



# Maskinlesbar håndbok V441 - Bruinspeksjon

Pilotprosjekt - Utvikling av ontologi V441, semantisk web og lenkede data - Sluttrapport

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 846



## Tittel

Maskinlesbar håndbok V441 - Bruinspeksjon

## Undertittel

Pilotprosjekt - Utvikling av ontologi V441, semantisk web og

## Forfatter

Jan Erik Hoel, Sigve Pettersen, Bjørnar Markussen, Lars Wikström, Ingar Skogli, m.fl.

## Avdeling

Teknologi og utvikling Utbygging

## Seksjon

Teknologi og utvikling Utbygging

## Prosjektnummer

20/102993 BIM for Byggherre (BOLC) - H07

## Rapportnummer

846

## Prosjektleder

Elin Dalen-Rasmussen

## Godkjent av

Kjell Håvard Belsvik

## Emneord

Ontologi, maskinlesbar, håndbok, semantisk web, lenkede data, V441, Bruinspeksjon, BRUTUS, klassifisering, BIM-modell

## Sammendrag

Utbyggingsprosjektet E39 Stord-Os, Fjordkryssing - Bjørnafjorden, har i samarbeid med buildingSMART Norge utviklet en maskinlesbar versjon av håndbok V441 Bruinspeksjon. Prosjektet er en videreføring av arbeidet og erfaringene fra prosessen [openLAB : Hackathon] for utvikling av maskinlesbar versjon av håndbok V440 Bruregistrering. Håndbok V441 beskriver hvordan inspeksjoner av bruer skal gjennomføres, men inneholder i tillegg bl.a. en klassifiseringsstruktur/kategorisering av skadetyper, skadeårsaker, skadekonsekvenser og skadeomfang. Denne strukturen passer inn i vedlikeholdsprogram for Bjørnafjorden og for samhandling i BOLC-løsningen.

## Title

Machine readable manual V441 - Bridge inspection (Inspection classification)

## Subtitle

Pilotproject - Development of ontology V441, semantic web and

## Author

Jan Erik Hoel, Sigve Pettersen, Bjørnar Markussen, Lars Wikström, Ingar Skogli, m.fl.

## Department

Technology and development Construction

## Section

Technology and development Construction

## Project number

20/102993 BIM for Byggherre (BOLC) - H07

## Report number

846

## Project manager

Elin Dalen-Rasmussen

## Approved by

Kjell Håvard Belsvik

## Key words

Ontology, Machine Readable, Handbook, Semantic web, linked data, V441, Bridge inspection,

## Summary

The development project E39 Stord-Os, Fjordcrossing Bjørnafjord, has in collaboration with buildingSMART Norge developed a machine-readable version of manual V441 Bridge inspection. The project is a continuation of the work and experiences from the process [openLAB : Hackathon] for the development of a machine-readable version of the manual V440 Bridge registration. It describes how inspections of bridges are to be carried out, but also contains, among other things, a classification structure/categorization of damage types, damage causes, damage consequences and extent of damage. This structure fits into the maintenanceprogram for Bjf. Brigde



Tittel:

# Pilotprosjektet Maskinlesbar V441 bruinspeksjon

Undertittel:

Utvikling av ontologi for Håndbok V441 bruinspeksjon basert på linkede data og semantisk web – sluttrapport

## Forord

Denne sluttrapporten gir et kort sammendrag av prosjektarbeidet som er gjennomført for å etablere en maskinlesbar versjon av klassifiseringssystemet definert i Statens vegvesen sin håndbok V441, Inspeksjonshåndbok for bruer. Den maskinlesbare versjonen av V441 ble etablert med teknologien lenkede data og semantisk web.

Prosjektet ble gjennomført i perioden september 2020 til mai 2021.

Deltakere på prosjektet har vært :

Statens vegvesen; Elin Dalen-Rasmussen, Ingar Skogli og Bjørnar Markussen (innleid fra Aas-Jakobsen), Sigve Pettersen fra Mok-See, Lars Wikstrøm fra Triona, Alessia Bellini, Chi Ho Lau og Jan Erik Hoel (prosjektleder) fra buildingSMART Norge.

## Begrepsliste

- Linking Rule Sets:** Små ontologier som har som oppgave å koble klasser og egenskaper fra en ontologi til klasser og egenskaper i en annen ontologi. Ofte forkortet LRS.
- Ontologi:** Ontologi er i datateknologien og informasjonsvitenskap en formell representasjon av et sett av begreper innenfor et kunnskapsområde, dvs. en datamodell. Ofte forkortet OTL.
- RDF:** Standardisert format for å konseptuelle datamodellering, se: [https://en.wikipedia.org/wiki/Resource\\_Description\\_Framework](https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework)
- SPARQL:** Standardisert spørrespråk for data lagret på Resource Description Framework (RDF) format, se <https://en.wikipedia.org/wiki/SPARQL>
- UML-modell:** Unified Modelling Language er en industristandard for datarelatert modellering, forvaltet av et internasjonalt konsortium kalt Object Management Group (OMG).  
[https://no.wikipedia.org/wiki/Unified\\_Modeling\\_Language](https://no.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language)

## Innhold

1. Sammendrag .....	4
2. Bakgrunn for prosjektet .....	5
3. Målsetning med prosjektet .....	6
4. Gjennomføringsprosessen.....	7
4.1. Systematiseringsfase .....	7
4.2. Uttestingsfase - [openLAB : Interoperate] .....	11
4.3. Kunnskapsspredning.....	18
4.4. Etterarbeid.....	18
5. Konklusjon etter uttesting.....	19
5.1. Integrasjon av V441-ontologien i eksisterende programvare.....	19
5.2. Premiering .....	21
5.3. Effekter, gevinst og mernytte.....	22
6. Anbefalinger, forbedringspunkter og videre arbeid .....	24
6.1. Anbefalinger .....	24
6.2. Forbedringspunkter og videre arbeid.....	27
Vedlegg 1 - Deltagerliste på samling under [OpenLAB : Interoperate].....	31



## 1. Sammendrag

Statens vegvesen ved utbyggingsprosjektet E39 Stord-Os, fjordkryssing Bjørnafjorden, har i samarbeid med buildingSMART Norge utviklet en maskinlesbar versjon av håndbok V441 Bruinspeksjon. Prosjektet er en videreføring av arbeidet som ble gjennomført av den samme prosjektgruppen fra desember 2018 til juli 2020. I denne perioden ble det etablert en maskinlesbar versjon av håndbok V440 Brueregistrering, basert på den samme teknologien og utviklingsprosessen som er brukt i dette prosjektet.

Dette prosjektet er finansiert av Statens vegvesen.

Håndbok V441 beskriver hvordan inspeksjoner av bruer skal gjennomføres, men inneholder i tillegg bl.a. en klassifiseringsstruktur/kategorisering av skadetyper, skadeårsaker, skadekonsekvenser og skadeomfang. Denne klassifiseringsstrukturen er hensiktsmessig å bruke på Bjørnafjordprosjektet som grunnlag for systematisering av data som skal samordnes og vises i Bjørnafjorden Open Live Centre (BOLC). BOLC er en webbasert «dashboard-løsning» som skal fungere som støtte- og styringsverktøy for Statens vegvesen som byggherre. BOLC skal vise status for ulike aspekter av brua i forbindelse med byggingen av E39 over Bjørnafjorden. Ulike programvaresystemer fra flere leverandører skal bidra inn med data til BOLC, og det er derfor viktig med en felles forståelse av datamodellen.

Teknologien *linkede data* og *semantisk web* (LD/SW) er valgt. Dette er en moden og åpen teknologi utviklet og standardisert av W3C - World Wide Web Consortium [www.w3.org](http://www.w3.org), og svært godt egnet for representasjon og digital tilgjengeliggjøring av ulike datamodeller.

Første del av prosjektet var en systematisering og modelleringsfase som fulgte den samme arbeidsprosessen som ble utviklet under arbeidet med å etablere en maskinlesbar versjon av håndbok V440. PDF-versjonen av håndbok V441 ble bearbeidet og modellert som UML-diagram for å visualisere konsept, sammenhenger og relasjoner. Deretter ble innholdet i håndboken overført til lister i regneark basert på UML-strukturen. Disse regnearkene ble så oversatt til en ontologi. Ontologien ble deretter publisert av Statens vegvesen, og programvareleverandører ble invitert med på en [OpenLAB : Interoperate] for å teste ut hvordan ontologiene kunne integreres inn i relevant programvare.

Resultatet av [OpenLAB : Interoperate] var vellykket, der 3 programvareleverandører i løpet av en måned klarte å integrere V441-ontologien i sine programvareløsninger og demonstrere spennende og nyttige prototyper. Prosjektet anbefaler å publisere ontologien på en permanent URI og etablere en vedlikeholdsorganisasjon for ontologiene i Statens vegvesen.

Denne rapporten kan leses alene, men vi anbefaler at man leser rapport nr.845 (Maskinlesbar håndbok V440 – Brueregistrering BRUTUS) sammen med denne rapporten.

## 2. Bakgrunn for prosjektet

Statens vegvesen og prosjektet E39 Stord-Os, Fjordkryssing Bjørnafjorden har som mål å utvikle et Open Live Center (BOLC) for å holde oversikt og kontroll på informasjonsmengdene i prosjektmodellen, underveis, og etter overlevering av prosjektet. Dette gjelder både grafisk og alfanumerisk data, samt dokumentasjon.

Data om broen vil brukes av mange forskjellige aktører og verktøy, som igjen behandler mange forskjellige typer av data og formater. For å kunne håndtere denne informasjonsmengden effektivt er det kritisk at alle aktører og verktøy bruker samme kodesystem, språk og definisjoner for å angi betydningen av dataene. Fjordkryssing Bjørnafjorden ønsker å sikre at data for vedlikehold inngår i bru-designet før den digitale tvillingen av brua overleveres til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV).

Dette kodesystemet/språket er allerede etablert i håndbøkene til Statens vegvesen. For inspeksjon av bruer er det håndbok V441 Bruinspeksjon som definerer kodesystemet for ulike aspekter ved skader på konstruksjoner som skadetyper, skadeårsaker og skadeomfang. Håndboken beskriver samtidig både hvordan bruinspeksjoner skal gjennomføres, og hvordan funnene skal rapporteres og risikoen vurderes.

Håndbøkene beskriver kodesystemer og beskrivelsesmetoder for å angi betydningen av data, men disse er gitt i en form som gjør at hver enkelt aktør må kopiere ut teksten fra håndbøkene og legge disse inn i sine rapporter manuelt. Dette er tidskrevende arbeid og kan også føre til unødvendige feil, ettersom både stavefeil og valg mellom store og små bokstaver påvirker maskiners evne til automatisk å forstå betydningen av data som de tar inn. Denne feilkilden påvirker derfor både tilliten til data inn i et Live Center, samt hvor stor innsats aktørene må gjøre for å samle og analysere data.

