NA

Tabell 17 – Laveste hyppighet for prøvetaking ved samsvarsvurdering

Produksjon	Laveste hyppighet for prøvetaking		
	Første 50 m³ av produksjonen	Etter første 50 m³ av produksjonen [a], er hyppigheten lik den høyeste av:	
		Betong med sertifisert produksjonskontroll	Betong uten sertifisert produksjonskontroll
Innledende (inntil minst 35 prøvingsresultater er oppnådd)	3 prøver	1 per 200 m³ eller 1 per 3 produksjonsdøgn[d]	1 per 150 m³ eller 1 per produksjonsdøgn[d]
Kontinuerlig [b] (etter at minst 35 prøvingsresultater er tilgjengelige)	---	1 per 400 m³ eller 1 per 5 produksjonsdøgn[c, d] eller 1 per kalendermåned	

[a] Prøvetakingen skal fordeles gjennom produksjonen, og det bør ikke tas ut mer enn 1 prøve for hver 25 m³.

[b] Hvis standardavviket for de siste 15 eller flere prøvingsresultater overskrider øvre grenseverdier for s_n i henhold til tabell 19, skal prøvingshyppigheten økes til den hyppigheten som kreves for den innledende produksjonen for de neste 35 prøvingsresultatene.

[c] Eller hvis det er mer enn 5 produksjonsdøgn innenfor 7 fortløpende kalenderdager, én gang per kalenderuke.

[d] Definisjonen av et "produksjonsdøgn" skal angis i bestemmelsene som gjelder på brukssted.

Statens vegvesen

Underveis (identitetskontroll/byggeplasskontroll)

Entreprenøren (84.4 e / NS-EN 13670)

- Mottakskontroll
  - kontroll av følgeseddel før lossing, hvert lass
  - visuell kontroll under lossing; lossing stoppes hvis betongen er unormal
  - «unngå separasjon i den videre behandling»
- Prøvetaking (såkalt «identitetsprøving»)
  - hyppighet som for betongleverandøren (fasthet, konsistens, luft)
- Krav til ekstra oppfølging av kritiske deler
  - kragarmer for fritt frambyggbruer, søyler og
  - konstruksjonsdeler angitt i den spesielle beskrivelsen

Statens vegvesen

Kontrollingeniøren !

Små/mellomstore prosjekter: Ikke sjelden må flere fagfelt dekkes av kontrollingeniøren

Store prosjekter har gjerne en dedikert person på betongkontrollen

Mye å holde styr på…

Risiko for at tiden ikke strekker til…..
- materialer, produksjon, utførelse, ferdig konstruksjon!
- stikkprøver

Statens vegvesen

Kontroll av prod. og utførelse
- Armeringskontroll
- Mottakskontroll
- Betongkontroll
- Kontroll av dokumentasjon

Egen stikkprøvekontroll !

eRoom/arkivering
- Arbeidstegninger
- Kontrollørmeldinger
- Avviksbehandling
- Tekniske avklaringer
- Bildemateriale

HMS/vernerunder

Driftmøter
Byggemøter
Samordningsmøter

Forhånds-dokumentasjon

Betongresept

Luft
Konsistens
Temp
Herdetiltak
Støperesultat
Ferdig støpte flater

Fasthet/densitet

Endringshåndtering
Målebrev/oppgjør

Stikkprøvekontroll,
Målekort Teknisk kvalitetskontroll

Elektro
Jording
Trekkerør
Armatur
Rekkverk
Boltgrupper
Lager
Spennarmering
Fuger
XPS
Innfyllingsmasser
Duk

Statens vegvesen

Armeringskontroll
(når er armeringen ferdig lagt?)

Trening i å lese armeringstegninger !

Varsle entreprenørens formann hvis avvik avdekkes

Avtal kommunikasjons-rutinene!

Statens vegvesen

SVVs stikkprøvekontroll

- **Stikkprøvekontrollen** inneholder
  - Prosesser til målkortet og kartlagte prosesser
- **SVV 274**
  - Datagrunnlag for målekort
- **Prosessene i SVV 274**
  - Stikkprøvene kan bare økes ikke reduseres

Betongkontroll

Støpestart ofte grytidlig…

- Hvis godt planlagt unngår man «støpefeber»
- Rent og snø/isfritt
- Ekstra på vakt ved første leveranse
  - og ved ny resept
  - og spesielt ved SKB
  - og ved bruk av fiber
  - Luftinnhold!

Statens vegvesen

HMS

- Oppstikkende armering
- Tilkomst, stigebruk, trappetårn
- Verneutstyr
- …

Statens vegvesen

HB R762 Prosesskode 2

Krav til herdetiltak

Herdetiltak – Oversikt relevante prosesser
HB R762 Prosesskode 2

Statens vegvesen

84.4 Betongstøp (generell tekst om beskyttelse av utstøpt betong)

84.46 Herdetiltak (standardtiltak)

- tiltak for å sikre fasthet/tetthet i overdekningssonen
- normale herdetiltak som skal inngå ved alle støpearbeid
- minstemål / skal sikre «anstendig godt håndverk»
- varigheten av disse herdetiltakene er definert av betongens «raskhetstall» og «herdeklassen» (standard er herdeklasse 3)

84.5 Spesielle herdetiltak

- ekstratiltak for å redusere risikoen for opprissing og andre effekter som skyldes betongens herdevarme
- må spesifiseres i *spesiell beskrivelse*

Statens vegvesen

Prosess 84.462 (standardtiltak)
«Herdetiltak for frie overflater med varmeisolasjon»

Foto: Skanska Norge AS

Tildekking + isolasjon hindrer:
- **avdamping og**
- **brå avkjøling** (fordampingsvarme)
- **«får igang herding i toppen»**

Bekjempelse av plastiske svinnriss !

EKSEMPEL – ok fundament

Indre fastholding / riss i overdekningssonen

Her:
– Skjedde pga for tidlig fjerning av isolasjon, og sjokkavkjøling av overflaten
– Rissene kom kort tid etter at isolasjonen ble fjernet

Foto: Statens vegvesen

Maksimumstemperatur

Statens vegvesen

Krav til maksimal herdetemperatur er 70 °C

(R762 refererer til NS-EN 13670)

(tidligere var kravet 65 °C)

Dagens sementer/bindemidler med flygeaske og slagg er mindre følsom for høye herdetemperaturer; de er mer robuste mot nedsatt sluttfasthet og uønsket forsinket etringittdannelse.

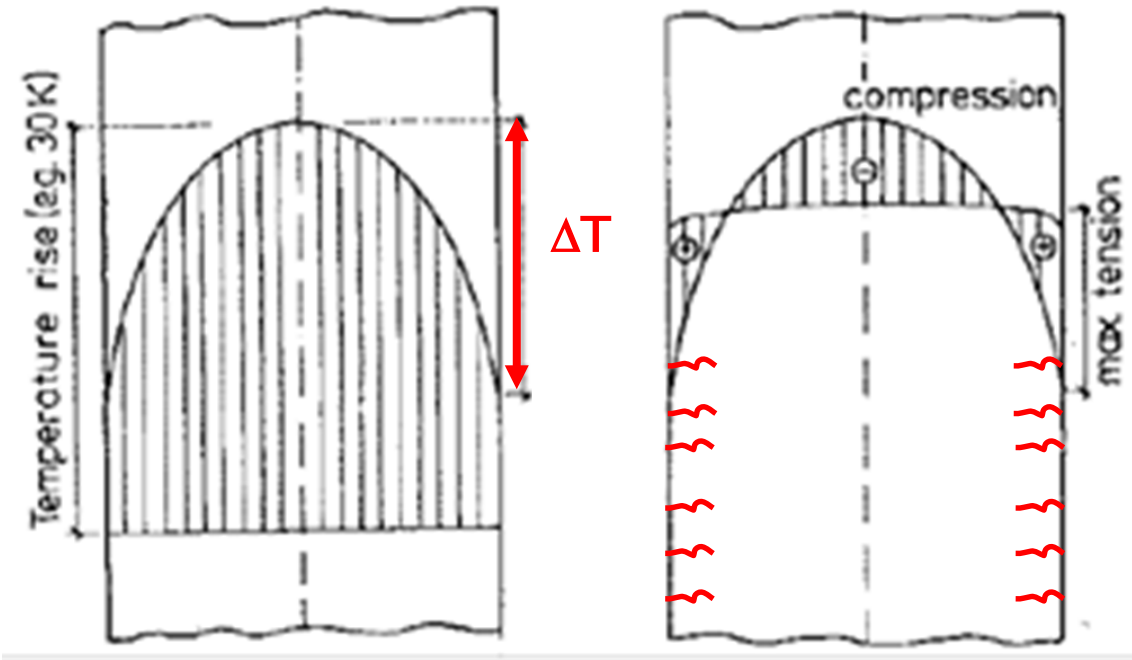
- Det er temperaturforskjeller som er hovedutfordringen!

Prosess 84.51 (spesielle herdetiltak)
Supplerende varmeisolasjon i herdeperioden
Spredekammer, Hålogalandsbrua
(egnet for svært massive tverrsnitt)
18.03.2018

Statens vegvesen

Indre fastholding

- Temperaturforskjell over tverrsnittet (kald overflate / varm kjerne)
- Kan gi overflateriss, både i oppvarming- og avkjølingsfasen



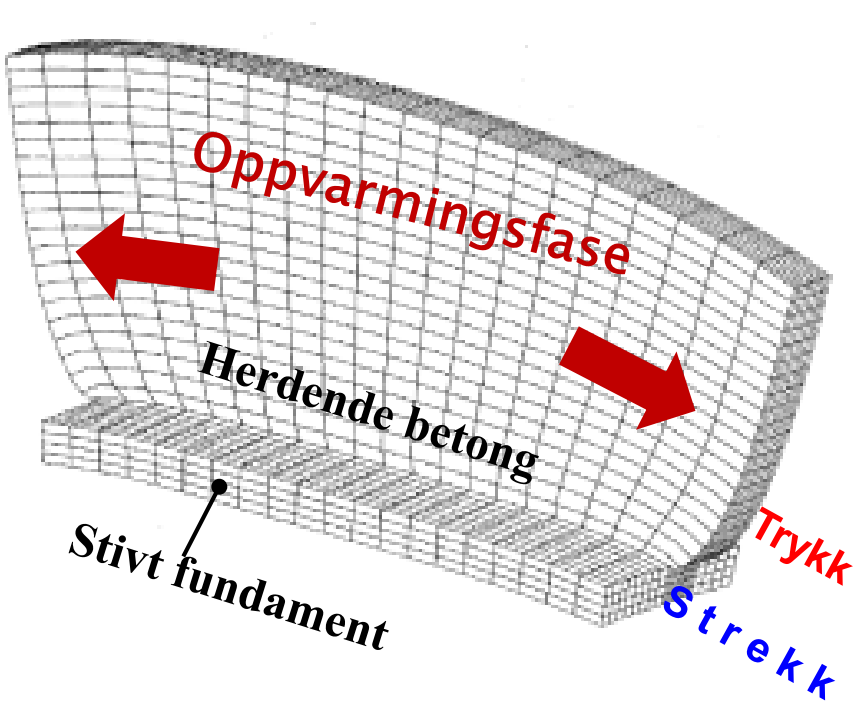
Rissene (krakelering) kommer typisk:
- ved kaldt vær og mangelfull isolasjon (oppvarmingsfasen)
- ved for tidlig forskalingsriving eller for tidlig fjerning av isolasjon på dekke (avkjølingsfasen)

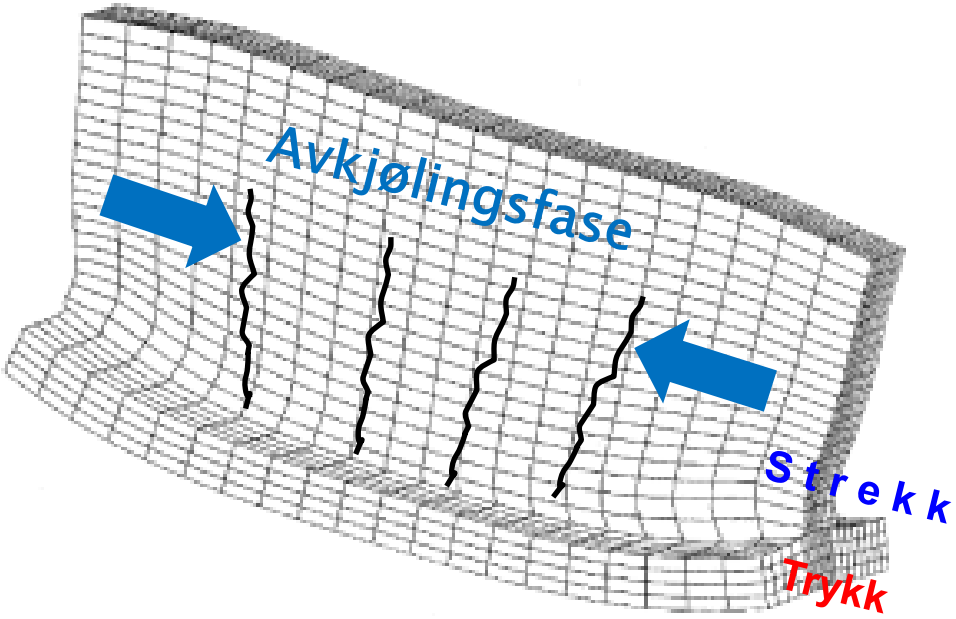
Rissene lukker seg når hele tverrsnittet er avkjølt, men vil representere mulige kanaler for senere miljøbelastninger, og har estetiske konsekvenser (fukt henger igjen)

Ytre fastholding (spesielle herdetiltak)

Statens vegvesen

- Gjennomsnittlig temperaturforskjell mellom konstruksjonsdeler er drivkraften





- Massive konstruksjoner (tverrsnitt større enn ca 30 – 40 cm (?))
- Disse rissene er gjennomgående, kommer i avkjølingsfasen

Ekstra lengdearmering kan ikke hindre slike riss, men kan antagelig redusere rissvidder/fordele riss

Photo: Steinar Helland, Skanska Norge AS

Statens vegvesen

Vinterstøp

- Tildekning, telting, oppvarming?
- Is/snø
- Hvis betongen ikke herder som forutsatt, har dette konsekvenser for avforskaling og videre drift.
- Fare for frost i fersk betong!
  Melding om frostskader kommer hver høst! (Vinteren er en overraskelse!)
- Vinterforhold stiller krav til planlegging, utførelse og tiltak under/etter støp

- Betongens egen varmeutvikling hjelper ikke mot avkjøling av frie overflater
- Varmeisolering og tildekking er billig, materiellet kan gjenbrukes. Har mer med oppmerksomhet enn kostnader å gjøre.
- Betongarbeider kan utføres hele vinteren, men det kreves større oppmerksomhet desto kaldere det er.

Statens vegvesen

Sommerstøp

Varme dager, solstråling, vind

Høy betongtemperatur kan gi:

- Kortere åpentid, kortere tid til størkning
- Raskere konsistenstap
- Økt seighet, tiksotrop tilstivning
- Synlige skiller mellom betonglag
- Groing på armering og forskaling

- Fare for dårlig utstøping(?)

- Uttørking av overflaten, vind/sol gir stor forverring

- Støp om natten
- Bruk av retarder
- Gi nok tid til vask av blandeverk, biler og pumpe

- Raske herdetiltak!

Statens vegvesen

Støpeplanlegging generelt

- Utstyr og backuputstyr
- Reserveblandeverk
- Reserve betongpumpe
- Mannskap og rollefordeling
- Realistisk gjennomføring
- Realistisk tid
- Transportlengde/trafikksituasjon
- Pumpe: oppstilling, lokal logistikk
- Justering av betongresept på byggeplass

- Montering av temperatursensorer?
- Rydding av form før støp
- Vintertiltak? Snø/is/frost
- Mottakskontroll og prøvetaking
- Støpemetode/vibrering
- Herdetiltak underveis
- Etterbehandling/herdetiltak

- Viktig å identifisere tidlig hvis enkeltstøp MÅ utføres med selvkomprimerende betong (SKB)

- SHA og YM

- BH sin rolle og prøvetaking

BETONGFAGDAGEN 15. MARS I NARVIK

Design, skallkonstruksjoner, oljeplattformer, nye prosjekter

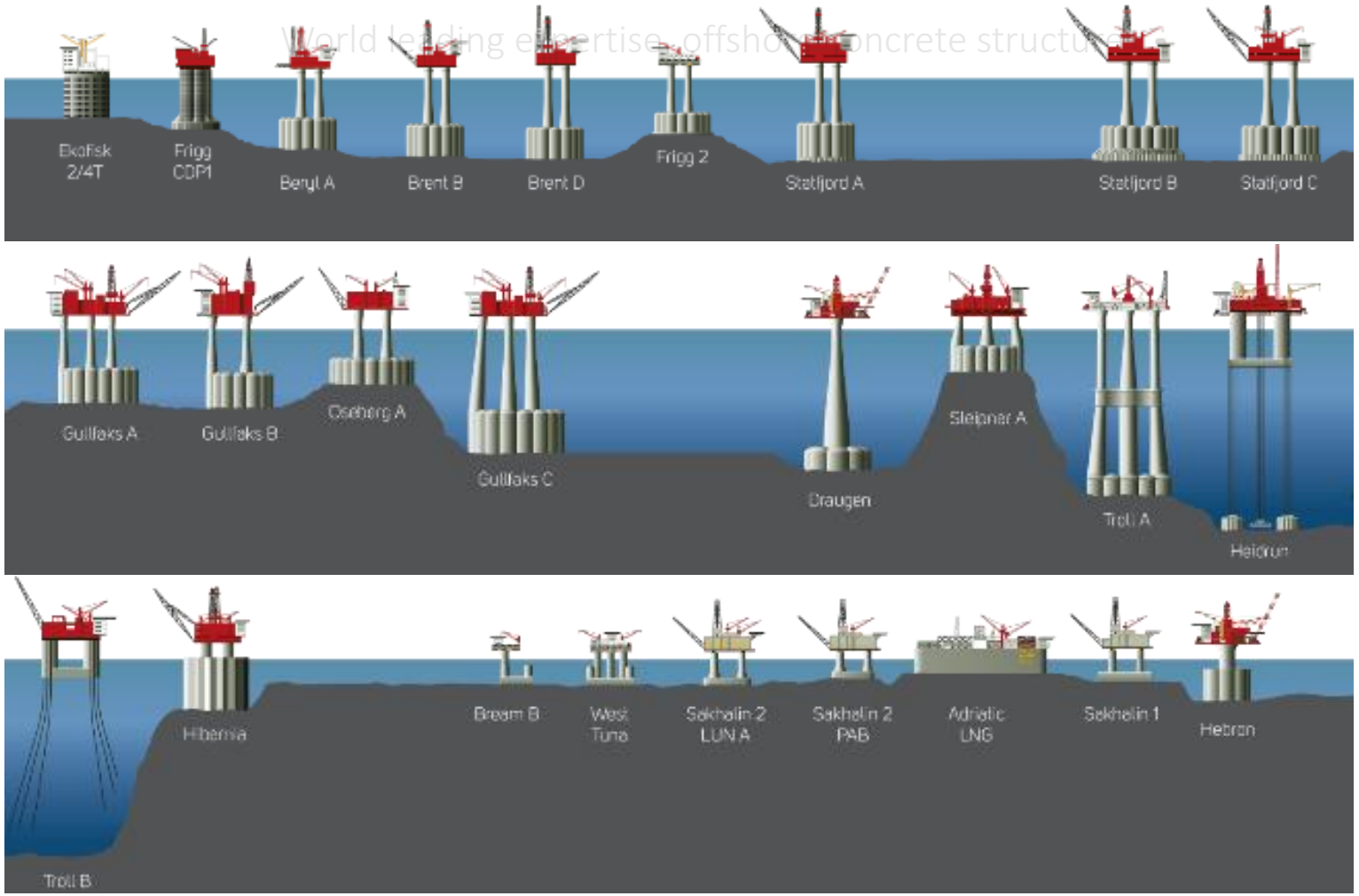
Det er mye erfaringer med marine betongkonstruksjoner i Norge. Denne erfaringen kan nyttes i nye konstruksjonstyper, som verden vil trenge i stadig større grad fremover, i forbindelse med samferdsel, matproduksjon, og rett og slett arealer. Dette vil bli belyst ved eksempler. Det vil også bli belyst hvilke erfaringer vi ikke kan ta med oss.

Tor Ole Olsen, Dr.techn.Olav Olsen

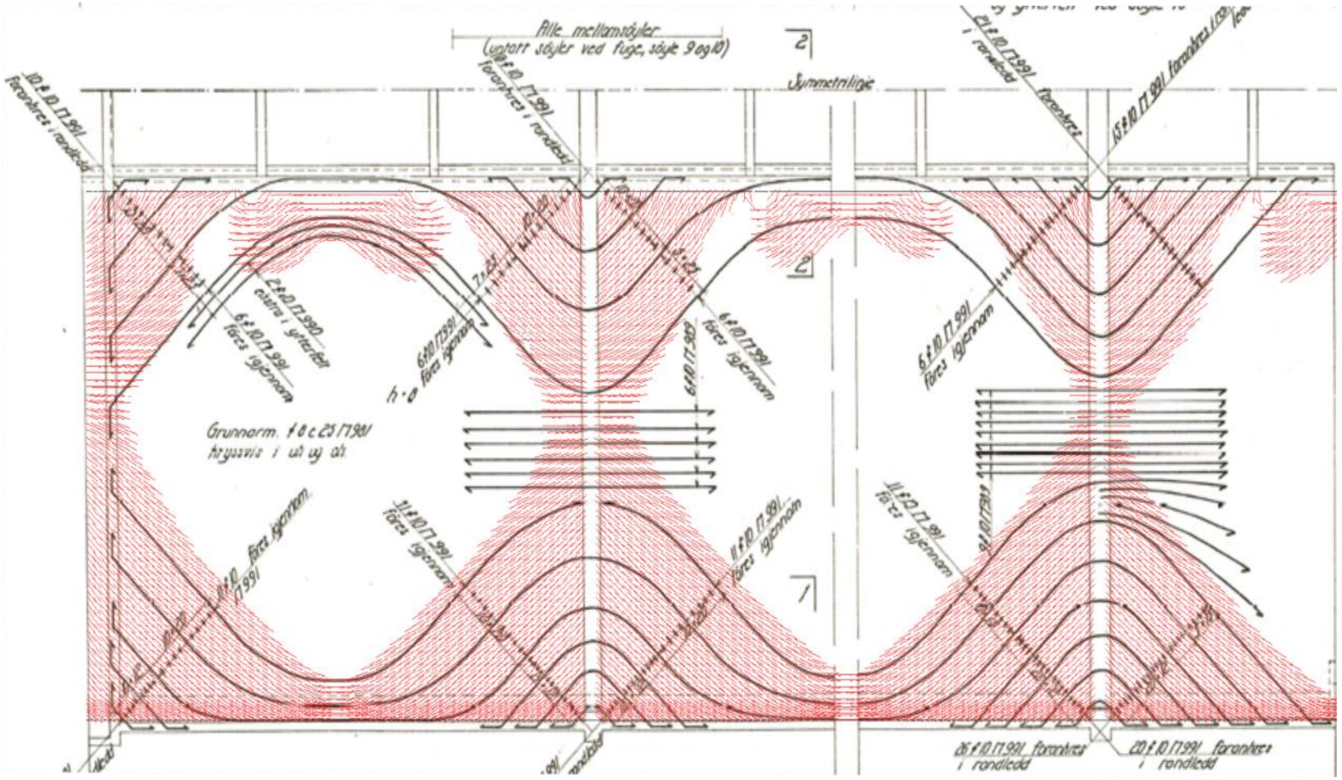
© Dr.techn.Olav Olsen AS

Trondheim
Gullfaks
Norge
Bergen
Oslo
Stavanger
Storbritannia
Danmark

World leading expertise offshore concrete structures



(Kilde: Kværner)


