



Statens vegvesen

Modellorientert byggherrestyring av E39 Fjordkryssing Bjørnafjorden

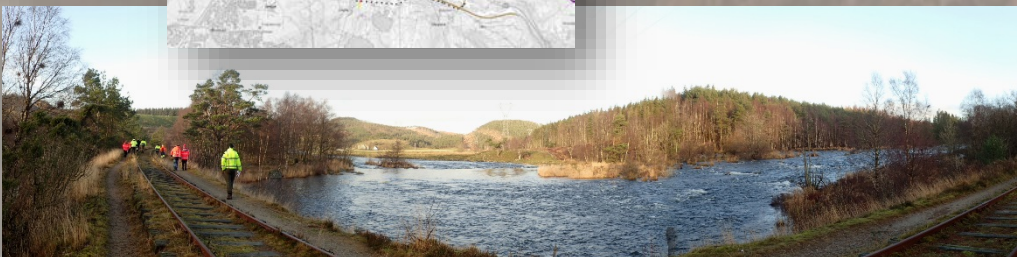
## Bjørnafjorden Open Live Center – et risikoreduserende tiltak





# Elin Dalen-Rasmussen

- Bransjekontakt - Rådgiver digitale modeller – Teknologi og utvikling Utbygging
- Prosjektleder BOLC
- Bakgrunn:
  - Geomatikk
  - Prosjektering
  - Prosjekteringsledelse
  - Plan-/prosessledelse
  - Koordinatorskolen
  - VDC
  - Digitalisering





# E39 Stord – Os, fjordkryssing Bjørnafjorden

- Byggetid 6 år
  - Anslått kostnad 16 mrd.kr inkludert mva, usikkerhet og byggherrekostnad.
  - Omsetning om lag 2. 2mrd årlig.
  - Entrepriseform, trolig en slags totalentreprise
  - Oppstart 2024-2026? NTP og finansiering avgjør.
- 
- Entreprise E bru over Bjørnafjorden
    - Teknisk forprosjekt til reguleringsplan
- 
- Hovedmengder
    - 5.5 km lang
    - 110 000 tonn med stål
    - ca. 35 pongtonger
    - antall av komponenter?



## Et effektivt, miljøvennlig og trygt transportsystem



En enklere reisehverdag  
og økt konkurranseevne  
for næringslivet



Mer for pengene



Effektiv bruk av  
ny teknologi



Nullvisjon for drepte  
og hardt skadde i  
trafikken



Bidra til oppfylling av  
Norges klima- og  
miljømål

# STATENS VEGVESEN UTBYGGING



- **Et risikoreduserende tiltak**
  - Internasjonalt marked
  - Digital logistikk
  - Bedre beslutninger på riktig tidspunkt
- **BOLC = Dashbord – BIM for byggherre**
  - Støtteverktøy for byggherre sin styring av prosjektet (HMS, kostnad, tid, kvalitet)
- **Visning på forskjellige plattformer**
  - PC, smarttelefon, VR, AR, spillteknologi
- **Vilkår: Åpne standarder - dataflyt**
  - Gjenbruk i alle faser
  - Krav til datagrunnlaget/informasjon
    - V440
    - V770 – ny retningslinje
- **Dataeierskap!**
  - Sikrer livssyklus ved vedlikehold på digital tvilling
    - V441



- Rollebasert Dashbord *BOLC*– Styringsverktøy for byggherre:
  - Høste data fra Modellserveren – via dynamiske koblinger
  - Høste og publisere data fra aktuelle kilder som:
    - Visualiseringer
    - HMS-data
    - Mengder
    - Kostnader
    - Status/fremdrift
    - Saksflyt
    - Logistikk
    - Kompensasjon
    - Kollisjoner og byggbarhet
    - Overvåkningskamera
    - Sensorer som strekkoder
    - Osv.

## Modellorientert byggherrestyring





# SMARTERE INFORMASJONSDELING AV STATENS VEGVESENS KRAV

Machine Readable Norwegian Classification Manual  
for Bridge Registrations - V440

Winner of buildingSMART International  
Client Leadership Award 2020

*Statens vegvesen vant BuildingSMART Client Leadership-prisen ved å demonstrere verdien av åpne standarder og maskinlesbare arbeidsflyt. Deres maskinlesbare klassifiseringshåndbok for broregistreringer - V440 gir ikke bare effektivitetsforbedringer, men demonstrerte også proaktivt lederskap av en produkteier. Det ble fremhevet av juryen at dette har potensial til å utvides til andre infrastrukturdomener som kan omfatte vei og jernbane. Evnen for forsyningskjeden til å dra nytte av disse håndbøkene ga også ekte lederskap, og som sådan var de en verdig vinner av denne prestisjetunge prisen.*