For å avhjelpe disse utfordringene, er det smart å tilgjengeliggjøre kode- og beskrivelsessystemene som alle aktørene skal bruke i en maskinlesbar form, som lar seg bruke direkte i programvareløsningene. Kode- og beskrivelsessystemet må være på et format som gjør at verktøy som benyttes, uavhengig av type data og format, kan bruke koden direkte.

Kode- og beskrivelsessystemene er data som beskriver hva andre data betyr. Dette er kjent som semantisk merking innen semantisk web. Semantisk web er en utvidelse av de internasjonale internettstandardene for å kunne publisere og anvende maskinlesbar betydning av data. Semantisk web-teknologien forvaltes World Wide Web Consortium (W3C).

Semantisk web-teknologiene og metodene er godt kjent og beskrevet i internasjonale standarder. Disse metodene og teknologiene benyttes blant annet av internasjonale selskaper som Google, Microsoft og Yahoo som samarbeider om å tilgjengeliggjøre felles kodespråk for bruk på nett via schema.org.

I byggenæringen har dette et stort potensial som ennå ikke er tatt i bruk i stor skala. Ett spesielt relevant referanseprosjekt er Interlink – «Information Management for European Roads Using Linked Data» [www.roadotl.eu](http://www.roadotl.eu), som har brukt semantisk web-teknologier og -standarder for å muliggjøre interoperabilitet mellom informasjon og data på tvers av landegrensene i EU. Istedenfor å lage en stor felles databank for data, med felles datamodeller og infrastruktur, har de gjennom bruk av semantisk web laget et rammeverk og metode for å skape integrasjon mellom alle de eksisterende datasystemene som brukes av de nasjonale veimyndighetene.

### 3. Målsetning med prosjektet

Prosjektets målsetning var å etablere en maskinlesbar versjon av håndbok V441, samt å danne et fundament for effektiv overlevering og gjenbruk av den digitale brutvillingen til forvaltning, drift og vedlikehold.

I dette prosjektet ble det benyttet det samme rammeverket og metodikken som ble benyttet ved etablering av maskinlesbar håndbok V440 og i prosjektet Interlink.

For prosjektet er det viktig å støtte Statens vegvesen sitt behov for informasjonsforvaltning knyttet til bruinspeksjoner. Ved å gjøre denne informasjonen maskinlesbar og sentralt forvaltet, vil man sikre at alle programvareleverandører benytter de samme kodene og beskrivelsene i sine systemer.

Eksempler på «Linking Rule Sets» som knytter V440- og V441-ontologien sammen, ble utarbeidet i prosjektet for å demonstrere hvordan ulike ontologier enkelt kan knyttes sammen.

Metodene for å utarbeide ontologiene ble dokumentert, slik at dette kan danne utgangspunkt for arbeidet med å etablere maskinlesbare versjoner av andre aktuelle håndbøker.

For å markedsføre ontologiene og støtte integrasjon av ontologien i relevant programvare, ble det også arrangert et [openLAB : Interoperate]. Dette er en «workshop», som i dette tilfellet gikk over en måned, med formål å teste ut ontologien brukt i sentrale brukerscenarioer. Ulike programvareleverandører deltok. [openLAB : Interoperate] er en fin metode å benytte for å få konstruktive tilbakemeldinger fra markedet.

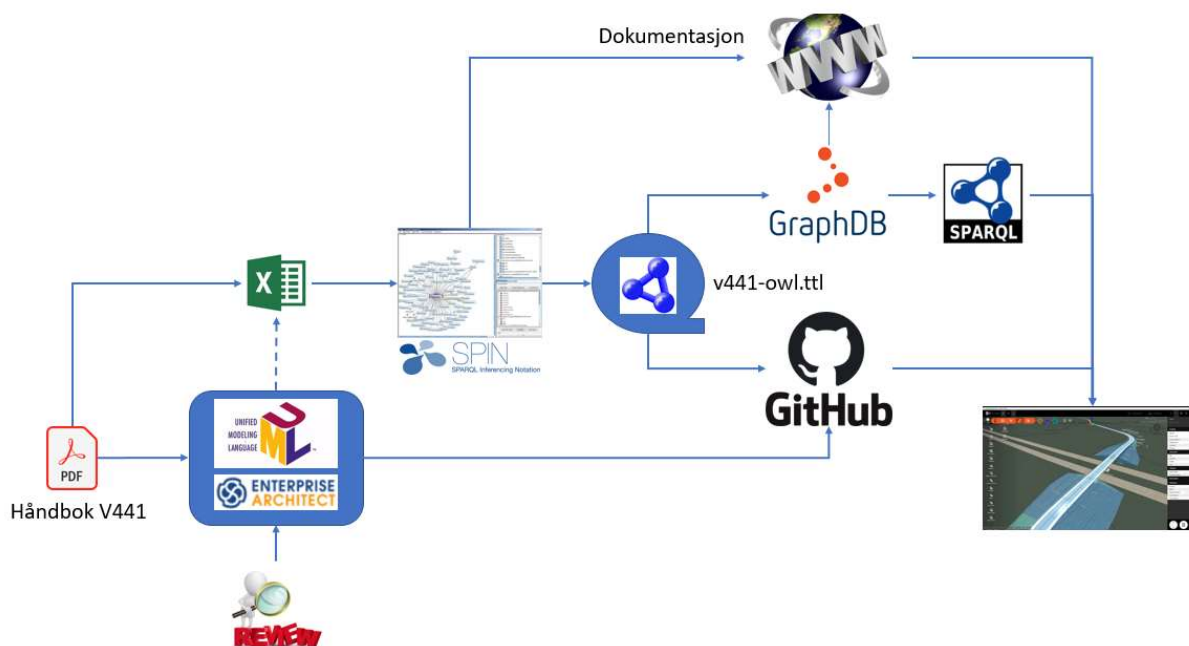


## 4. Gjennomføringsprosessen

Prosjektet var delt inn i to faser; en systematiseringsfase og en gjennomføringsfase. Systematiseringsfasen ble primært utført av de to deltakerne på prosjektet med den dypeste kunnskapen om semantisk web; Sigve Pettersen fra Mok-See og Lars Wikstrøm fra Triona. I gjennomføringsfasen deltok alle medlemmene i prosjektgruppen med ulike oppgaver.

### 4.1. Systematiseringsfase

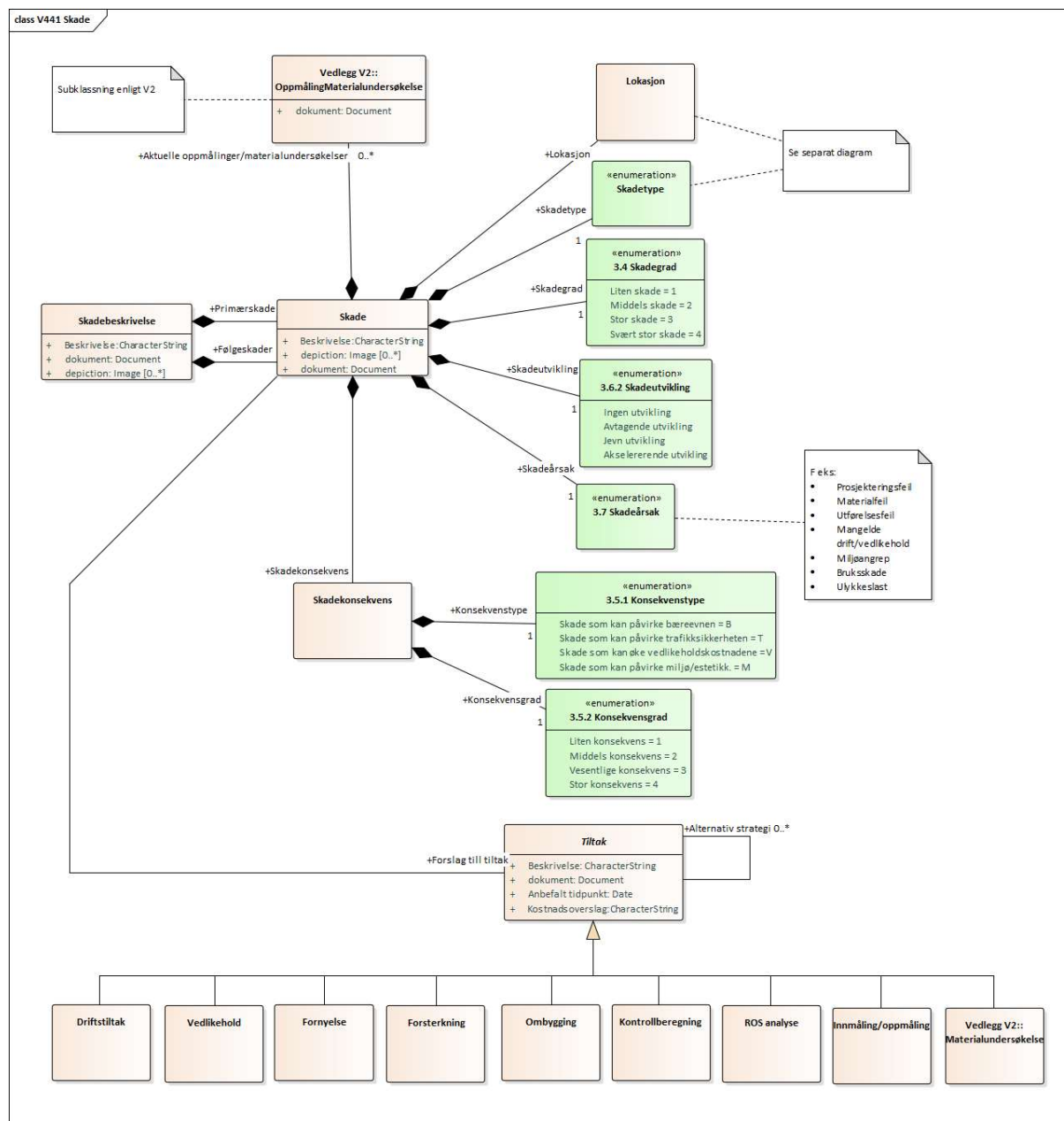
Dataflyten mellom de ulike arbeidsoppgavene og datasystemene i systematiseringsfasen er vist i figuren under.