Alle mellomsøyler
(utført søyler ved fuge, søyle 9 og 10)
Symmetrilinje

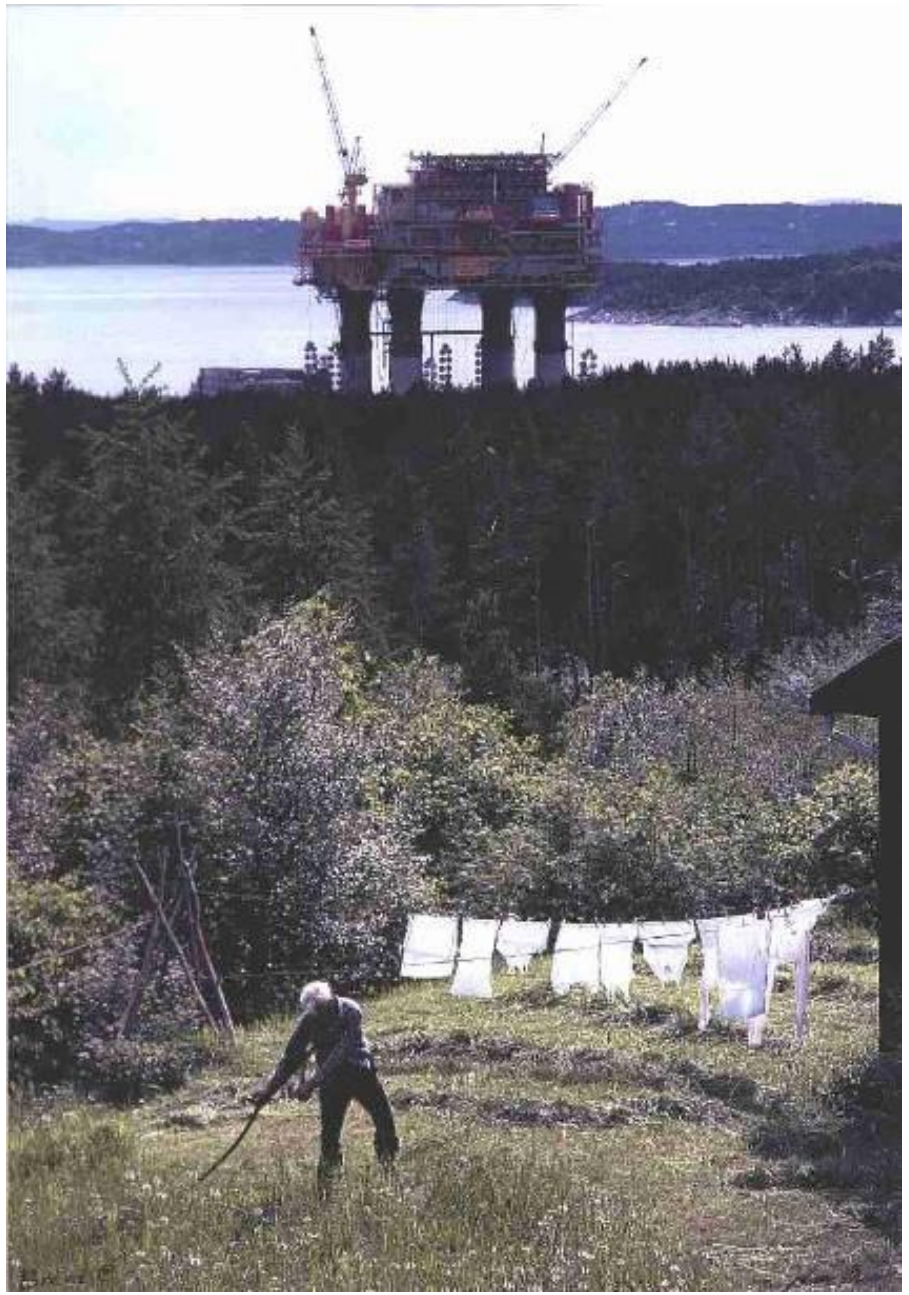
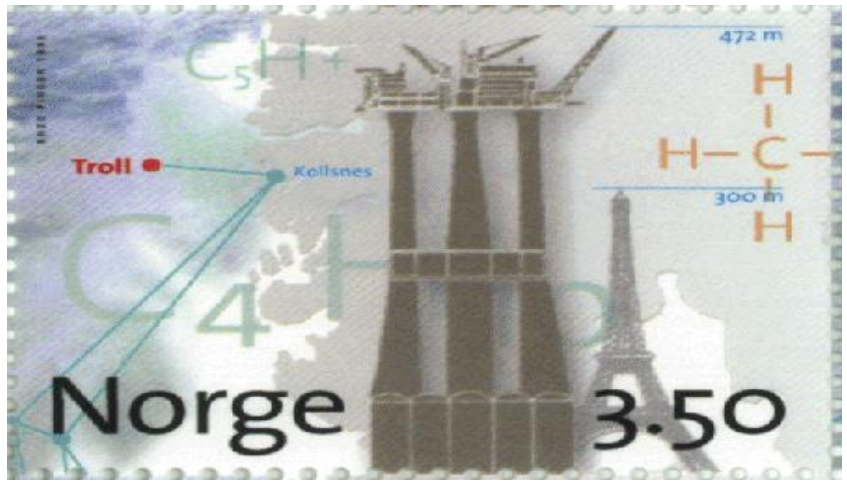
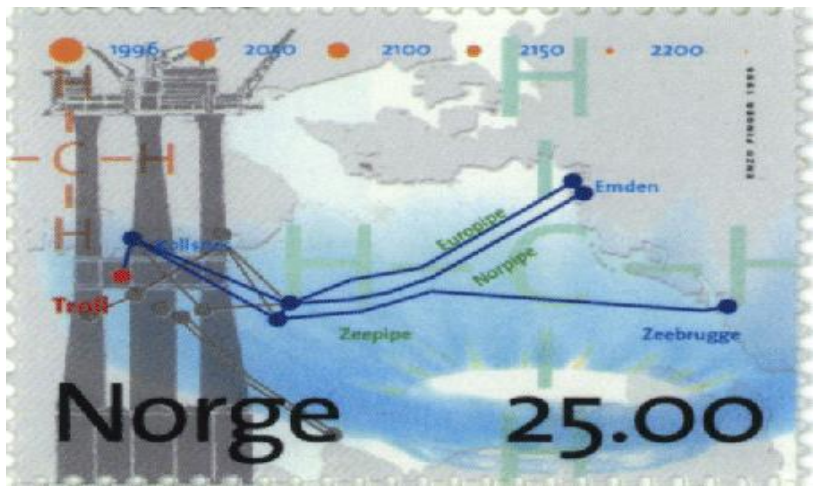
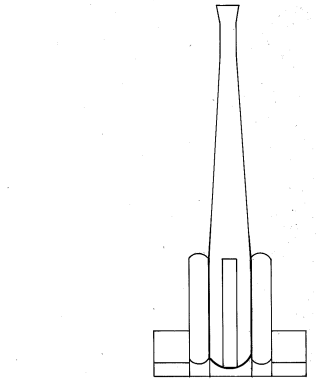
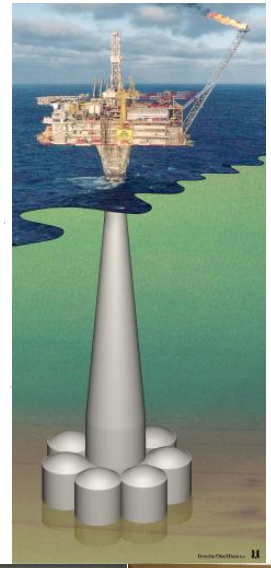


Foto: Johan Brun


472 m
300 m
Troll
Kollsnes
Norge
3.50


1996
2050
2100
2150
2200
Emden
Europipe
Norpipe
Kollsnes
Troll
Zeepipe
Zeebrugge
Norge
25.00





UNESCO
Verdensarv

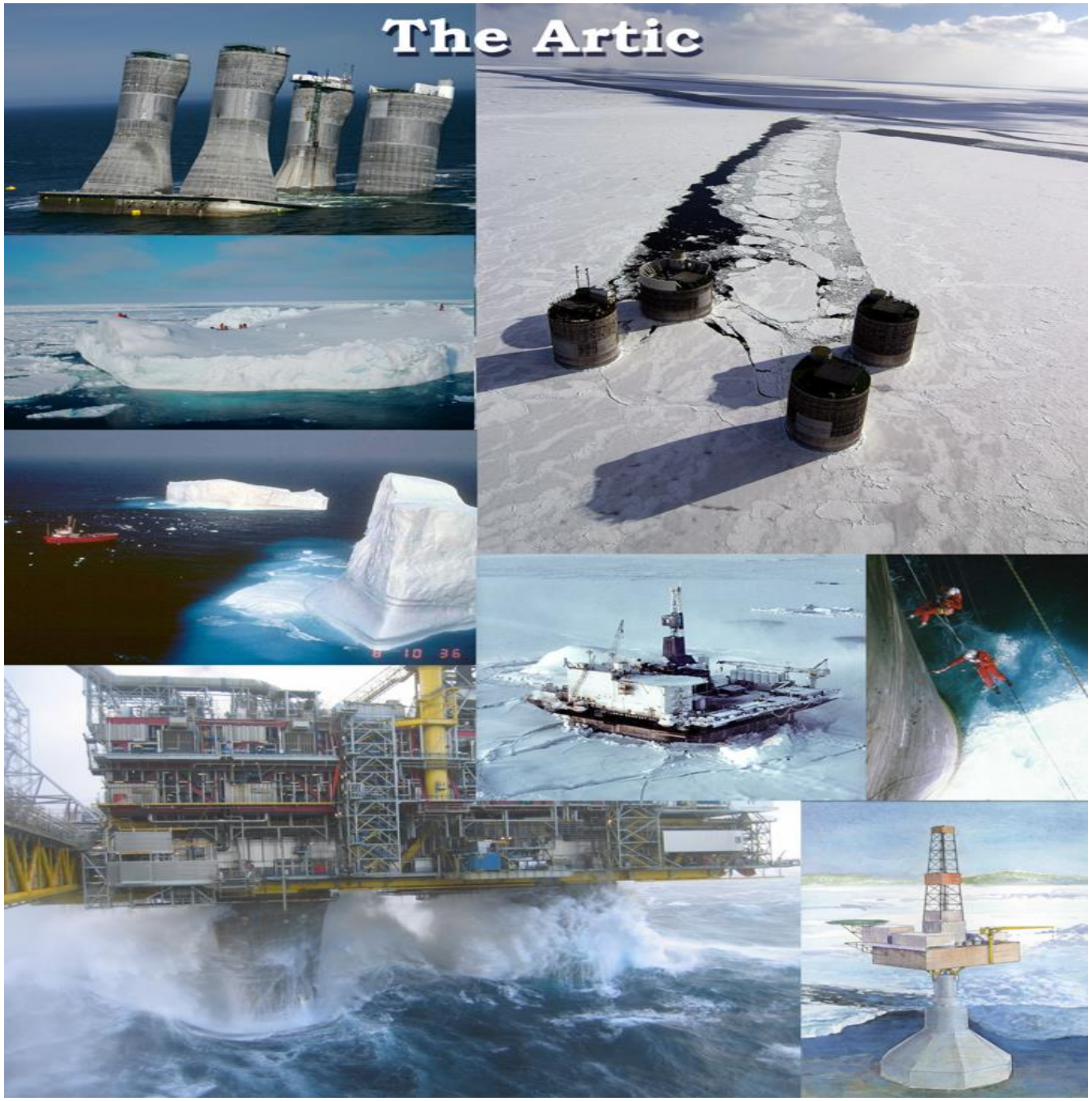
Industrielle kulturminner

Kan Draugen-plattformen være norsk oljeindustris bidrag?

After designing 3 mill. cubic metres of marine concrete structures, some key experiences:

- Concept is important, and conceptual design
- Understanding the real use of the structure is important
- Understand the loads
- Understand the environment
- Weight is important
- Design and construction must be well integrated
- Construction management is important
- Construction method is important
- Design and design tools are important

www.RaKon.no


The Artic

Do we need floating concrete structures?

- **World population will keep increasing**
  - 1960: 3 billion
  - 2015: 7 billion
  - 2050: 9 billion
- **Urbanization will also continue – world population living in cities:**
  - 1950: 30%
  - 2010: 51%
  - 2050: 70%
- **Concrete can contribute to the solution:**
  - Infrastructure
  - Building on land
  - **Floating structures**

Working Party 1.5-1: Floating concrete structures

Convener:

Olsen	Dr. techn. Olav Olsen a.s.	Norway

Members: to be appointed

(Names of ***fib*** **members** are given in **bold**)

The objective of Working Party 1.5-1 is to demonstrate the usefulness of concrete in a modern society where floating structures may be needed. It will identify and consider potential applications of marine floating concrete structures, and then make selections and go into more detail on how the selected applications can be made competitive.

fib CEB-FIP

Commission 1

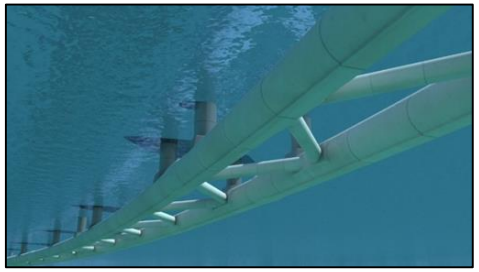
Structures

1. Food
2. Infrastructure
3. Energy
4. Environment
5. Dwellings and urban development
6. Nearshore industrial development
7. Offshore industrial development
8. Storage
9. Vessels
10. Recreation
11. Catastrophes
12. Military actions
13. Other

Fergefri E39 - fjordkryssinger

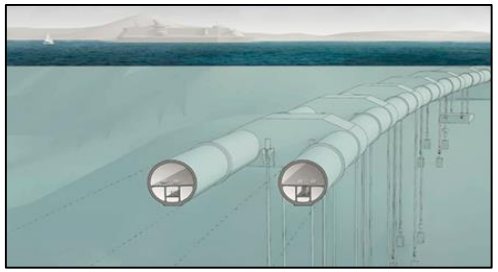
- Totale investeringer E39: > 300 mrd kr.
- 8 større fjordkryssinger
- De 5 lengste krever ny teknologi
  - Ca 60 Ph.D. tilknyttet prosjektet

Strait crossings



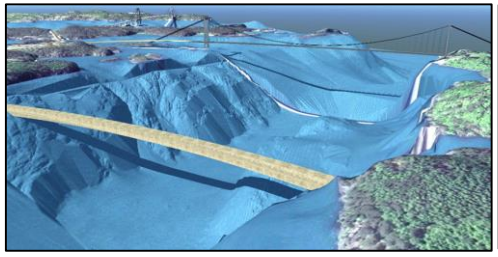
Sognefjorden Submerged floating tunnel (SFT)

Bjørnafjorden floating bridge



Bjørnafjorden SFT

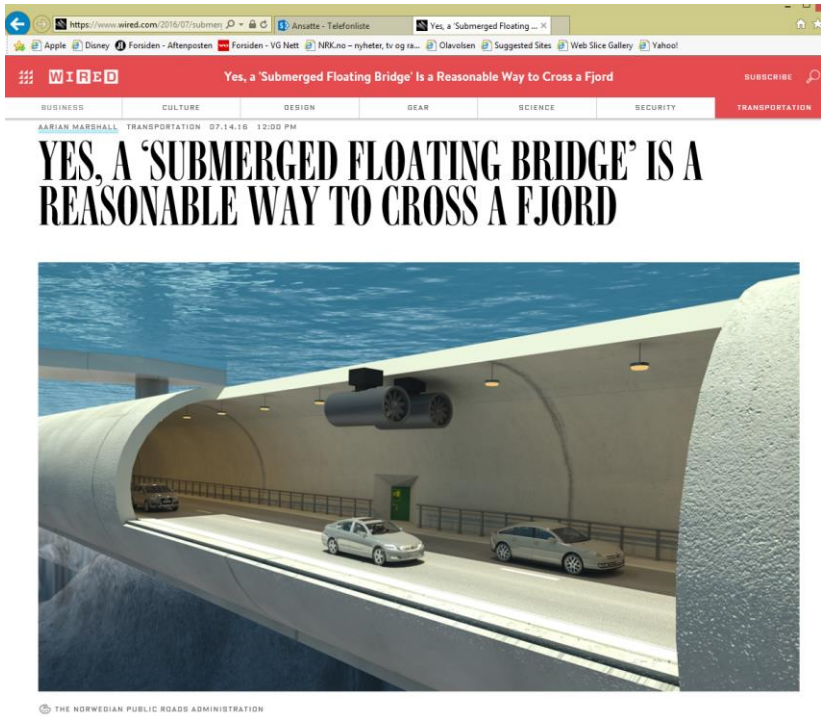
Rovdefjorden hybrid floating bridge/SFT

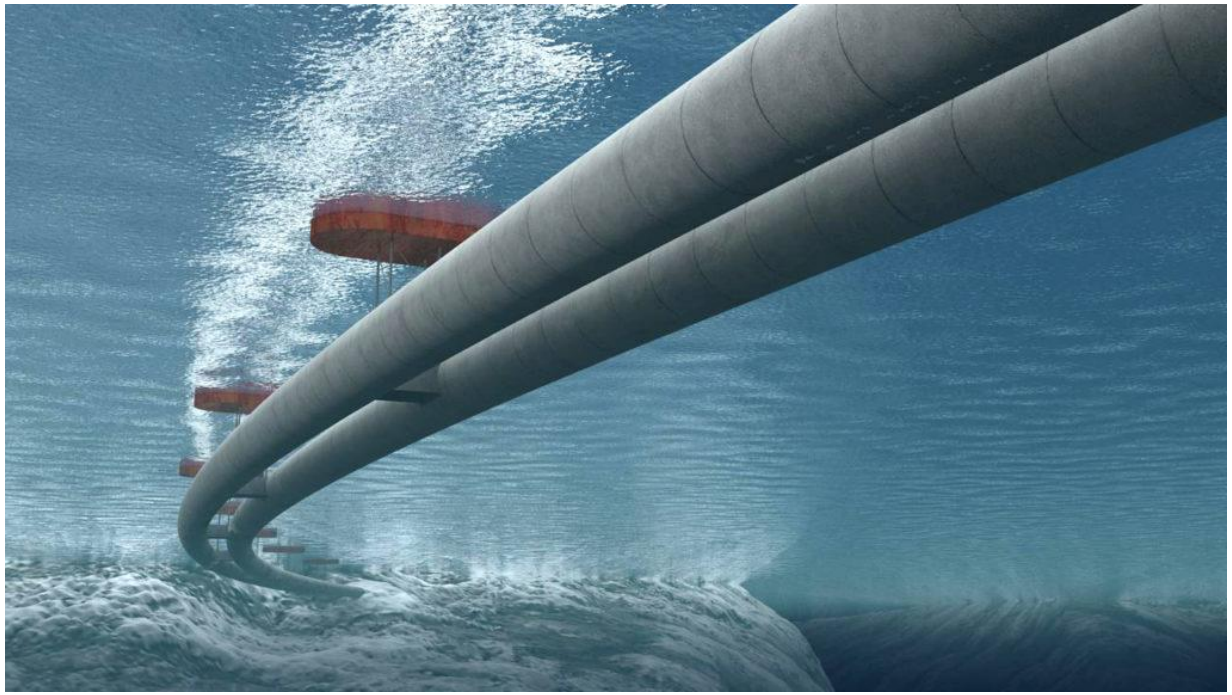


Digernessundet SFT

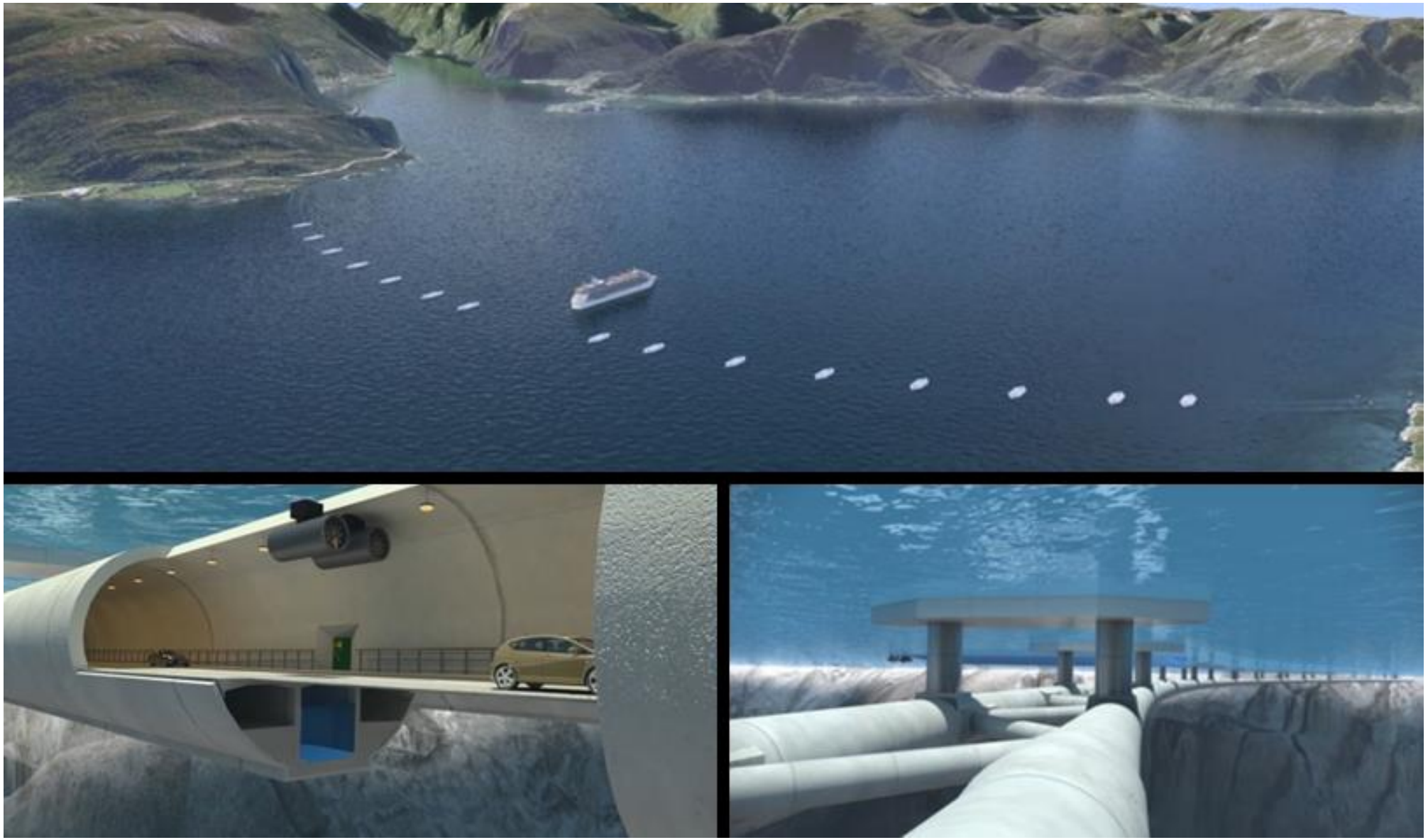
Sulafjorden SFT

Fergefri E39 får internasjonal oppmerksomhet!

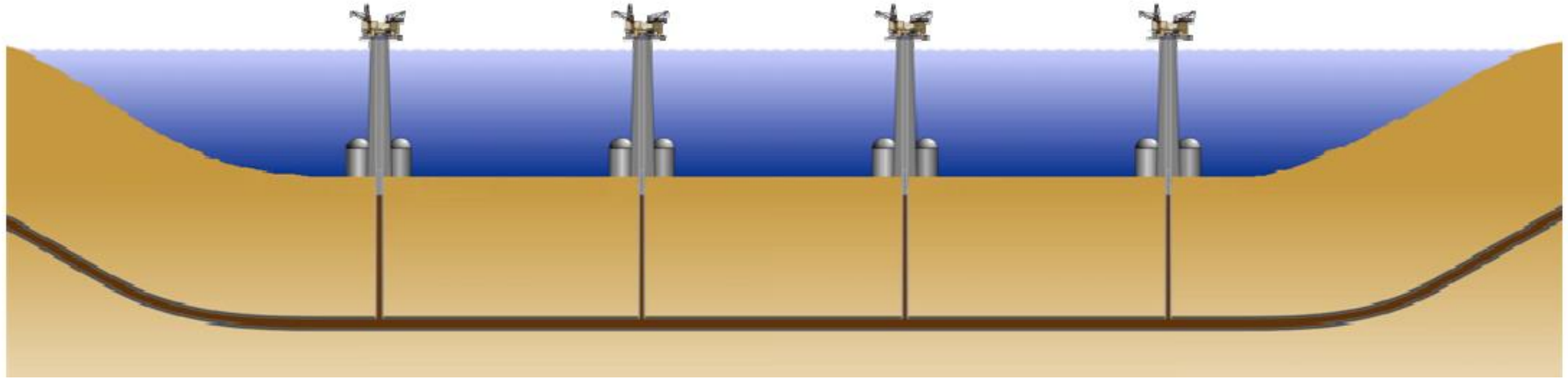




- *«…The Norwegians might be braver **and** better at engineering than you.»*
- -Aarian Mashall, Wired magazine July 14th, 2016

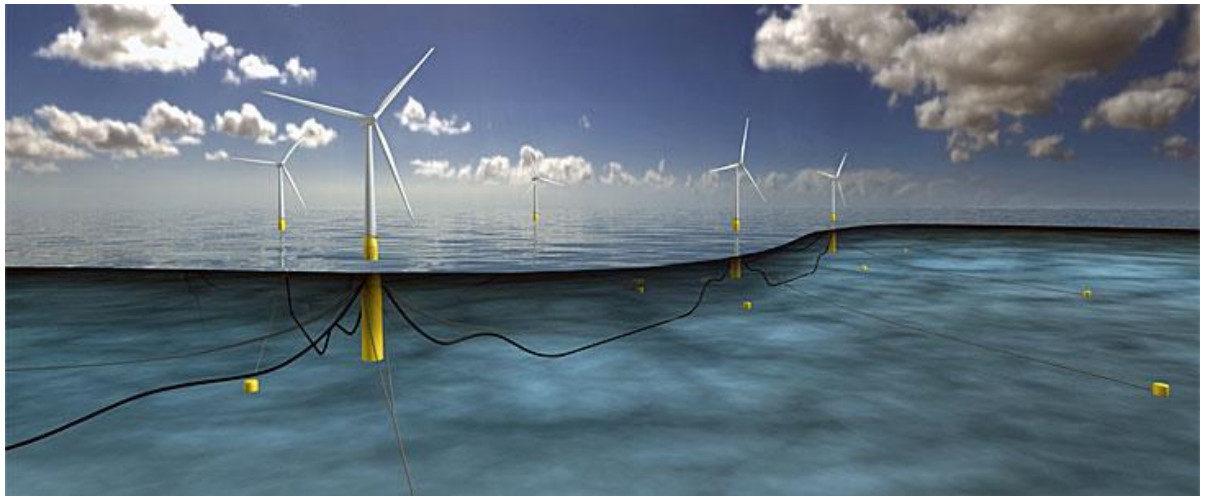


Draugen 3, 4, 5 og 6 utenfor Kina



Hywind Scotland Project

- Demo park on the east coast of Scotland.
- Progression from Hywind DEMO.
- 5 units.
- 6 MW turbines.
- Construction start-up: Fall 2015
- Scheduled installation: Summer 2017



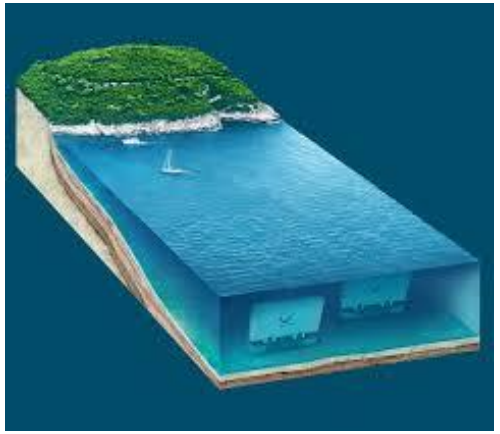
Teknologi skaper muligheter

OO STAR wind floater (Pat.)