# Så hvorfor V441-ontologi?

- **Gevinstrealisering**

- Vinneren av V440 – Areo – viste bruk av V441-ontologi (egen mock-up) for kobling mot sensorer
- Bygge videre på utviklersuksessene i V440-prosjektet
- Kostnadseffektivt med stor nytte/gevinst

- **BOLC som støtteverktøy for FDV i garantiperioden**

- Bruke V441 til å følge opp vedlikeholdsstrategien
- Klassifikasjonen legger til rette for enhetlig struktur på en tilstandsvurdering/skade, og kan brukes som statuskoder i programmering av (kontinuerlig) overvåking ved bruk av sensorer og droner m.m.

- **Mangler FDV-modul i Brutus i dag**

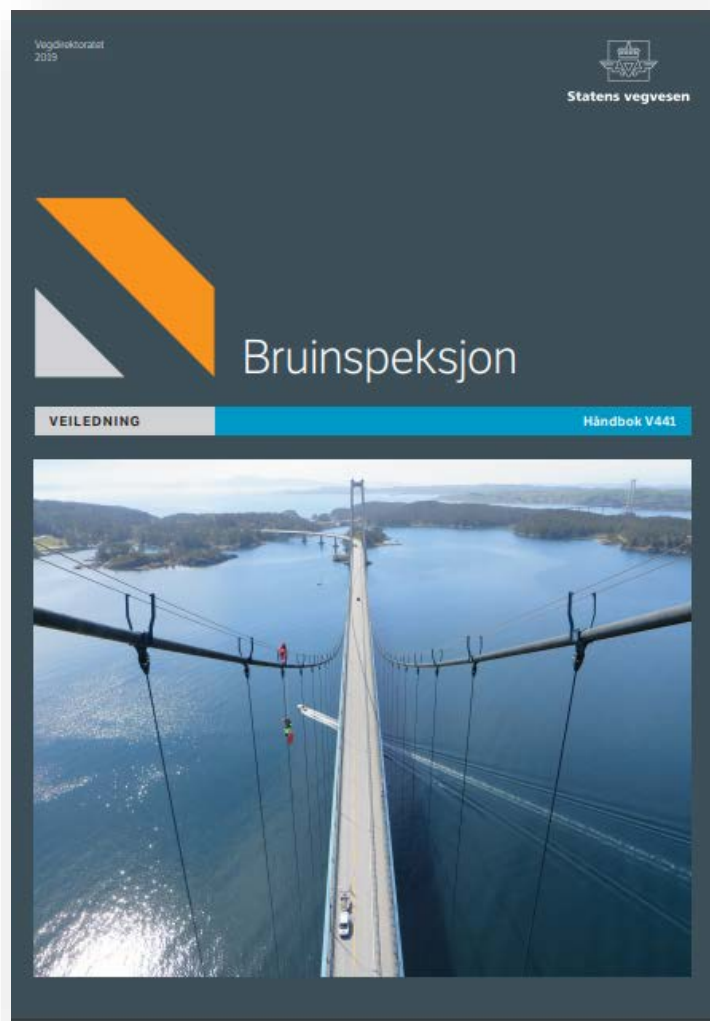
- Vi ønsker å bidra til at DoV utnytter potensialet i en digital tvilling, gjennom å rede grunnen for nye måter å drive vedlikehold på i forhold til dagens metoder, med statiske leveranser