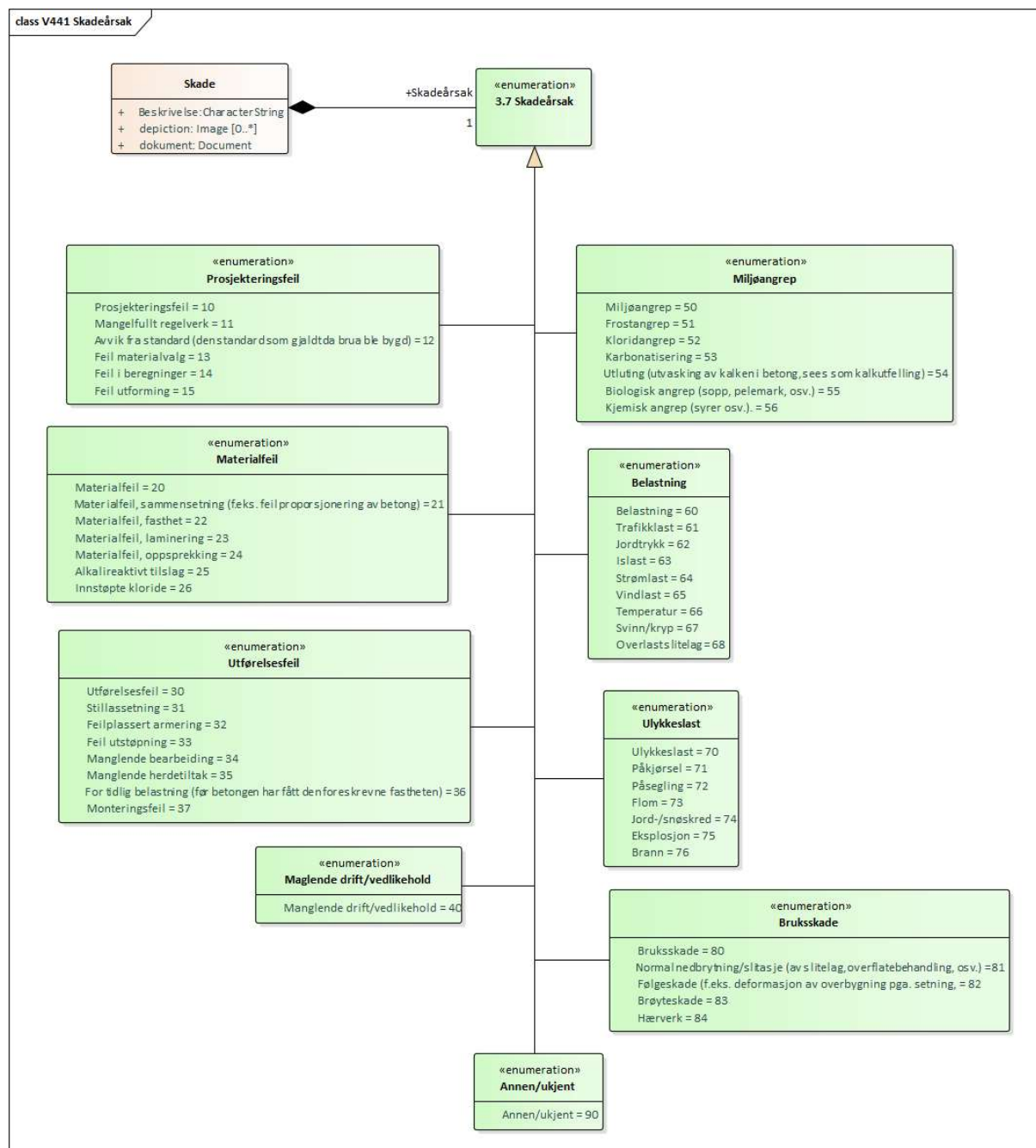
Figur 4.1: Dataflyten i systematiseringsfasen.

Systematiseringsarbeidet startet med at Lars Wikstrøm og Sigve Pettersen gikk gjennom grunnlagsmaterialet, hvor Sigve forberedte presentasjon og Lars forberedte mulig datamodell (UML)<sup>1</sup>. Eksempler på UML-diagram er vist under.

<sup>1</sup> [https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar\\_V441/blob/master/800\\_presentasjoner/maskinlesbar%20v441%20utgangspunkt.pptx](https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar_V441/blob/master/800_presentasjoner/maskinlesbar%20v441%20utgangspunkt.pptx)



Figur 4.2: UML-diagram som viser skade med relasjoner.



Figur 4.3: UML-diagram som viser skadeårsak og mulige kodeliste-verdier.

Etter en gjennomgang av dette materialet i et teknisk møte, ble arbeidet med å lage et første utkast av ontologien startet. Arbeidet bestod i å modifisere Excel-malen<sup>2</sup> som ble benyttet for etablering av maskinlesbar V440 til å representere en første versjon av V441, basert på strukturen som Lars beskrev i sin UML-skisse<sup>3</sup>. Modelleringen ble utført etter samme prinsipper som for V440, som er

<sup>2</sup> [https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar\\_V441/blob/master/100\\_excel\\_filer/Draft%20V441%20UML.docx](https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar_V441/blob/master/100_excel_filer/Draft%20V441%20UML.docx)

<sup>3</sup> [https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar\\_V441/blob/master/900\\_ontologi/v441/V441%20-%20Conceptual%20model.eapx](https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar_V441/blob/master/900_ontologi/v441/V441%20-%20Conceptual%20model.eapx)

fundamentert i semantisk web beste praksis samt «Modelling and Linking Guide» som ble tatt fram i prosjektet Interlink <https://www.roadotl.eu> og videreført i CEN 442 WG4 TG3.

Etter at Sigve la inn en første versjon av Excel-arket, genererte Lars ontologien med skript basert på Excel-arket. Dette ble gjennomgått i prosjektgruppen. I denne runden ble det avdekket noen tilleggsmomenter som det ble besluttet å ta inn. Dette var bl.a. flere koder fra bilagene i V441, dvs. koder for oppmåling og materialundersøkelser fra vedlegg V2.

I tillegg ble det tilrettelagt for å kunne legge til lokasjon med flere valg enn hva håndboken i utgangspunktet støttet (V441 kap.3.1 Lokalisering av skader). Dette for enklere å støtte linking mot klassifiserings- og beskrivelsesontologien V440, samt for å kunne ta i bruk nye BIM og GIS arbeidsmetoder. Vi har brukt ontologien <https://www.ogc.org/standards/geosparql> for å kunne spesifisere geografisk lokasjon for skader, og vi har brukt ontologien <http://xmlns.com/foaf/spec/> for å standardisere metoden for henvising til bilder, f.eks. foaf:depiction.

Etter denne siste revisjonen av ontologien, var den klar for å publiseres på testserveren til Statens vegvesen sammen med V440-ontologien. Det ble videre tatt inn læring og innspill fra V440-testen, hvor det bl.a. ble besluttet en ny navnekonvensjon for server-URI-en hvor ontologiene blir publisert (disse ligger for tiden på testområdet <https://ontologi.utv.atlas.vegvesen.no/>). Videre ble veiledningsmateriell oppdatert på prosjektets GitHub-område, her [https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar\\_V441/wiki](https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar_V441/wiki).

På GitHub ligger også dokumentasjon som beskriver prinsipper for hvordan digitaliseringen av håndbok V441 ble gjennomført slik at V441-ontologien ble utformet i samsvar med prinsipper for semantisk web. På wiki-sidene på GitHub finner du først et avsnitt «00 Generelt», med lenker til opptak av møter. Deretter følger avsnittene «01 Oppbygging av ontologi», «02 Tilgang til ontologien» og avsnittet «03 Aktuelle verktøy» i tillegg til et par avsnitt med grunnlagsdata brukt i [openLAB : Interoperate].

Det har hele tiden vært et viktig prinsipp for prosjektet å bruke en åpen og godt dokumentert GitHub-side, slik at flest mulig kan få tilgang og engasjere seg nå og i etterkant. GitHub-siden er satt opp tilsvarende som for V440, hvor deltagere kan få all den informasjonen de trenger, både ved å oppsøke og ved å huke av for å få notifikasjoner på det som skjer. «Issue»-funksjonen ble også brukt aktivt i dette prosjektet for å kommunisere og dele læring fra prosjektet.

## 4.2. Uttestingsfase - [openLAB : Interoperate]

Uttestingsfasen ble gjennomført over en periode fra 20. januar til 17. februar 2021. Uttestingsfasen ble gjennomført etter programmet [openLAB : Interoperate]. Se vedlegg 1 for en oversikt over hvilke organisasjoner og firma som deltok på samlingene i uttestingsfasen.

[openLAB : Interoperate] er et program hvor en problemeier definerer et konkret brukerscenario som krever utveksling av informasjon basert på åpne standarder. Dette brukerscenariet testes så av programvareleverandører som er relevante for å realisere en slik informasjonsflyt.

Formålet er å gi en felles implementering og metode, samt teste og få tilbakemeldinger på åpne standardiserte grensesnitt. Dette gir god tilbakemelding til problemeier på mulighetene for å bestille slikt i markedet, samt at det gir en god støtte til alle programvarer som ønsker å implementere standardene riktig og iht. kundens ønskede brukerscenario.

Programmet foregår over en definert periode hvor alle deltagere får god mulighet til å forstå og bidra til definisjon av brukerscenariot, samt støtte til implementering underveis i workshops ledet av buildingSMART Norge. Underveis får problemeier mulighet til å se demoer og svare på spørsmål og behov fra de som implementerer.

På GitHub finner du linker til alle presentasjoner som er gitt under [openLAB : Interoperate]:  
[https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar\\_V441/tree/master/800\\_presentasjoner](https://github.com/buildingsmart-norway/maskinlesbar_V441/tree/master/800_presentasjoner)

### 4.2.1. Oppstartsmøte

[openLAB : Interoperate] for maskinlesbar V441 startet med et oppstartsmøte 20. januar 2021. Ca. 40 personer deltok på denne samlingen, fra mer enn 30 ulike firma og organisasjoner. Samlingen var virtuell pga. pandemien.

På oppstartsmøtet gjennomgikk vi Statens vegvesen sine forventninger til [openLAB : Interoperate] og deltakerne sin innsats. I tillegg fikk vi høre hvordan både en bruforvalter (Nina Utne, Statens vegvesen drift og vedlikehold) og en bruinspektør (Karl Henning Barmen, Aas-Jakobsen) jobbet, og hvilke utfordringer de har i sitt daglige virke.

LD/SW-teknologien ble gjennomgått for å gi de deltakerne som ikke kjenner til teknologien en rask innføring. Det ble gitt lenker for videre fordypning i emnet.