Lifes50+: Europas mest innovative flyterkonsept

Renewable energy Projects other than offshore wind

- Floating solar energy
- Wave energy
- Tide energy
- Ocean Thermal Energy

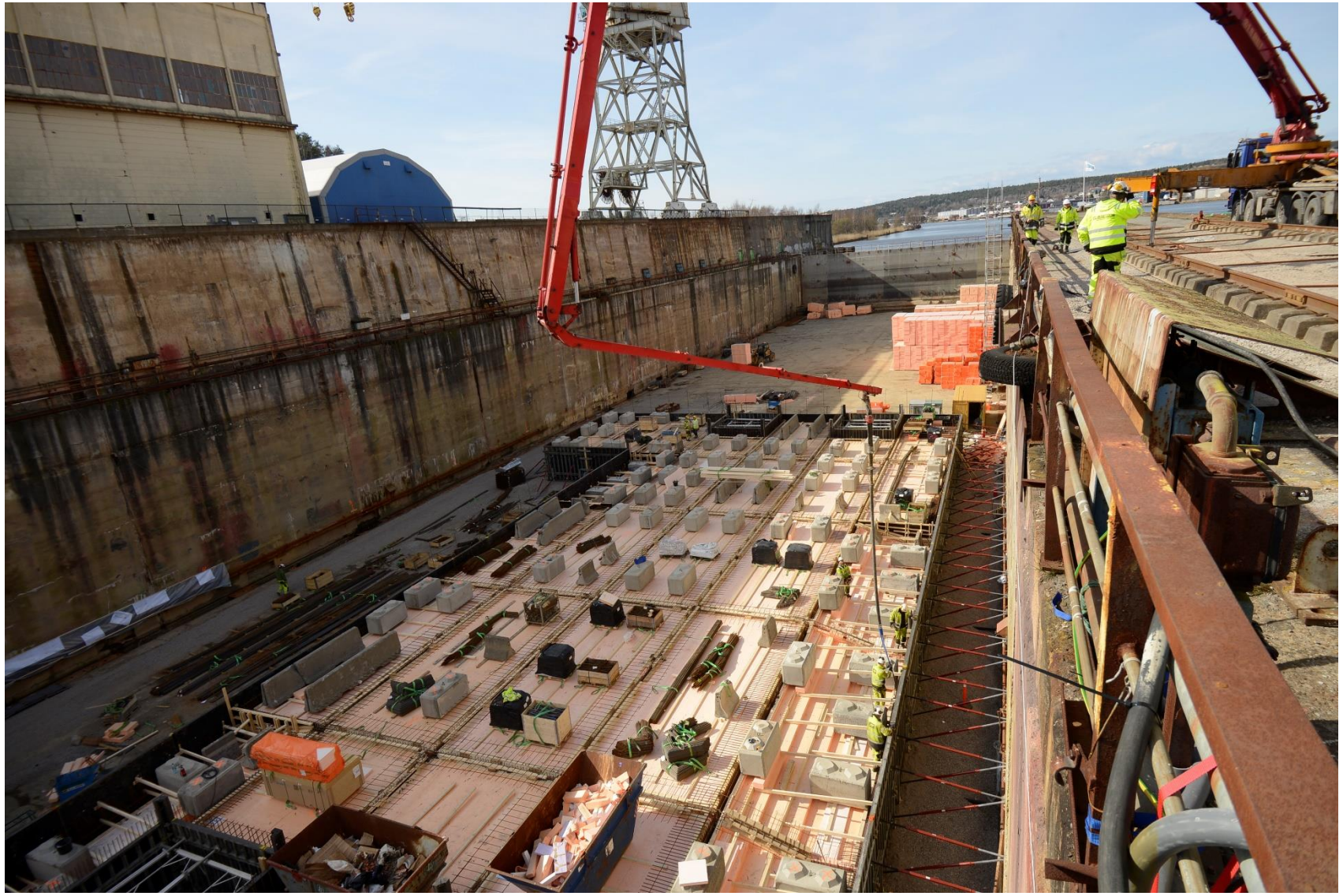


Sjøbadet – Sørenga - Byutvikling

Sørenga – Fra havn til bomiljø

Foto: 1971, Oslo Byarkiv

Utførelse – Bygging i Fredrikstad



Utførelse – Bygging i Fredrikstad

Ut av dokk

Utførelse – Installering på sørenga

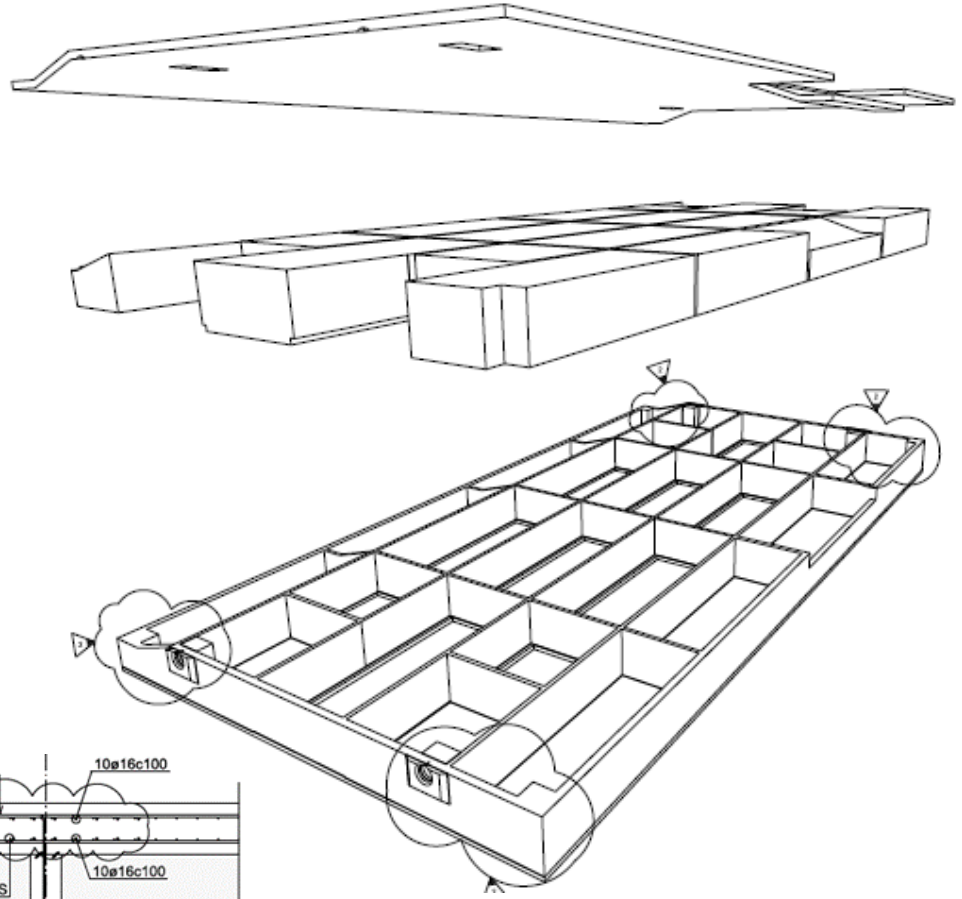
Installert
november 2014

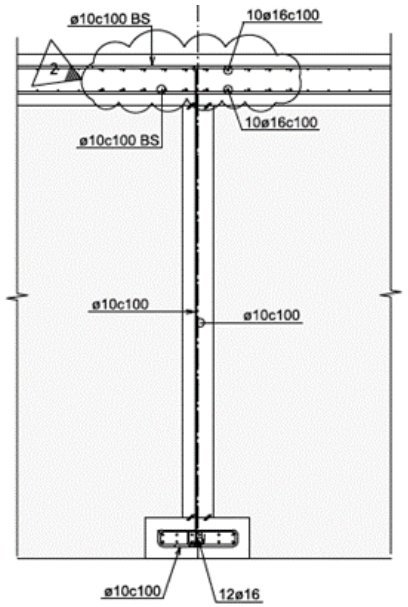
Video

Main principle

Weight is important for floating structures.
Weight increase needs more buoyancy.
More buoyance needs a larger structure, needs more buoyancy, needs……..

- XPS gives buoyancy
  - EPS not sufficiently sustainable
- Top slab and walls/ribs give structural strength.
- Bottom slab skipped to save weight
- Central one layer of reinforcement





TYPISK LANGSGÅENDE INNERVEGG

Construction in Fredrikstad, Norway

Effective ribs

Single layer of reinforcement

http://www.osloby.no/nyheter/Folkefest-under-apningen-av-nye-Sorenga-sjobad-8072665.html

TEKNOLOGI SKAPER MULIGHETER

CASE: SHELLDESIGN OG SJØBADET SØRENGA

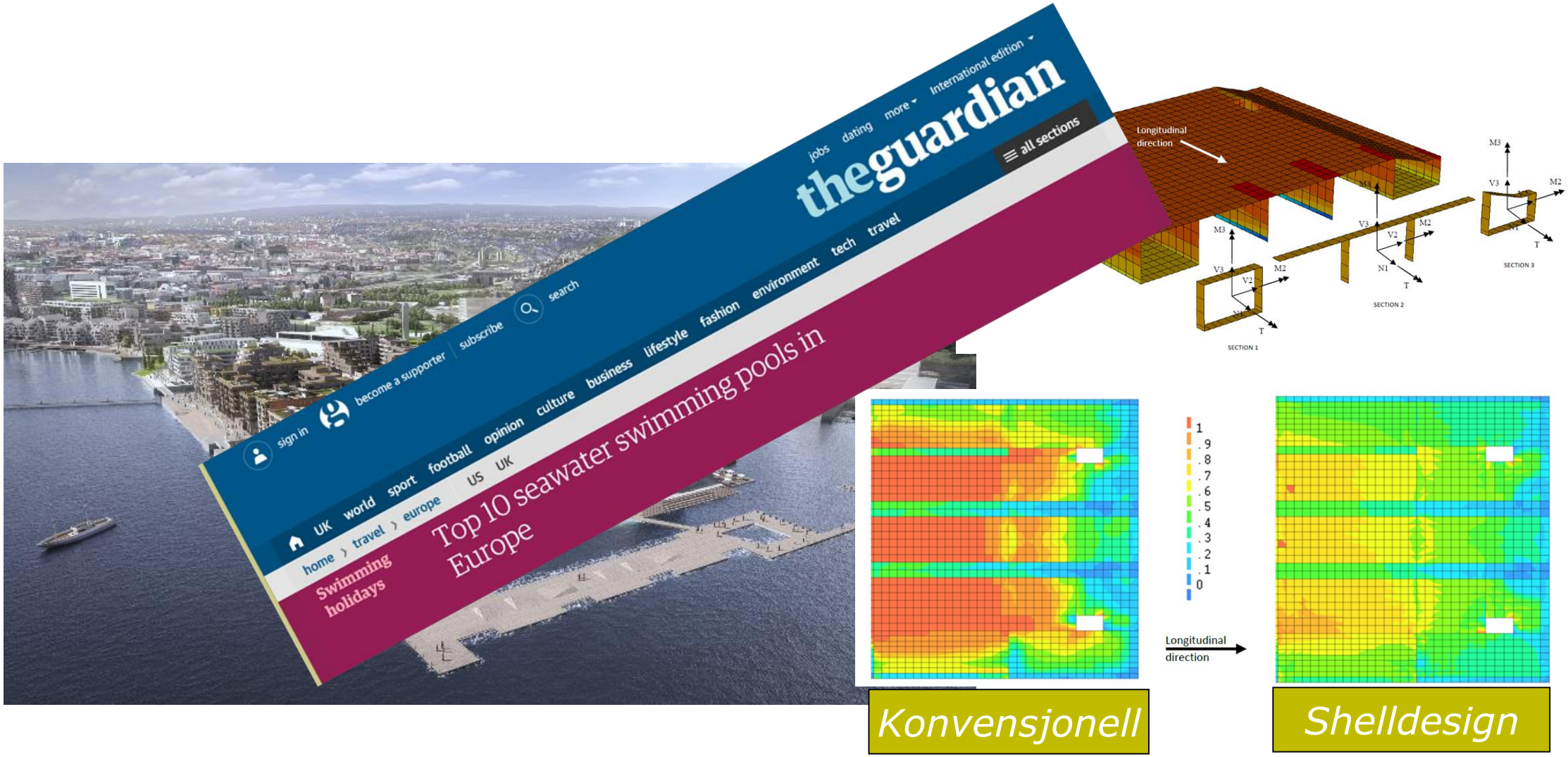
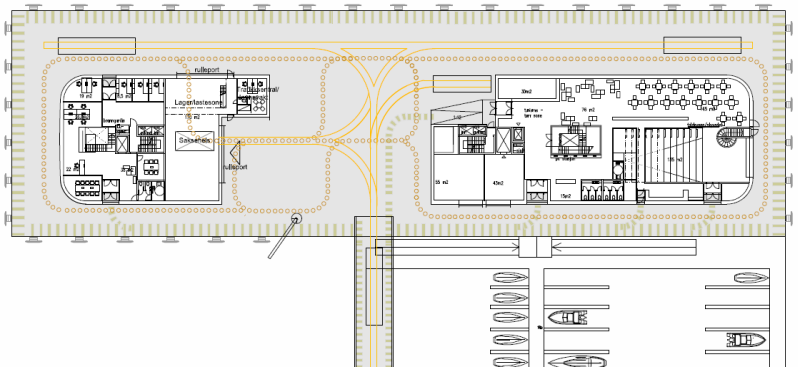


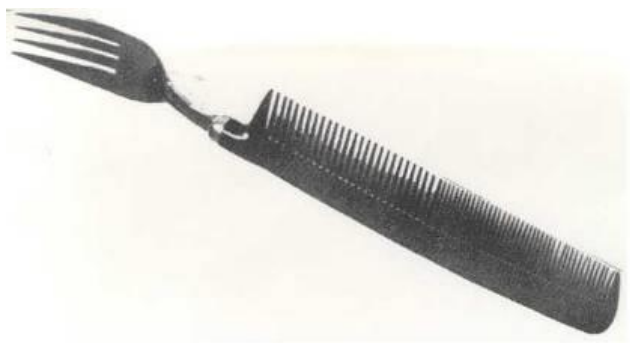
FOTO: SØRENGA UTVIKLING

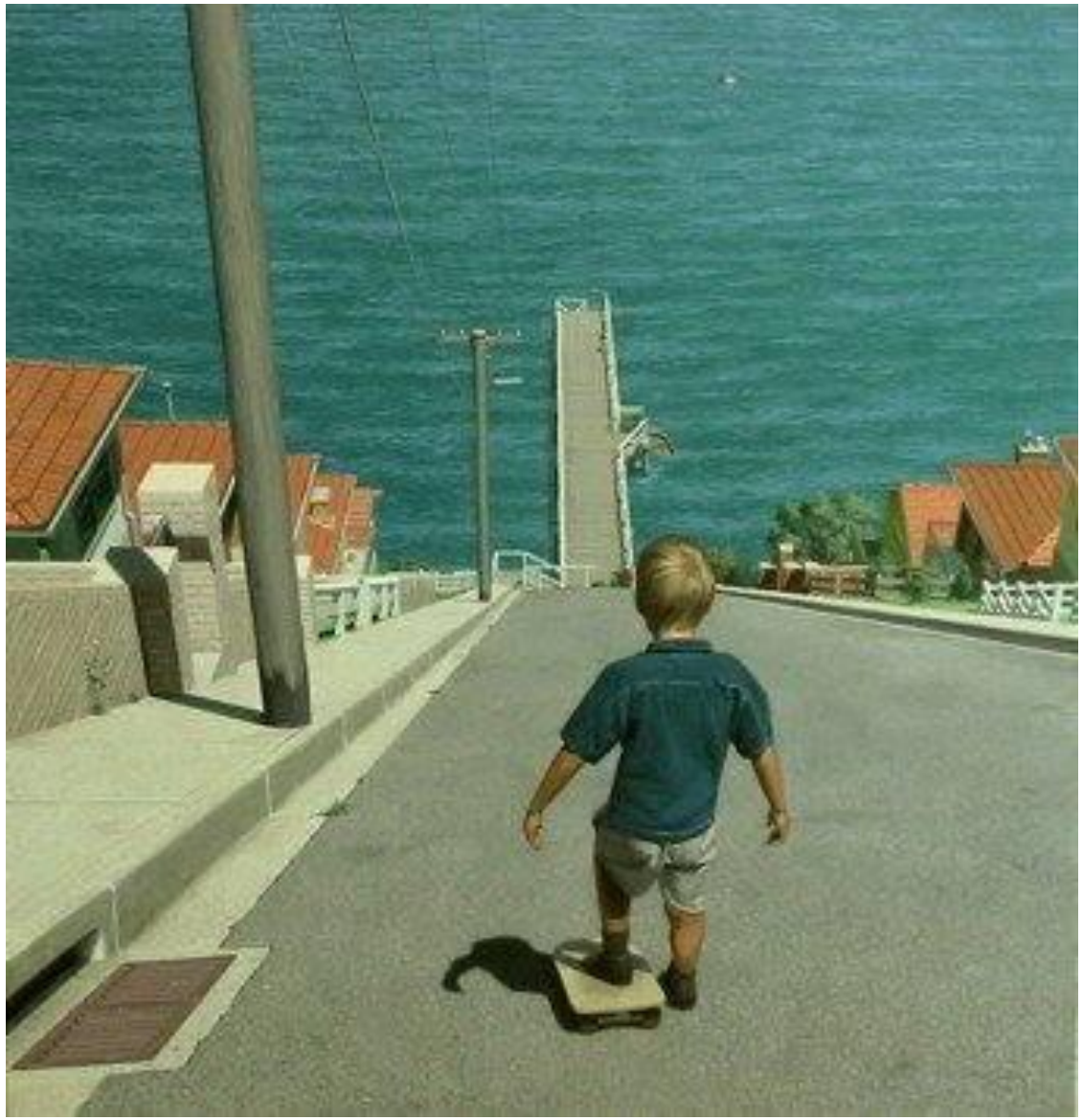
TOM WIKE 2015
ØKAWAS
ARKITEKTER MNAL

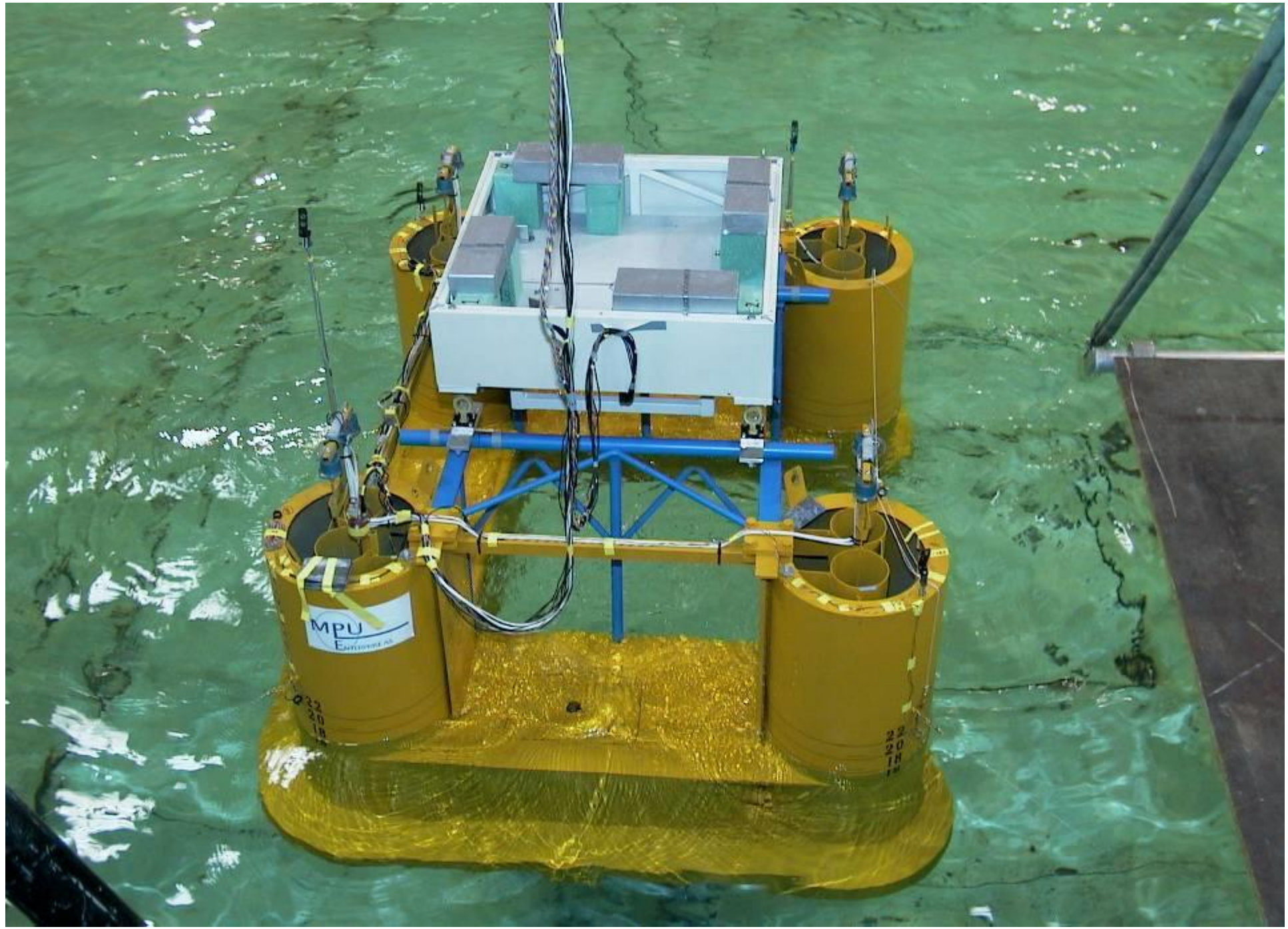
Floating Qey Longyearbyen 120x35x9m



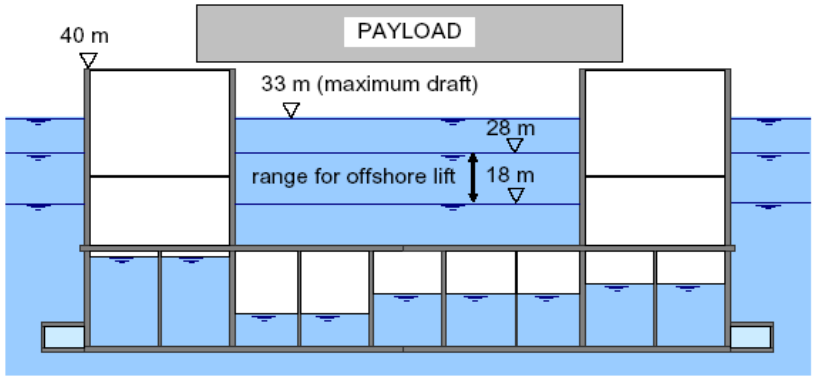
BETONMAST
BETONMAST
SALMON HOME № 1
Genie GS-4069 RT
4x4

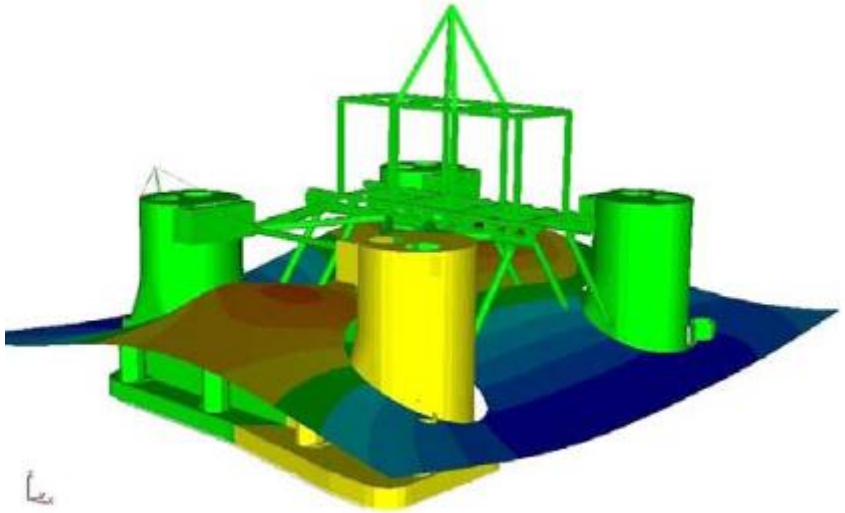


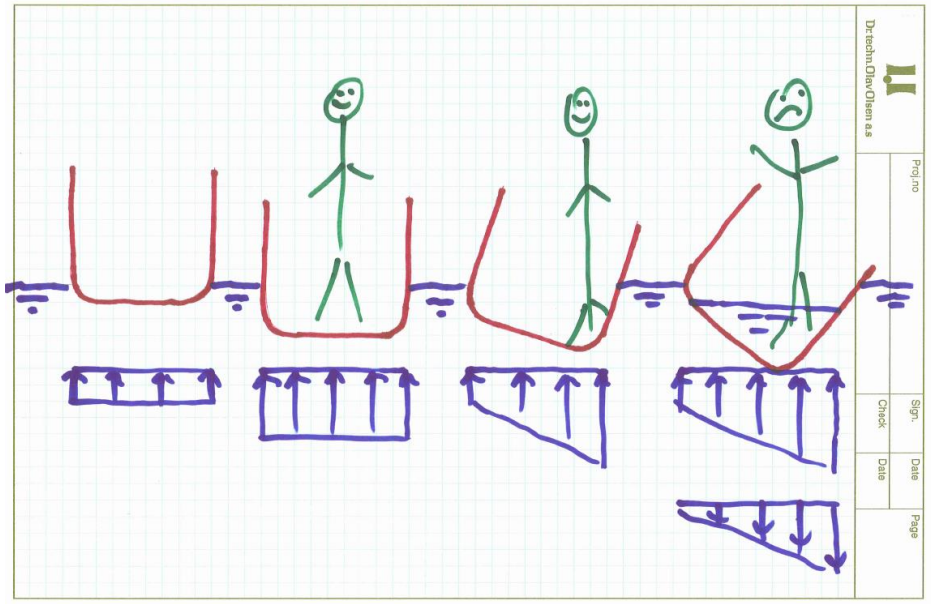



MPU

Loading





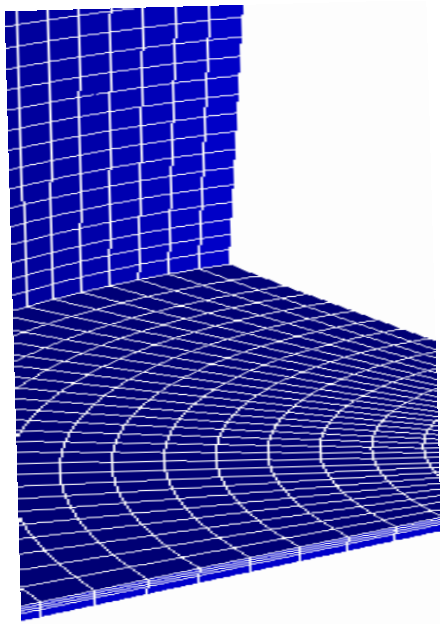


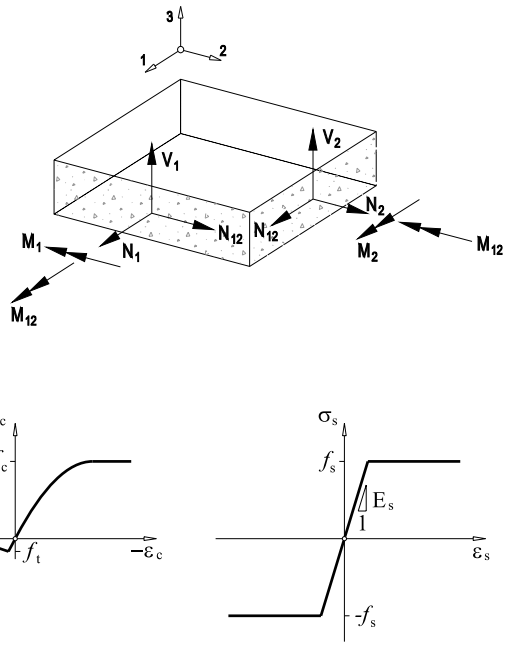
- Weights (self weight and live load)
- Hydrostatic pressures (External and internal)
- Payload (results from time-domain analysis applied as static loads),
- Post-tensioning,
- Design wave pressures
- Acceleration (inertial forces).