# Kontraktsignering – utvikling av Bjørnafjorden Open LiveCenter



# HVORDAN NYTTE V441 OG DIGITAL BRUTVILLING TIL BEDRE VEDLIKEHOLDSPLANLEGGING?

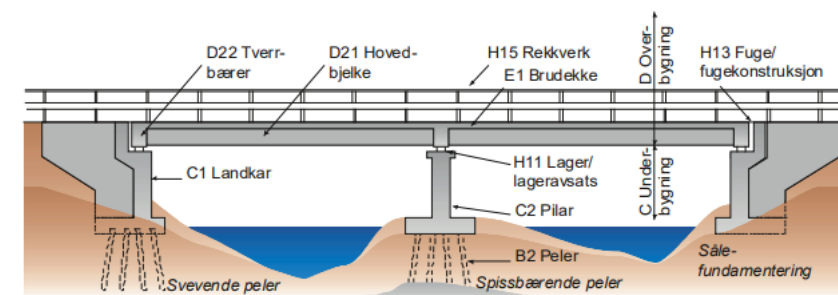


<b>3</b>	<b>Skadevurdering</b>	<b>21</b>
3.1	Lokalisering av skader	21
3.1.1	Akseinndeling	22
3.1.2	Tverrsnitt - bjelkenummerering	24
3.1.3	Utbretting	24
3.2	Skadebeskrivelse	26
3.3	Skadetyper	26
3.4	Skadegrad	28
3.5	Skadekonsekvens	28
3.5.1	Konsekvenstype	28
3.5.2	Konsekvensgrad	28
3.5.3	Skadekonsekvens for bæreevne	29
3.5.4	Skadekonsekvens for trafiksikkerhet	29
3.5.5	Skadekonsekvens for vedlikeholdskostnader	29
3.5.6	Skadekonsekvens for miljø/estetikk	29
3.6	Bedømmelse av skader	30
3.6.1	Primærskader - følgeskader	30
3.6.2	Skadeutvikling	
3.7	Skadeårsaker	

## 3.1 Lokalisering av skader

Bruer og andre konstruksjoner i vegnettet deles inn i brutyper som gjenspeiler overbygningens hovedbæresystem og utseende (platebru, bjelkebru osv.). Ei bru kan bestå av flere brutyper, f.eks. hengebru i hovedspennet og bjelkebru i sidespennene. Hver av brutypene deles inn i elementer, f.eks. landkar, pilarer osv. For nærmere beskrivelse se håndbok V440 Bruregistrering. Ved inspeksjoner blir skadebeskrivelsen knyttet direkte mot det enkelte element.

Inspektøren beskriver hvor en skade befinner seg på ei bru og hvor oppmålinger og materialundersøkelser er utført.



Figur 3-1 Elementinndeling for en typisk bjelkebru



# Bru over Bjørnafjorden FDV - Vedlikeholdsstrategi



Statens vegvesen

Table 4-1 Operation plan for elements and systems. Frequencies based on international best practice and SVV handbooks.

Inspection type	Description	Frequency	First time	Derived actions
Routine inspection (løpende inspeksjon)	Clearing (debris etc.) and cleaning	Daily	Before taking bridge in operation	
	Snow removal	As needed		
	Primary steel and coating	Yearly	Before taking bridge in operation	*)
	Roadway and footway/bicycle track. Incl. drainage and barriers/railings	Weekly	Before taking bridge in operation	*)
	Cable system	Weekly	Before taking bridge in operation	*)
	Overhead sign structures and signs	Monthly	Before taking bridge in operation	*)
	Mechanical installations	Weekly	Before taking bridge in operation	*)
	Service roads	Daily	Before taking bridge in operation	*)
	Critical electrical system incl. lighting	Daily	Before taking bridge in operation	*)
	Non-critical electrical system incl. lighting	Weekly	Before taking bridge in operation	*)
	Dehumidification system	Monitoring	Before taking bridge in operation	*)
	Access facilities incl. inspection and maintenance equipment	Weekly	Before taking bridge in operation	*)
	Structural Health Monitoring System (SHMS)	Test as appropriate	Before taking bridge in operation	*)
Hand-over inspection (Ferdigbefaring) Entire bridge	Visual inspection. Registration of defects and deficiencies	One time	Before handover of project	**)
Guarantee inspection (Iteklamsjonsinspeksjon) Entire bridge	Visual inspection related to remedy of defects and deficiencies	One time	Before end of agreed guarantee period	**)
General inspection (Enkel inspeksjon) Entire bridge	Visual inspection	Yearly	Within 1 year after handover	**)
Principal inspection (Hovedinspeksjon) Objects above water	Visual inspection	5-year interval	Within 5 year after handover	**)
Principal inspection (Hovedinspeksjon) Objects below water	Visual inspection using special methods and equipment [see the following text]	As needed	As needed	**)
Special inspection (Special inspeksjon) On selected bridge parts/components	Extended visual inspection, surveys and material tests	As needed according to outcome of SHMS and/or visual inspection	As needed according to outcome of SHMS and/or visual inspection	**)

\*)

- Instantly remedy of some of the observed defects

- description of needed inspection and maintenance actions

\*\*)

Preparation of inspection and maintenance action list

«As Needed»?

Table 4-2: Periodic maintenance/replacement of elements and systems with a service life less than 100 years. \*) Further detailing if the surface is exposed to de-icing salt spray.