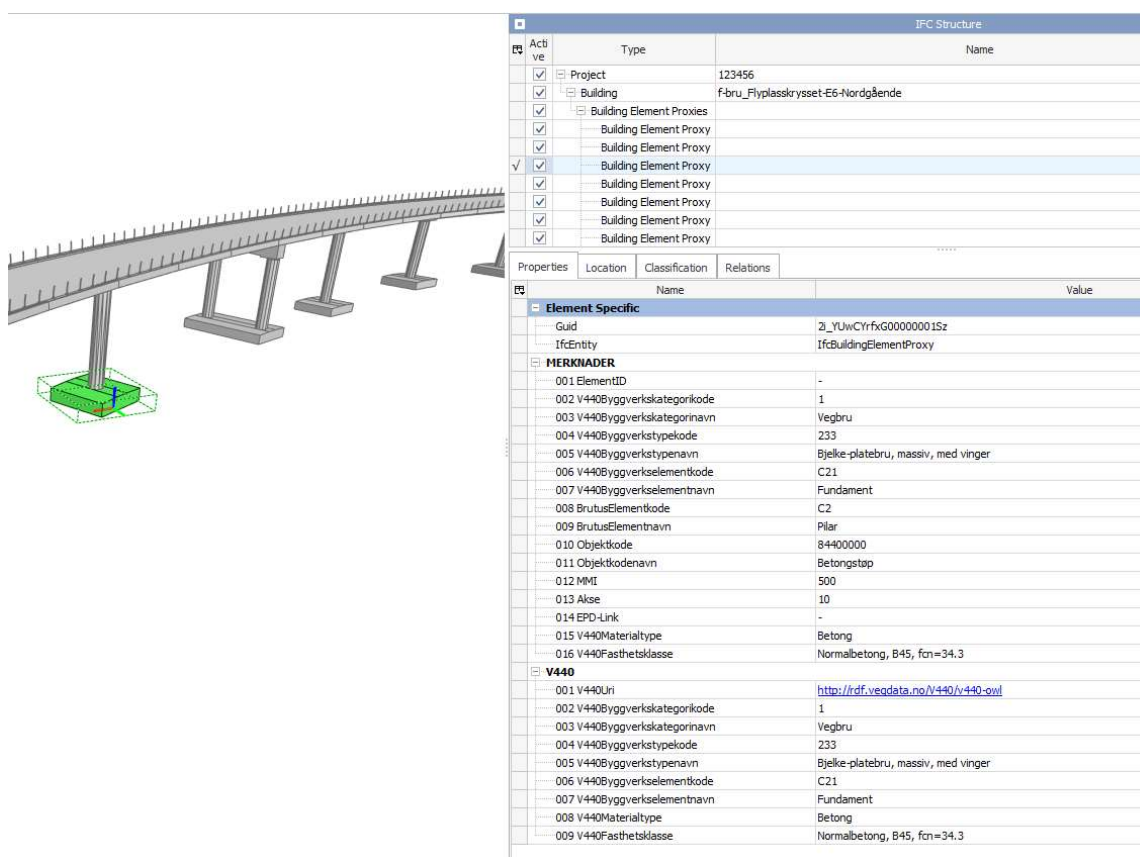
GitHub-prosjektportalen ble introdusert og forklart. Areo fortalte hvordan de hadde benyttet en tilsvarende prosjekt-portal som var opprettet i GitHub ved utvikling av maskinlesbar V440. Areo var veldig fornøyd med denne løsningen.

Til slutt ble en god del aktuelle brukerscenarioer introdusert som oppgaver, men deltakerne ble oppfordret til selv å komme opp med brukerscenarioer som var aktuelle i forhold til deres egen programvare. Følgende brukerscenarioer ble foreslått:

- Linke V441-ontologien med aktuelle sensor-ontologier og presentere (simulerte) sensordata strukturert etter V440- og V441-ontologiene.
- Utvikle/tilpasse algoritmer og funksjonalitet for prediktivt/forebyggende vedlikehold basert på V441-ontologien og (simulerte) sensordata for miljølaster og trafikklaste.
- Utvikle en enkel ontologi for N400-bruprosjektering og linke denne ontologien mot V440- og V441-ontologiene. Se på ulike bruksområder for disse koblede ontologiene.
- Se på hvordan ulike lokasjonsangivelser kan linkes mot V441-ontologien, enten georefererte lokasjonsangivelser eller lokasjonsangivelser basert på ulike bru-referansesystem.

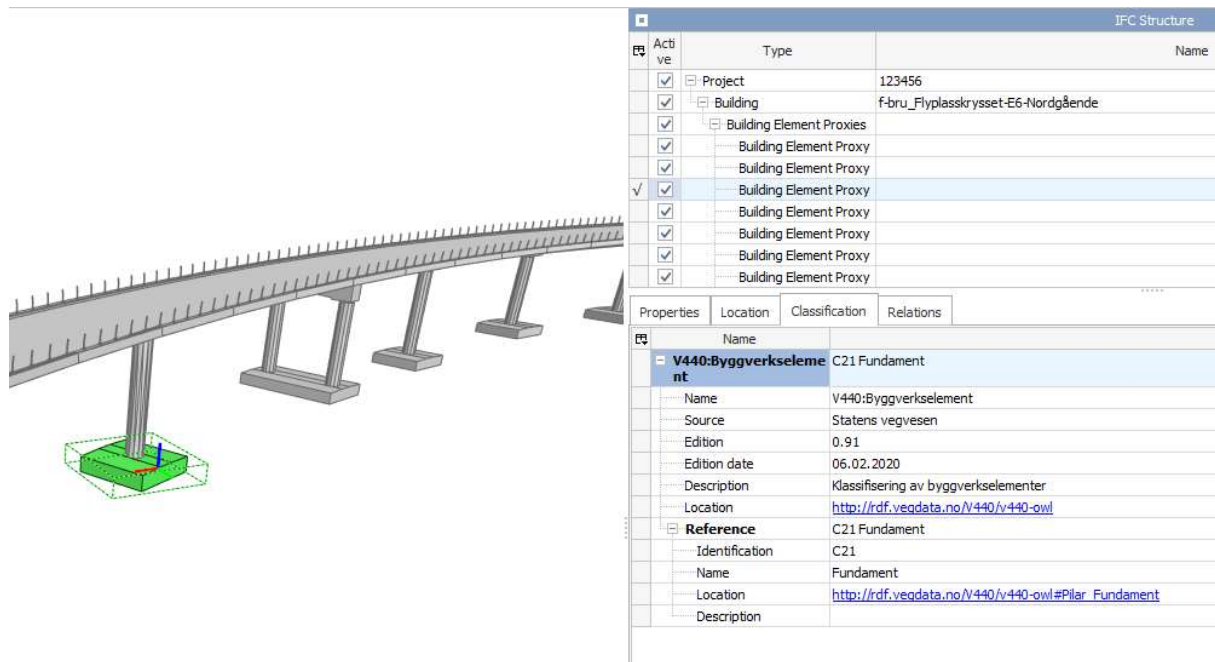
- Se på hvordan tiltak definert i V441 kan linkes mot prosesskoder og eksterne system for prosessbeskrivelse og/eller vedlikeholdssystem.
- Se på hvordan V440- og V441-ontologiene kan linkes mot digital produktinformasjon.
- Linke V440- og V441-ontologiene mot relevante NVDB-data som ulykker, ÅDT osv.
- Overføre skaderegistreringer på en strukturert måte med BCF-formatet.
- Foreslå utvidelser av BCF-formatet basert på erfaringer fra å benytte V441-ontologien for strukturering av BCF-meldinger.

Grunnlagsdata som deltakerne kunne bruke, ble vist fram. Dette var bl.a. en 3D IFC4-modell av en bru klassifisert med V440-ontologiene. Skjermbildene under viser hvordan V440-ontologien var lagt inn i IFC4-modellen både som egenskapssett (Pset) og som klassifisering. Skjermbildene er hentet fra programmet BIM Vision. Bildene under viser et brufundament som eksempel, men dette var gjort på tilsvarende måte for alle objektene/konstruksjonsdelene i modellen.



Figur 4.4: V440-klassifisering lagt på som egenskapssett.





Figur 4.5: V440-klassifisering lagt på som klassifisering.

Dronebilder fra inspeksjon av denne brua var også gjort tilgjengelig for deltakerne.

Her er link til video fra oppstartsmøtet: <https://www.youtube.com/watch?v=wsQu7Q90mTc>

#### 4.2.2. Statusmøte

3. februar 2021 hadde vi et statusmøte, også det digitalt, hvor vi gikk gjennom det arbeidet de ulike deltakerne hadde utført så langt og diskuterte videre arbeide. Spørsmål ble besvart. Vi gikk også gjennom kriteriene for premiering av beste løsning, med en premie på 10.000,- kroner fra Statens vegvesen. Kriteriene var som følger:

- Demonstrere bruk av V441-ontologien og lenkede data- og semantisk web-teknologi på en fin måte i egen programvare.
- Samhandling mellom deltakere, mellom ulike domener, ulike programvaretyper som GIS og BIM osv.
- Tilleggsoppgaver: Linkset til andre ontologier, linkset til online-dokumentasjon, validering (bruk av Shacl<sup>4</sup> f.eks.), automatisert validering på om kodingen av IFC-fila er korrekt i henhold til V440, osv.
- Originalitet/Wow-effekt.

Her er link til video fra statusmøtet <https://www.youtube.com/watch?v=lxqJHUOSI6Y>

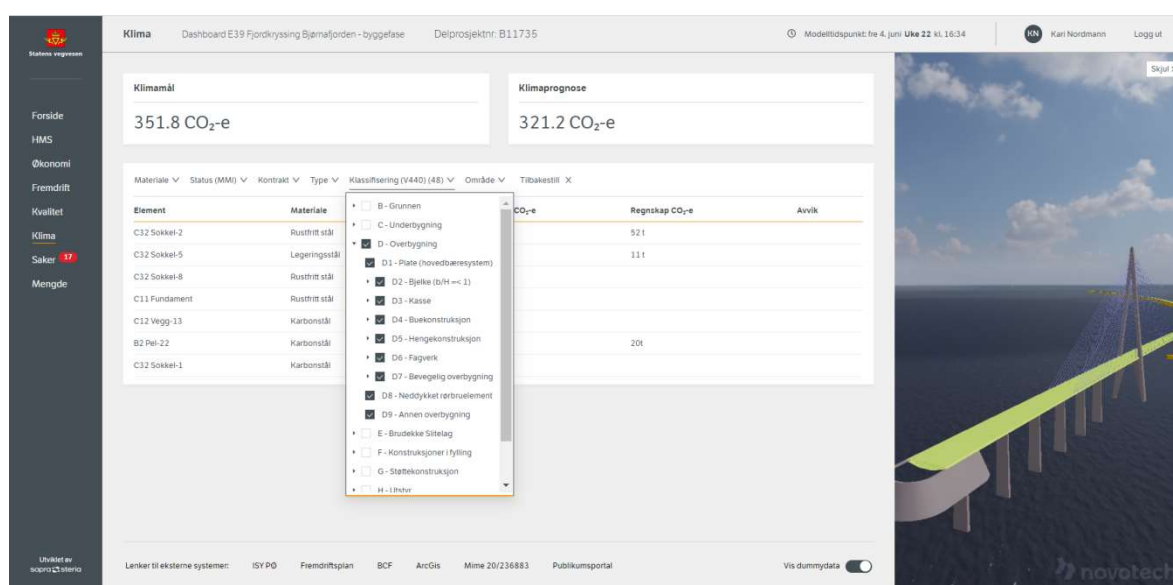
- 
- <sup>4</sup> Shacl er et standardisert språk for validering av semantisk web-ontologier, se [w3.org/2001/sw/wiki/SHACL](http://w3.org/2001/sw/wiki/SHACL)

#### 4.2.3. Avslutningssamling

Vi avsluttet [openLAB : Interoperate] uttestingsfasen med en avslutningssamling 17. februar 2021. Også denne samlingen måtte holdes digital på grunn av pandemien. Det var omtrent like mange deltakere på avslutningssamlingen som på oppstartsmøtet, det vil si 40 personer fra mer enn 30 ulike firma og organisasjoner.