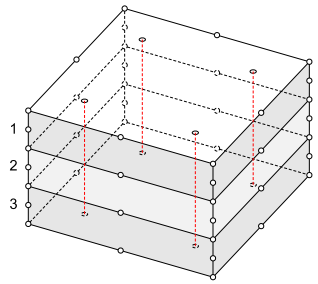
ShellDesign

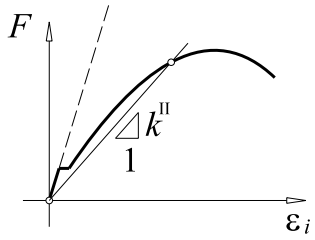
Iterative non-linear analysis and design

Global analysis → Stress resultants → Element stiffness → Global analysis







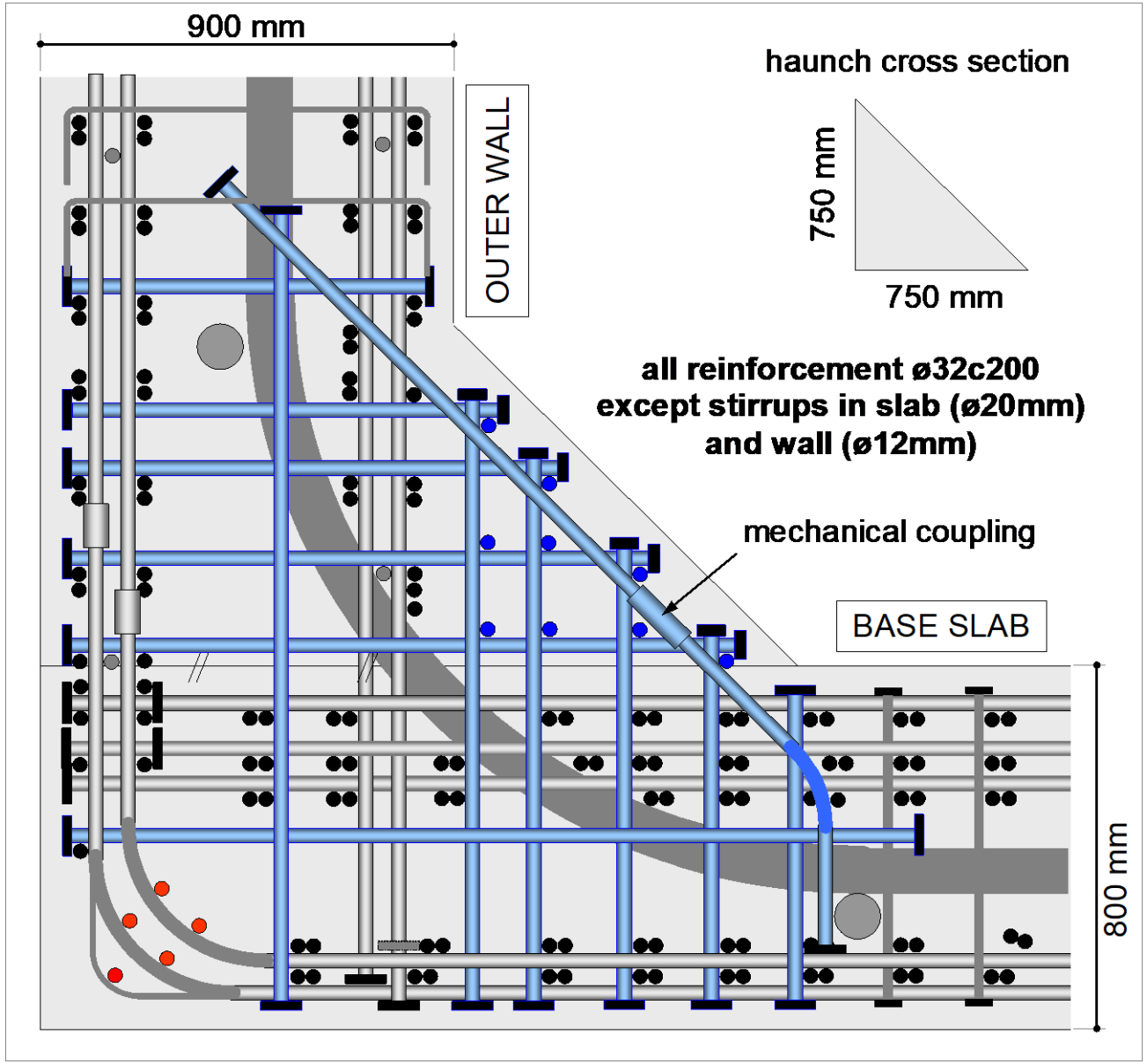


$$F = k^{II} \cdot \varepsilon$$

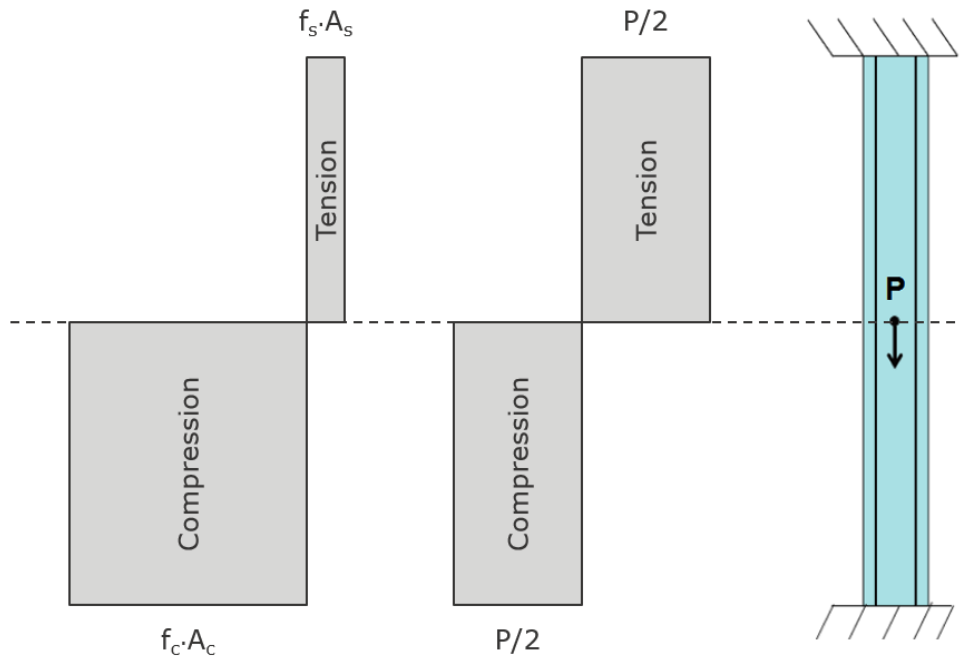
Linear FE analysis

Shell section analysis

Stiffness formulation


900 mm
OUTER WALL
haunch cross section
750 mm
750 mm
all reinforcement ø32c200
except stirrups in slab (ø20mm)
and wall (ø12mm)
mechanical coupling
BASE SLAB
800 mm

Field trials


$f_s \cdot A_s$
P/2
Tension
Tension
P
Compression
Compression
$f_c \cdot A_c$
P/2
Non-linear
force distribution
Linear
force distribution

The Modified compression field theory

- Rational and consistent shear design

- Design codes overestimate the shear capacity
- in combination with axial compression and

- Design Codes underestimate the shear capacity in

  combination with axial tension

- MCFT will, in addition to providing a more correct answer, give engineers a tool that increases the understanding of the structure's behaviour.

- Status for implementation: Complete, ready for use
  - The iterations work well – the calculation of strains is okay.
  - The calculation of stresses in cracks for membrane cases (2D) works fine and correspond remarkably well with test results from Toronto.
  - The calculation of stresses in cracks for triaxial cases (3D) is complete.

fib-news

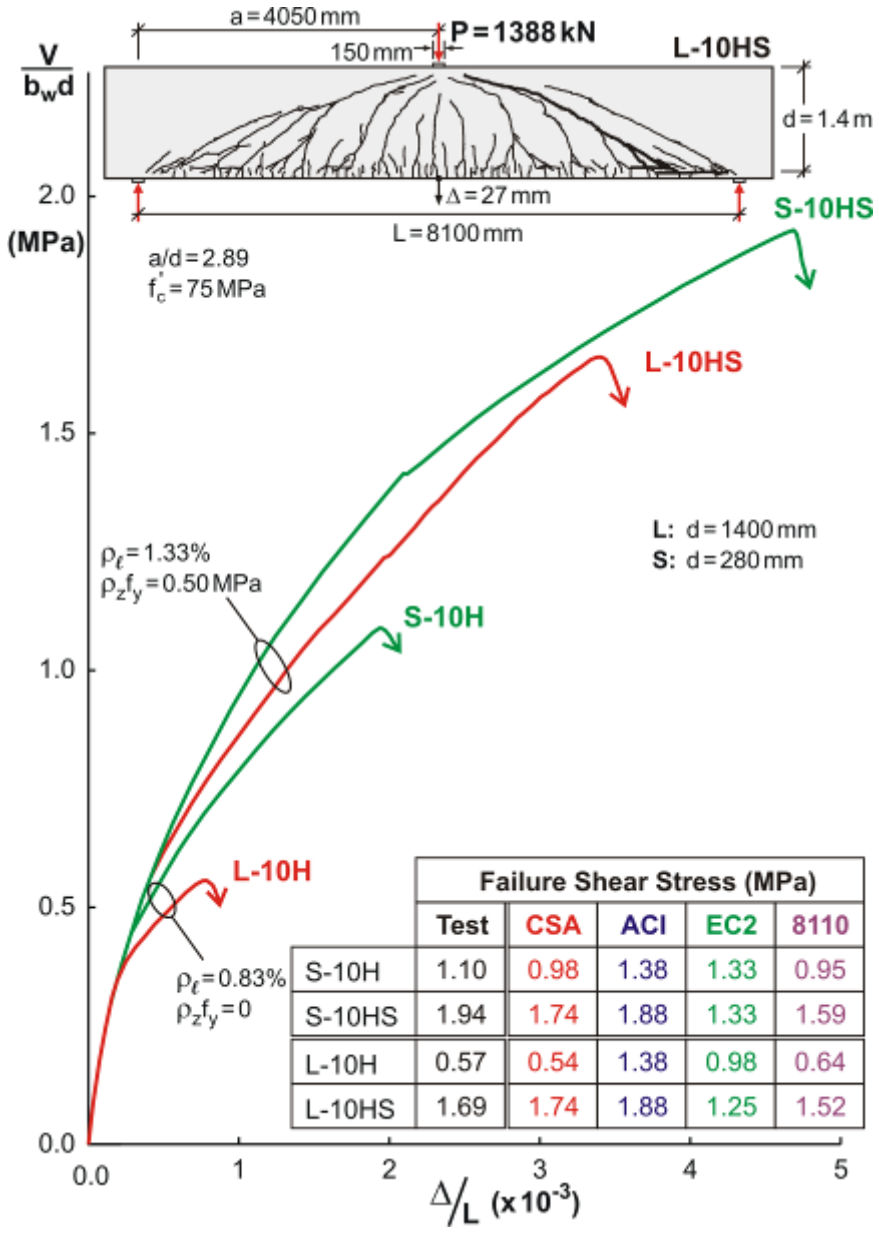
2013 Achievement Award for Young Engineers

From left to right: *Gordon Clark, Bente Skovseth Nyhus, Aurelio Muttoni, Fernando Stucchi*

Since 2001 the *fib* Achievement Award for Young Engineers is given every second year at the *fib* Symposium to engineers under 40 years of age, in recognition of their outstanding contributions to structural concrete in the fields of research and of design and construction.

was unfortunately unable to come to Tel Aviv to present his work and receive his award in person. The work realized for his thesis "Structural behavior of deteriorated concrete structures" was shown as a recorded presentation.

19



	Failure Shear Stress (MPa)				
	Test	CSA	ACI	EC2	8110
S-10H	1.10	0.98	1.38	1.33	0.95
S-10HS	1.94	1.74	1.88	1.33	1.59
L-10H	0.57	0.54	1.38	0.98	0.64
L-10HS	1.69	1.74	1.88	1.25	1.52

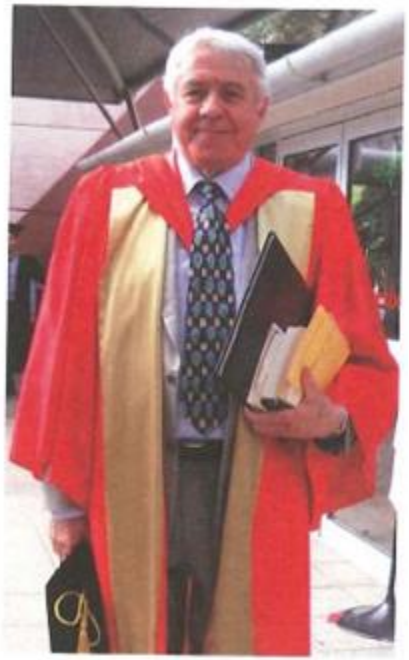
Professor Michael Collins Receives Higher Doctorate for Lifetime Achievement

Prof. Michael Collins has been honoured with Higher Doctorate designation by his alma mater, the University of New South Wales.

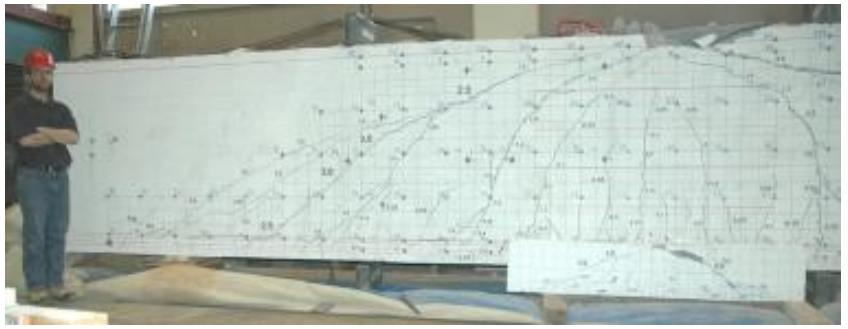
The recognition was bestowed in Sydney today at their annual convocation ceremony, citing a lifetime of research and academic achievement.

Prof. Collins also had the opportunity to deliver the Occasional Address to the graduating class of engineers from that University.

The Higher Doctorate designation is presented to an academic of high distinction and gives formal public recognition to scholars who have made substantial, original, and distinguished contributions to knowledge in their field of expertise.



Prof. Michael Collins attends convocation at the University of New South Wales.



Collins, M. P., Mitchell, D. and Bentz, E.C., "Shear Design of Concrete Structures", The Structural Engineer, London, Vol. 86, No. 10, May 2008, pp 32 - 39.

BIAXIAL EXAMPLE

INFLUENCE OF AXIAL STRESS ON SHEAR STRENGTH

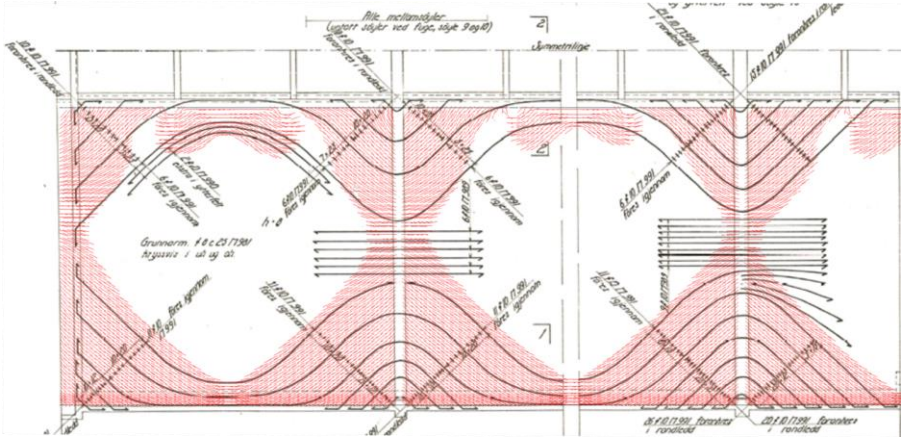
- Six nominally identical reinforced concrete elements representing web regions of girders or walls were loaded under different ratios of longitudinal axial stress to shear stress.

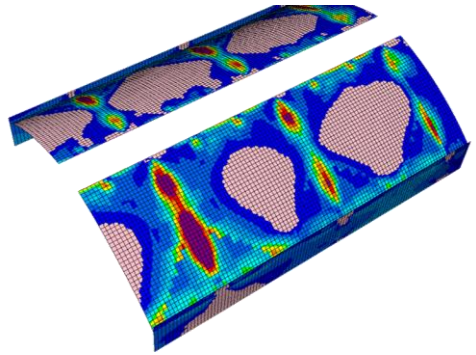
Table 1 Comparison of observed and predicted shear failure with the newly implemented MCFT in ShellDesign.

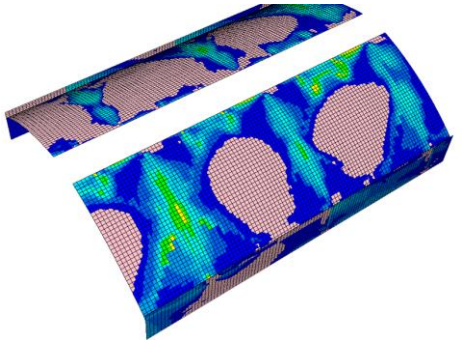
		Observed		**Predicted Values**					
				v_u [Mpa]			$v_{u\text{-EXP}}/v_{u\text{-PRED}}$		
Panel	f_x/v	v_u [Mpa]	f_{xu} [Mpa]	EC2	MCFT-B	**MCFT-SD**	EC2	MCFT-B	**MCFT-SD**
PL4	-2.75	4.81	-13.2	2.46	4.98	4.93	1.96	0.97	0.98
PL1	-2.00	4.31	-8.66	2.46	4.15	4.25	1.75	1.04	1.01
PL2	-1.00	3.21	-3.22	2.46	3.42	3.47	1.30	0.94	0.93
PL5	0.00	3.21	0	2.46	2.96	3.15	1.30	1.08	1.02
PL3	1.00	3.04	3.05	2.46	2.74	2.79	1.24	1.11	1.09
PL6	2.98	2.47	7.36	1.94	2.06	2.47	1.27	1.20	1.00

TEKNOLOGI SKAPER MULIGHETER

CASE: SHELLDESIGN OG SKALLTAK INDUSTRI







Konvensjonell

Shelldesign

FOTO: SØRENGA UTVIKLING

Utfordringar:

-Lus

-Rømming

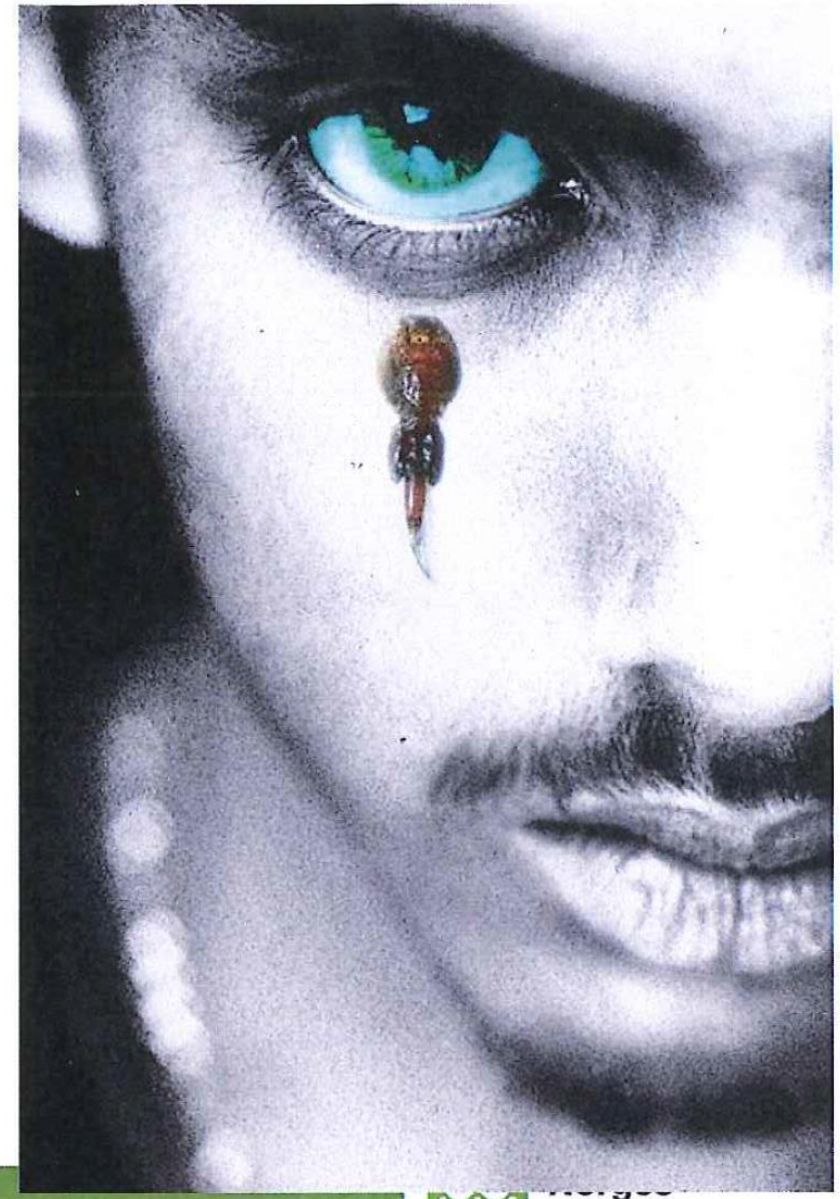
-Forureining/næring

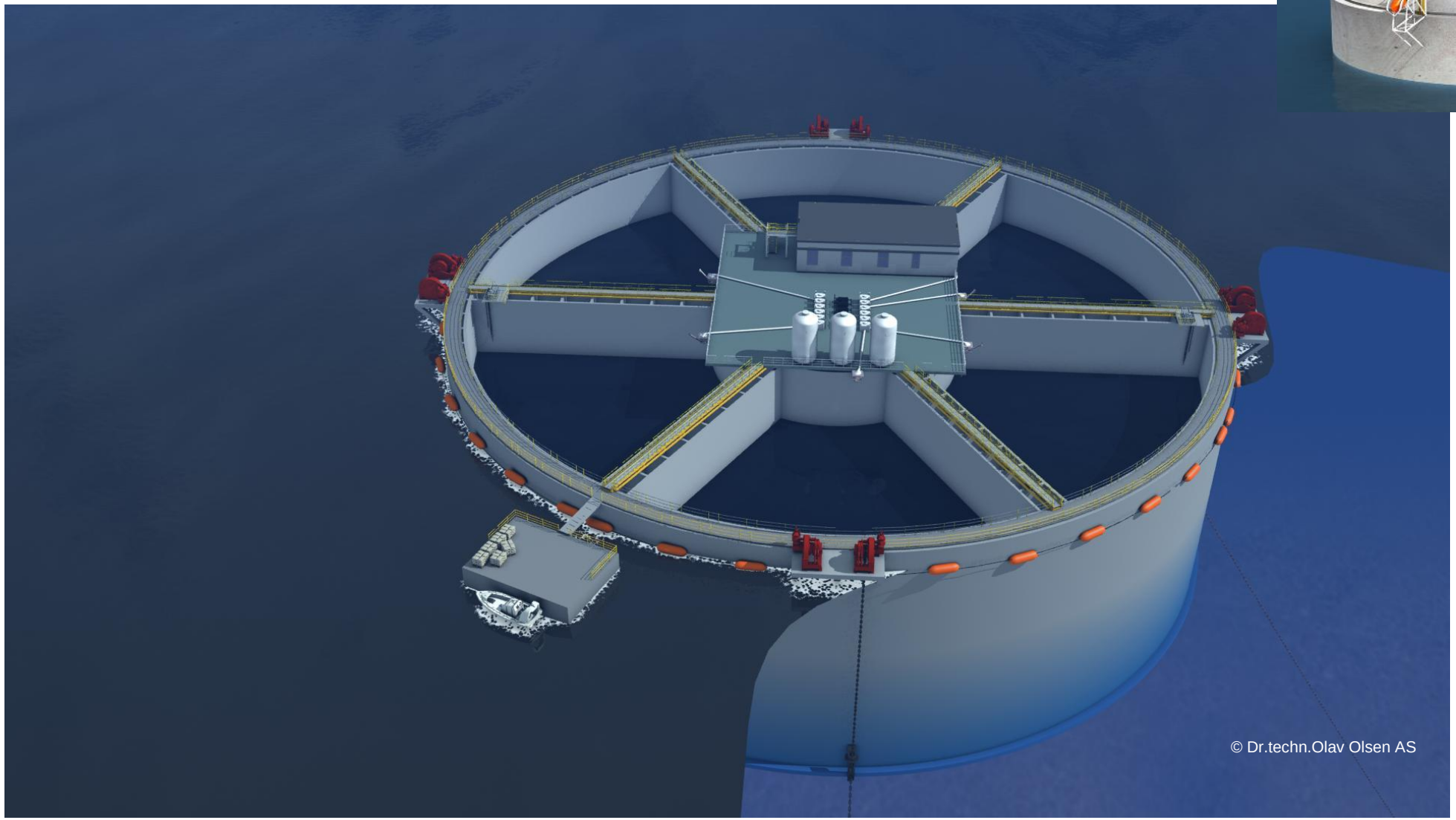
-Fòr

-Areal

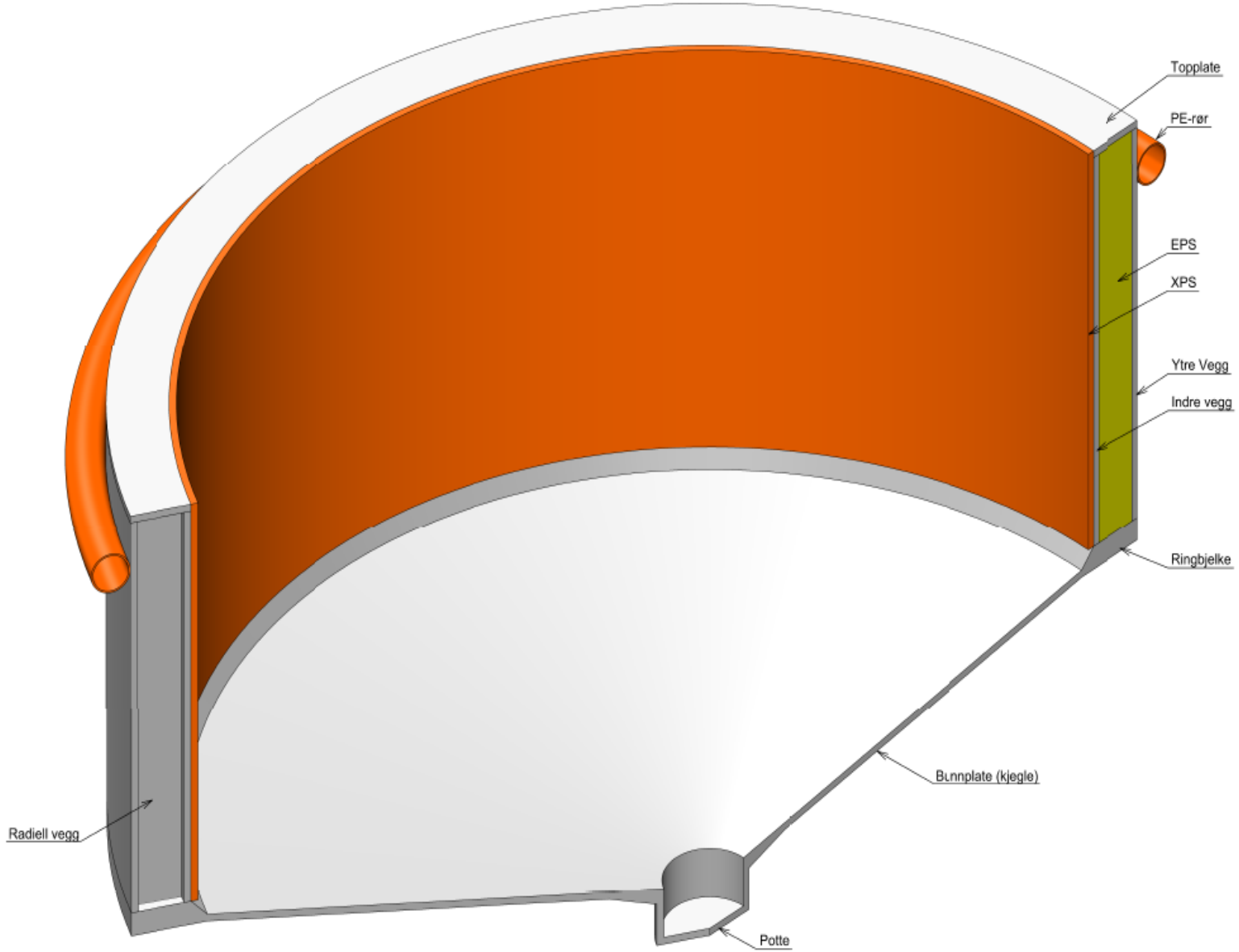
-Sjukdommar

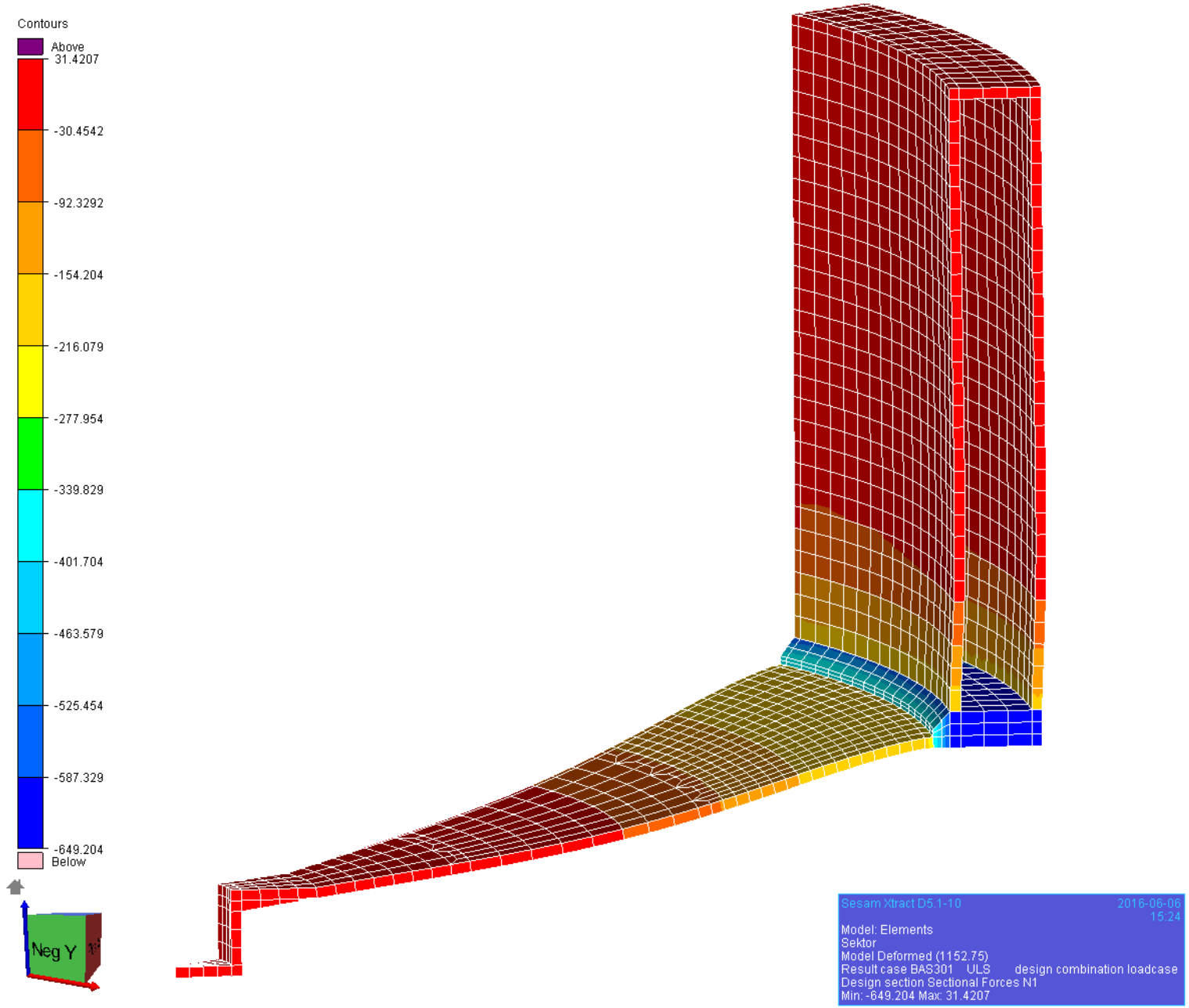
-.....



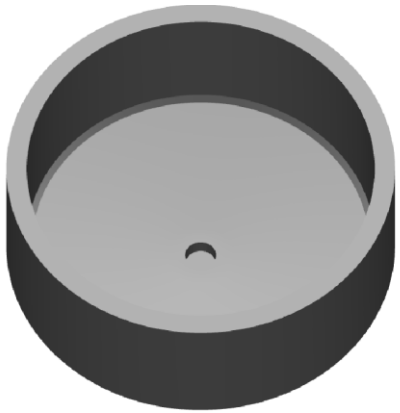


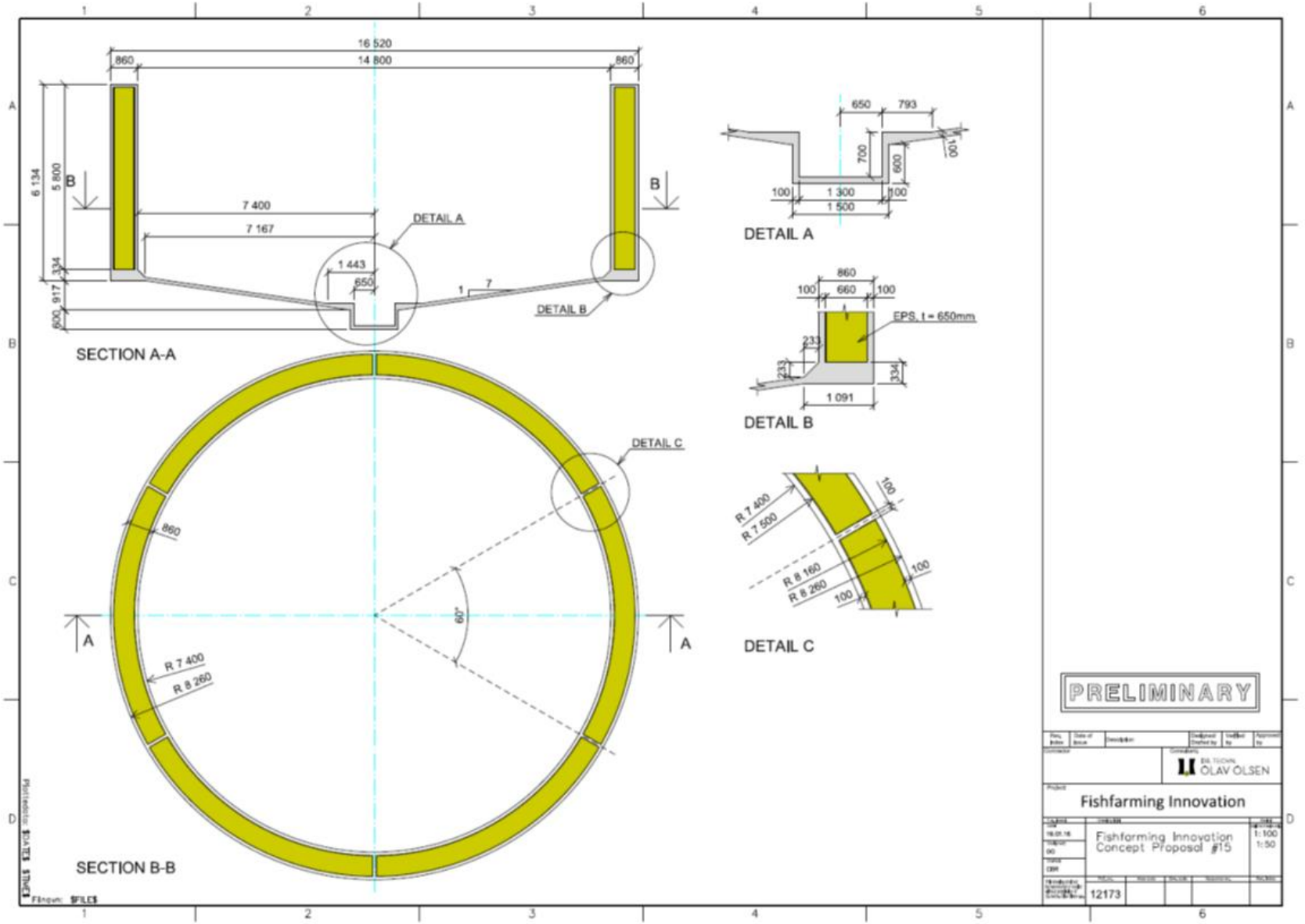
© Dr.techn.Olav Olsen AS


Topplate
PE-rør
EPS
XPS
Ytre Vegg
Indre vegg
Ringbjelke
Bunnplate (kjegle)
Radiell vegg
Potte


Contours
Above
31.4207
-30.4542
-92.3292
-154.204
-216.079
-277.954
-339.829
-401.704
-463.579
-525.454
-587.329
-649.204
Below
Neg Y
Sesam Xtract D5.1-10
2016-06-06
15:24
Model: Elements
Sektor
Model Deformed (1152.75)
Result case BAS301 ULS design combination loadcase
Design section Sectional Forces N1
Min: -649.204 Max: 31.4207

FishFarming Innovation





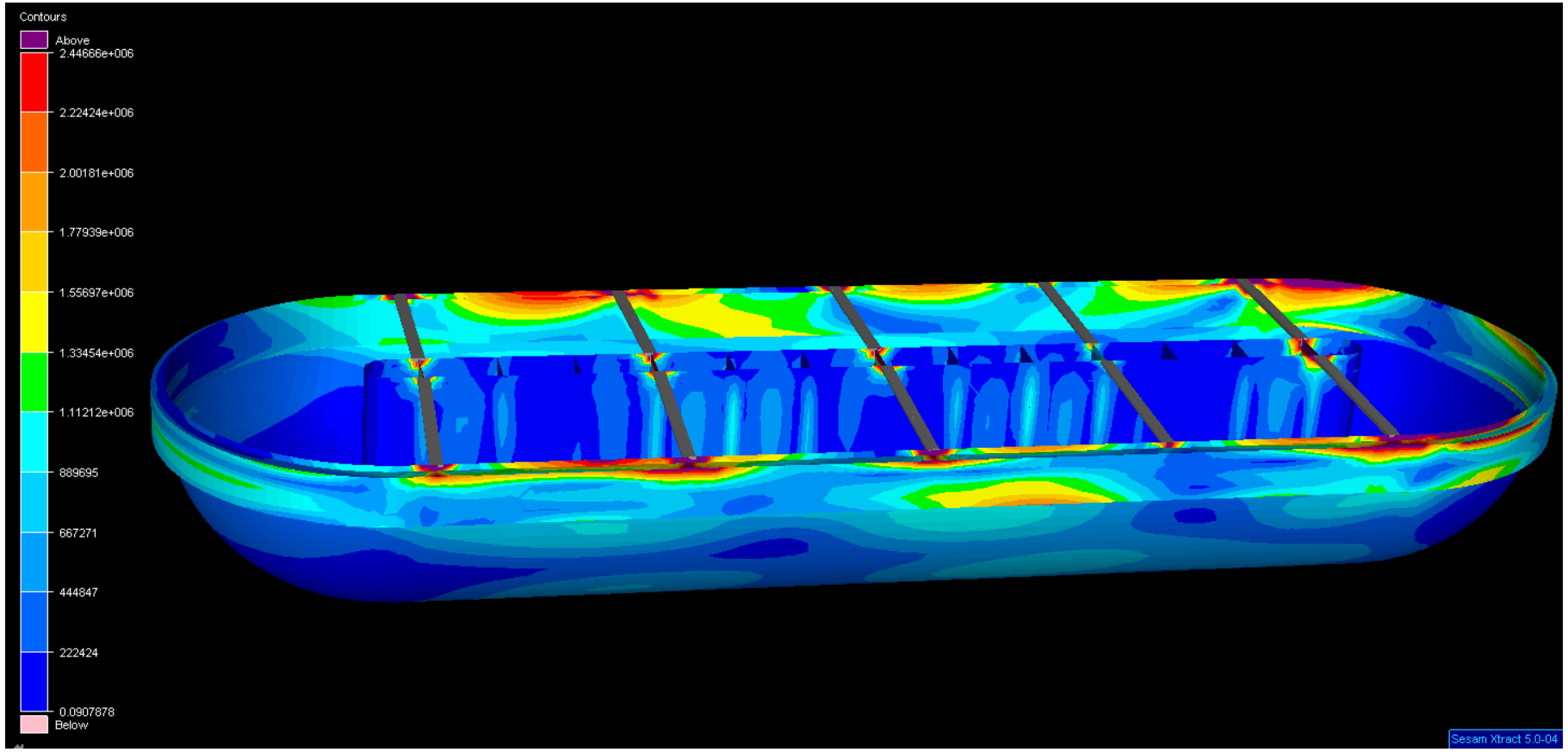
Teknologi skaper muligheter

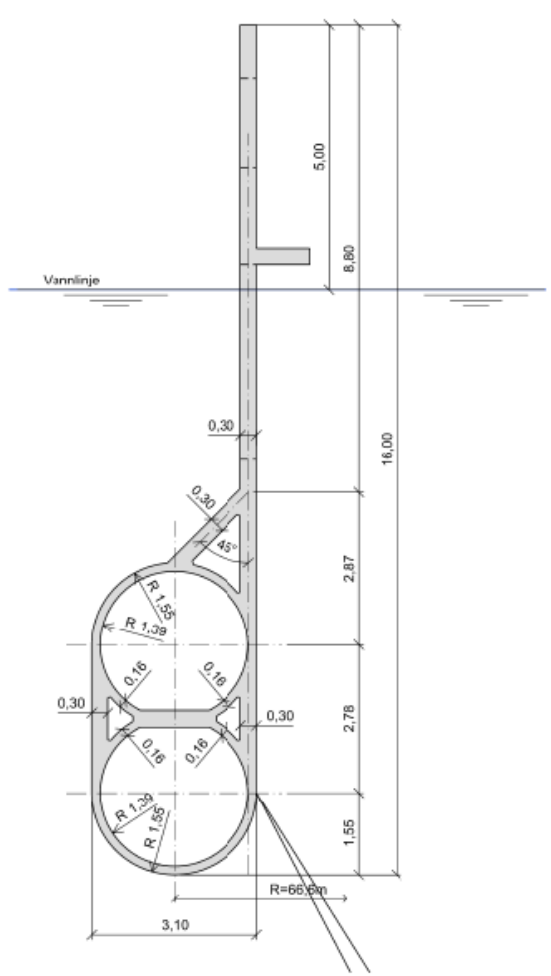
«Salmon home #1» prototype

Verdens første lukkede oppdrettsanlegg i betong

BETONMAST

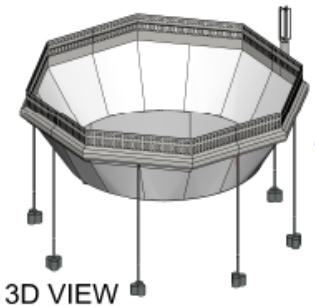
Bølgeanalyse, Stadionbasseng



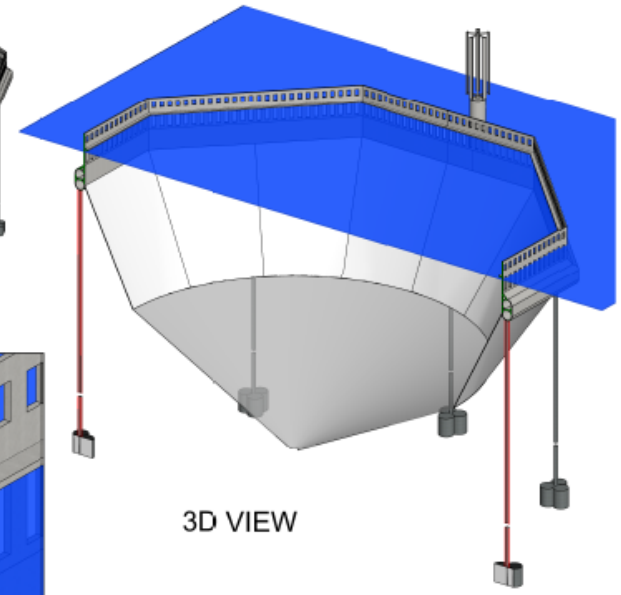


BLUE FARM KONSEPTMODELL

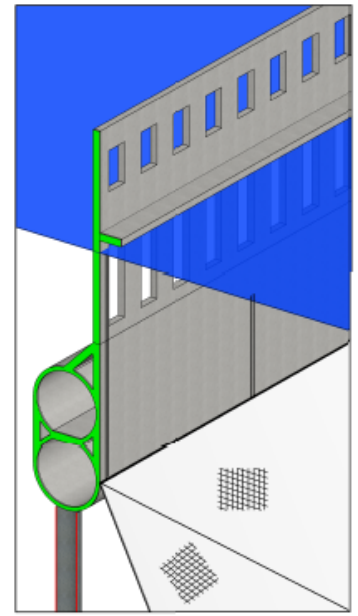
1:75



3D VIEW



3D VIEW



3D VIEW

Rev. index	Date of issue	Description	Designed/ Drafted by	Verified by	Approved by
03	-	-	TOO/ILJ	TCO	TOO
02	29.09.16	Konsept	TOO/ILJ	TCO	TOO
01	16.06.15	Konsept	JSP/JAW	JSP	TOO

Contractor

Consultant: DR. TECHN. OLAV OLSEN

Project

1st. issue: Date	Drawing title:	Scale: (valid for A3-size only)
16.06.15	Blue Farm konseptmodell	1:75
Designed: JSP	Tverrsnitt - Form	
Drafted: JAW		

Proj. no.	Area code	Doc. code	Sequence no.	Rev. index
12154	---	-	B-001	03

This drawing shall not be reproduced or copied without permission of Dr. techn. Olav Olsen a.s.

Plottedate: $DATE$ $TIME$

Filnavn: $FILE$

BETONMAST
BETONMAST
SALMON HOME
Genie GS-4069 RT
Iunvik-utl
4x4

Suksessfaktor: Synergier mellom prosjekter

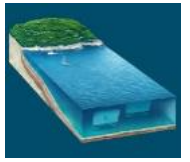
OO Star Wind Floater

Sjøbadet flytende park

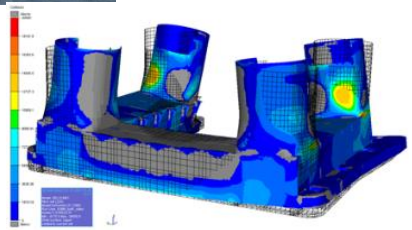
Fjordkryssinger

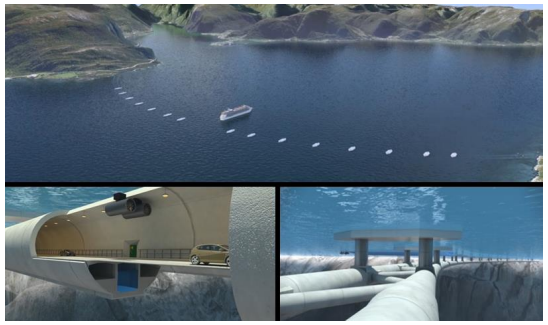
Fellespunkter
Forankring
Vind
Bølger
Dynamikk
Struktur
Byggemetoder
Marine operasjoner

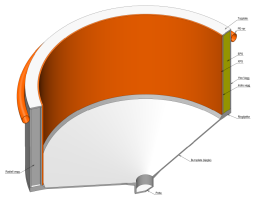
DR. TECHN.
OLAV OLSEN



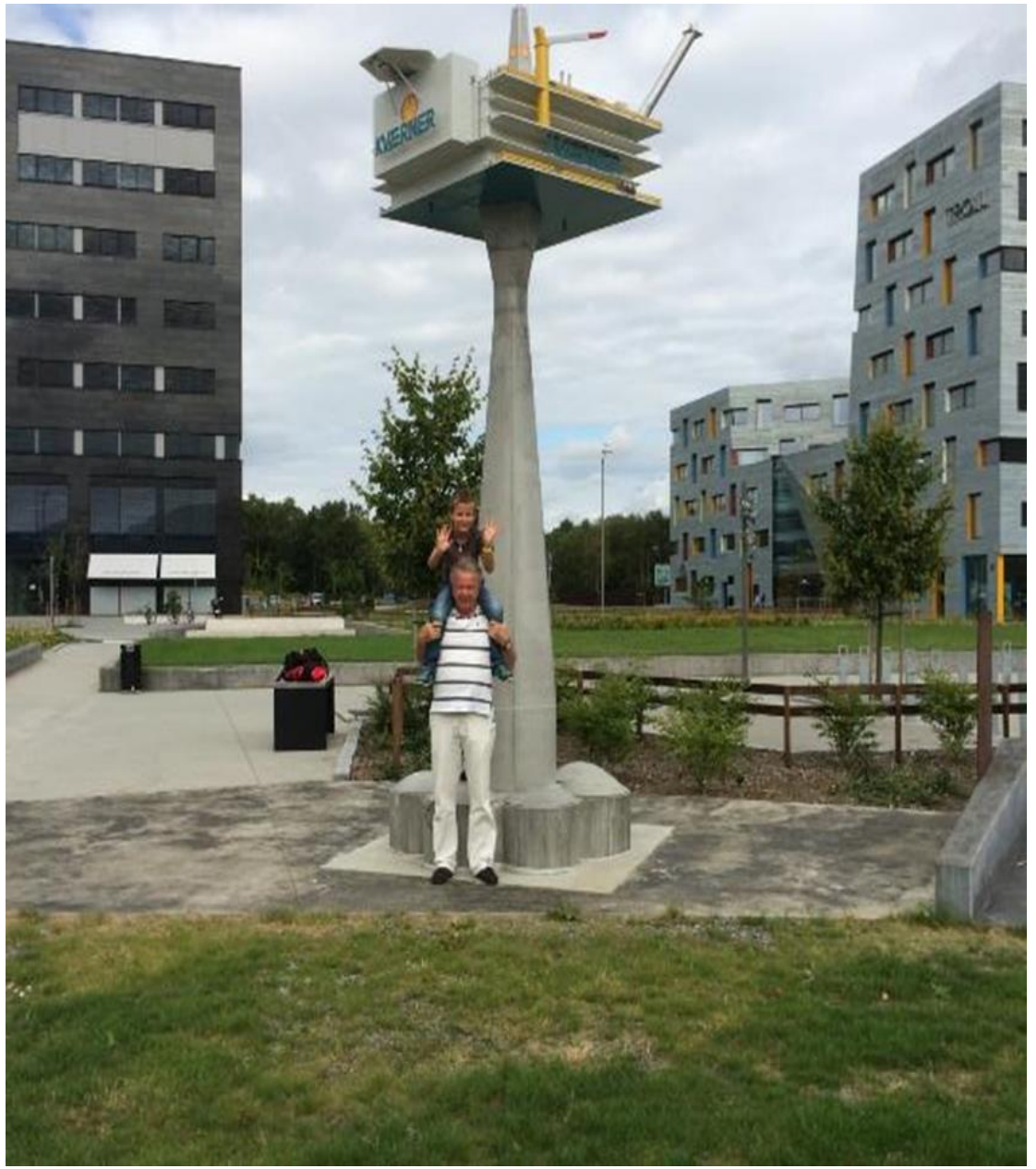
Marine konstruksjoner:







Takk for oppmerksomheten



Statens vegvesen

Betongforeningen
Narvik VU 15 mars 2018

Tyngre bruvedlikehold
Katodisk beskyttelse
Status-
forskings og innovasjonsbehov

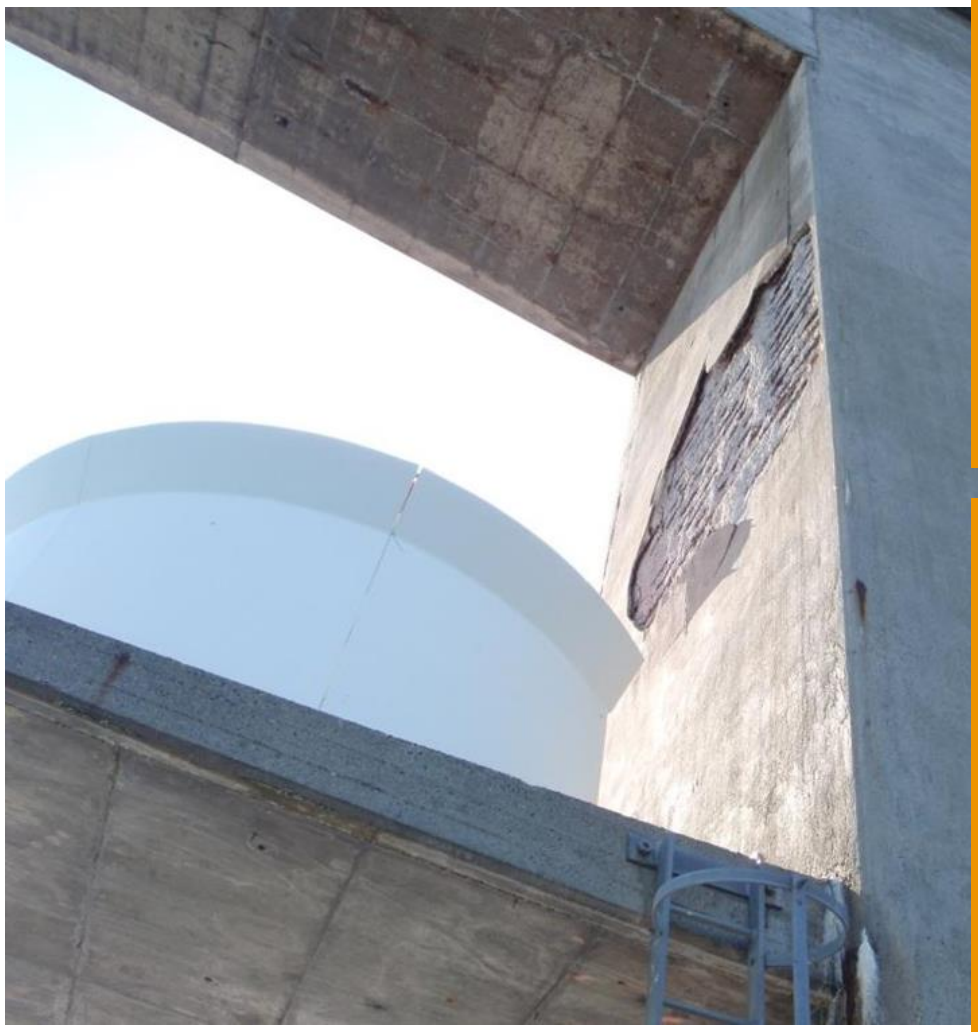
Roy Antonsen, Statens vegvesen, region nord

Statens vegvesen

Innhold i presentasjon

- Armeringskorrosjon
- Katodisk beskyttelse
- Reparasjons- og vedlikeholdsbehov for kystbruer
- Gamle KB-anlegg, hva virker, hva er typiske feil?
- Katodisk beskyttelse -hvordan jobber vi- hva er fremtiden?
- Forsknings- og innovasjonsbehov

Årsaker til vedlikeholdsbehov



Hovedproblemet mht bruvedlikehold er korrosjon av stål eller armering.
Det fins andre nedbrytningsprosesser, men de er underordnet mht omfang.