Element/system	Service life	Maintenance	Replacement
Coating of primary steel structures, superstructure above water	50	After 25 and 40 years *)	50 years (total replacement)
Waterproofing of bridge deck (isolation)	40	None	40 years
Wearing course	40	As needed	40 years
Safety barriers and railings	50	As needed	50 years
Permanently installed access equipment	50-100	As needed	50-100 years
Drainage	50	As needed	50 years
Stay cables	>100 years	As needed	> 100 years (total replacement)
Dehumidification systems	30	As needed	30 years
Bearings	100	After 30 years (wear parts)	50 years (coating)
Systems: - Electrical - Mechanical	30	As needed	30 years
SHMS	10-20 (sensors: 10, infrastructure: 20)	As needed	10-20 years
Lifts	30	see LCC	30 years
Coating of primary steel structures, substructure above splash zone	40	After 30 years (spot repair)	40 years
Coating of primary steel structures, interior surfaces in permanent ballast tanks	15	-	15 years
Mooring lines (50m top chain, 124mm steel wire)	50	As needed	50 years
Mooring lines (other components)	100	As needed	100 years
Cathodic protection system	30-40	None	30-40 years

# Eksempel: Søyler og pontonger

- **Materialer på søyler og pontonger er utsatte områder:**
  - Overganger
  - Skjøter
  - Overflatebehandlinger