På avslutningssamlingen fikk de ulike deltakende firmaene som hadde implementert ontologiene i sine løsninger, presentere resultatet. Også de firmaene som kun hadde bearbeidet det utdelte materialet og tenkt gjennom hvordan dette kunne integreres i egne løsninger, fikk presentere sitt arbeid.

I tillegg til presentasjonene fra hvert firma, ble det vist hvordan V440-ontologien har blitt tatt i bruk i BOLC-løsningen i Bjørnafjordprosjektet.



Figur 4.6: BOLC med underside «klima». Viser filtrering på V440-klassifisering, og bruelementer og (bru)typer m.m.

Premieutdelingen ble gjennomført i et kort etter-møte, pga. tekniske problemer og knapp tid. Det var Areo som vant konkurransen.

Her er link til video fra avslutningssamlingen: <https://www.youtube.com/watch?v=cYDW2V3fmSg>

Areo og BuildingPoint Scandinavia hadde utviklet integrasjon med V441-applikasjonen i sine løsninger.

Skjermdump nedenfor illustrerer hvordan Areo har integrert bilder av skader inn i sin løsning. Disse skadene blir så klassifisert med V441-ontologien:

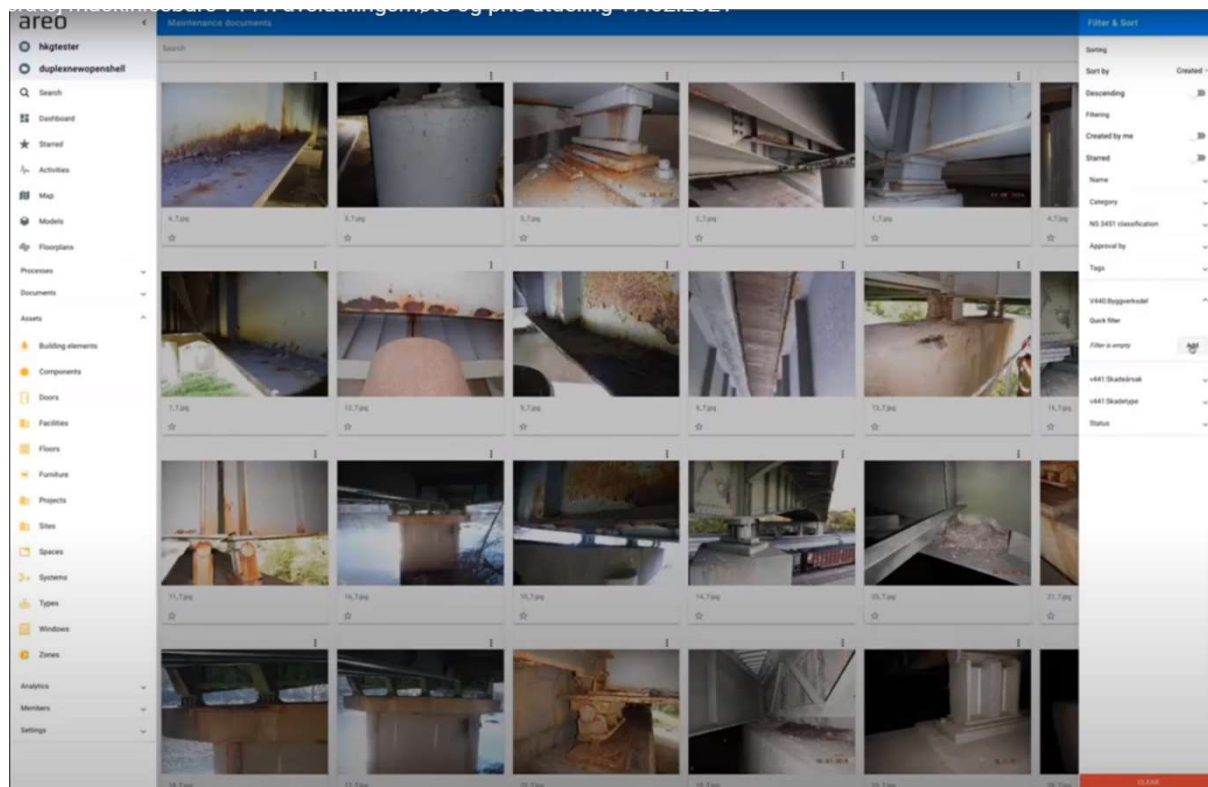


Fig. 4.7: Integrasjon av skadebilder fra bruinspeksjon i løsningen til Areo.

BuildingPoint Scandinavia hadde utviklet en skaderapporteringsapplikasjon som en utvidelse til programvaren Trimble Connect. Plukkister i applikasjonen ble fylt med innhold fra V441-ontologien. Illustrasjonen nedenfor viser skjermdump fra denne løsningen.

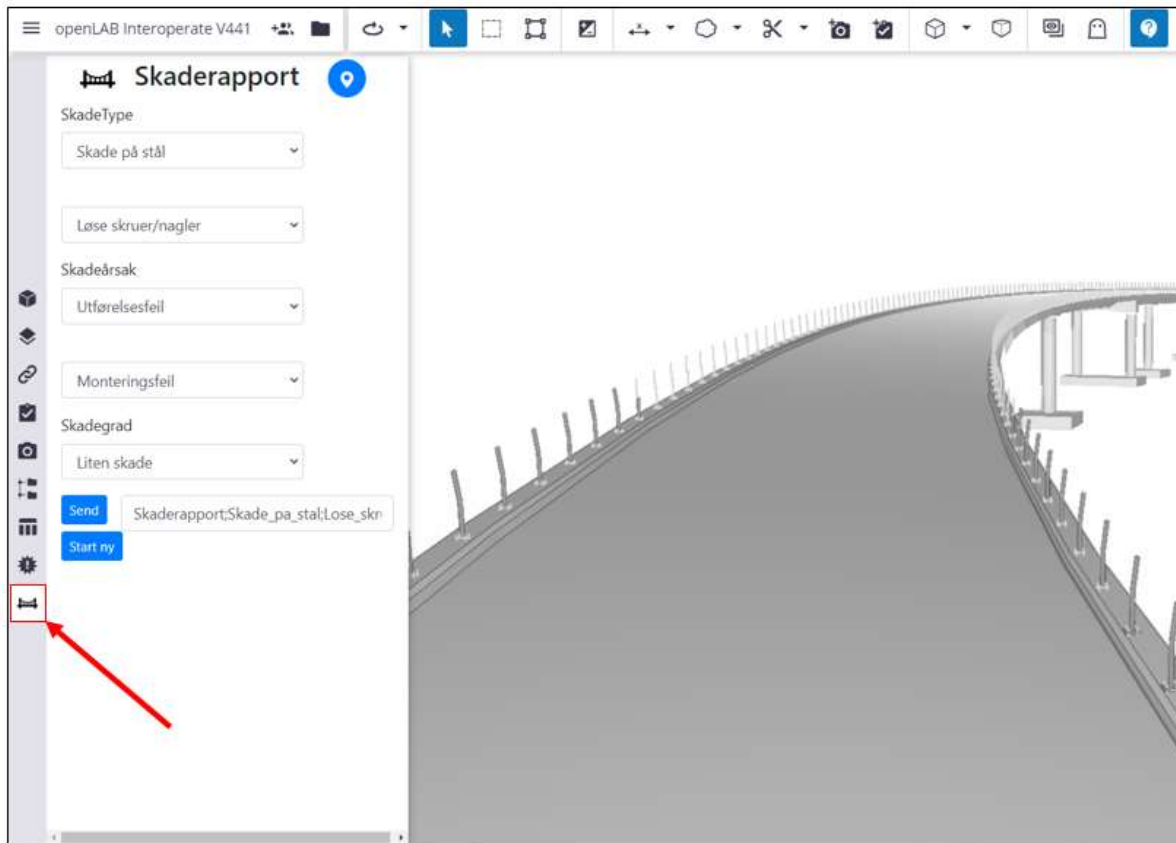


Fig. 4.8: Skaderapporteringsapplikasjonen til BuildingPoint Scandinavia som en utvidelse til programvaren Trimble Connect.

Cowi (BOLC-utvikler BIM-ekspert) hadde før uttestingsfasen gjort en innsats med å V440-klassifisere BIM-modellen av brua som ble tilgjengeliggjort som grunnlagsdata for deltakerne. I tillegg hadde David Fürstenberg tatt for seg en case med R762 prosesskoden 2 84.4 *Betongstøp* der han lagde et rammeverk og en prototype på maskinlesbare versjoner av denne delen av prosesskoden med LD/SW-teknologi. Prototypen ble sammenstilt med ulike IFC-komponenter. Dette for å vise hvordan man kan automatisere kostnadskalkyler.

Prototypen for ontologien ble presentert på avslutningssamlingen, skjermdump vist under.

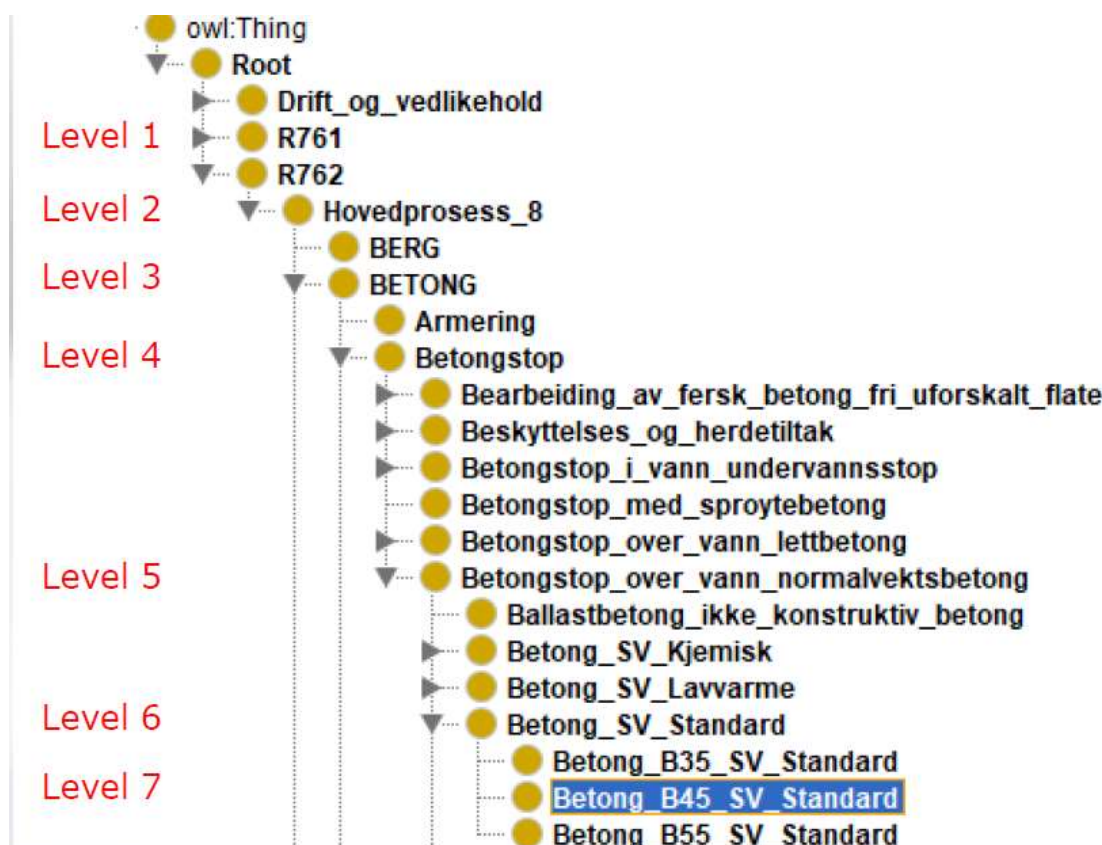


Fig. 4.9: David Fürstenberg, Cowi sitt foreløpige forslag til oppbygging av ontologier for R761 og R762 med USE-case «84.4 Betongstøp».