- Lav overdekning.
- Dårligere betongkvalitet.
- Gjelder spesielt fra 60-årene til slutten av 80-tallet.
- Etter det ble standardene forbedret.

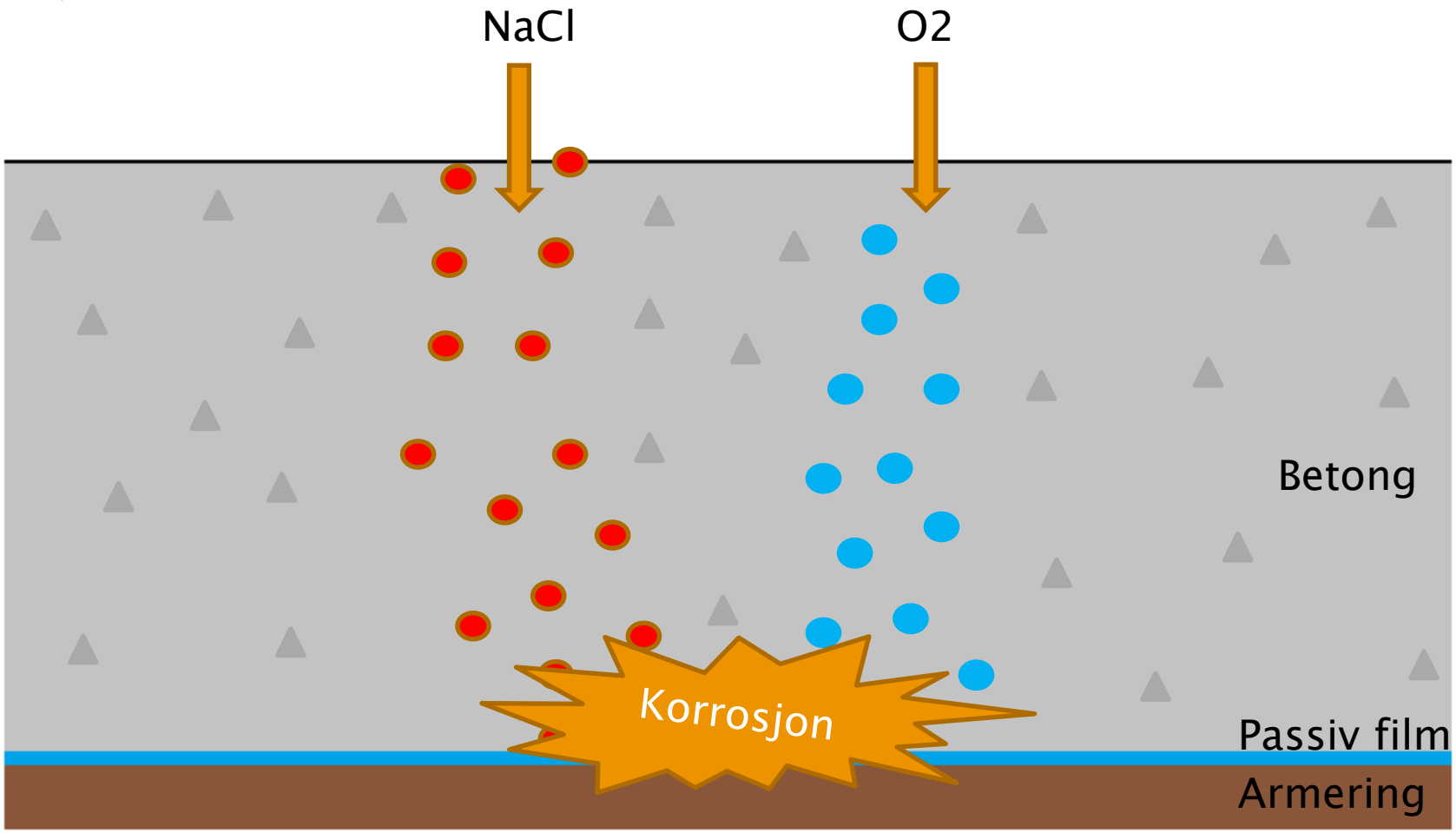
Statens vegvesen

Omfattende armeringskorrosjon

Korrosjon starter pga innregning av salter (klorider) fra sjøvann

Korrosjon

Statens vegvesen



Statens vegvesen

Prosjektet Tyngre bruvedlikehold

Hvor mange bruer trenger vedlikehold i region nord?

Vegavd	L > 20m	L > 100m	L > 100m Sjøvann	L > 100 m Sjøvann Oppført før 1990	L > 100m Sjøvann Oppført før 1980
MH	86	34	26	23	15
Troms	83	14	4	3	2
Nordland	204	41	22	17	13
Finnmark	111	15	4	3	2
Region Nord	484	104	56	46	32

Statistikk fra BRUTUS
Alle bruer er riks- eller fylkesveg
Alle gang- og sykkelstier filtrert bort fra dataunderlag

Når skal vi reparere disse?
Vente, og spise kamelen hel om 10 år?
Eller, øke intensiteten noe?
Spise kamelen i oppdelte stykker?

Statens vegvesen

Behov for vedlikehold

Hele landet og andre fylker

Lokalisering	L > 20m	L > 100m	L > 100m Sjøvann	L > 100 m Sjøvann Oppført før 1990	L > 100m Sjøvann Oppført før 1980
For hele landet	2967	567	289	195	137
Rogaland og Hordaland	479	77	70	51	31
Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane	316	64	56	41	28
Trøndelag	279	43	27	21	16
Nordland, Troms og Finnmark	269	63	53	46	32

Statistikk fra BRUTUS
Alle bruer er riks- eller fylkesveg
Alle gang- og sykkelstier filtrert bort fra dataunderlag

Statens vegvesen

Fremtidens utfordringer

- Mange bruer
- Mye billigere å rehabilitere enn å bygge nytt

Utfordringer:

- Bevilgningstakt
- Kompetanse (internt) Nesten ingen kan dette tilfredsstillende!
- Kapasitet og kompetanse hos entreprenører

Noe av løsningen?:

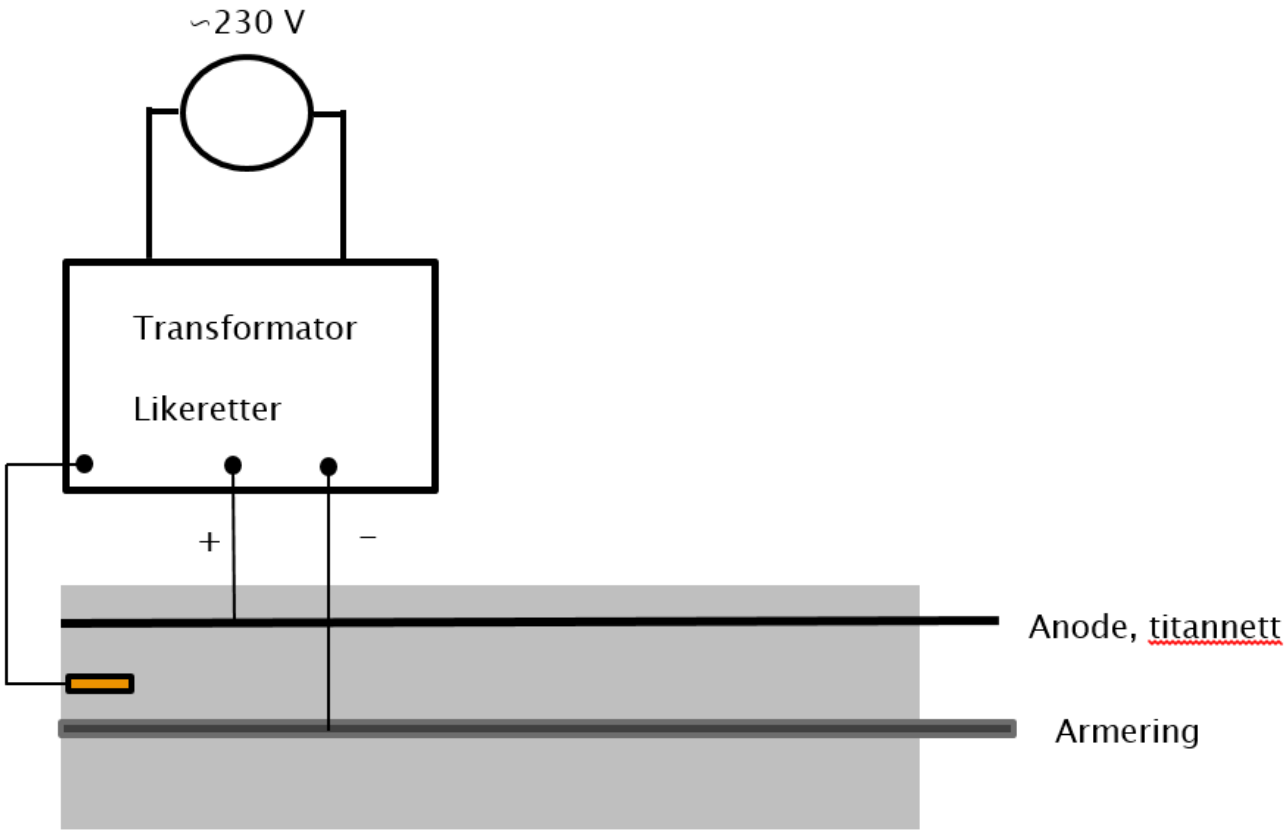
- Forberede det som kommer (tilstand, omfang, planer)
- Må kunne planlegge og beskrive selv (intern know-how)
- Bruke nettverk

Statens vegvesen

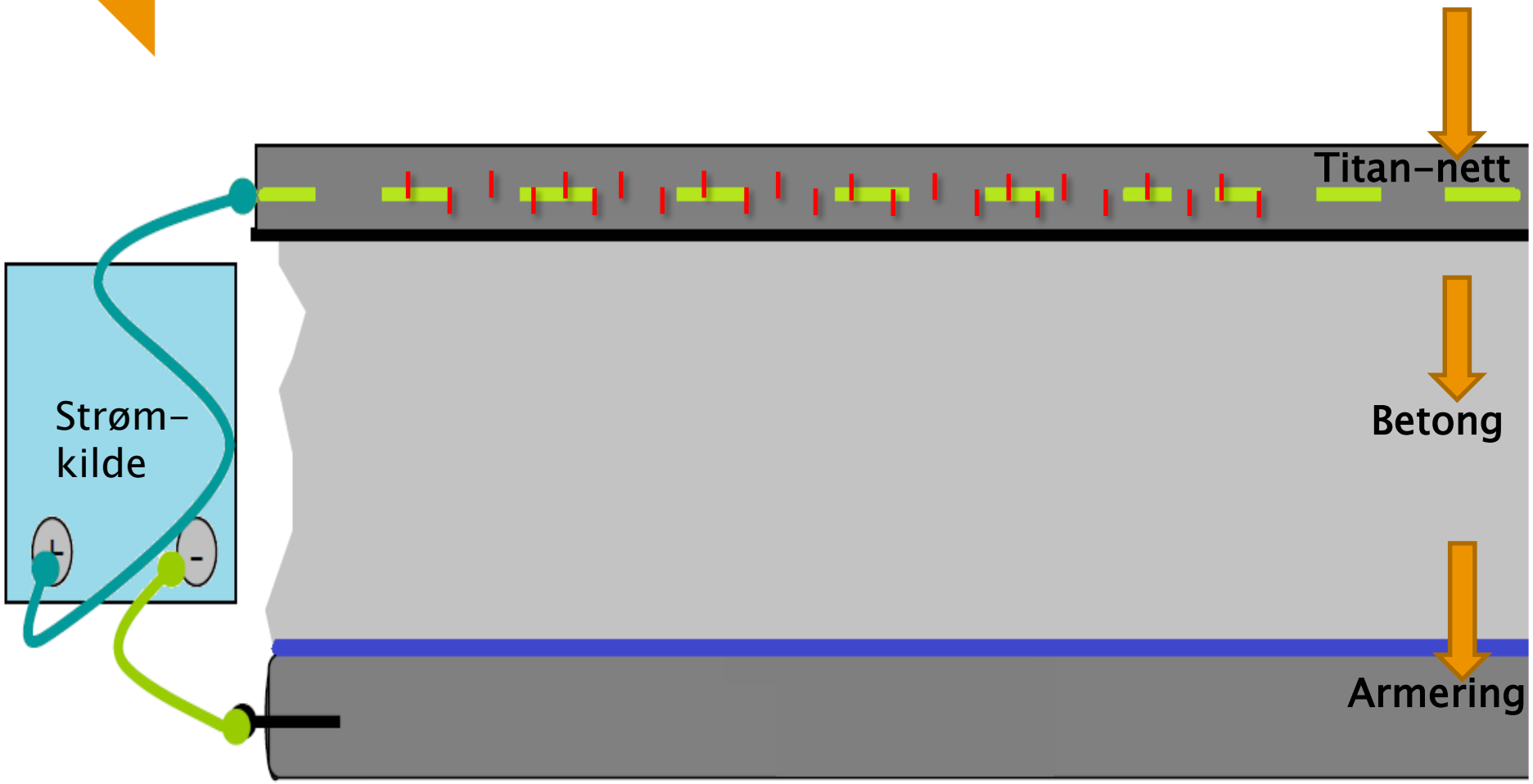
Breisundet and Storvalen. 240 m long box girder bridges

Statens vegvesen

Prinsippskisse katodisk beskyttelse



Statens vegvesen



Elektrodereaksjoner

Katodereaksjoner (på armeringen)

$O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

Reduksjon av oksygen

$4H_2O + 4e^- = H_2 + 4OH^-$

Vannspalting ved elektrolyse

NB!! Hydrogensprøhet

- Min. potensial for vanlig stål: -1100 mV
- Min. potensial for spennstål: -900 mV

Anodereaksjoner (på elektroden)

$4OH^- = O_2 + 2H_2O + 4e^-$

Produksjon av oksygen

$H_2O = O_2 + 4H^+ + 4e^-$

Vannspalting ved elektrolyse

$Me = Mez^+ + ze^-$

Oppløsning av anodemetall

What do we do – When installing CP?

Statens vegvesen

Chisel away damaged concrete by water jetting

Statens vegvesen

Results after water jetting

Results after water jetting (2)

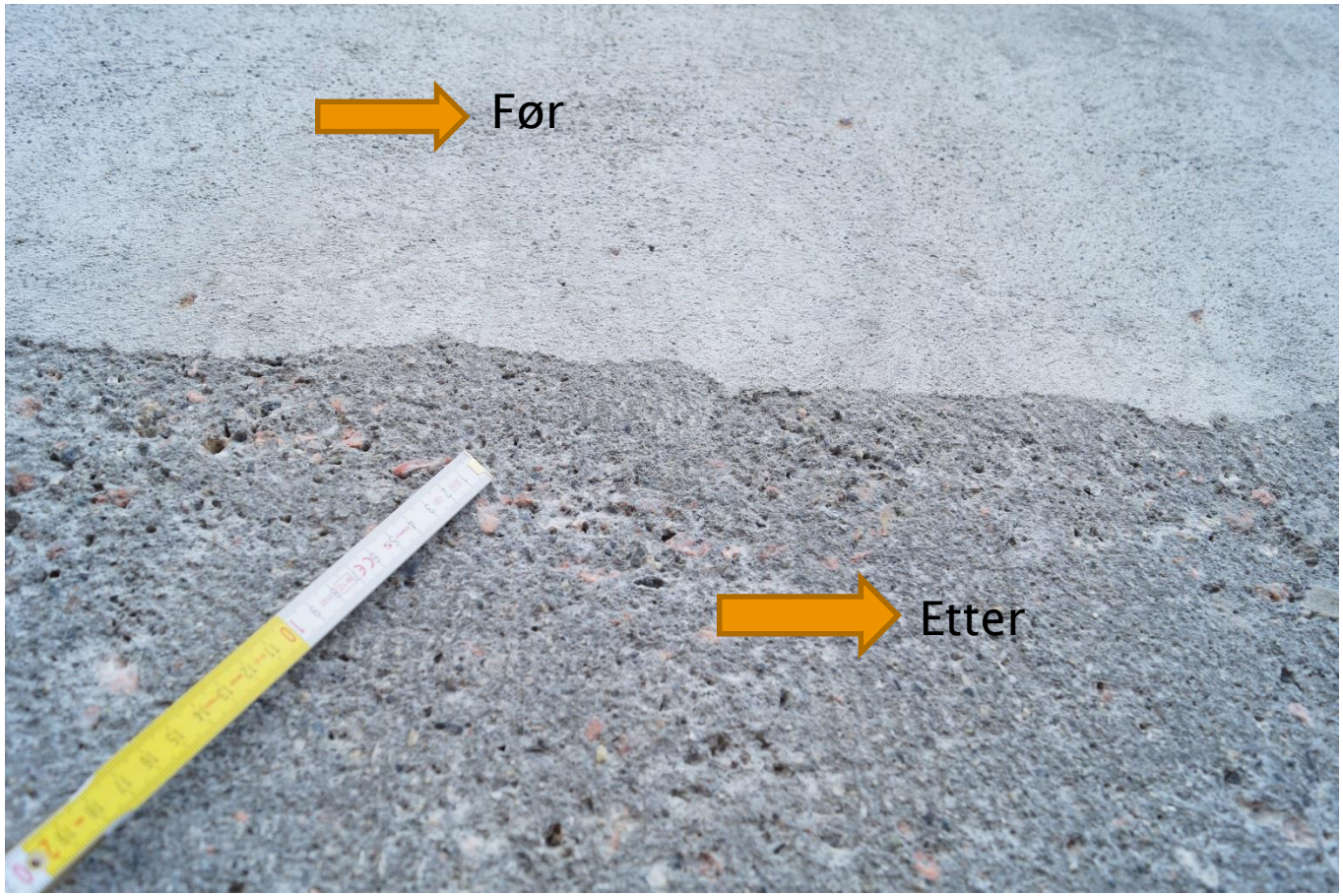
Statens vegvesen

Statens vegvesen

Replace damaged reinforcement

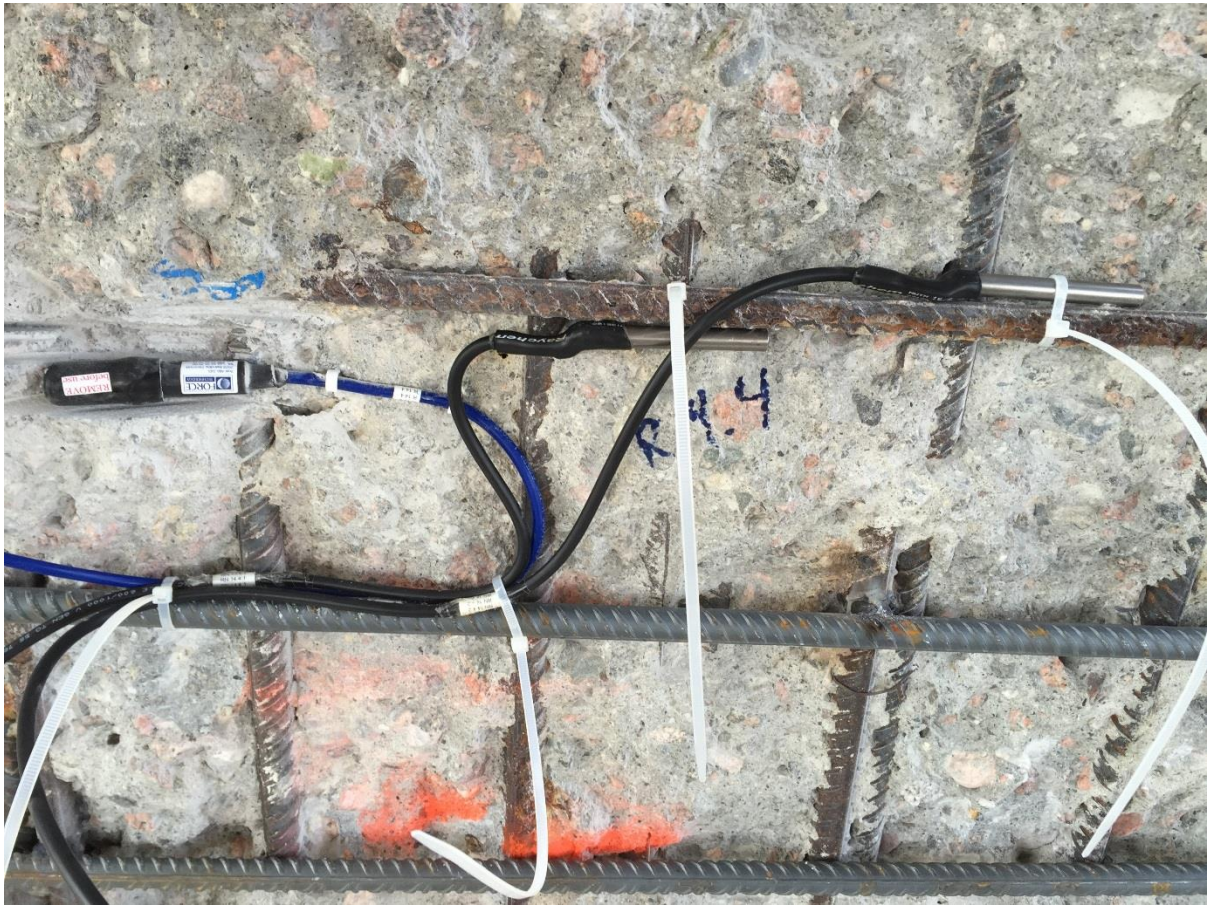
Statens vegvesen

Rubbing of concrete surface by water jetting



Statens vegvesen

Install CP and instrumentation



Statens vegvesen

Shot-creeting (spraying) all surfaces by CP mortar.

Titanium mesh completely sheated by CP-mortar

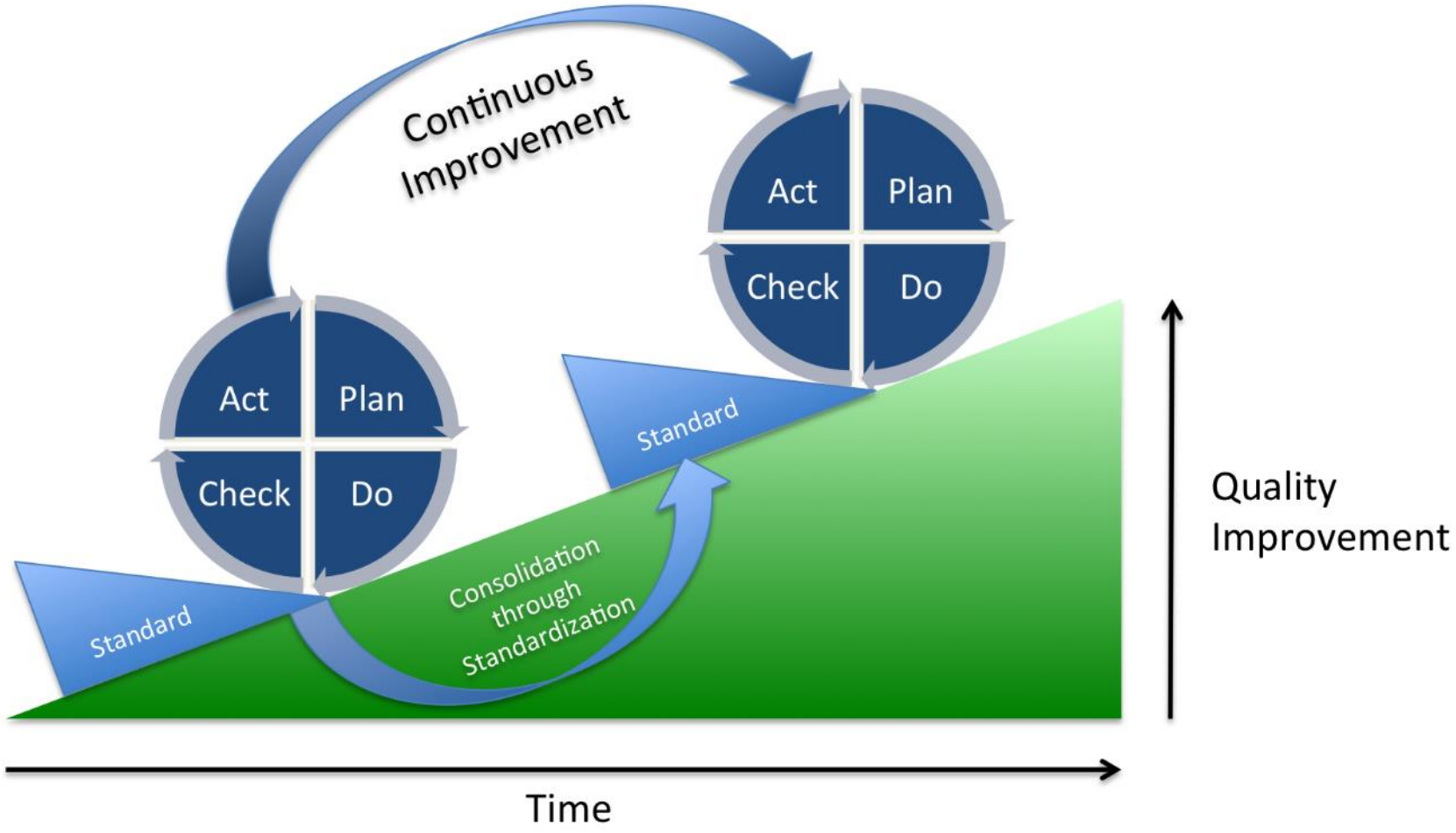
Statens vegvesen

What we are trying to improve

- Plan Do Check Act (PDCA)
- Is an iterative four-step management method used for the control and continual improvement of processes and products
- Continous improvements
- (LEAN)

Statens vegvesen

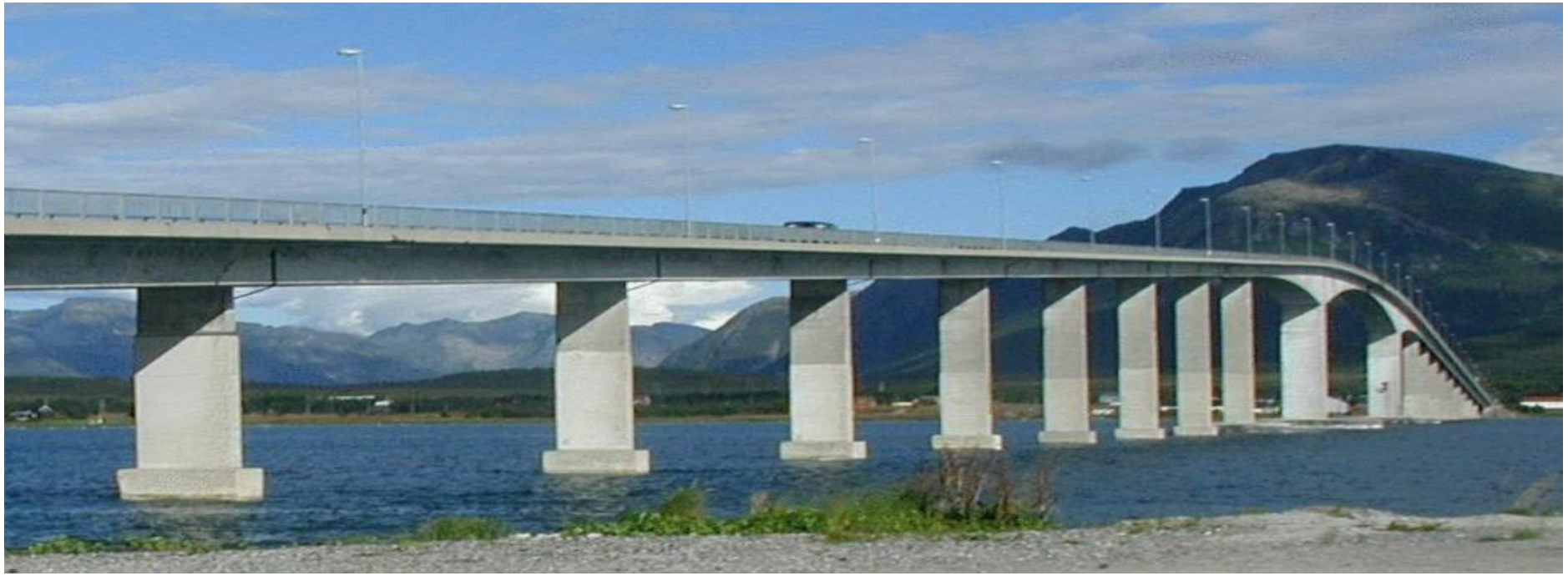
Continuous improvement



Statens vegvesen

So, what did we do so far?

Sortlandsbrua, 25 year old CP system



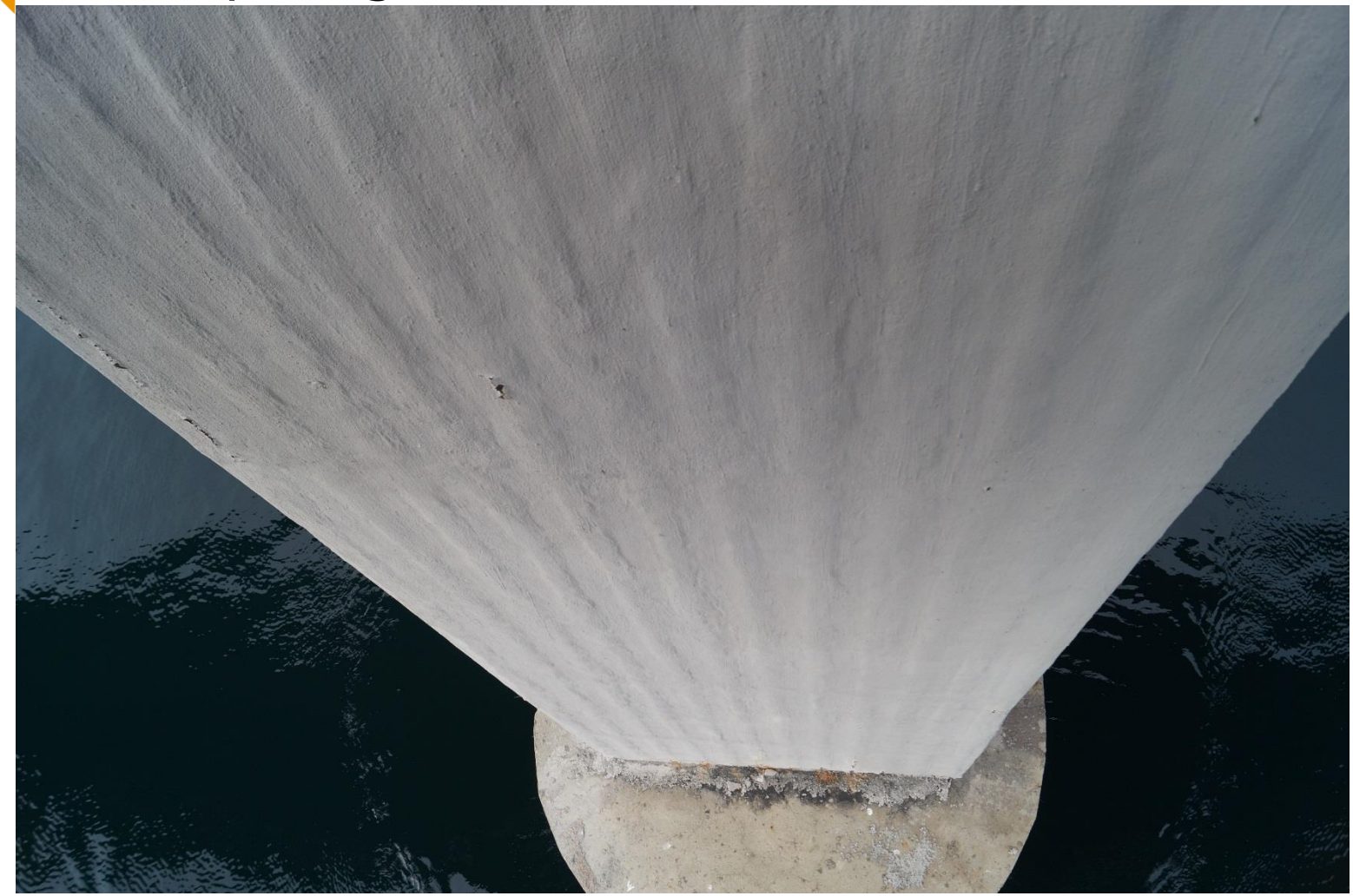
We have checked all CP data. Current and voltage values are fine.
Detailed condition survey planned summer 2018.

Statens vegvesen

Sørstraumen bridge, CP installed in 2004–2005

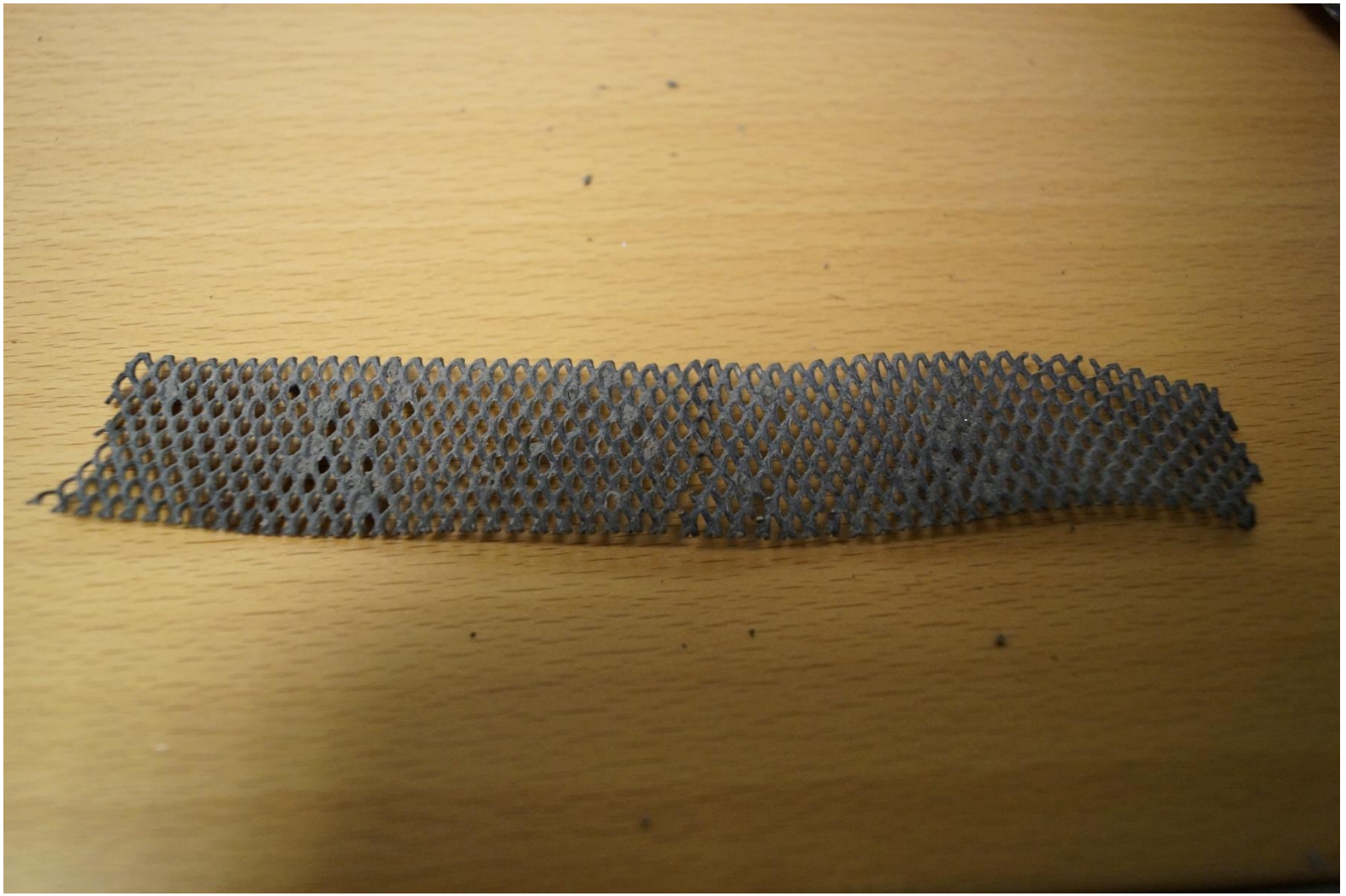
Statens vegvesen

Titanium strip anodes installed with about 30 cm spacing between



Titanium strip anode, 24 mm wide

Statens vegvesen



Statens vegvesen

Sørstraumen bru. Delamineringer.

- Hovedinspeksjoner viste delamineringer i 2007.
- Veivesenet (region nord) kartla delamineringene i 2007, 2013 og i 2016. Viste at delamineringene vokste i lokale områder.
- Hensikten med 2016 inspeksjonen var å avsløre rotårsak til delamineringene.
- MERK: Kontrakten var basert på funksjonskrav.
- ADVARSEL: Lot tilbyderne konkurrere om utforming i tillegg til utførelsen

KB Sørstraumen. Konklusjoner

- Hoveddelen av KB-anlegget er OK. Tilfredsstillende polarisasjon.
- To feiltyper ble avdekket
- 1. Delamineringer mellom bru-betong og tørrmørtel.
- 2. Delamineringer og oppsprekking pga av forsuring rundt båndanoder.

Statens vegvesen

Delamination between sprayed mortar and bridge concrete. Sandblasting was allowed ☹

Acidification around anode

Statens vegvesen

Cover depth of anode measured to only 3mm.

Statens vegvesen

Statens vegvesen

Vassås bru

CP installed in 2006-2007. Sandblasting, CP mortar, titanium mesh anodes.

Vassås bridge, delaminations

Statens vegvesen

Detailed inspection will done in summer 2017

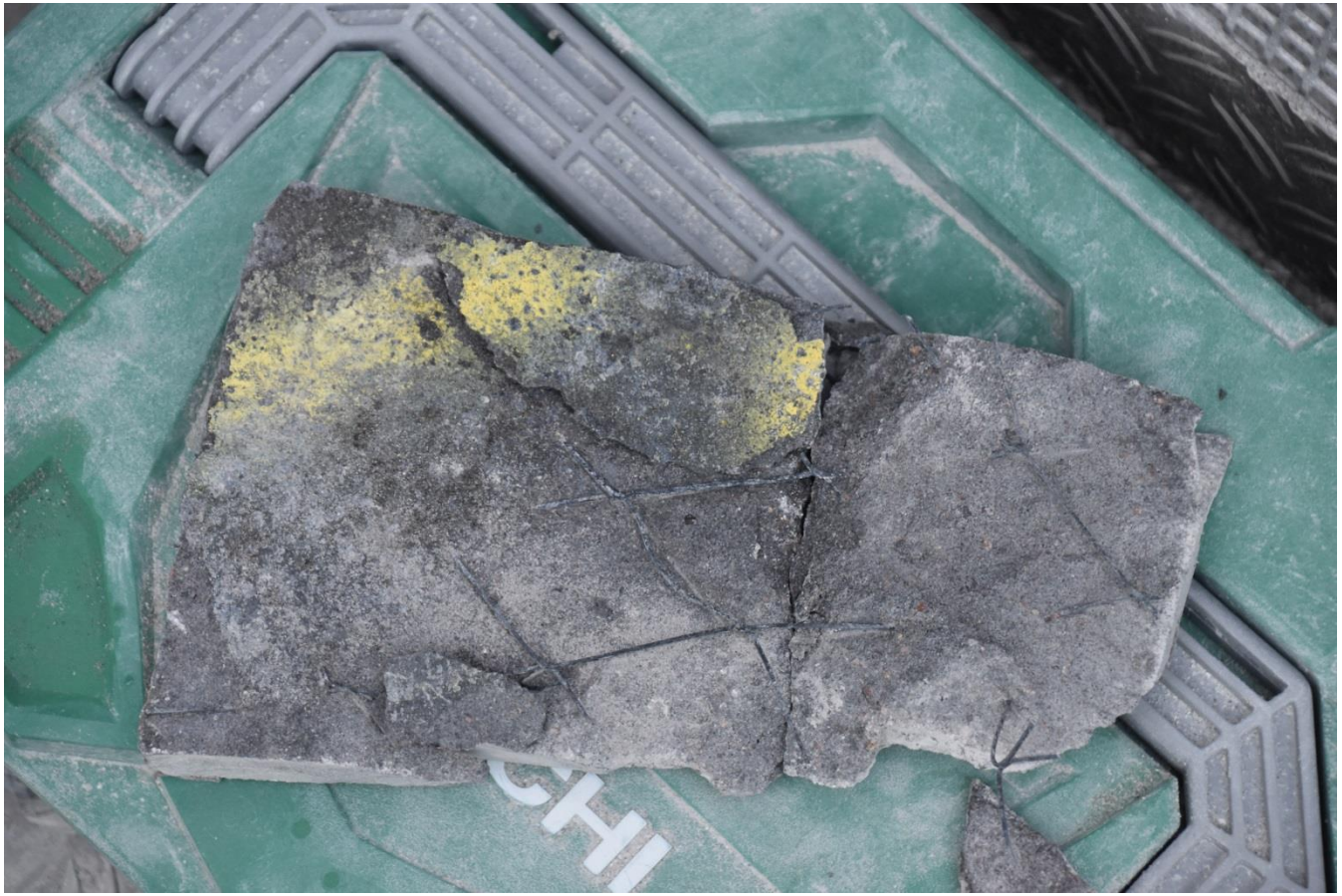
Statens vegvesen

Delaminering lokalisert mellom bru-betong og sprøytemørtel. Et typisk heftproblem.

Dårlig resultat etter sandblåsing. Gammel merking er til og med synlig

Statens vegvesen

Bakside av opphugging. Anode-nettet var aldri tilstrekkelig innsprøytet



Sommarøy bru

Statens vegvesen

Sommarøy bru

Statens vegvesen

Herdla bru, Bergen

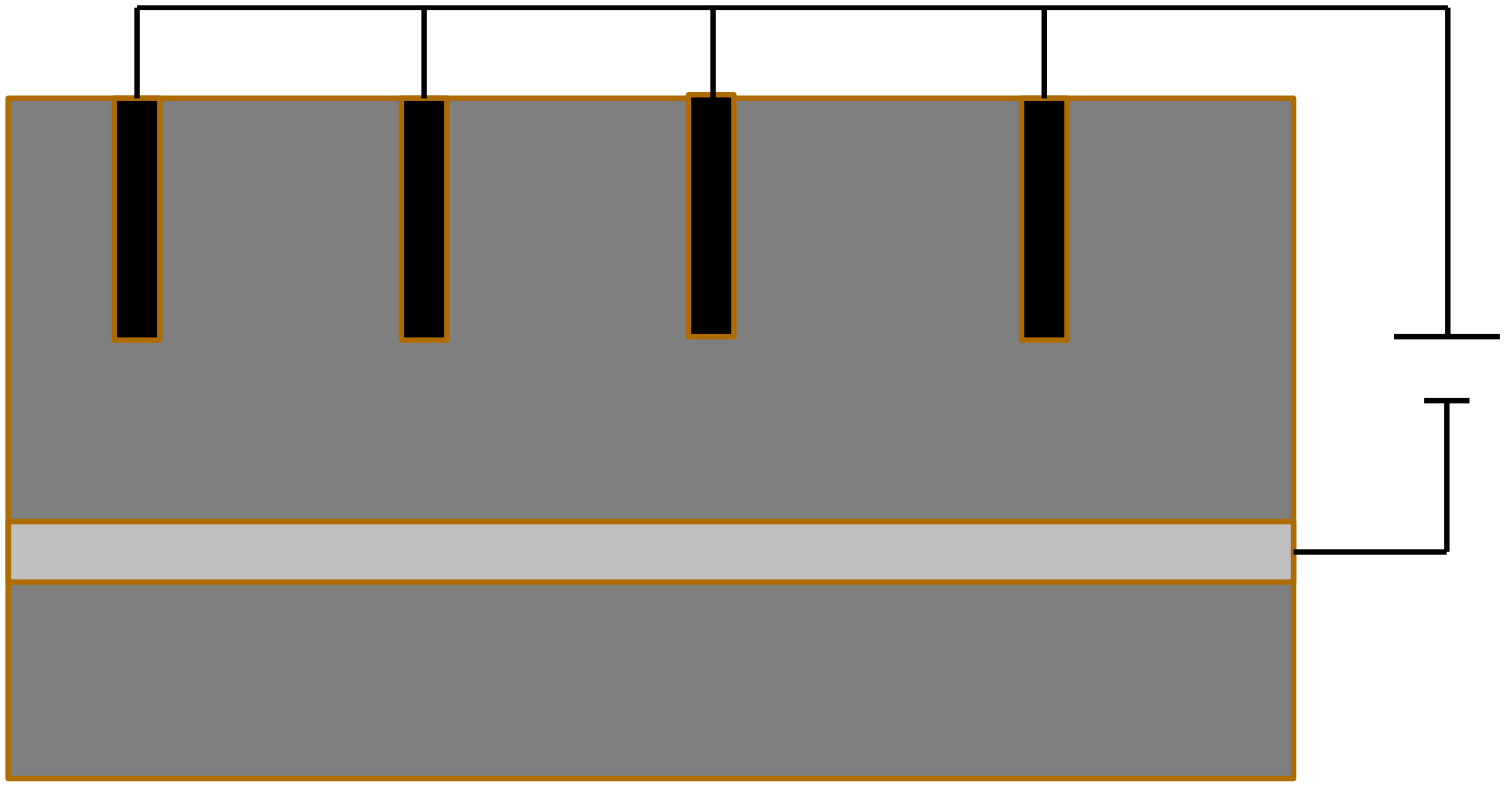
Statens vegvesen

Tofterøy bru, Bergen

Statens vegvesen

Stavanoder

Statens vegvesen



Stavanoder installert i overside brudekke

Statens vegvesen

Statens vegvesen

Kabeltilførsel og tilkoblinger, stavanoder i brudekke

Støtmtilførsel stavanoder, innstøpningsmasse

Statens vegvesen

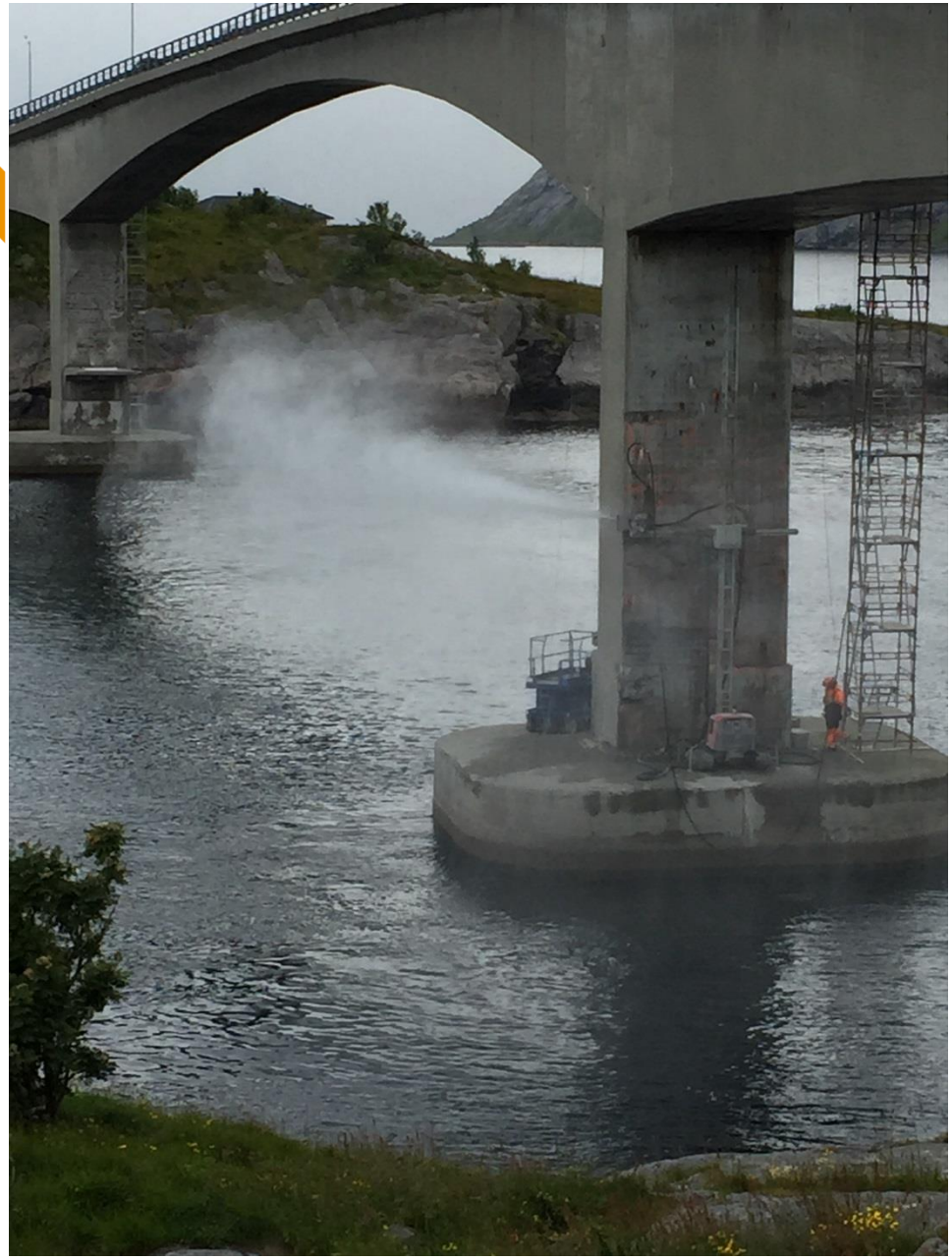
Defekt innstøpningsmasse, stavanode

Statens vegvesen

Statens vegvesen

Tilbake til Storvalen and Breisund bridge

- Ekstra tid og ressurser ble brukt til kvalitetskontroller mht delamineringer – og kortslutninger.
- Entreprenøren er kjent for å være dyktig mht betongsprøyting, men likevell ble det avdekket 5-6 delamineringer. Én var stor, over 3 m høy.
- Det ble også avslørt kortslutninger som ble reparert.
- Økt kontrollvirksomhet har gitt bedre kvalitet – og tydelige signaler i markedet om at SVV følger opp nøye. Reine bruene er i dag det beste KB-anlegget vi har i region nord.



Statens vegvesen

Tradisjonelle metoder.

Utfordringer med:

Støv
Støy
Nedfall

Støvutvikling, sprøyting av mørtel

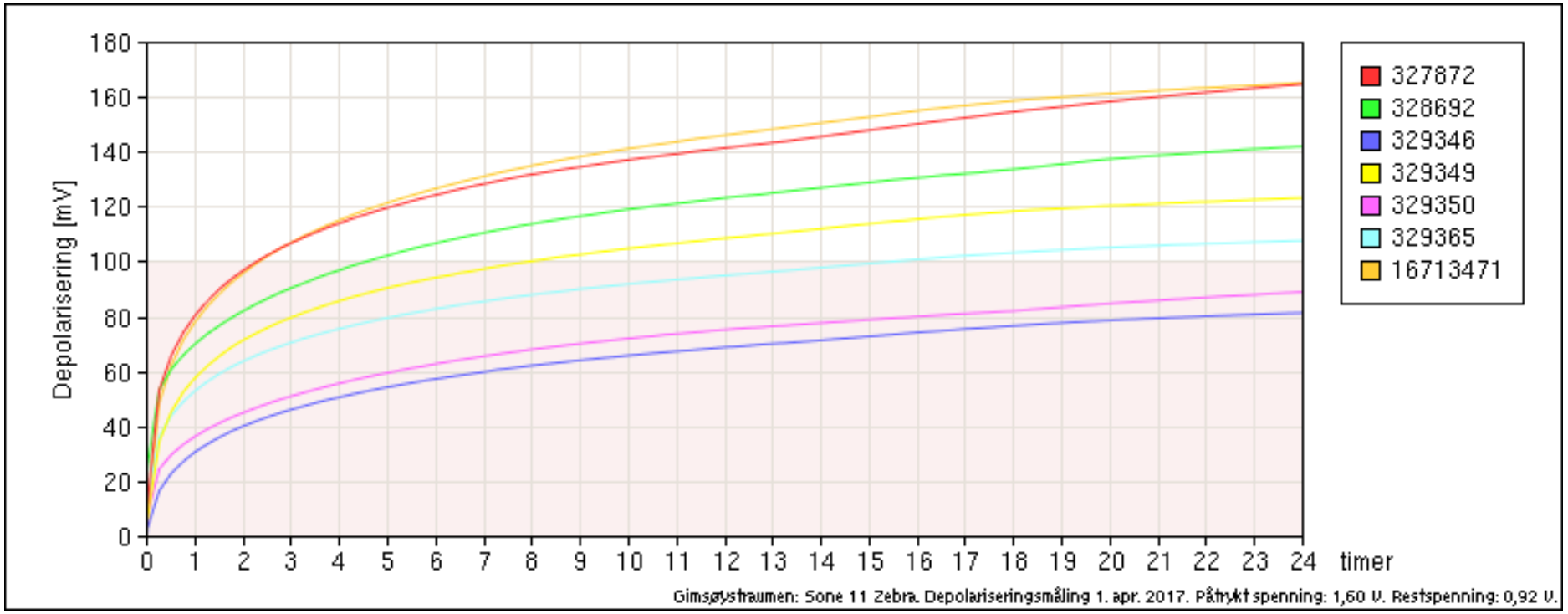
Statens vegvesen

Statens vegvesen

Conductive paint systems. Gimsøystraumen, CP, FoU-field. Underside of box girder, 15 m long

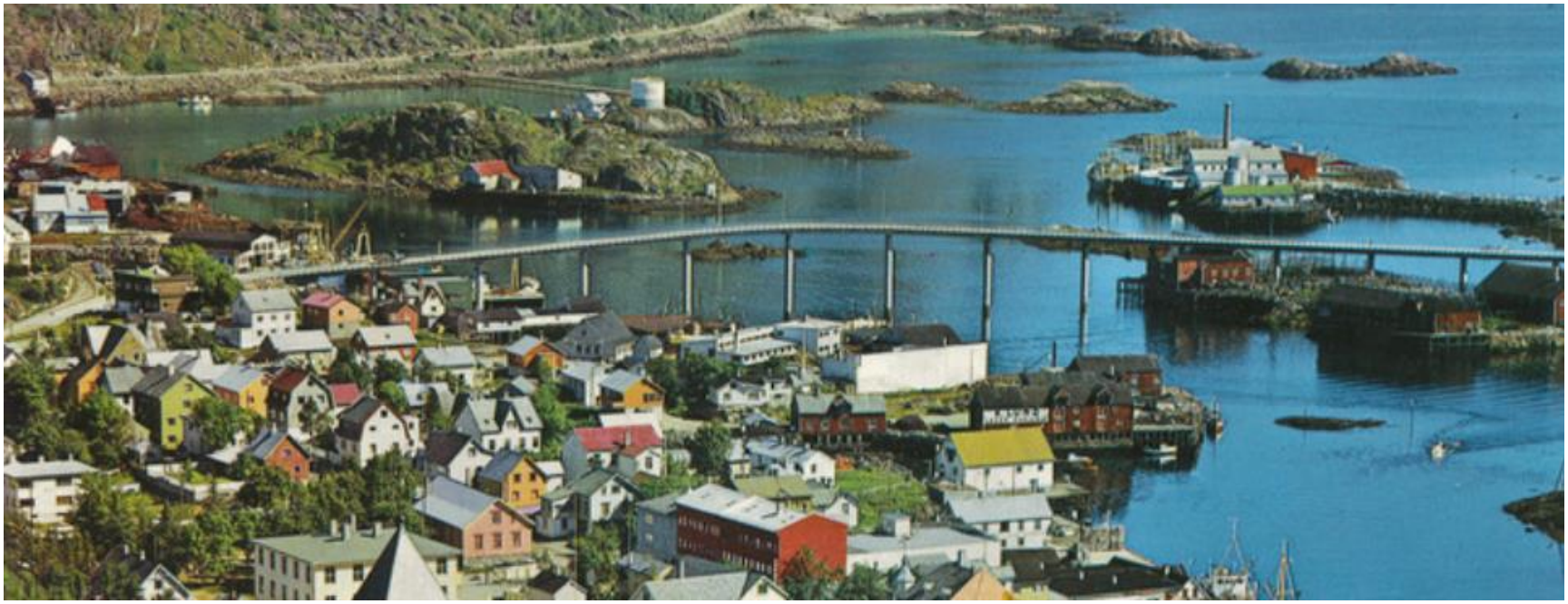
Statens vegvesen

Gimsøystraumen
FoU, KB, ledende maling



Statens vegvesen

Svinøy bridge



Municipal bridge in Svolvær. Was just protected by CP conductive paint. Work on test field have started.

Public road administration, region nord attend as observers

Statens vegvesen

Tjeldsund bridge (suspension bridge).

Statens vegvesen

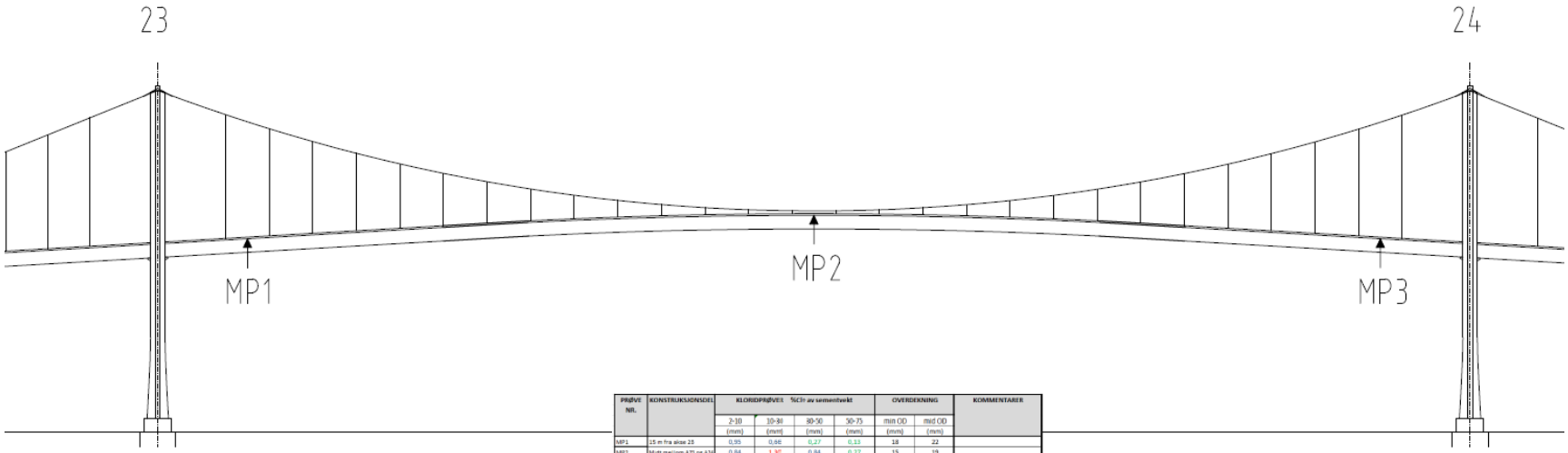
Other challenges. CP on suspension bridges

Concrete plate i main- and side-span. Trussess prevent water jetting and mortar spraying.

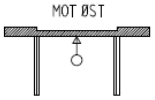
Statens vegvesen

Statens vegvesen

Dust for chloride samples were collected. Analysis showed close to 1% Cl (by cement weight).



PRØVE NR.	KONSTRUKSJONSDEL	KLORIDPRØVE %Cl- av sementvekt				OVERDEKNING		KOMMENTARER
		2-10 (mm)	10-30 (mm)	30-50 (mm)	50-75 (mm)	min OD (mm)	mid OD (mm)	
MP1	15 m fra akse 23	0,95	0,66	0,27	0,13	18	22	
MP2	Midt mellom A23 og A24	0,84	1,30	0,84	0,27	15	19	
MP3	15 m før akse 24	0,77	0,49	0,19	0,15	20	30	



Statens vegvesen

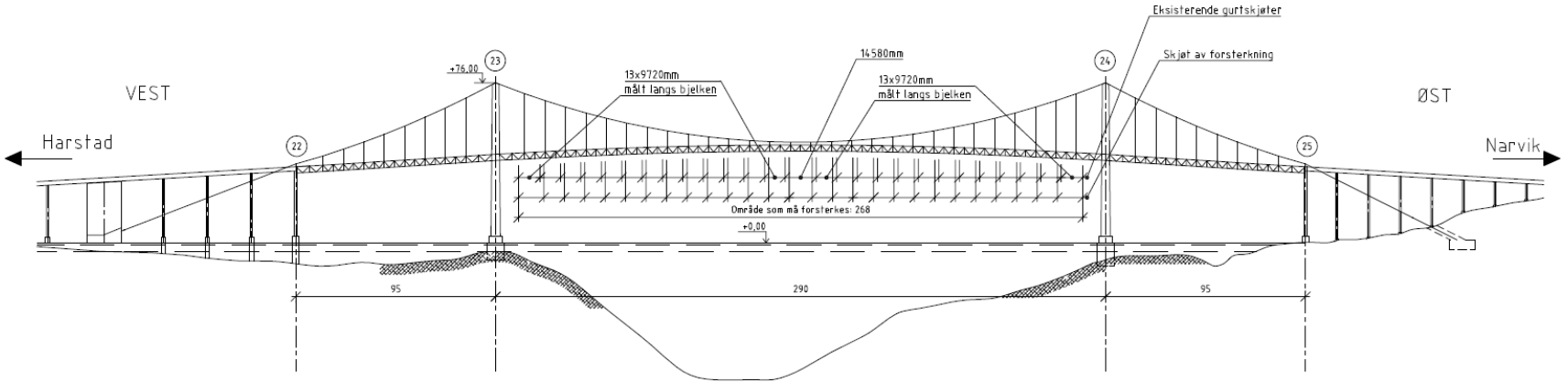
Corrosion on steel bolts, dowel from top chord

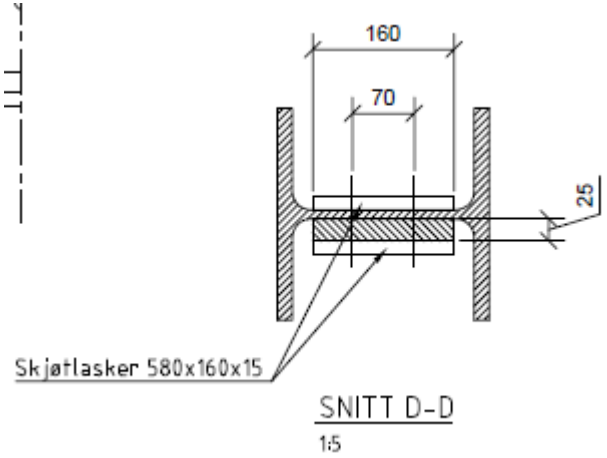
Statens vegvesen

Another example

Statens vegvesen

Oppgradering til Bk10-60, samt vindforsterkning





Måløy bridge

Ligger an til å bli Norges største KB-prosjekt.
Estimert overflate er 18.600 m^2 + opsjon på ca 5 tusen m^2
Tilbudsfrist er 18.jan 2018.

Måløybrua, viadukt fastlandsiden

Statens vegvesen

Statens vegvesen

Måløybrua, hoved og sidespenn

Måløybrua, viadukt Måløysiden

Statens vegvesen

Måløybrua, elektrisk ledende maling?

Statens vegvesen

Måløybrua, FoU-felt, resistivitet sprøytemørtel?

Statens vegvesen

norsk betongforening

Nytt fra Narvikmiljøet

Narvik, 15. mars 2018

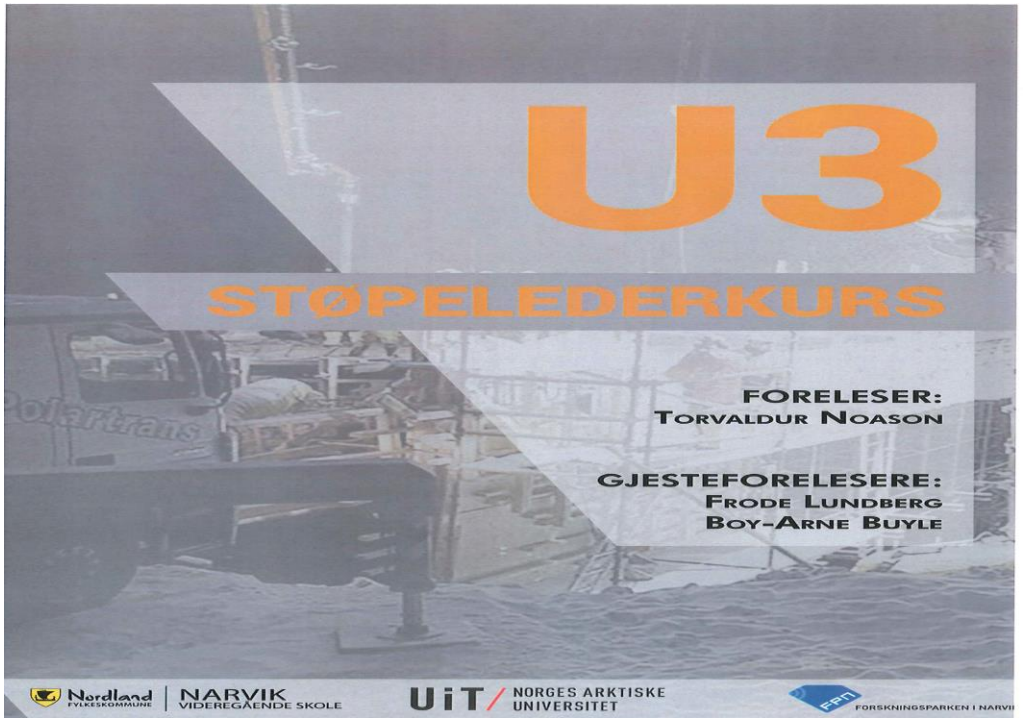
Geir Frantzen/ Boy A Buyle

UiT / NORGES ARKTISKE UNIVERSITET

FPN FORSKNINGSPARKEN I NARVIK

Status kompetanse EVU Student og elev sammen?

- Levert U3 (Støpelederkurs) kurs i uke 2
- Universiteter og høyskoler kan nå søke BOR om å få gjennomføre BOR-kurs, og «førstemann» ut var UIT- Narvik, i samarbeid med Narvik videregående skole



FORSKNINGSPARKEN I NARVIK

Status FoU

- Jobbe for å finne gode løsninger for byggherrer vhj.a væskebårent varmesystem
- Forske på konsekvenser av å støpe inn slanger i betong
- Finne løsninger for å kunne varme betong, kjøle betong eller kontrollere herdeutviklingen i betong

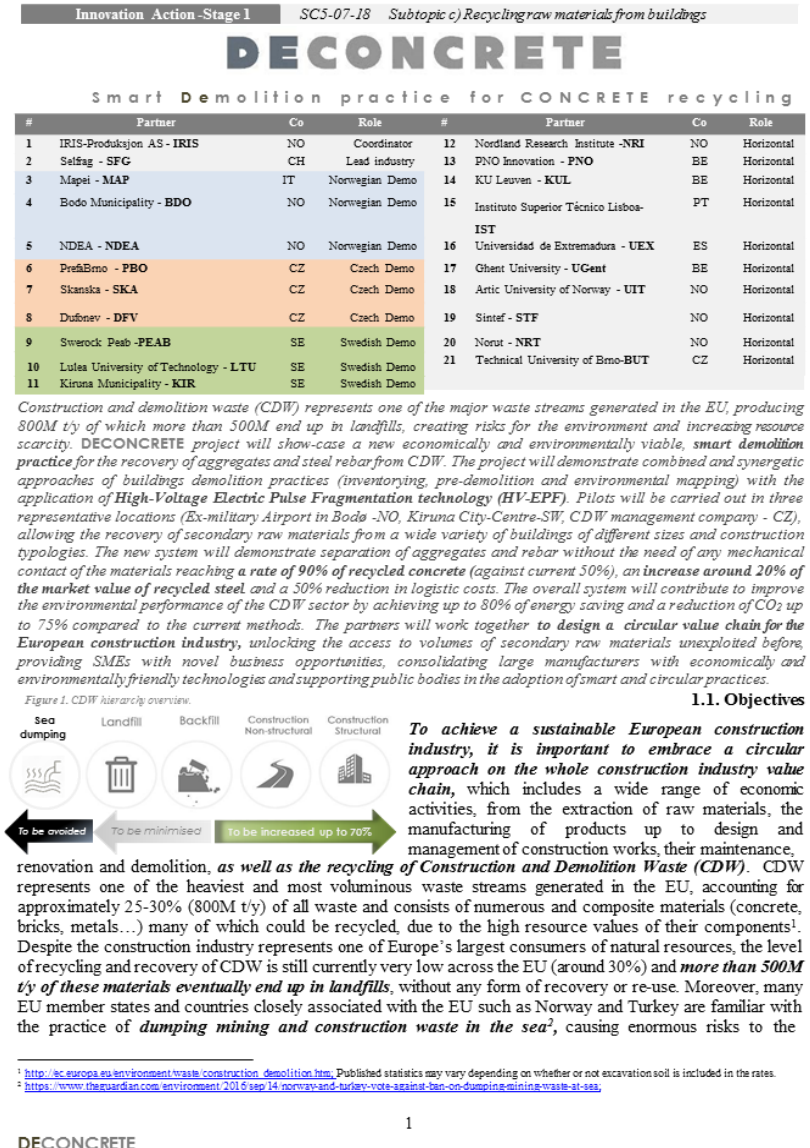
Fokus på kvalitet og kompetanse i utførelse

- Kontrollskjema gjenspeiler ikke virkeligheten
- Manglende eierskap til konstruksjon og hoved entreprenør
- Alle ansatte må bry seg og ville levere kvalitet

- På labben brukes mye tid på å forklare «gutta» grunnleggende kvalitetsprinsipper.
- Kampen mellom Pris, Framdrift og Kvalitet taper kvalitet når det røyner på.

Levert skisse DECONCRETE

- Resirkulering av betong
- Internasjonalt konsortie
- Utlysning på 130 mill med søknadsfrist september
- Basert på EU direktiv skal 70 % av all betong som rives gjenbrukes (Deponi ikke gyldig som gjenbruk)
- Ny By Ny Flyplass i Bodø som mulig case i Norge og byflytting av Kiruna i Sverige



Innovation Action -Stage 1 SC5-07-18 Subtopic c) Recycling raw materials from buildings

DECONCRETE

Smart Demolition practice for CONCRETE recycling

#	Partner	Co	Role	#	Partner	Co	Role
1	IRIS-Produksjon AS - **IRIS**	NO	Coordinator	12	Nordland Research Institute -**NRI**	NO	Horizontal
2	Selfag - **SFG**	CH	Lead industry	13	PNO Innovation - **PNO**	BE	Horizontal
3	Mapei - **MAP**	IT	Norwegian Demo	14	KU Leuven - **KUL**	BE	Horizontal
4	Bodo Municipality - **BDO**	NO	Norwegian Demo	15	Instituto Superior Técnico Lisboa-IST	PT	Horizontal
5	NDEA - **NDEA**	NO	Norwegian Demo	16	Universidad de Extremadura - **UEX**	ES	Horizontal
6	PrefaBrno - **PBO**	CZ	Czech Demo	17	Ghent University - **UGent**	BE	Horizontal
7	Skanska - **SKA**	CZ	Czech Demo	18	Artic University of Norway - **UIT**	NO	Horizontal
8	Dufonev - **DFV**	CZ	Czech Demo	19	Sintef - **STF**	NO	Horizontal
9	Swerock Peab -**PEAB**	SE	Swedish Demo	20	Norut - **NRT**	NO	Horizontal
10	Lulea University of Technology - **LTU**	SE	Swedish Demo	21	Technical University of Brno-**BUT**	CZ	Horizontal
11	Kiruna Municipality - **KIR**	SE	Swedish Demo				

Construction and demolition waste (CDW) represents one of the major waste streams generated in the EU, producing 800M t/y of which more than 500M end up in landfills, creating risks for the environment and increasing resource scarcity. **DECONCRETE** *project will show-case a new economically and environmentally viable,* ***smart demolition practice*** *for the recovery of aggregates and steel rebar from CDW. The project will demonstrate combined and synergetic approaches of buildings demolition practices (inventorying, pre-demolition and environmental mapping) with the application of* ***High-Voltage Electric Pulse Fragmentation technology (HV-EPF)****. Pilots will be carried out in three representative locations (Ex-military Airport in Bodø -NO, Kiruna City-Centre-SW, CDW management company - CZ), allowing the recovery of secondary raw materials from a wide variety of buildings of different sizes and construction typologies. The new system will demonstrate separation of aggregates and rebar without the need of any mechanical contact of the materials reaching* ***a rate of 90% of recycled concrete*** *(against current 50%), an* ***increase around 20% of the market value of recycled steel*** *and a 50% reduction in logistic costs. The overall system will contribute to improve the environmental performance of the CDW sector by achieving up to 80% of energy saving and a reduction of CO_2 up to 75% compared to the current methods. The partners will work together* ***to design a circular value chain for the European construction industry,*** *unlocking the access to volumes of secondary raw materials unexploited before, providing SMEs with novel business opportunities, consolidating large manufacturers with economically and environmentally friendly technologies and supporting public bodies in the adoption of smart and circular practices.*

Figure 1. CDW hierarchy overview.

1.1. Objectives

To achieve a sustainable European construction industry, it is important to embrace a circular approach on the whole construction industry value chain, which includes a wide range of economic activities, from the extraction of raw materials, the manufacturing of products up to design and management of construction works, their maintenance, renovation and demolition, ***as well as the recycling of Construction and Demolition Waste (CDW)***. CDW represents one of the heaviest and most voluminous waste streams generated in the EU, accounting for approximately 25-30% (800M t/y) of all waste and consists of numerous and composite materials (concrete, bricks, metals…) many of which could be recycled, due to the high resource values of their components[1]. Despite the construction industry represents one of Europe's largest consumers of natural resources, the level of recycling and recovery of CDW is still currently very low across the EU (around 30%) and ***more than 500M t/y of these materials eventually end up in landfills***, without any form of recovery or re-use. Moreover, many EU member states and countries closely associated with the EU such as Norway and Turkey are familiar with the practice of ***dumping mining and construction waste in the sea[2]***, causing enormous risks to the

[1] http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm; Published statistics may vary depending on whether or not excavation soil is included in the rates.
[2] https://www.theguardian.com/environment/2016/sep/14/norway-and-turkey-vote-against-ban-on-dumping-mining-waste-at-sea;

Innvilget søknad «Kompetansesenter for bygg og anlegg i nordområdene»

- En av syv søknader i Norge som får innvilget midler midler fra NFR
- Kapasitetsløft
- Tildeles ca. 14 Mill kr
- En tenkbar satsing på 30-50 Mill kr
- Dette er en stor og viktig seier for BA klyngene i nord
- BBAK inn i Styringsgruppen

UiT / NORGES ARKTISKE UNIVERSITET

FPN FORSKNINGSPARKEN I NARVIK

Innvilget Interreg prosjekt ECOcrete

- I Norge skal NORUT Narvik arbeide videre med Betong i kaldt klima (Vinterstøp metoder).
- Den finske delen av prosjektet skal se nærmere på utvikling av bindemidler fra gruve/ prosessindustri (Ansvarlig Oulu Universitet)
- LTU i Sverige skal utvikle betongresepter for ekstreme temperaturer ned mot minus 25 gr.. Mer info hos Bård Arntsen på NORUT.

Interreg Nord
Europeiska regionala utvecklingsfonden
EUROPEISKA UNIONEN

Foredrag fra klyngen om betong i kaldt klima under ERMCO 2018, Oslo 7-8. juni

European Cluster Excellence

BRONZE

Cluster Management Excellence

esca European Secretariat for Cluster Analysis

cluster-excellence European Cluster Excellence Initiative

European Cluster Excellence Initiative Bronze Label Certificate:

NOR045201609C160883

Betong og byggarbeider i arktisk klima

was benchmarked according to a benchmarking approach developed and performed by the "European Secretariat for Cluster Analysis" of VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (www.cluster-analysis.org). By participating in this benchmarking the cluster organization has expressed its interest in striving for cluster excellence and is awarded with the European Cluster Management Excellence label in BRONZE. The benchmarking took place on September 19th, 2016. The certificate expires on September 19th, 2018.

Thomas Lämmer-Gamp, Director
European Secretariat for Cluster Analysis, Berlin

Helmut Kergel, Director
European Secretariat for Cluster Analysis, Berlin

FPN FORSKNINGSPARKEN I NARVIK