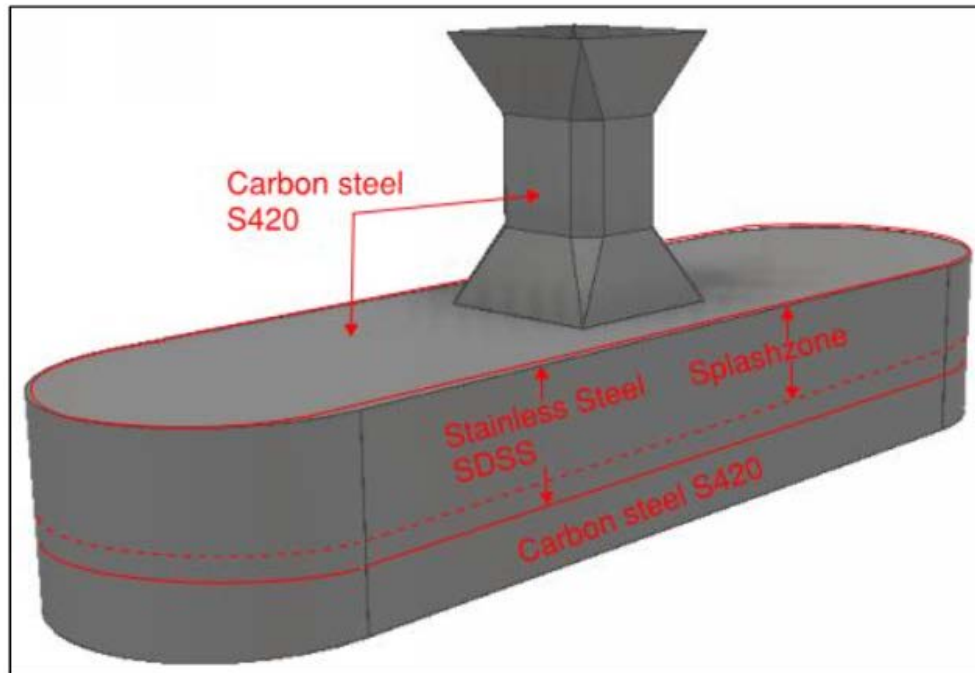


Figure 7-1 Pontoon and column

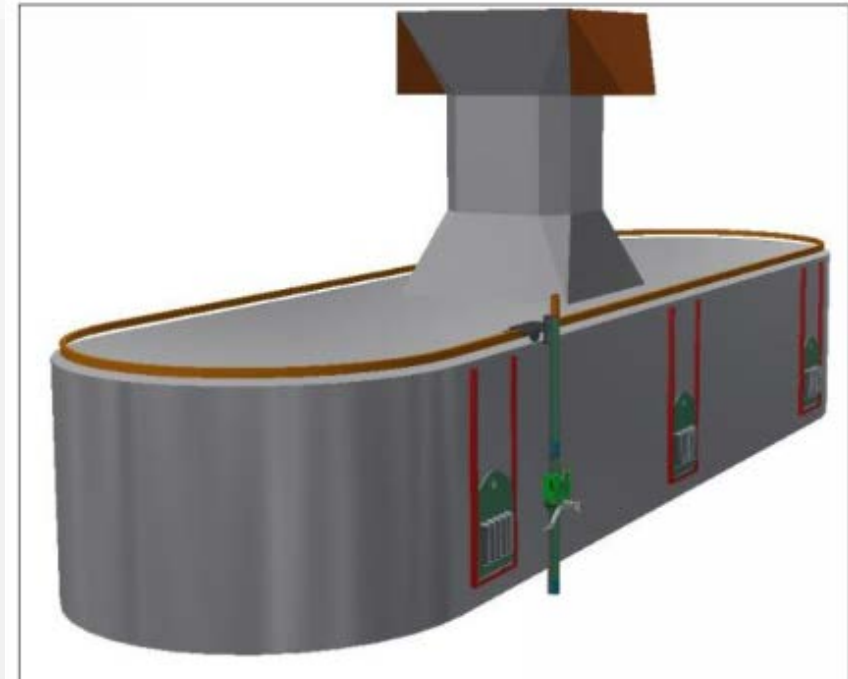
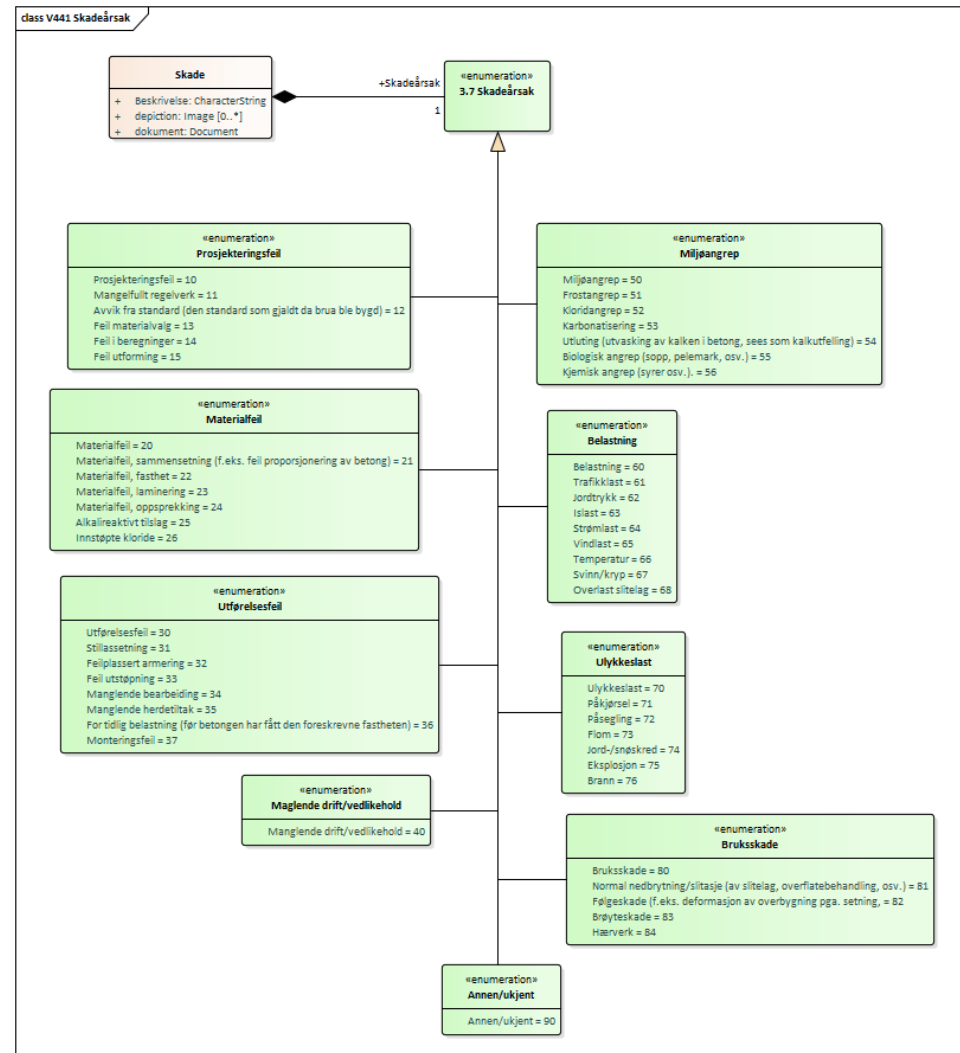


Figure 7-14 Access equipment for CP, copied from /10/

# Eks: Bru under bygging – SHA

- Hvordan kan V441-ontologien bidra til oppfølging av SHA i byggefasen?

- SKADE: «Materialuavhengig skade»  
Hva er tillatte bevegelser på ulike bruelementer/objekter under bygging
- SKADEÅRSÅK: «Belastning», «Utførelsesfeil»
- Deler av brudesignet skal midlertidig skal forskjellige laster før «ferdig bru»
  - Geometriavvik?
  - Vindlast?
  - Bølgelast?
  - Stillas?
  - M.m.





# Tusen takk!

LAVERE KOSTNAD – ØKT NYTTE