I tillegg til Areo, BuildingPoint Scandinavia og Cowi, presenterte Xtend Technology sin løsning *Bruforvaltning 4.0*. Videre viste Novotech sin dynamiske webbaserte 3D-viewer som benyttes som viewer-komponent i BOLC-piloten, og hvordan denne kunne integreres med V440- og V441-ontologiene. Disse to firmaene hadde ikke gjort noen praktisk integrasjonsimplementasjon mot ontologiene.

#### 4.3. Kunnskapsspredning

En viktig oppgave for prosjektet var kunnskapsspredning om nytteverdien av LD/SW-teknologien og at det faktisk at V441-ontologien nå var tilgjengelig for programvareleverandører å ta i bruk for å utvikle løsninger for en digital brutvilling for forvaltning, drift og vedlikehold.

[openLAB : Interoperate] var i seg selv en kunnskapsspredningsaktivitet med 42 påmeldte deltakere i tillegg til prosjektgruppa. LD/SW-teknologien, inkludert nytteverdien, ble presentert for de tilstedeværende. På avslutningssamlingen ble i tillegg resultatet av utprøvingen presentert slik at deltakere fikk førstehåndsinformasjon om hvordan programvareutviklerne oppfattet bruken av teknologien.

Det ble publisert to pressemeldinger i forbindelse med prosjektet. BuildingSMART Norge sendte ut en pressemelding ved oppstart av [openLAB : Interoperate] <sup>5</sup> og etter avslutningsseminaret. <sup>6</sup> Den første pressemelding ble også publisert i Byggeindustrien <http://www.bygg.no/article/1453081>.

Det ble i tillegg informert om prosjektet og prosjektresultatene i nyhetsbrev sendt ut av buildingSMART Norge og på LinkedIn. Pressemeldingene ligger som nyhetssaker på buildingSMART Norge sin nettside. Det har også blitt informert om prosjektet i møtene i buildingSMART Norge – teknisk rom, flere ganger.

#### 4.4. Etterarbeid

Etter at uttestingsfasen var gjennomført gjenstod det noe etterarbeid.

Innmeldte inkonsistenser og feil i ontologien under uttestingsfasen ble rettet. I tillegg ble det foretatt en grundig språkvask og kontroll av de benyttede begrepene. Både V440- og V441-ontologiene ble oversatt til engelsk. Oversettelsen ble korrekturlest av brusespesialister med lang erfaring fra prosjekter utført med engelsk som hovedspråk.

Det er selvsagt viktig at V440- og V441-ontologiene benytter faglig korrekte begrep på de aktuelle språkene ontologiene er oversatt til, slik at systemene som benytter ontologiene får inkludert de korrekte begrepene. Ontologiene støtter norsk og engelsk språk fordi dette er ansett som de viktigste språkene for bruk av disse ontologiene.

Til slutt ble ontologiene harmonisert med hensyn på publiseringsadresse hos Statens vegvesen, før de ble publisert i driftsmiljøet til Statens vegvesen på sine endelige nett-adresser.

---

<sup>5</sup> <https://buildingsmart.no/nyheter/04h2ijjd0h362x2be38aymool8wizr>

<sup>6</sup> <https://buildingsmart.no/nyheter/8atdqh85ke9t3iqdn93p2ugbzj1hnw>



## 5. Konklusjon etter uttesting

### 5.1. Integrasjon av V441-ontologien i eksisterende programvare

Gjennom [OpenLAB : Interoperate] viste det seg at det var relativt enkelt for programvareleverandører å integrere V441-ontologien i de ulike programvareløsningene. Ved å benytte den gode dokumentasjonen som var lagt ut på Wiki-siden i GitHub, fikk de i løpet av den måneden de hadde til disposisjon for utvikling av prototyper, integrert ontologiene i egen programvare.

Programvareleverandørene valgte ulike løsninger for integrasjon mot V441-ontologien. Noen lastet ned ontologien før de integrerte dem i egen løsning, mens andre benyttet SPARQL-endepunktet.

Dersom programvareløsningen laster ned ontologien før den brukes i løsningen, så må det legges inn rutiner som med jevne mellomrom sjekker ontologiversjonen på publiseringslokasjonen og laster ned ontologien på nytt hvis versjonsnummeret har økt. Det vil antakelig i noen tilfeller gi bedre ytelse og mindre avhengighet av tilgjengelig nett dersom en løsning med nedlastet ontologi velges.

Dersom programvareløsningen benytter SPARQL-endepunktet, vil man være sikker på alltid å benytte siste publiserte versjon av ontologien. Programvareløsningen vil imidlertid være avhengig av nettilgang for å kunne lese ontologien. Kanskje kan denne løsningen også medføre noe dårligere ytelse enn for løsningen med nedlastet ontologi, men dette er antakelig neglisjerbart ved god programmering.

#### 5.1.1. Areo

Areo viste hvordan de brukte ontologien til å modellere ulike skjema i sin applikasjon og hvordan ontologien ble brukt til å fylle plukklister i applikasjonen. Ved å benytte publisert V441-ontologi viste de at de alltid vil ha oppdaterte og relevante skjema og plukklister i sin applikasjon. Dersom ontologien revideres, må ikke programvareløsningen revideres tilsvarende. Innholdet i den reviderte ontologien vises automatisk.

De linket også V441-ontologien mot V440-ontologien og linket videre mot bilder og andre åpne relevante datakilder, f.eks. ulike kilder for klima og værdata.

#### 5.1.2. BuildingPoint Scandinavia

BuildingPoint Scandinavia hadde utviklet en skaderapporteringsapplikasjon som en utvidelse til programvaren Trimble Connect. I denne løsningen ble bl.a. plukklister for skaderapportering fylt med verdier fra V441-ontologien. I Trimble Connect hadde de i tillegg lest inn og viste BIM-modellen av brua som vi på forhånd hadde gjort tilgjengelig som grunnlagsdata.

BuildingPoint nevnte at en mulig videre utvikling av løsningen kunne være å levere utfylte registreringer til Statens vegvesen. Dette fordrer at Vegvesenet tilrettelegger for en slik integrasjon med nødvendige API-er osv. Et annet alternativ BuildingPoint nevnte, var at Vegvesenet kunne utviklet en egen applikasjon for registreringer som kunne integreres inn i Trimble Connect og evt. andre applikasjoner fra andre leverandører. Trimble Connect ville i så fall støtte visualisering av dataene.

#### 5.1.3. Cowi

Cowi hadde, som en del av utviklerteamet til Sopra Steria i utviklingen av BOLC for Statens vegvesen, på forhånd klassifisert BIM-modellen av brua som buildingSMART gjorde tilgjengelig som grunnlagsdata for deltakerne. Denne brua var klassifisert med V440-ontologien.

David Fürstenberg (Cowi) hadde som del av sin pågående Ph.d. tatt for seg R762-Prosesskode 84.4 betongstøp og laget et rammeverk og prototype på maskinlesbare versjoner av prosesskoden med LD/SW-teknologi. Prosessen han benyttet og modelleringsmønsteret han utviklet, var basert på det som var utviklet gjennom dette prosjektet, og gjennom det foregående prosjektet hvor vi utviklet en maskinlesbar versjon av håndbok V440.

#### 5.1.4. Øvrige

To deltakere hadde ikke implementert V441-ontologien i sine løsninger, men viste på avslutningsseminaret hvordan V441-ontologien i framtiden vil kunne integreres i deres løsninger.

Xtend Technology viste hvordan de i deres løsning for bruinspeksjon, som sammenstiller skannerdata med foto, vil kunne benytte V441-ontologien for klassifisering og kategorisering av skader.

Novotech demonstrerte sin sky-løsning for lagring og effektiv visning av store og komplekse 3D-modeller. Denne løsningen vil kunne benyttes for registrering og rapportering av skader på bru-konstruksjoner.

Tilbakemeldingene fra utviklerne var at det var rimelig enkelt å integrere V441-ontologien i egne programvareløsninger. De var godt fornøyde med [OpenLAB : Interoperate] prosessen og den gode dokumentasjonen og raske responsen de fikk på GitHub fra prosjektgruppen.

## 5.2. Premiering

Den beste implementasjonen ut fra de kriteriene vi hadde satt opp, hadde Areo. De hadde helt klart den mest innovative løsningen, der de hadde sett på mulighetene for å koble en rekke datakilder sammen ved hjelp av LD/SW-teknologi. Areo vant derfor premien på 10.000,- kroner som var satt opp for den beste implementasjonen.

### 5.2.1. Juryens begrunnelse

Juryen bestod av:

Brage Hansen, buildingSMART Norge, Lars Wikström, Triona, Elin Dalen-Rasmussen, Statens vegvesen.

*Juryen ønsker først og fremst å takke for alle presentasjonene, og tiden de har satt av. Det er mye spennende arbeid som vises, der vi også vil uttrykke gleden av å se nye aktører på banen.*

*Oppsummert ble det vist gode demonstrasjoner for bruk av ontologi som teknologi for å stille krav til informasjon og dataflyt, slik Cowi viste ved å bruke ontologi på prosesskoden R761/762.*

*Vi fikk også se fokus på modellorientert webgrensesnitt som fokuserer på Open Source, slik Novotech viste. Xtend Technology viste en solid demonstrasjon av hvordan vedlikehold av eksisterende bruer kan gjøres modellorientert fra, der vi fikk innsikt i en komplett løsning for inspeksjon og bruforvaltning.*

*Vi vil likevel framheve Buildingpoint Scandinavia og Areo som viste tydelige case og detaljerte prosesser for implementering av V441 og kobling mot V440.*

*Best var likevel Areo, som nok en gang har framvist stor forståelse på et bredt spekter innenfor vegvesenet og samferdselsbehov innen dataflyt. Areo inviterer oss også inn i sine tanker og ideer, og demonstrerer åpent hvordan ting er løst, og åpner på den måten opp for samarbeid med andre, også demonstrert ved deltakelse på GitHub-community-et. Areo sitt bidrag bidrar til en større forståelse for mulighetsrommet som ligger i å bruke åpne data i Statens vegvesen, til å utvikle nye produkter i markedet.*

*Statens vegvesen viser med dette at prosjekter som BOLC og digital utvikling i vegprosjektene bidrar til økt tilgang på åpne data gjennom bruk av ontologiene V440/V441 og semantisk web/linked data-teknologi.*

### 5.3. Effekter, gevinst og mernytte

#### 5.3.1. Effekter

Det viktigste effektmålet for prosjektet var å tilgjengeliggjøre og sikre entydige krav til modell-leveranser ved bruk av maskinlesbare ontologier. Dette er i første omgang for å effektivisere og forenkle dataleveransene i forbindelse med gjennomføringen av Bjørnafjorden-prosjektet og dashboard-løsningen for sammenstilling av data som utvikles i pilotprosjektet BOLC.

Maskinlesbar V441 vil være en viktig ontologi for prosjektet, spesielt for å tilrettelegge for en mest mulig sømløs overlevering av data til forvaltning, drift og vedlikehold.

Et annet viktig effektmål for dette prosjektet, var å vise hvor effektivt og enkelt man kan sikre informasjonsforvaltningen for Statens vegvesen. Ved å tilgjengeliggjøre kodeverkene og klassifiseringssystemene som Statens vegvesen krever brukt i sine prosjekt under prosjektering, bygging og forvaltning i form av publiserte ontologier på internett, sikrer vi at programvaresystemene leverer datasett som er kodet riktig i henhold til Statens vegvesen sine håndbøker. Kodeverkene kan forvaltes sentralt, og vi unngår dermed problematikk knyttet til ulike versjoner av kodeverkene som er kopiert rundt til ulike aktører.

#### 5.3.2. Gevinstrealisering

Ved å utvikle lenkede data/semantisk web (LD/SW)-ontologier for både V440 og V441, kan man oppnå en rekke gevinster:

- Ontologiene kan lenkes sammen og utgjøre et totalt klassifiseringssystem for bruer som til sammen vil danne en viktig komponent i et rammeverk for Forvaltning drift og vedlikehold (FDV) av bruer.
- Ontologiene kan lenkes sammen med ontologier for sensorer med tilhørende koblinger mot aktuelle sensorer. Dette kan utgjøre grunnlaget for et sensorbasert overvåkningssystem av bruer.
- Ontologiene kan lenkes sammen med ontologier for NVDB for å lette arbeidet med dataoverføring til NVDB.
- Ved å utvikle en digital modell for bruer basert på LD/SW-teknologi, har man et utmerket rammeverk for utvikling av løsninger basert på kunstig intelligens (AI) for overvåkning og drift av bruer.
- V441-ontologien kan benyttes for å klassifisere og kategorisere kommentarer og oppfølgingspunkter også i byggefasen. Dette kan evt. kombineres med BCF-formatet.
- Ontologiene kan også lenkes sammen med andre ontologier utviklet innenfor helt andre fagområder, men som kan tilføre modellen og klassifiseringssystemet viktige aspekter som risiko, tids-intervall/-faser osv.

Det foregår uttesting av bruk av V441-ontologien i BOLC i oppfølging av saker og oppgaver på BCF-formatet for byggefasen i et vegprosjekt, som en mulig mernytte og forbedring av V441-bruksområdet.

Aspektene som beskrevet over synliggjør at utvikling av et maskinlesbart klassifiseringssystem for bruer, inkludert skader og skadeårsaker, er en viktig komponent i en digital tvilling for forvaltning, drift og vedlikehold av framtidens bruer.

Det er store muligheter for lavhengende frukter ved ytterligere å bruke ontologier som setter definisjoner og kriterier for kritikalitet ved ulike intervaller (f.eks. tidsintervaller) av inspeksjon og overvåking, slik at man kan nyttiggjøre seg av sensorer og droner for monitorering av kritiske elementer under byggefasen.

Dette prosjektet bygget videre på arbeidet som ble utført i prosjektet «maskinlesbar V440». Dette prosjektet var vellykket, både med tanke på prosessen for utvikling av en ontologi, men også mht. resultatene programvareleverandørene viste fram etter å ha testet ontologien.

Fordi teamet fra «maskinlesbar V440»-prosjektet var tilgjengelig også for dette prosjektet, ble mobiliseringstiden kort. Prosessene som må gjennomføres for å utvikle en ontologi var testet ut og justert gjennom forrige prosjekt, og team-medlemmene var trent i oppgavene sine. Dette prosjektet ble derfor gjennomført på mye kortere tid enn prosjektet for utvikling av maskinlesbar V440-prosjektet.

Maskinlesbar V441-prosjektet ble et effektivt prosjekt med stor nytteverdi i forhold til innsatsen.

Gjennom dette prosjektet får Statens vegvesen økt kunnskap om LD/SW-teknologien og de mulighetene og gevinstene som denne teknologien utløser. Denne kompetansen vil være nyttig også for VU053-prosjektet. VU053 har som mål å videreutvikle modellbasert arbeidsmetode slik som den i dag er definert i håndbok V770 modellgrunnlag.

V441-ontologien svarer ut behovet for strukturert informasjon om skader o.l. som ble beskrevet i tidligere rapporter om bruk av drone i bruinspeksjon:

- Brage – Statens vegvesen rapport 264: Bruinspeksjon med drone og infrarødt kamera – resultater fra innledende forsøk – FoU-program:  
<https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2619055>
- Statens vegvesens rapport 224: Bruinspeksjon med drone – region øst erfaringer:  
<https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2614566/Bruinspeksjon%20med%20drone%20SVV%20rapport%20224%20%285MB%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 6. Anbefalinger, forbedringspunkter og videre arbeid

### 6.1. Anbefalinger

Basert på de positive resultatene og tilbakemeldingene fra bransjen gjennom [OpenLAB : Interoperate], anbefaler prosjektet at V441-ontologien publiseres på en permanent URI og tas i praktisk bruk sammen med V440-ontologiene så raskt som mulig.

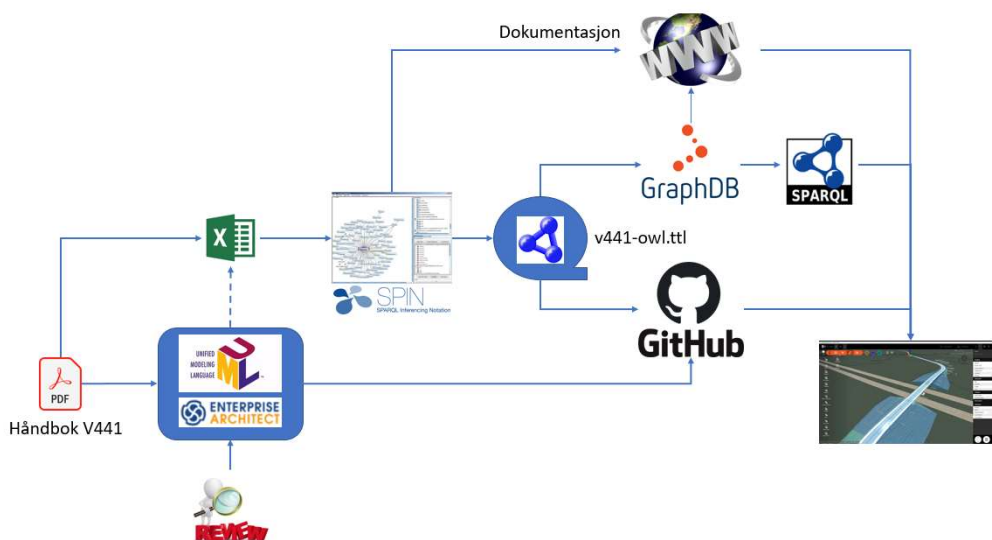
Det bør imidlertid gjennomføres en kvalitetssikringsprosess av ontologien av de ansvarlige for håndbok V441, slik at vi sikrer at innholdet i ontologien er i samsvar med håndboken. Ved publisering av ontologiene vil det framgå at ontologiene ikke er formelt godkjent av Statens vegvesen.

Vi anbefaler at flere av punktene listet under punkt 6.2 gjennomføres før ontologiene publiseres for aktiv bruk.

#### 6.1.1. Metodeforslag utarbeidelse ontologier

Prosjektet foreslår metode for utvikling av ontologier basert på arbeidet som er gjort med V440 *bruregistering* og V441 *bruinspeksjon*.

Figuren nedenfor viser en prinsippskisse over prosessens som ble anvendt for utviklingen av ontologi for V441 *bruinspeksjon*.



Figur 6.1: Prosess for utvikling av ontologi.

#### UML

For håndbok V440 bestemte vi oss for å bruke ISO 12006-2 som grunnstruktur, eller «upper ontology» som det også kan kalles. For håndbok V441 fant vi ingen lignende eksisterende struktur som passet. Her startet vi i stedet med å utvikle en UML-modell for å definere den grunnleggende strukturen basert på håndbok V441. UML-modellen, med sin grafiske framstilling, ble brukt for å få en oversikt over ontologien. Den kunne også brukes som grunnlag for gjennomgang av modellen av domeneeksperter.

Selv om man finner en eksisterende ontologi å basere den aktuelle ontologien på, anbefaler vi likevel å bruke UML-diagram for grafisk å representere de grunnleggende ideene i ontologien.



### Excel

Innholdet i håndboken ble lagt inn i Excel i henhold til avtalt struktur (samme struktur ble brukt for både V440 og V441). Vi valgte Excel fordi tabeller i Excel er enkle å forstå og de er enkle både å skrive og lese for maskiner og mennesker – også for mennesker som ikke er eksperter på ontologier. Vi anbefaler en lignende arbeidsmetode for framtidig arbeid med utvikling av ontologier.

### Generering av ontologier

Excel-filene ble lastet inn i TopBraid Composer via eksisterende funksjonalitet for import av Excel-filer. Verktøyet oppretter et RDF-datasett i henhold til «Excel-ontologien» som kunne behandles videre ved hjelp av for eksempel SPIN for å generere selve ontologien. Tilsvarende funksjonalitet for Excel-behandling er også tilgjengelig i for eksempel Protege. Det viktige er at data fra Excel blir bearbeidet for å generere hovedinnholdet i ontologien. Avhengig av kravene til dokumentasjon osv., kan det være nødvendig med en del etterbehandling i et passende verktøy.

### Publisering

Ontologien må selvfølgelig publiseres, dvs. gjøres tilgjengelig for brukere (både mennesker og maskiner). For V440 og V441 ble dette gjort på fire måter:

- Online dokumentasjon i html gjort tilgjengelig via ontologiens URI. Denne dokumentasjonen ble automatisk generert fra ontologien til TopBraid Composer-verktøyet, men også her er det forskjellige alternativer basert på åpen kildekode, for eksempel [WIDOCO](#).
  - En anbefaling for framtiden er at tekstbeskrivelser, figurer osv. fra håndboken gjøres linkbare fra ontologien på «riktig» nivå, slik at du kan koble tilleggsdokumentasjon direkte fra ontologien, f.eks. med rdfs:seAlso tags. Ved hjelp av RDF / A kan du også opprette lenker i den andre retningen, dvs. fra håndbok til ontologi.
- Ontologien som en maskinlesbar fil, ble gjort tilgjengelig for direkte nedlasting fra samme adresse som html-dokumentasjonen (samme URI). Forskjellen er at klienten må angi «Accept: text/turtle» som overskrift i sin http-forespørsel.
- For direkte tilgang via SPARQL ble det satt opp et SPARQL-sluttpunkt ved hjelp av [GraphDB](#). Det finnes en rekke databasehåndterere å velge mellom.
- Ontologien ble også gjort tilgjengelig via [GitHub](#).

### GitHub

GitHub ble brukt som plattform for samarbeid i prosjektet. I GitHub kan du dele resultater åpent mellom prosjektpartnerne samt gjennomgå, kommentere, dokumentere og bruke versjonskontroll for best mulig kontroll. For distribuerte prosjekter som dette, har GitHub-miljøet vært en livredder.

### «Upper ontology»/gjenbruk/linking

For å få den best mulige strukturen og muligheten for å knytte seg til omverdenen, anbefaler vi at man prøver å finne ontologier for gjenbruk, både for den grunnleggende strukturen (øvre ontologi) og for gjenbruk av definisjoner. Det finnes et stort antall ontologier. Et nettsted som kan brukes for å få en oversikt, er [Linked Open Vocabularies](#).



## 6.2. Forbedringspunkter og videre arbeid

Nedenfor har vi listet opp en del forbedringspunkter/ videre arbeidsoppgaver:

Tiltak	Begrunnelse	Fallgruve
Økt innsats for kunnskapsspredning.	Det er generelt lavt kunnskapsnivå innenfor bygg- og anlegg om LD/SW-teknologien og dens fordeler. For å sikre at denne smarte og åpne teknologien får sin fortjente plass i vår bransje, må informasjonen spres til interessenter og beslutningstakere.	Dersom ikke kunnskapen om LD/SW-teknologien og dens fordeler blir formidlet med nok styrke og intensitet, vil antakelig ikke denne teknologien få sin fortjente plass i de framtidige dataløsningene innenfor bygg og anlegg.
Utarbeidet enkelt tilgjengelig undervisningsmateriale om teknologien. Denne rapporten må ses på som et innspill til kunnskap om teknologien.	LD/SW er en teknologi som ikke er så lett tilgjengelig for folk som ikke programmerer til daglig. Det er en del nye begrep og teknologier som må forstås for å kunne se hvor elegant denne teknologien løser en del utfordringer innenfor vår industri. Det er derfor viktig å lage tilpasset undervisningsmateriale for å nå de aktuelle beslutningstakerne og framtidige brukere.	Dersom det ikke er pedagogisk tilpasset undervisningsmateriale tilgjengelig, vil formidlingsjobben bli vesentlig tyngre og antakelig vil LD/SW-teknologien ikke bli tatt i bruk i så stort omfang som den fortjener.
Ontologiene må flyttes over på en permanent forvaltningsplattform, der de kan vedlikeholdes og driftes med profesjonell overvåkning.	Ontologiene er i dag publisert på en server hos Statens vegvesen som ikke har den nødvendige driftsovervåking som er nødvendig for en datakilde som skal være tilgjengelig så nær opp mot 100% som mulig.  Statens vegvesen bør avsette dedikerte ressurser som ivaretar ontologiene både i forhold til innhold og teknologi.  Det bør dannes en forvaltningsgruppe som består av ressurser som minst har følgende kunnskap: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunnskap om den tekniske delen av forvaltningen</li> </ul>	Hvis ikke ontologiene blir forvaltet på en profesjonell måte, vil kvaliteten på innholdet og stabiliteten av løsningen etter hvert forringes og brukerne vil miste tiltro til tjenesten.

Tiltak	Begrunnelse	Fallgruve
	<p>(server adm.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunnskap om LD/SW-teknologien med tilhørende formater</li> <li>• Kunnskap om de håndbøkene som det er laget ontologier av</li> </ul> <p>Denne gruppa må lage en plan for teknisk forvaltning, revisjon og kvalitetssikring av innholdet i ontologiene og evt. videre arbeid med utvikling av nye ontologier. Planen må så iverksettes og gjennomføres.</p>	
Kvalitetssikring av ontologiene.	Ontologien må kvalitetssikres av ressurspersoner som kjenner V441 godt, slik at vi sikrer at ontologien ikke inneholder misforståelser og feiltolkninger av håndboken.	Hvis ontologien inneholder feil og mangler og ikke til enhver tid er oppdatert iht. siste versjon av håndboken, vil brukerne raskt miste tiltro til løsningen.
Linking mot online illustrasjoner og forklaringer.	Det bør etableres linker i V441-ontologien som linker mot illustrasjoner og forklaringer i håndbok V441. Disse illustrasjonene og forklaringene må legges ut på nettet slik at de enkelt kan linkes til. Effekten av dette vil være at man også kan linke dokumentasjon av V441 direkte inn i programvarer eller tjenester som nyttiggjør seg av V441-ontologien.	Dersom dette ikke gjennomføres, vil man gå glipp av en av de fine aspektene ved LD/SW-teknologien. Programvare som linker mot ontologiene får ikke bare data som kan benyttes i forretningslogikken i løsningene, men programvaren får også tekst og illustrasjoner som kan brukes for å forbedre brukeropplevelsen i løsningen.
Linking til andre ontologier.	Det vil være veldig nyttig å etablere og publisere linker mot andre relevante ontologier, såkalte «Linking Rule Sets» (LRS), slik at programvare kan lese disse linkene og dermed kunne resonnerer og koble ulike	Dersom slike LRS ikke etableres, får man ikke utnyttet det fulle potensialet i LD/SW-teknologien. Et av de virkelig kraftfulle aspektene ved denne teknologien er nettopp å kunne lenke sammen datamodeller fra ulike relaterte domener på en

Tiltak	Begrunnelse	Fallgruve
	<p>systemer sammen.</p> <p>Eksempler på slike ontologier kan være en NVDB-ontologi, IFC 4.3-ontologien og evt. ontologier som etableres fra UML-modellene i VU-053-prosjektet. Den allerede utviklede LRS for kobling mellom V440-ontologien og V441-ontologien kan bearbeides og utvides ytterligere.</p>	<p>smart måte og benytte det totale relevante sammenlenkede datagrunnlaget i de ulike programvareløsningene.</p> <p>Ontologiene kan lenkes sammen på ulike måter ved å benytte ulike LRS-er for å støtte forskjellige behov i de aktuelle programvareløsningene.</p>
<p>Samordne menneskelesbare håndbøker med de maskinlesbare håndbøkene.</p>	<p>Det eksisterer programvare som kan benyttes for å lage menneskelesbare beskrivelser som oversettes til maskinlesbare ontologier av programvaren. Semantic MediaWiki er en slik åpen kildekode-løsning. <a href="https://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Semantic_Media_Wiki">https://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Semantic_Media_Wiki</a></p> <p>Det kunne vært veldig interessant å teste ut om en slik løsning kunne vært benyttet for å forvalte håndbøkene til Statens vegvesen, slik at menneske- og maskinlesbar versjon av håndbøkene blir forvaltet i den samme løsningen.</p>	<p>En slik løsning bør testes ut i et pilotprosjekt for å avdekke eventuelle utfordringer og fallgruver.</p>
<p>Håndtere gjenstående aksjonspunkter fra utviklingen.</p>	<p>I <a href="#">GitHub</a> er det lagt inn en del mulige forbedringer. De er logget som aksjonspunkter («issues»). Disse aksjonspunktene bør adresseres, vurderes og lukkes før endelig publiseringen av ontologien.</p>	<p>Issues fra GitHub:</p> <p><a href="#">#13</a> <i>Bruk av «core» som prefix «feiler».</i></p> <p>Den rapporterte feilen er rettet, men det må fremdeles ryddes i referansene til ontologiene for V440 og V441. Dette vil bli gjort i forbindelse med den endelige publiseringen.</p> <p><a href="#">#7</a> : <i>Grunnlag brukerhistorie – bruforvaltere opplever ikke at V441 i dag hjelper dem til objektiv</i></p>

Tiltak	Begrunnelse	Fallgruve
		<p><i>anvendelse til FDV.</i></p> <p>Her er det listet ulike brukerhistorier og forhold som bør testes ut nå som V400- og V441-ontologiene er på plass. Dette kan f.eks. gjøres i BOLC-prosjektet.</p> <p><i><a href="#">#6</a> : V441-klassifisering - et viktig grunnlag for overlevering til effektiv forvaltning drift og vedlikehold.</i></p> <p>Her er inkludert en link til artikler i VG om dårlig bruvedlikehold. I tillegg er det en link til vedlegg som beskriver krav ved overlevering av konstruksjoner til FDV. Dette er grunnlag for videre uttesting av ontologiene.</p> <p><i><a href="#">#5</a> : Grunnlag – dronekonferansen.</i></p> <p>Her er en link til dronekonferansen 2020 som et grunnlag for videre uttesting av ontologiene med brukstilfeller knyttet til droneinspeksjon av bruer.</p> <p><i><a href="#">#4</a> : Grunnlag – artikler om droner og maskinlæring – strukturert informasjon for maskinlæring er nøkkelen til åpne data.</i></p> <p>Her er det lagt inn link til en artikkel om bruinspeksjon av bruer med drone og bruk av maskinlæringsbasert bildeanalyse for å detektere skader. Denne løsningen er utviklet av firmaet Aircens. Dette er grunnlag for framtidig uttesting av ontologiene.</p>

Tabell 6.1: Forbedringspunkter og videre arbeide.



## Vedlegg 1 - Deltagerliste på samling under [OpenLAB : Interoperate]

buildingSMART Norge	BA-nettverket
DiBK	Consigli
Sopra Steria	Østfold University College
Xtend Technology	Baezeni
Aas-Jakobsen	Jotne
Arkitektbedriftene	Sopra Steria
Sopra Steria	Triona
Cowi	Symetri
Novotech	NTI
Statens vegvesen	SINTEF
Cobuilder	Bygganalyse
Mok-See	Sweco
BuildingPoint Scandinavia	Prodtex
Areo AS	Nlink
NTNU	Orbiton
Norconsult	
Trafikverket	



Statens vegvesen  
Pb. 1010 Nordre Ål  
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

[firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

ISSN: 1893-1162

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag**