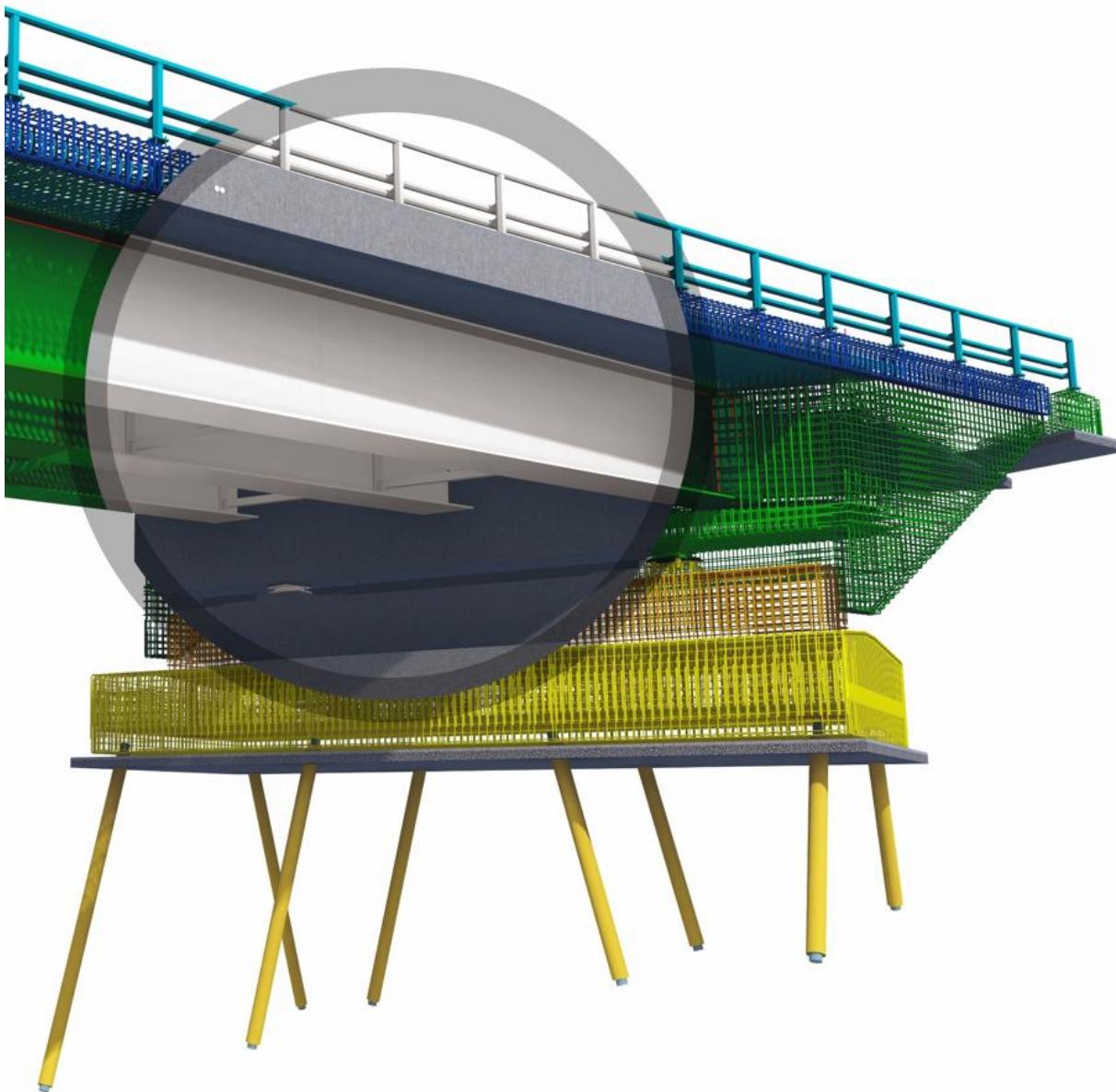


Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM)

Del 1: Behovsanalyse



FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av Sweco Norge AS i samarbeid med Statens vegvesen, og inngår i arbeidet for å øke standardiseringen i modellbaserte leveranser for samferdselskonstruksjoner. Arbeidet er utført på bakgrunn av et avrop på rammeavtale mellom Statens vegvesen Vegdirektoratet og Sweco Norge AS. I arbeidet har det blitt satt ned en prosjektgruppe bestående av representanter fra begge parter. Prosjektgruppen har bestått av følgende personer:

- Kristine Tybring Lindtveit (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Gauke Nordbotten (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Marie Eliassen (Sweco Norge AS)
- Øystein Ulvestad (Sweco Norge AS)
- Christoffer Nergaard Mikalsen (Sweco Norge AS)
- Torhild Bjørkevoll Ersland (Sweco Norge AS)

I tillegg til dette er det også etablert en referansegruppe med relevante aktører i bransjen.

Denne rapporten er del 1 av prosjektet og dekker en analyse av bransjens behov og mangler rundt dagens modellbaserte leveranser.

SAMMENDRAG

I denne rapporten brukes ordet «modell» for å beskrive en «BIM-modell» i ifc-format.

Det er i dag stor variasjon i utforming av modeller for samferdselskonstruksjoner. Dette hindrer bransjen i å utnytte mye av potensialet i modellbaserte leveranser. Det skaper i tillegg unødvendig usikkerhet i fremdrift og kostnad. Mange ser derfor behovet for å enes om et standardisert regelverk. Statens vegvesen Vegdirektoratet har av den grunn påbegynt prosjektet «standardisering av modellbaserte leveranser». Det er i den forbindelse gjennomført følgende behovsanalyse.

Tilbakemeldingene fra bransjen indikerer at det er behov for forbedring og standardisering på flere områder. Det er stor enighet om at et tydeligere regelverk bør være rammen rundt denne standardiseringen og at dette også vil minske usikkerhet med tanke på ressursbehov og fremdrift i prosjekter.

Alle aktørene ønsker også at bransjen enes om en felles datastruktur i modellene, inklusive egenskaper og egenskapssett. Dette anses av mange som den viktigste suksessfaktoren for standardisering.

Mange aktører mener at potensialet i IFC-formatet bør utnyttes bedre. Det foreslås å bruke IFC Spatial Breakdown System samt å ha et mer bevisst forhold til bruk av IFC-entiteter. Det noteres dog at selv om IFC-formatet IFC4.3 bedre vil ivareta bru som disiplin, er det foreløpig ingen modelleringsverktøy som eksporterer IFC4.3-filer på en tilfredsstillende måte.

Det etterlyses også bedre metoder og forbedret programvare for enklere å kunne «lese» og målsette modeller. Dette kan innebære mer bevisst bruk av farger på objekt eller bruk av digitale annotasjoner i stedet for symboler. Det kan også inkludere bruk av forhåndsdefinerte visninger med målsetting og informasjon, samt bedre filtreringsmuligheter i visningsverktøy.

Det er i tillegg fremmet forslag om å standardisere ulike aspekter rundt BIM-metodikken. Her nevnes eksempelvis forslag til hvordan oppdeling av modell i undermodeller bør gjøres, hvordan lenker til eksterne dokumenter kan gjøres samt hvordan tilbakefylling av masser formidles. Det avdekkes også et behov fra forvaltere om å bedre ivareta IDV-informasjon i modellene (Inspeksjon, Drift og Vedlikehold).

Selv om behovene i viss grad er forskjellig for de ulike gruppene av aktører er alle positive til et standardisert regelverk for utforming av modeller av samferdselskonstruksjoner. Samtidig er aktørene opptatt av at krav ikke må stå i veien for innovasjon og kreativitet.

Engasjementet for prosjektet har vært stort og mange aktører har vist en imponerende vilje til deling av kunnskap og erfaring. Mange har lagt ned en betydelig egeninnsats i delingsarbeidet og mange har samarbeidet på tvers av organisasjoner for å enes om gode løsninger. Denne viljen og tilliten er unik i internasjonal sammenheng og er mye av årsaken til den ledende rollen Norge har på fagfeltet.

- Innholdsfortegnelse

FORORD.....	2
SAMMENDRAG.....	3
1. INTRODUKSJON.....	7
1.1. Beskrivelse av prosjektet	7
1.2. Formålet med standardisering.....	7
2. BEGREPSFORKLARING	8
3. METODE	10
4. RESULTATER FRA TILBAKEMELDINGER	11
4.1. Introduksjon.....	11
4.2. Regelverk.....	12
4.2.1. Introduksjon.....	12
4.2.2. Tydeligere regelverk.....	12
4.2.3. Utforming for byggeperioden	13
4.3. Programvare	14
4.3.1. Introduksjon	14
4.3.2. Målsetting i modell	14
4.3.3. Programvare påvirker datastruktur og utseende	14
4.3.4. Datamengde skaper stabilitetsproblemer	15
4.4. IFC.....	16
4.4.1. Introduksjon.....	16
4.4.2. IFC4.3 og IFC Bridge	16

4.4.3.	IFC Spatial Breakdown System.....	16
4.4.4.	IFC-entiteter	17
4.5.	Egenskaper	18
4.5.1.	Introduksjon	18
4.5.2.	Sammensatte objekter.....	18
4.5.3.	Egenskaper	19
4.5.4.	Egenskapsverdier	19
4.5.5.	Egenskapssett	20
4.6.	Detaljer og utforming.....	21
4.6.1.	Introduksjon	21
4.6.2.	Detaljer og konsepter	21
4.6.3.	Detaljeringsgrad.....	23
4.6.4.	Kollisjoner mellom objekter i modell.....	24
4.6.5.	Produktnøytrale komponenter	27
4.6.6.	Sveiser, skruer og utsparinger.....	27
4.6.7.	Farger	28
4.6.8.	Akser	29
4.7.	Metodikk	30
4.7.1.	Introduksjon.....	30
4.7.2.	Alternativer til “BIM tittelfelt”	30
4.7.3.	Symboler	33
4.7.4.	Oppdeling av undermodeller	34

4.7.5.	Revisjonshåndtering.....	34
4.7.6.	Lenker til eksterne dokumenter.....	35
4.7.7.	Informasjon om tilbakefylling av masser	35
4.7.8.	Standardisering av BIM-manual.....	35
4.7.9.	Forhåndsdefinerte snitt i modell	36
5.	DISKUSJON OG VIDERE ARBEID.....	37
5.1.	Oppsummering	37
5.2.	Byggherrenes synspunkter.....	37
5.3.	Rådgivernes synspunkter	37
5.4.	Entreprenørenes synspunkter	38
5.5.	Forvaltning sine synspunkter	38
5.6.	Utfordringer og hindringer for å kunne standardisere	38
5.7.	Forslag til videre arbeid:	39
6.	Annен relevant informasjon rundt standardisering	40

1. INTRODUKSJON

1.1. Beskrivelse av prosjektet

Konstruksjoner som faller innenfor kategoriene listet i krav 2.1 - 1 i vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) skal ha teknisk godkjenning før byggeprosessen kan starte. Historisk har denne kontrollen blitt basert på tegninger der geometri og egenskaper har blitt angitt. Fra 2016 er det åpnet opp for også å kunne kontrollere og godkjenne samferdselskonstruksjoner basert på modeller. Det er ikke gitt veldig strenge retningslinjer for utforming av modellene i det mål å forsterke innovasjon fra aktørene i bransjen. I perioden fra 2016 og frem til i dag har resultatet vært mye eksperimentering og rask utvikling innen fagfeltet. Nye utfordringer har oppstått når modeller skal erstatte tegninger. Prosjekterende har derfor utviklet løsninger for å overføre informasjon om geometri, egenskaper, samt annen viktig kunnskap i modellene. Entreprenører og byggmenn har så videreført denne informasjonen og funnet måter å integrere modellene i sine prosesser. Bransjen er derfor verdensledende innen modellbaserte leveranser. Utforming av modeller og valg av metodikk varierer dog fra prosjekt til prosjekt, noe som skaper utfordringer for gjenbruk. I tillegg skaper mangel på et klart regelverk unødvendig usikkerhet i fremdrift og kostnader.

Bransjen har derfor lenge sett behovet for å enes om et standardisert regelverk for utforming av modeller av samferdselskonstruksjoner. Statens vegvesen Vegdirektoratet har av den grunn påbegynt prosjektet «standardisering av modellbaserte leveranser». Det er i den forbindelse gjennomført en behovsanalyse. Denne rapporten oppsummerer funnene funnene gjort i behovsanalsen. Det vil i tillegg publiseres en sluttrapport hvor det fremmes forslag til regelverk og anbefalinger. En videreføring av dette prosjektet er tenkt å resultere i konkrete krav og anbefalinger for utforming av modeller for samferdselskonstruksjoner. Hvilke regelverk disse kravene og anbefalingene vil inngå i er det ikke tatt stilling til i dette prosjektet.

1.2. Formålet med standardisering

Prosjektets formål er i første omgang å avdekke behov og utfordringer som dagens modellbaserte leveranser skaper for bransjen. Videre er målet å fremme forslag til regelverk og anbefalinger på de punkter der standardiserte løsninger vil gagne bransjen. Samtidig er det viktig å vurdere om relevant teknologi er tilstrekkelig moden. Ved å standardisere regelverk for utforming av modeller kan ressursbehovet reduseres ved produksjon av modellene. Samtidig vil også usikkerheten i fremdrift og kostnader kunne begrenses. Ressursbehovet reduseres også ved produksjon fra modellene og forvaltning av modellene. Metodikk vil enklere kunne gjenbrukes og behovet for opplæring i alle ledd vil minske. Antall misforståelser og feiltolkning av informasjon vil også reduseres. En standardisert måte å utarbeide modeller på vil i tillegg gjøre det mer attraktivt for programvareutviklere å utvikle bedre tilpassede digitale verktøy. Det vil også gjøre det enklere for prosjekterende, kontrollerende og utførende å lage «add ins» til visningsprogrammene.

Standardisering betyr i utgangspunktet at utforming av modellene skal være tilnærmet lik. Det er dog viktig at det ikke settes for store begrensinger for videre innovasjon og kreativitet da det også i fremtiden vil være store behov for videre utvikling. Det bør være rom for at også fremtidige gode forslag innlemmes i standardiseringen.

2. BEGREPSFORKLARING

Under følger forklaringer på hvordan denne rapporten definerer ulike begrep.

Attributt

I IFC-sammenheng brukes begrepene «egenskap» (engelsk: property) og «attributt» (engelsk: attribute) ofte om hverandre. Både egenskaper og attributter knyttes til en IFC-entitet og gir spesifikk informasjon om entiteten. Attributter er dog forhåndsdefinert i IFC-standarden, mens egenskaper opprettes av den som produserer modellen. Et eksempel på et attributt er "IfcElement.Length". Dette attributtet kan brukes for å angi lengden til et objekt, for eksempel en del av en bru. Et eksempel på en egenskap er «MMI». Denne egenskapen sier noe om modenheten til et objekt.

BIM tittelfelt

“BIM tittelfelt” er objekter eller en nordpil som plasseres sammen med en konstruksjon. “BIM tittelfelt” er ment å gi diverse informasjon om konstruksjonen og/eller lenker til eksterne dokumenter relevant for konstruksjonen (se også kapittel 4.7.2).

BSDD (BuildingSMART Data Dictionary)

BSDD er en standardisert terminologidatabase innen bygge- og anleggsindustrien. I denne databasen kan organisasjoner dele egenskapssett for derved å lette standardiseringsarbeid. BSDD støtter også flere språk, som muliggjør kravsetting uavhengig av språk. For eksempel kan IfcWall ha navn: Vegg/Wall/Wand/Parete etc.

Datastruktur

Med datastruktur menes hvilke egenskaper og egenskapssett som benyttes samt hvor i IFC Spatial breakdown system (IFC-hierarkiet) disse plasseres (se også «IFC Spatial breakdown system»).

IDS (Information Delivery Specification)

IDS er en metode for validering av IFC-filer. Det kan for eksempel kontrolleres om IFC-filer inneholder korrekt IFC-struktur. IDS kan også brukes til å kontrollere at ønskede egenskaper er fylt ut og om de i tillegg er utfylt med «gyldige» verdier.

IFC (Industry Foundation Classes)

IFC er et åpent filformat for modellering og er mye brukt i bygge- og anleggsindustrien for å lette utveksling av data og samarbeid mellom ulike programvareapplikasjoner.

IFC Bridge

Det er flere spesifikke underklasser av IFC for ulike bruksområder. IFC Bridge er en av disse underklassene. IFC Bridge er tilgjengelig fra og med IFC-versjon IFC4.3 og tilbyr spesifikke objekter og egenskaper som er relevante for bruprosjektering, brubygging og bruforvaltning.

IFC2x3

I ifc2x3 er navngivning og funksjonalitet best tilpasset bygninger.

IFC4.3

IFC4.3 er en videreutvikling av IFC2x3. Eksempler på utvikling er bedre støtte for ikke-geometriske data og forbedret geometrihåndtering. I IFC4.3 kan for eksempel veglinjer representeres i form av objekttypen IfcAlignment. IFC4.3 inneholder også underkategorien IFC Bridge. IFC Bridge inneholder IFC-entiteter som er relevante for bruprosjektering, brubygging og bruforvaltning.

IFC-skjema

Et samlebegrep for all funksjonalitet som IFC-formatet besitter.

IFC Spatial breakdown system

IFC Spatial Breakdown System er en funksjonalitet i IFC-formatet. IFC Spatial Breakdown System definerer flere nivåer av informasjon, et hierarki, der elementer lenger ned i hierarkiet arver egenskaper av elementer lenger opp i hierarkiet. IFC Spatial Breakdown System gir i tillegg mulighet til å organisere elementer som peler, fundament, landkar og brurekkverk i henhold til romlig plassering. Spatial Breakdown System er tilgjengelig i både IFC2x3 og IFC4.3.

IFC-entitet

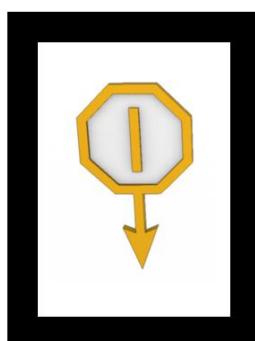
Alle objekter i en IFC-fil er klassifisert som en eller annen type IFC-entitet. Eksempler på IFC-entiteter er IfcBeam, IfcBearing og IfcColumn. IFC-entiteter kan omfatte alt fra grunnleggende geometriske former og bygningsdeler til mer komplekse objekter som vegger, lager, trapper og mye mer. For hver IFC-entitetstype medfølger informasjon om egenskaper, relasjoner til andre entiteter, og annen data som er nødvendig for å beskrive en bygningsmodell fullstendig.

Informasjonsobjekt

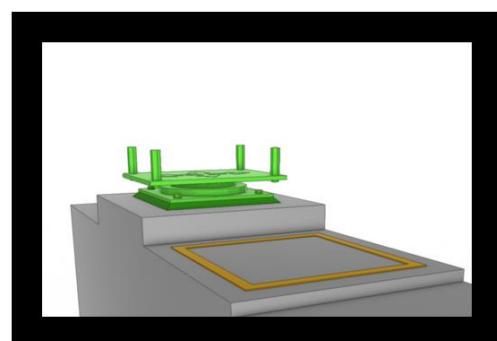
Et informasjonsobjekt er et objekt som ikke skal bygges, men som kun brukes til å formidle informasjon. Figur 2.1, 2.2 og 2.3 viser eksempler på informasjonsobjekter.



Figur 2.1 - Eksempel på informasjon om kilometerering



Figur 2.2 - Eksempel på symbol (også kalt informasjonssymbol)



Figur 2.3 - Eksempel på informasjon om tillatt jekkepllassering ved lager

Egenskap (Engelsk: Property)

Se forklaring på «attributt». Se også kapittel 4.5.3.

Egenskapssett (Engelsk: Pset / PropertySet)

Et egenskapssett er en samling av egenskaper. Se også kapittel 4.5.5.

Modell

I denne rapporten brukes ordet «modell» for å beskrive en «BIM-modell» i IFC-format.

Objekt

Et objekt (også kalt volumobjekt) er en IFC-entitet som ikke kan brytes opp i mindre deler. Objektet kan tilegnes informasjon i form av egenskaper.

Objektinformasjon

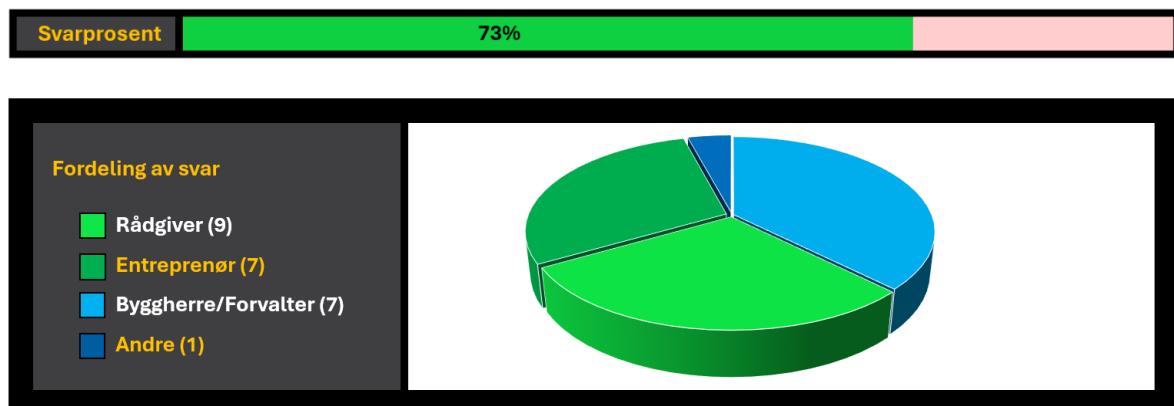
Objektinformasjon er informasjonen knyttet til et objekt gjennom egenskaper

3. METODE

I arbeidet med å kartlegge behov har Statens vegvesen Vegdirektoratet satt sammen en prosjektgruppe bestående av representanter fra Statens vegvesen Vegdirektoratet og Sweco. For å innhente tilbakemeldinger og innspill er det blitt etablert en referansegruppe bestående av nøkkelpersoner fra ulike aktører i bransjen. Referansegruppen består av totalt 33 personer og inneholder representanter fra prosjekterende, entreprenører, byggherrer, vegeiere, bruforvaltere samt andre aktuelle aktører.

Denne rapporten er i all hovedsak basert på svar på tilbakemeldingsskjemaet som er sendt ut til hele referansegruppen. Dette tilbakemeldingsskjemaet består av 12 spørsmål der visse spørsmål er åpne og noen mer fokusert på enkeltdetaljer eller enkeltområder. Et komplett skjema kan sees i vedlegg 1. Det har også blitt gjennomført flere separate møter med utvalgte aktører for å bedre prosjektgruppens forståelse av enkelte temaer.

Totalt er det mottatt 24 tilbakemeldinger. Dette gir en svarprosent på 73 %. Figur 3-1 viser fordelingen av mottatte svar oppdelt etter type aktør. Tilbakemeldingene har blitt systematisk gjennomgått og meninger, tanker og kommentarer har blitt kartlagt. Dette har videre blitt brukt som grunnlag for oppdeling av tilbakemeldingskategorier. Disse kategoriene beskrives i resultatkapitelet.

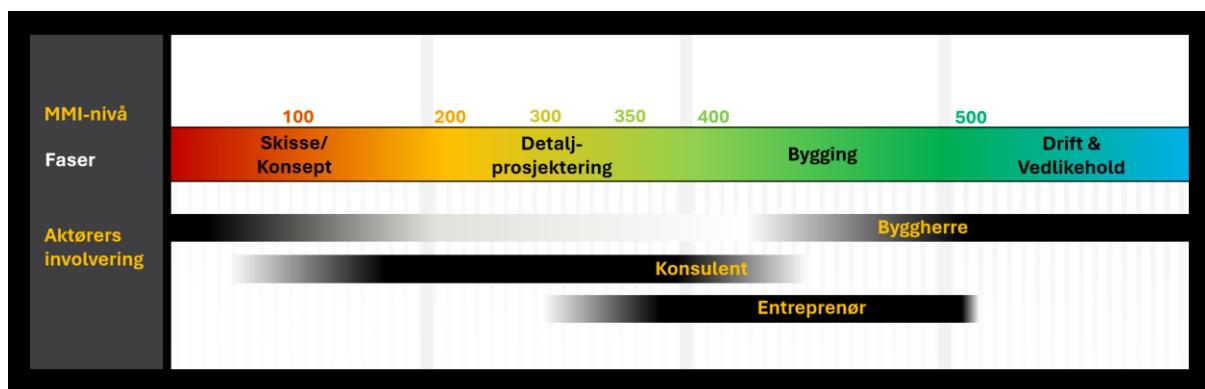


Figur 3-1 - Fordeling av svar oppdelt etter type aktør.

4. RESULTATER FRA TILBAKEMELDINGER

4.1. Introduksjon

Basert på tilbakemeldingene er det tydelig at utfordringene for prosjekterende, entreprenører og forvaltere i mange aspekter er ulike. Dette er naturlig ettersom aktørene arbeider med modellene i ulike prosjektfaser, og dermed har ulike behov (se Figur 4-1). Samtidig finnes det også en del områder hvor utfordringene sammenfaller, der alle er enige om at forbedringer er nødvendig og alle er enige om hvilken retning som bør velges.



Figur 4-1 - Figuren viser vanlige faser knyttet til konstruksjoner i infrastrukturprosjekter.

På bakgrunn av tilbakemeldingene, er det valgt å dele behovsanalysen opp i seks hovedkategorier. Disse hovedkategoriene er:

- Regelverk
- Programvare
- IFC
- Egenskaper
- Detaljer og utforming
- Metodikk

Hovedkategoriene representerer en paraplybetegnelse for de aktuelle aspektene og presenteres i kapitlene under (se kapittel 4.2 til 4.7).

4.2. Regelverk

4.2.1. Introduksjon

På visse områder gir dagens regelverk få detaljerte retningslinjer for utforming av modeller for samferdselskonstruksjoner. Dette gir stort rom for eksperimentering og rask utvikling innen fagfeltet. Samtidig er det utfordrende å definere hvilke løsninger som oppfyller gjeldende regelverk og hvilke som ikke gjør det. Påfølgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til forbedringsbehov for regelverk.

4.2.2. Tydeligere regelverk

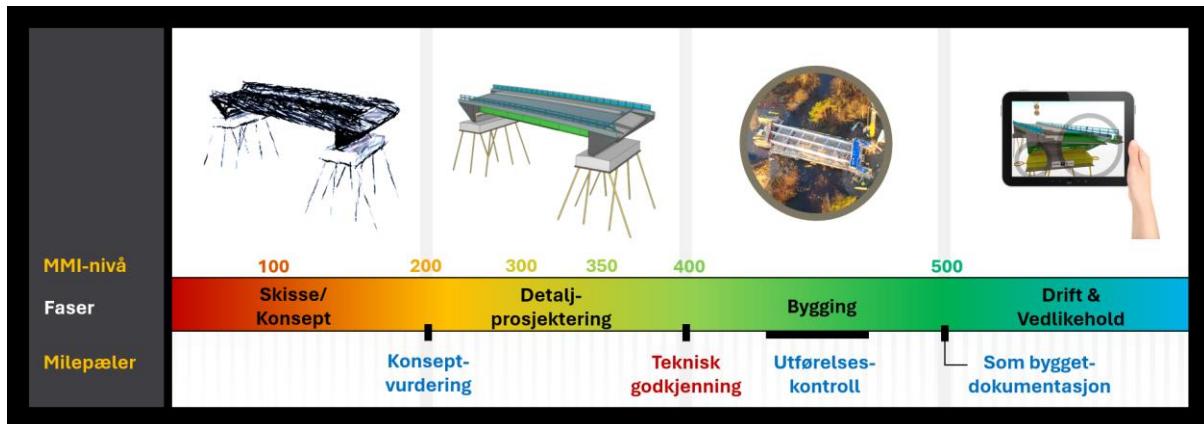
Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) setter en del generelle krav til modellbaserte prosjekter. Det kreves blant annet at akser og nordpil skal innarbeides i modell og det stiller krav til at objektinformasjon skal være logisk, strukturert og enkel å finne fram til. Det foreligger imidlertid lite informasjon om hvordan de generelle kravene skal utøves. I tillegg er det mange prinsipielle aspekter ved utforming av modellene som det ikke er definert krav til. Eksempler på dette er tilstrekkelig detaljeringsgrad for objekter samt hvilke kollisjoner som kan tillates i modell.

Det er derfor kommet innspill fra mange aktører om at dagens regelverk bør gjøres tydeligere. De fleste av innspillene kommer fra prosjekterende som i hovedsak ønsker at krav til modellbasert arbeidsgrunnlag gjøres mer detaljert og utfyllende. Dette for å minske risiko for kommentarer av prinsipiell art sent i prosjekteringsfasen, noe som igjen vil redusere ressursbehovet ved produksjon av modellene og minske usikkerheten rundt fremdrift.

4.2.3. Utforming for byggeperioden

Prosjekterende sin utforming av modeller gjøres i hovedsak med tanke på at modellene skal kunne brukes effektivt av entreprenør i en byggeperiode (se Figur 4-2). Egenskapene i modellene er derfor ofte best tilpasset denne fasen. Samtidig er det aktører, særlig innen forvaltning, som ønsker at modellene og modellenes objektegenskaper bedre tilpasses behovene i drift og vedlikeholdsfasen. Dette kan for eksempel innebære å legge til objektegenskaper for inspeksjon.

Det bør tas stilling til hvordan berikelse og oppdatering av modellinformasjon skal utføres i en driftsfase i forbindelse med at modellen overføres til forvaltning.



Figur 4-2 - Figuren viser vanlige faser knyttet til konstruksjoner i infrastrukturprosjekter.

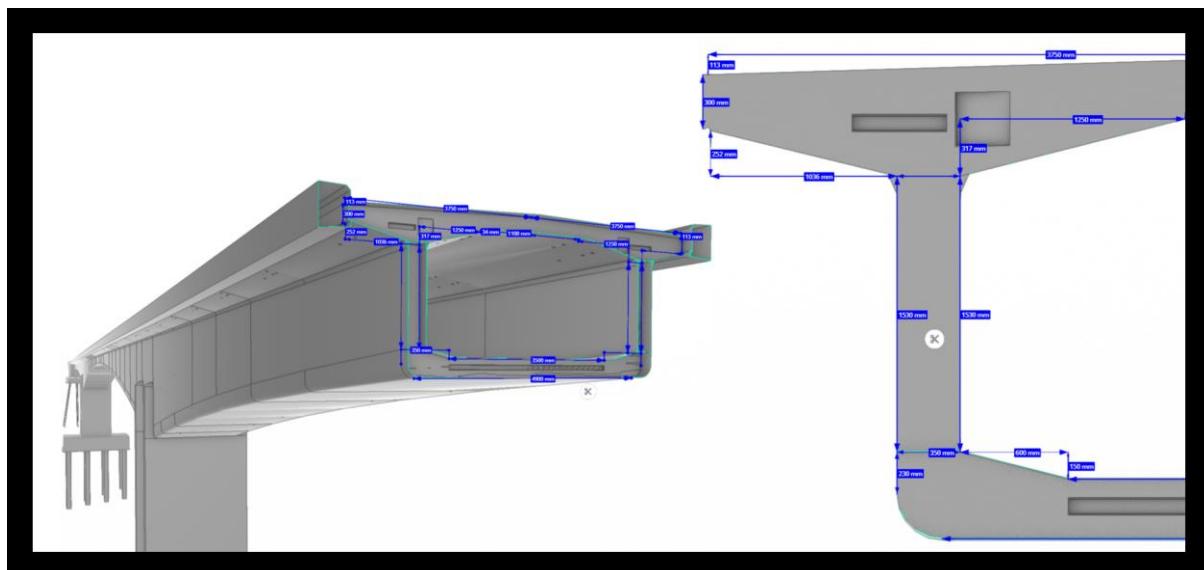
4.3. Programvare

4.3.1. Introduksjon

Programvare er essensielt for å kunne produsere og bruke modeller på en effektiv måte. Programvare som er godt tilpasset bransjens behov vil kunne spare tid, redusere antall feil og åpne opp for å benytte modellene i flere prosesser. Dagens programvare er dog ofte best tilpasset bruk i bygg- og industriprosjekter. Flere aktører ønsker derfor at dagens programvare videreføres for bedre å kunne utnytte potensialet som modellbaserte leveranser har. Påfølgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til forbedringsbehov i programvare.

4.3.2. Målsetting i modell

Både prosjekterende, entreprenører og forvaltere har påpekt at det kan være tidkrevende og vanskelig å målsette riktig i modell. Det fremheves blant annet at det kan være utfordrende å ta mål mot flater som ikke er plane. Vanskiligheter med å målsette riktig gjør både kontroll og byggeprosessen utfordrende. Det etterlyses derfor bedre løsninger for fri målsetting samt å kunne sette ut digitale mållinjer i forhåndsdefinerte snitt i modell. Det bør her merkes at det i noen programvarer allerede nå er mulig å sette ut digitale mållinjer i forhåndsdefinerte snitt (se Figur 4-3).



Figur 4-3 - Eksempel på ferdig plasserte mållinjer i forhåndsdefinerte snitt. Modellen er målsatt med visuell programmering i modelleringsprogram og importert inn i visningsmodell ved bruk av visningsprogrammets eget API (Trimble Connect). (Modell: Cowi)

4.3.3. Programvare påvirker datastruktur og utseende

Mange aktører har kommentert utfordringer ved at farger på objekter i modell varierer mye mellom ulike visningsverktøy. Det påpekes også at objektinformasjonen i modell oppfattes ulikt fra programvare til programvare samt at modellstruktur også tolkes ulikt. Det er spesielt vist til AutoCAD Civil, OpenRoads og Gemini som programvare der fargegjengivning endres og viktig objektinformasjon kan forsvinne ved import.

På byggeplass brukes hovedsakelig håndholdt utstyr som f.eks. nettbrett og mobiltelefoner for å lese modellene. På grunn av begrenset skjermstørrelse og utfordringer med skrolling er utseende av modell og plassering av informasjon vesentlig for at modellene skal kunne brukes effektivt av entreprenører. For å tilrettelegge for bruk av modeller på byggeplass bør det derfor grundig planlegges hvordan uvesentlig data lett kan filtreres bort. Informasjonen som er mest relevant bør i tillegg legges lett tilgjengelig øverst i hver fane.

4.3.4. Datamengde skaper stabilitetsproblemer

Ved produksjon på byggeplass uten tegninger er det viktig at modellene lar seg håndtere i aktuelle visningsverktøy. Modellene bør kunne åpnes raskt og relevant informasjon bør kunne filtreres og hentes effektivt. Filstørrelsene bør i tillegg være små nok til at visningsverktøy fungerer på en tilfredsstillende måte. Ikke alle programvarer håndterer modeller med store datamengder like godt, og enkelte entreprenører har opplevd stabilitetsproblemer på nettbrett når datamengden i modellene blir for stor. Noen entreprenører har derfor ytret ønske om at modellene deles opp på en måte som begrenser filstørrelsene.

4.4. IFC

4.4.1. Introduksjon

I henhold til vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) skal det for modellbaserte prosjekter utarbeides digitale informasjonsmodeller basert på åpne BIM-standarder og åpne formater. Det betyr i praksis at alle modelleveranser innen samferdselskonstruksjoner gjøres i form av IFC-filer. IFC2x3 er det mest vanlige IFC-formatet innen bruprosjektering.

IFC-formatet, og da spesielt IFC4.3, innehar mye funksjonalitet som kan benyttes i samferdselsprosjekter. Det er dog få av dagens prosjekter som utnytter dette. Flere aktører ønsker derfor at det legges opp til å utnytte mer av mulighetene som bruk av IFC-formatet gir. Påfølgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til bruk av IFC-formatet.

4.4.2. IFC4.3 og IFC Bridge

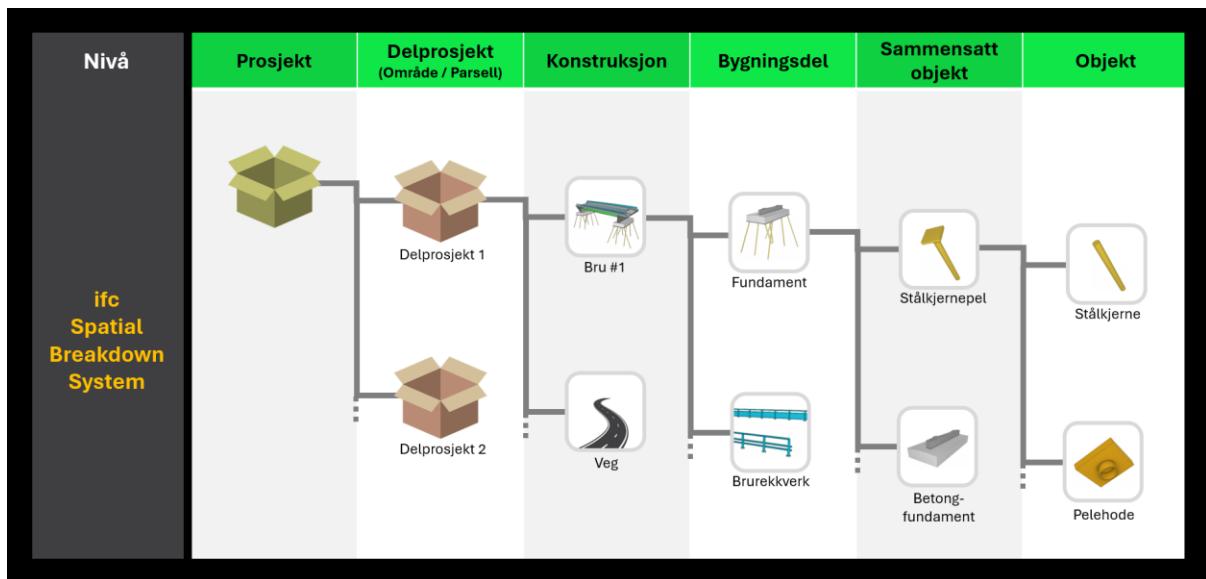
IFC kan brukes i mange fagfelt og det er utviklet underklasser for flere av disciplinene. IFC Bridge er en av disse underklassene. IFC Bridge er tilgjengelig fra og med IFC-versjon IFC4.3 og tilbyr spesifikke entiteter og egenskaper som er relevante for samferdselskonstruksjoner. Et brulager kan for eksempel modelleres som entitetstype «IfcBearing». Dette gir en standardisert måte å strukturere brumodeller på. Det vil forenkle uthenting av data fra modellene og vil også gjøre det enklere å utvikle gode programvareløsninger. IFC4.3 har også andre fordeler i forhold til IFC2x3. Et eksempel er bedre støtte for ikke-geometriske data som kan erstatte mange informasjonsobjekter. Versjonen har også forbedret geometrihåndtering som gjør at veglinjer kan representeres med objekttypen ifcAlignment i stedet for volumobjekter.

Flere aktører har av disse årsakene ytret ønske om at krav til bruk av IFC4.3 og IFC Bridge bør vurderes. Det er her viktig å merke seg at vanlige modellingsverktøy som Revit og Tekla foreløpig ikke eksporterer IFC4.3-filer på en tilstrekkelig god måte.

4.4.3. IFC Spatial Breakdown System

IFC Spatial Breakdown System er en funksjonalitet i IFC-formatet og er tilgjengelig for både IFC2x3 og IFC4.3. IFC Spatial Breakdown System definerer flere nivåer av informasjon, et hierarki, der elementer lenger ned i hierarkiet arver egenskapene som plasseres lenger opp i hierarkiet. Dette forklares mer detaljert i kapittel 4.7.2. Systemet gir i tillegg mulighet til å organisere elementer som peler, fundament, landkar og brurekkverk i henhold til romlig plassering (se Figur 4-4).

Bruk av Spatial Breakdown System gir en standardisert måte å strukturere brumodeller på som vil forenkle uthenting av data fra modellene. Flere aktører mener derfor at IFC Spatial Breakdown System bør brukes mer bevisst. Forslag til ett bruksområde er beskrevet i kapittel 4.7.2.



Figur 4-4 - Figuren viser nivåene i ”IFC Spatial Breakdown System” hierarkiet.

4.4.4. IFC-entiteter

Alle objekter i en IFC-fil definieres som en eller annen IFC-entitet. Det finnes mange entitet-typer som alle representerer ulike objekter i en konstruksjon. Eksempler på entitetstyper er IfcBeam (som ofte vil representere en bjelke) og IfcColumn (som ofte vil representere en søyle). IFC4.3 tilbyr flere entitet-typer enn IFC2x3, og flere av disse er relevante for infrastrukturkonstruksjoner.

Mange prosjekterende har ikke et bevisst forhold til hvilke entitet-typer som velges for å representere et objekt. For forvaltning er sortering av entitet-typer dog et viktig verktøy for å hente ut informasjon fra modellene. Aktørene innen forvaltning har derfor ytret ønske om at bruk av entitet-typer standardiseres.

4.5. Egenskaper

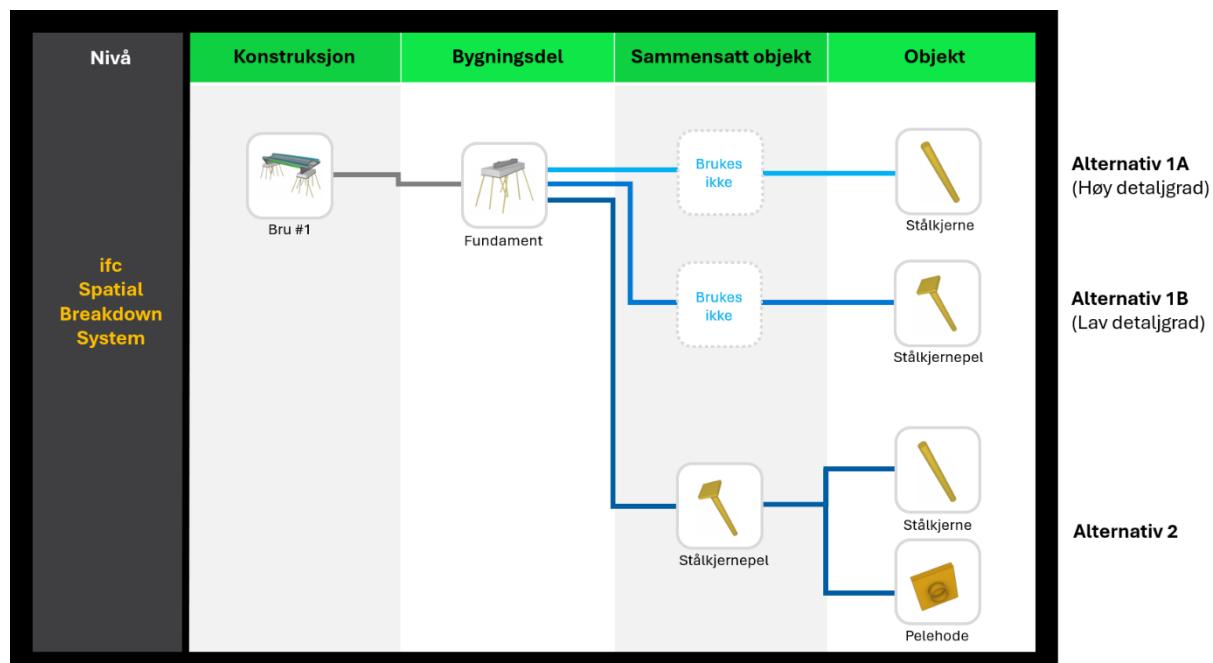
4.5.1. Introduksjon

Med unntak av geometri overføres hovedsakelig all informasjon i modellbaserte prosjekter ved hjelp av egenskaper. Egenskaper er derfor en essensiell del av denne arbeidsmetodikken. Mange konsulentfirma har en intern standardisering for hvilke egenskaper modellene inneholder. Mangelen på felles standardisering i bransjen gjør likevel at det er vanskelig for programvareutviklere, entreprenører, kontrollerende og forvaltere å utvikle systemer og arbeidsmetodikk som kan gjenbrukes. Alle involverte aktører har derfor ytret ønske om at egenskaper og egenskapssett standardiseres og ser på dette som essensielt for videre utvikling av fagfeltet. Påfølgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til egenskaper.

4.5.2. Sammensatte objekter

For å kunne ta stilling til valg av egenskaper og egenskapssett, bør det først tas stilling til viktige prinsipielle valg for hvordan egenskaper er tenkt bruk. Ett av disse valgene er om det skal tillates sammensatte objekter. Et sammensatt objekt er en enhet som består av flere objekter (se "alternativ 2" i Figur 4-5). Objektene vil i dette tilfellet ha sine egenskaper på "objekt-nivå", mens det sammensatte objektet i tillegg har sine egenskaper på "sammensatt objekt-nivå". Dette kalles å aggregere objekter.

Mange aktører har ytret ønske om at sammensatte objekter (som vist i «alternativ 2» i Figur 4-5) ikke brukes da dette har vist seg å forårsake mange misforståelser og feil på byggeplass. De ønsker med andre ord at alle egenskaper knyttet til et objekt (objektinformasjon) kun legges på objekt-nivå. (Alternativ 1A og 1B i Figur 4-5).



Figur 4-5 - Eksempel på mulig bruk av sammensatte objekter i "IFC Spatial Breakdown System" hierarkiet.

Følgende eksempel tydeliggjør synspunktet: Om stålkjernepel brukes som eksempel, bør det ikke brukes «stålkjerne», «mørtel», «foringsrør» og «pelehode» som fire ulike objekter og deretter sette dette sammen til det sammensatte objektet «stålkjernepel». Enten må objektene være henholdsvis «stålkjerne», «mørtel», «foringsrør» og «pelehode» eller så bør elementene i peleløsningen ses bort fra og la objektet være «stålkjernepel».

4.5.3. Egenskaper

En egenskap er data knyttet til et objekt og som gir informasjon om for eksempel plassering, material eller MMI-status. Egenskaper også kan knyttes til aggregerte objekter høyere i IFC-hierarkiet. I modellbaserte prosjekter er det i dag vanlig å benytte mange «åpne» egenskaper. Dette er egenskaper som kan brukes til å overføre informasjon som er vanskelig å kategorisere. Eksempler på denne typen informasjon er vist under:

- **Objekt 1:**
Åpen egenskap 1: Luken skal kunne låses.
- **Objekt 2:**
Åpen egenskap 1: Platen festes med 4 stk M8 limanker.

Denne metoden gir prosjekterende stor frihet til å definere informasjonen knyttet til et objekt, og minimerer samtidig antallet nødvendige egenskaper for hvert objekt. Det er dog vanskelig å fange opp og strukturere informasjon gitt på denne måten.

Videre navngis i dag identiske egenskaper forskjellig fra prosjekt til prosjekt. I en modell kan for eksempel egenskapen som beskriver armeringsdiameter være navngitt «diameter», mens den i en annen modell er navngitt «stangdiameter». Dette gjør sammenligning av data i ulike modeller utfordrende og hindrer gjenbruk av metodikk. Alle aktørene i bransjen ser derfor et behov for at egenskaper standardiseres.

Ved valg av egenskaper er det viktig å notere seg at hver ny egenskap som innføres øker ressursbehovet ved produksjon av modell. Duplikategenskaper (flere egenskaper med tilnærmet samme informasjon) bør av denne grunn unngås. Duplikategenskaper vil i tillegg øke risikoen for feil og misforståelser. Valg av egenskaper bør også ses i sammenheng med andre standardiseringsinitiativ.

4.5.4. Egenskapsverdier

Det finnes i dag ingen krav til hvilke egenskapsverdier som tillates. Egenskapsverdien for MMI kan for eksempel angis som «MMI400» i noen modeller og «400» i andre modeller selv om informasjonen i utgangspunktet er lik. Ved utvikling av metodikk og sammenstilling av data fra flere modeller vil det dog være essensielt at lik informasjon oppgis på samme måte i alle modeller. Det bør på sikt derfor utarbeides en liste over tillatte verdier for utvalgte egenskaper. Eksempel på egenskaper der tillatte verdier bør begrenses er MMI-status, material og objektnavn.

For å effektivt kunne kontrollere om kun tillate verdier er benyttet, kan IDS (Information Delivery Specification) benyttes. Dette er en maskinell metode for å kontrollere at ønskede egenskaper er fylt ut og om de i tillegg er utfylt med tillatte verdier. IDS kan også benyttes til å kontrollere at IFC-filer inneholder korrekt datastruktur.

4.5.5. Egenskapssett

Et egenskapssett er en samling av egenskaper. Et egenskapssett kan for eksempel inneholde egenskaper basert på funksjon, produkttype eller informasjon som kun er relevant i spesifikke prosjektfaser (som støpeetapper). Et eksempel på et egenskapssett med medfølgende egenskaper er gitt i Figur 4-6. Det finnes i dag ingen standardisert måte å dele opp egenskapene i egenskapssett.

Egenskapssett	Egenskap
Prosjektinformasjon	Prosjektnavn Prosjektnummer Koordinatsystem Høydesystem Byggherre

Figur 4-6 - Egenskapssettet «prosjektinformasjon» består av flere egenskaper.

I noen av dagens modeller deles egenskapene opp i mange egenskapssett. I de fleste visningsverktøy vil hvert egenskapssett da vises i en egen fane. Et resultat av dette er at egenskaper kan sorteres etter tema og at antall rader i hver fane minsker. Dette kan være fordelaktig på byggeplass siden visningsverktøy der ofte har begrenset mulighet til å skrolle i mange rader med tekst.

En alternativ metode er å legge alle egenskaper i kun ett egenskapssett. Modellen får dermed en simplere datastruktur, og i de fleste visningsverktøy vil da alle egenskapene vises i en fane. Denne ene fansen vil inneholde flere rader og behovet for skrolling vil vanligvis øke. Samtidig vil brukeren finne all relevant informasjon på sammen plass.

Det er her viktig å merke seg at visning av egenskaper og datastruktur varierer mye fra visningsverktøy til visningsverktøy.

Alle aktører har ytret sterke ønsker om at oppdeling og navngivning av egenskapssett standardiseres. Dette i kombinasjon med standardiserte egenskaper anses som meget viktig for videre arbeid.

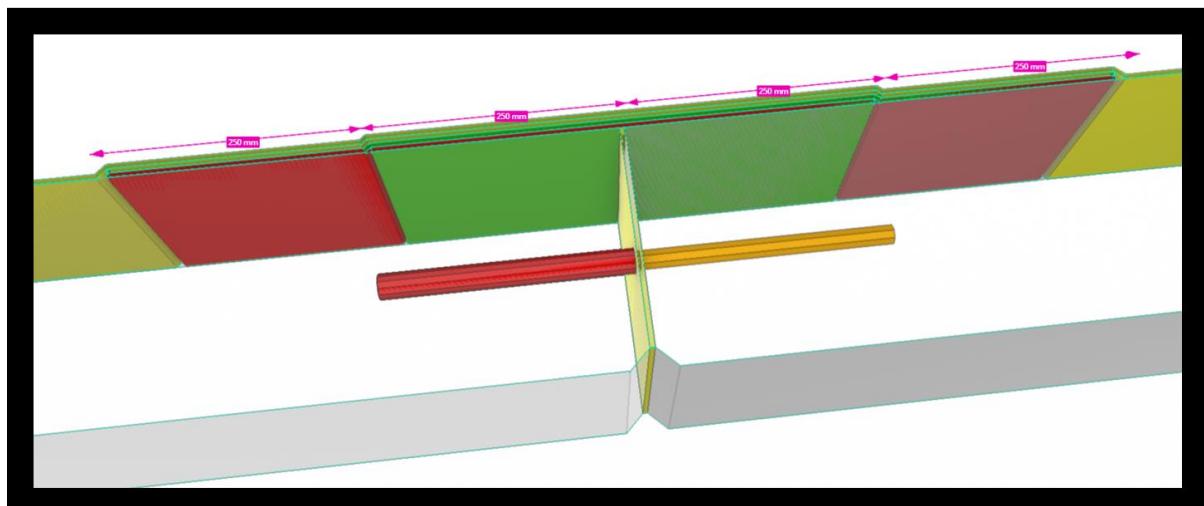
4.6. Detaljer og utforming

4.6.1. Introduksjon

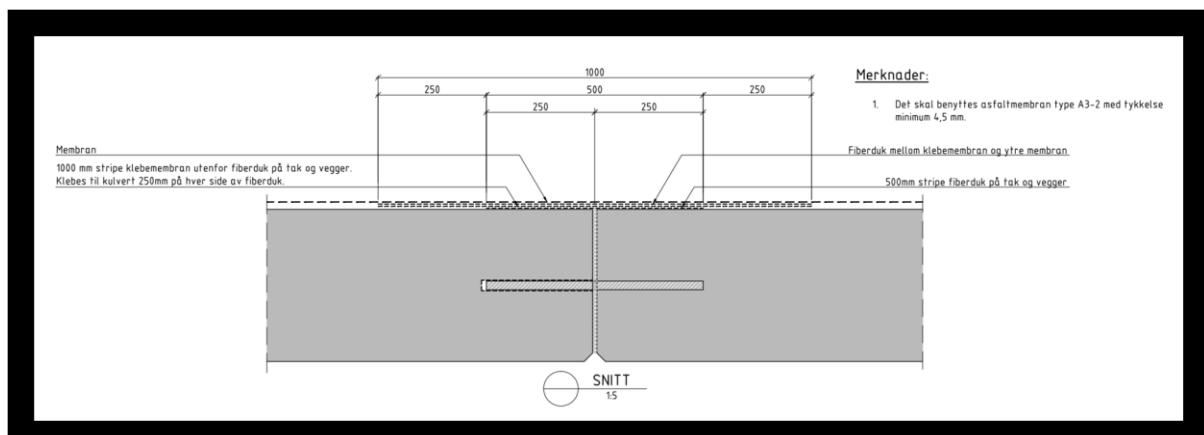
Utfoming og detaljeringsgrad varierer i dag mye fra modell til modell. Det er blant annet stor variasjon i antall kollisjoner i modell og detaljeringsgrad på objekter. Akser fremstilles også på ulike måter, og farger på objekter er ikke standardisert. Mange aktører ønsker derfor at modellene utformes mer enhetlig. Dette vil minske risikoen for misforståelser, og forenkle bruk og gjenbruk av modellene. Påfølgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til detaljer og utforming.

4.6.2. Detaljer og konsepter

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) stiller i utgangspunktet krav til at arbeidsgrunnlag enten skal utarbeides modellbasert eller tegningsbasert. I modellbasert leveranser er det dog visse løsninger som er krevende å vise på en oversiktig og entydig måte. Eksempel på dette er tynne objekter som membraner over fuge i betong (se Figur 4-7). Denne typen informasjon kan ofte med fordel vises på tegning hvor visse elementer kan skalerles opp uten at informasjon går tapt (se Figur 4-8). En ulempe med bruk av tegninger er dog at det i modell må refereres til eksterne dokument. Både referansene og tegningene må i tillegg holdes oppdaterte.

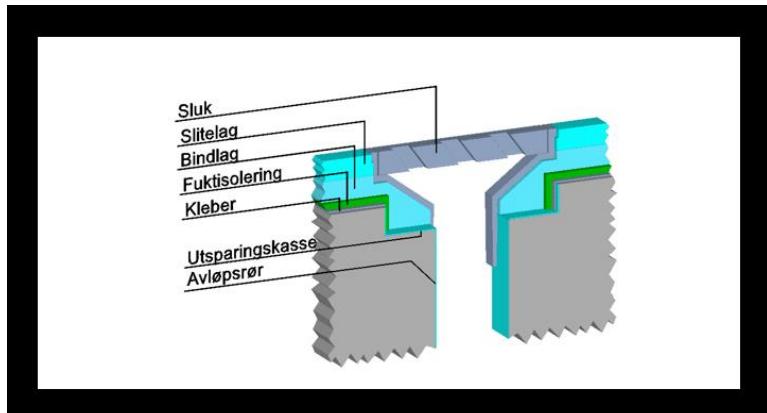


Figur 4-7 - Forsøk på visning av membran over fuge i betong fra modell.

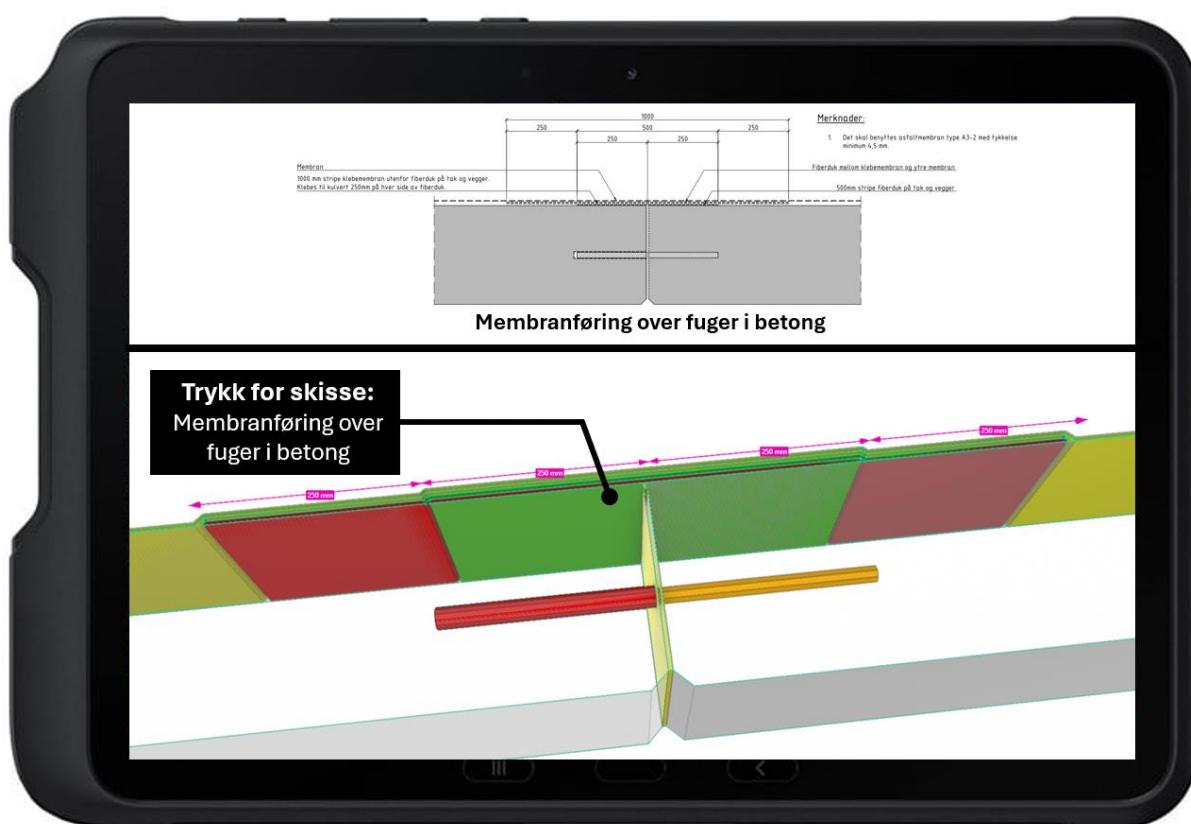


Figur 4-8 - Membran over fuge i betong vist på tegning.

Som et alternativ til eksterne tegninger er det eksperimentert med å utforme 3d-detalj direkte i modell (se Figur 4-9). Ulempen med dette er at prinsippet om å knytte informasjon til objektet som skal bygges fravikes. I tillegg bør 3d-detaljen plasseres på en fornuftig plass. Et annet alternativ vil være en 2d tegningsdetalj integrert i modellen (se Figur 4-10). Et tredje alternativ vil være å referere til standardiserte eller vedlagte detaljtegninger.



Figur 4-9 - Forslag til utforming av 3d-detalj direkte i modell.



Figur 4-10 - Eksempel på mulig utforming av 2d tegningsdetalj integrert i modell.

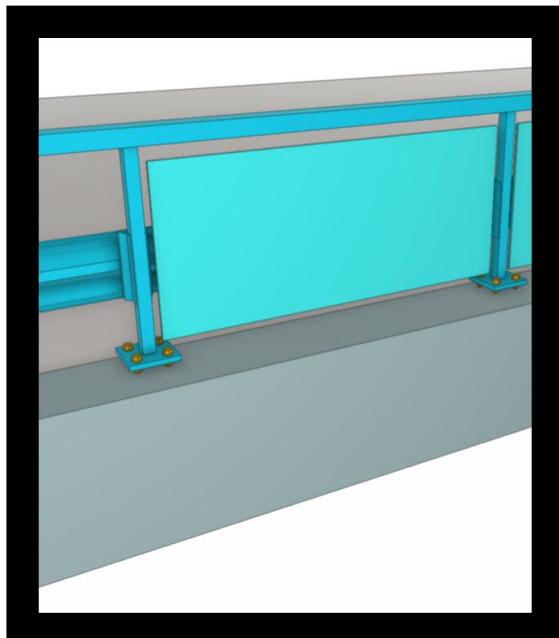
Noen entreprenører er positive til bruk av 3d-detaljer i modell, mens flertallet av prosjekterende er negative til bruk av 3d-detaljer i modell. Tilbakemeldingene viser dog at stort sett alle aktører er positive til bruk av tegninger til formidling av visse typer informasjon, selv i modellbaserte

prosjekter. Dette vil eventuelt bety at krav fra vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) om at arbeidsgrunnlag enten skal utarbeides modellbasert eller tegningsbasert, må vurderes.

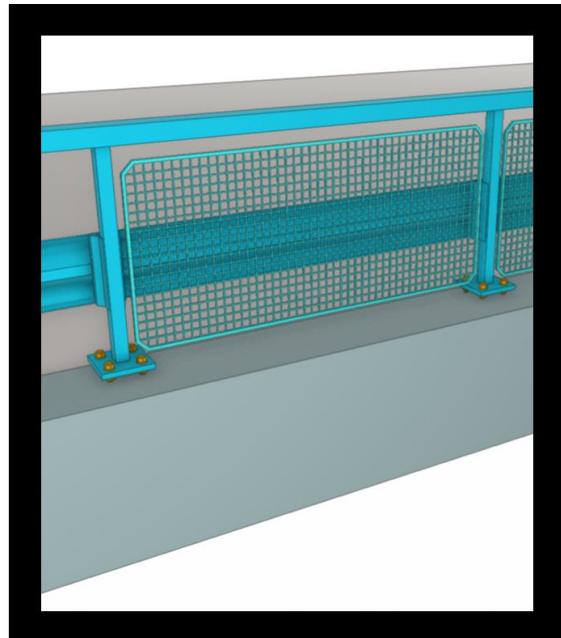
4.6.3. Detaljeringsgrad

Punkt 1.4.1-4 i vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) stiller krav til at «arbeidsgrunnlaget skal utarbeides i en detaljeringsgrad som sikrer riktig utførelse og som dessuten gir nødvendig dokumentasjon for forvaltning av konstruksjonen.» Kravet gir stort rom for tolkning, og detaljeringsgraden i dagens modeller varierer derfor fra prosjekt til prosjekt. Spesielt gjelder dette fremstilling av tredjepartsprodukter da dette ofte er produkter med mange detaljer.

En veldig detaljert modell vil ikke alltid tilføre ekstra verdi til modellen. Et eksempel er produktet «brøytetett panel». Et brøytetett panel med høy detaljeringsgrad (se figur 4.12) vil ikke nødvendigvis tilføre modellen mye ekstra verdi i forhold til et brøytetett panel med lav detaljeringsgrad (se figur 4.11) så lenge objektinformasjonen for panelet er tilstrekkelig detaljert. En høy detaljeringsgrad kan i noen tilfeller gjøre modellen unødvendig tung uten å tilføre nevneverdig verdi.



Figur 4.11 – Et brøytetett panel modellert som en plate.



Figur 4.12 – Et brøytetett panel med høy detaljgrad.

Detaljeringsgrad er for prosjekterende og entreprenører ofte et spørsmål om kost mot nytte. Som en del av å tydeliggjøre regelverket rundt modelleveranser ønsker derfor mange aktører at det defineres et minimumskrav til detaljeringsgrad i modell. Noen har også tatt til orde for et øvre krav på detaljeringsgrad for ikke å gjøre modellene unødvendig tunge.

4.6.4. Kollisjoner mellom objekter i modell

I en stor modell med flere tusen objekter vil det ofte forekomme kollisjoner mellom noen av disse objektene.

En kollisjon i modell representerer i utgangspunktet et uløst problem. Kollisjonen kan være vanskelig eller umulig å løse på byggeplass. Den kan også skape usikkerhet rundt hvordan utførelser skal gjøres på byggeplass. I tillegg kan en kollisjon i modell skape usikkerhet rundt bygget løsning i en driftsfase. Det er likevel viktig å merke seg at en kollisjonsfri modell ikke nødvendigvis tilfører kvalitet. Det kan i tillegg være ekstremt ressurskrevende å gjøre en modell fri for kollisjoner. I hvilken grad en kollisjon i modell utgjør et problem bør derfor ses i sammenheng med hvilken type kollisjonen representerer.

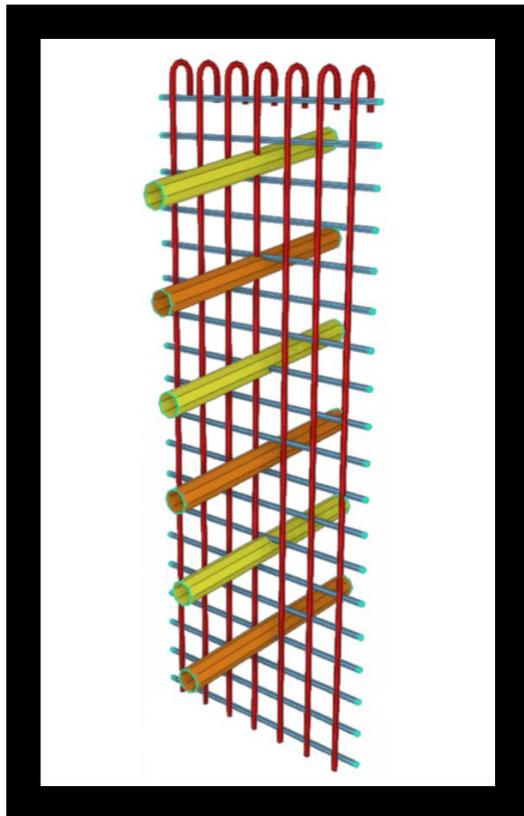
I denne rapporten er vanlige kollisjonstyper gruppert som følger:

- Type 1: Armering kolliderer med spennarmering (se figur 4.13 og 4.14)
- Type 2: Armering kolliderer med innstøpte elementer (se figur 4.15)
- Type 3: Armering kolliderer med armering (se figur 4.16 og 4.17)
- Type 4: Asfaltmembran, fiberduk, membran og andre tynne objekter kolliderer (se figur 4.18)

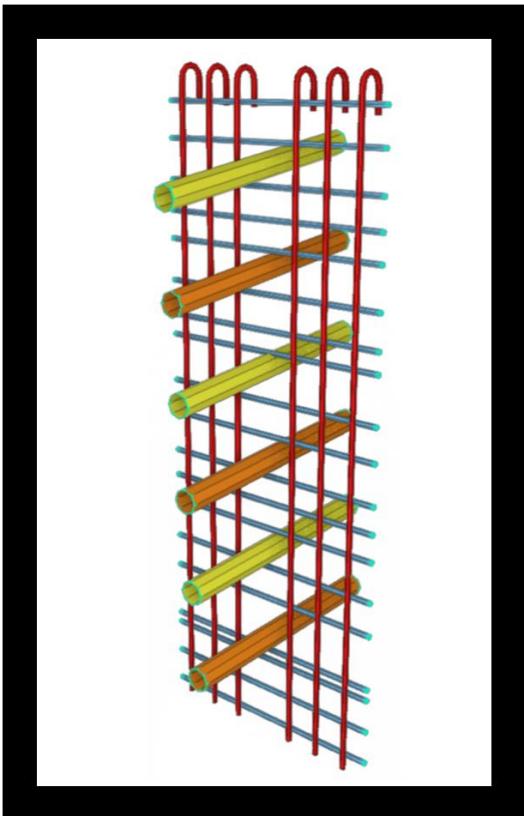
Kollisjon type 1: Armering kolliderer med spennarmering

Spennkabler som skal føres gjennom armeringslag vil ofte føre til potensielle kollisjoner i modell (se figur 4.13). Plasseringen eller dimensjonen av spennkablene kan ofte ikke endres, og det er dermed armeringen som vil måtte justeres.

I figur 4.14 er armering i modell justert for å unngå kollisjon mellom armeringsjern og spennarmering. Dette er i utgangspunktet positivt. Samtidig tar det tid å justere modell for å unngå kollisjoner. I tillegg vil det være utfordrende for en jernbinder å forstå hva teoretisk avstand mellom armeringsjernene er ment å være. I figur 4.13 kolliderer armeringsjern med spennarmering. Denne løsningen er mindre tidkrevende å modellere og gir i tillegg tydelig informasjon om teoretisk avstand mellom armeringsjernene. Utfordringen med denne løsninger er dog at det må gis informasjon til jernbinder om hvilke objekt som skal prioritertes ved installasjon og hva som skal gjøres med det objektet som ikke skal prioritertes.



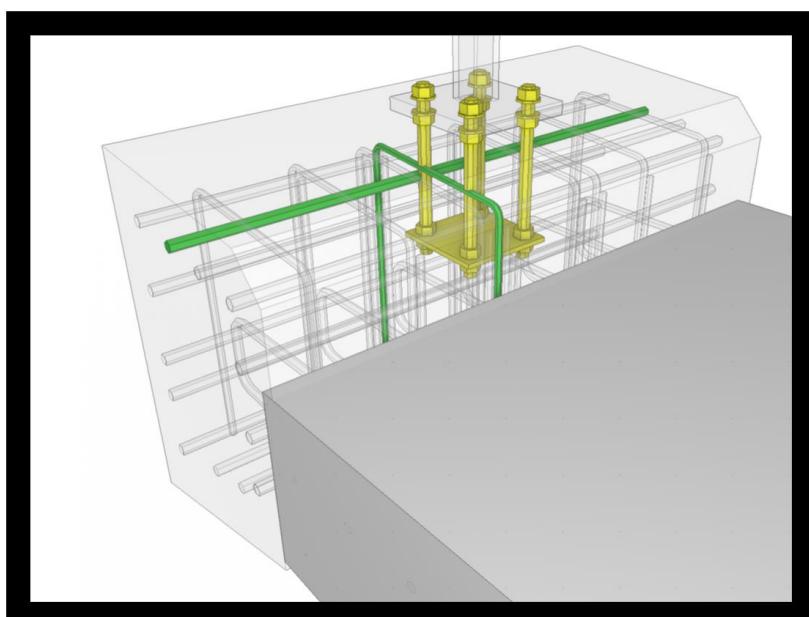
Figur 4.13 – Eksempel hvor armeringen kolliderer med spennarmering.



Figur 4.14 – Eksempel hvor plassering av armering er justert for ikke å kollidere med spennarmering.

Kollisjon type 2: Armering kolliderer med innstøpte elementer

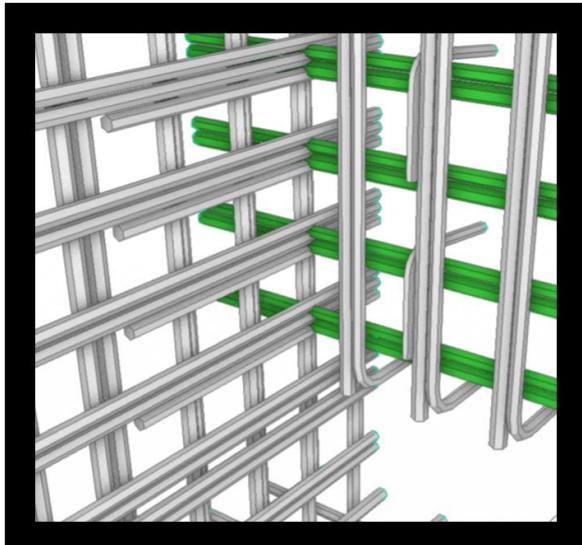
En vanlig type kollisjon i modell er armering som kolliderer med innstøpte elementer. I figur 4.15 vises kollisjon mellom armering med innstøpte boltegruppe. Mange kollisjoner av denne art vil være enkelt å løse på byggeplass hvis det gis informasjon om hvilke objekt som skal prioriteres ved installasjon.



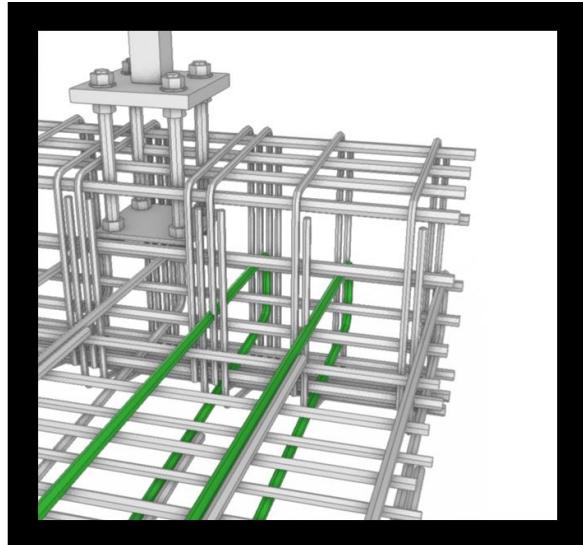
Figur 4.15 - Eksempel på armering som kolliderer med innstøpte rekksverksbolter.

Kollisjon type 3: Armering kolliderer med armering

En annen vanlig type kollisjon i modell er armering som kolliderer med armering. I noen tilfeller vil kollisjonen ikke være mulig å løse ved justering på byggeplass (se figur 4.16). I andre situasjoner oppstår kollisjoner der armering med ulik senteravstand ligger parallelt (se figur 4.17). Mange kollisjoner av denne art vil være enkelt å løse på byggeplass, men vanskelig å fjerne i modell.



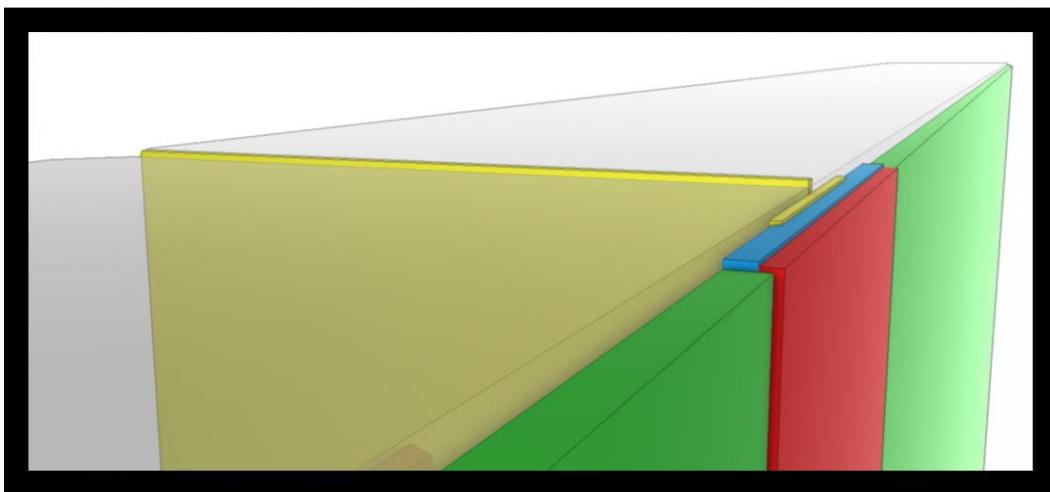
Figur 4.16 – Eksempel fra modell der armeringen kolliderer med armering. Denne type kollisjon vil ofte ikke kunne løses på byggeplass.



Figur 4.17 – Eksempel fra modell der armeringen kolliderer med armering. Denne type kollisjon vil ofte kunne løses på byggeplass.

Kollisjon type 4: Asfaltmembran, fiberduk, membran og andre tynne objekter kolliderer

Objekter som asfaltmembran, fiberduk, membran og andre tilsvarende produkter er utfordrende å modellere siden de er tynne. Dette fører ofte til at objektene i modell kolliderer med hverandre i skjøtesoner eller i områder der de skal ligge lagvis. I figur 4.18 kolliderer fiberduk og membran i en sone der disse er tenkt utført med overlapp. Kollisjonene er vanskelig å unngå i modell, men kan skape usikkerhet rundt hva som er korrekt utførelser på byggeplass.



Figur 4.18 - Eksempel på kollisjon mellom fiberduk og membran.

Som en del av å tydeliggjøre regelverket rundt modellbaserte leveranser ønsker mange aktører at det defineres hvilken type kollisjoner som tillates.

4.6.5. Produktnøytrale komponenter

I mange tilfeller må komponenter som brurekkverk, spennarmering og lager modelleres før endelig produkt er valgt. Mange aktører har i den forbindelse ytret ønske om at det utarbeides produktnøytrale standardkomponenter som kan benyttes frem til endelig produkt er valgt.

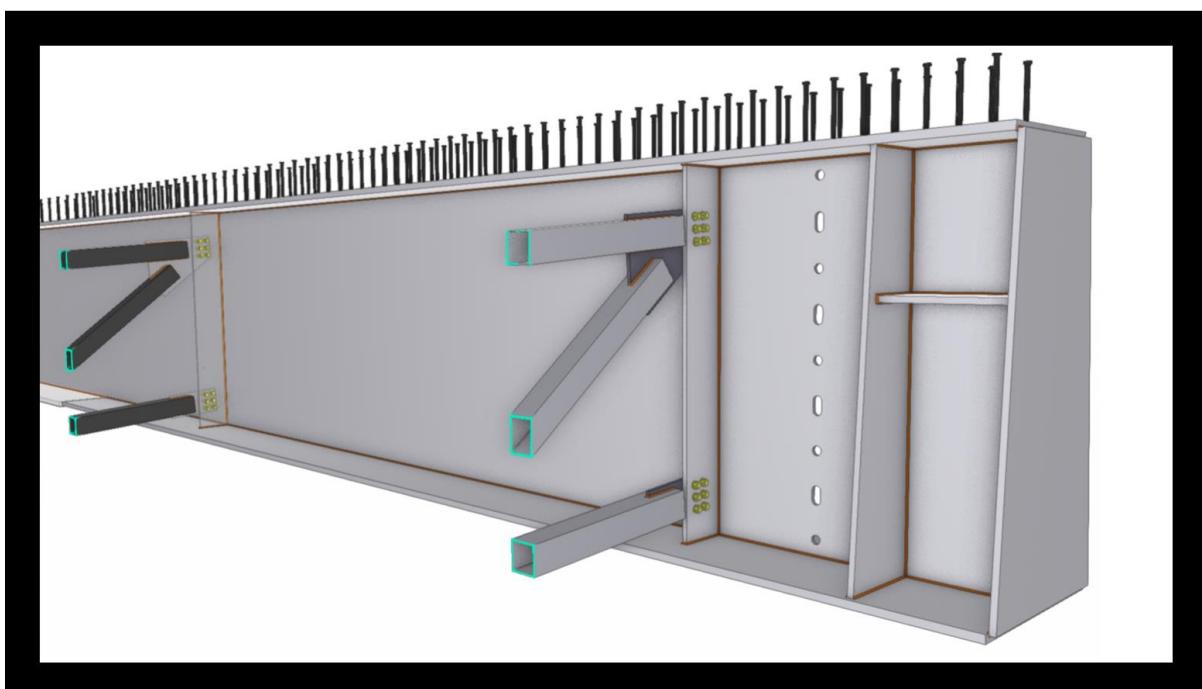
4.6.6. Sveiser, skruer og utsparinger

Ved prosjektering av stålkonstruksjoner er plassering og form på sveiser, utspanger for skruer og skruer vesentlig (se figur 4.19). Det er i dag krav i vegnormal N400 Bruprojektering (2023-01-01) at skruer og sveiser skal vises i modell.

Stålkomponenter produseres ofte av spesialiserte produsenter. Mange av produsentene foretrekker å produsere stålet basert på tegninger. I de tilfeller der disse tegningene ikke produseres basert på modell blir detaljeringsgrad av sveiser, utspanger for skruer og skruer en kost-nytte-vurdering sett fra entreprenør og prosjekterende sitt ståsted.

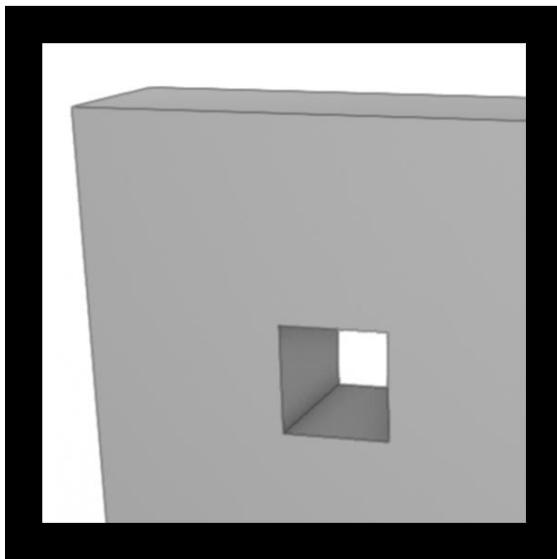
Noen entreprenører har også kommentert at det for store stålkonstruksjoner kan være utfordrende å identifisere unike detaljer i modeller med mye repetisjon.

Forvaltere og byggherrer er positive til at sveis, bolter og utsparing for bolter modelleres da dette samler mest mulig informasjon direkte i modell.

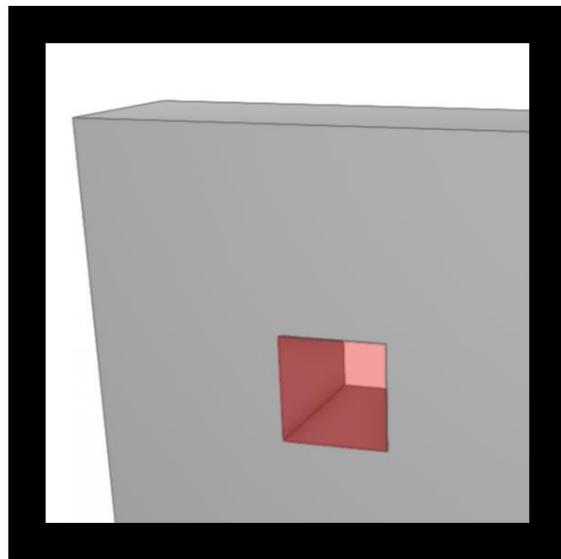


Figur 4.19 - Eksempel på modell med sveiser og skruer modellert.

For utspanger i betong (for eksempel for drenering) er de fleste aktører positive til bruk av objekter som symboliserer utspangen (se figur 4.21). For at dette objektet skal ha reell verdi bør informasjon om hvilke støpeetappe utspangen inngår i inkluderes.



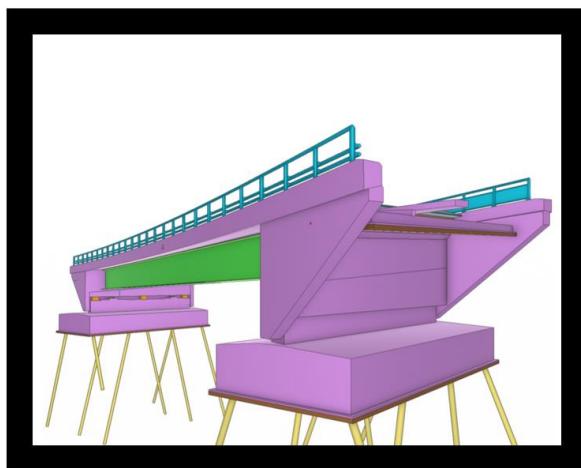
Figur 4.20 – Eksempel på utsparing uten bruk av utsparingsobjekt.



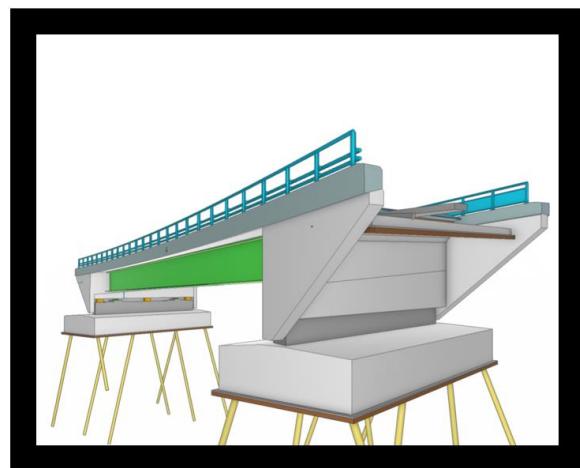
Figur 4.21 – Eksempel på utsparing der det også er modellert et utsparingsobjekt.

4.6.7. Farger

Valg av farger er et kraftig virkemiddel for å gjøre modeller mer brukervennlige og intuitive. Et eksempel kan være å fargelegge små objekter med sterke farger samtidig som store overflater som betong fargelegges i gråtoner (se figur 4.23). Små objekter vil dermed bli mye synligere og fargen på betong kan i tillegg overføre informasjon om ulike støpeetapper. Flertallet av prosjekterende, entreprenører og forvaltere er positive til at fargebruk i modell standardiseres. Dette bør i så fall hensynta universell utforming i den grad dette er mulig. Viste farger i modell vil dog kunne variere fra visningsprogram til visningsprogram. I tillegg vil det være en utfordring at objekter fargelegges basert på objektenes materiale i enkelte modelleringsteknologier.



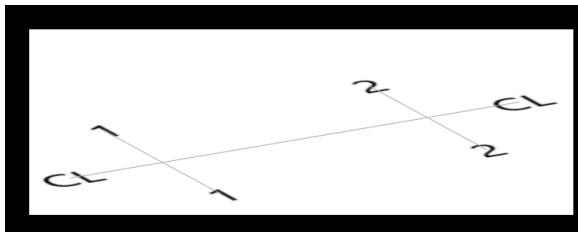
Figur 4.22 – Betong vist i sterkt lilla farge gjør det vanskelig å se mindre objekter



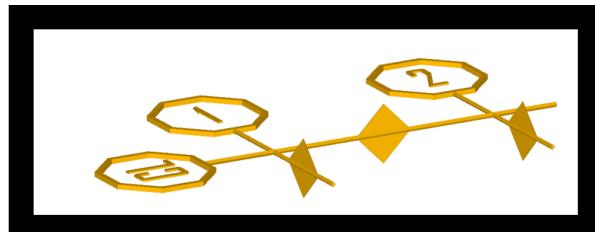
Figur 4.23 – Betong vist i gråfarger gjør det enklere å se mindre objekter.

4.6.8. Akser

I dag varierer visning av akser fra prosjekt til prosjekt. I noen modeller vises akser som IfcGrid-elementer (se figur 4.24) og i noen modeller som volumobjekter (se figur 4.25).



Figur 4.24 – Akser vist som IfcGrid-elementer



Figur 4.25 – Akser vist som volumobjekter

Fordelen med IfcGrid-elementer er at de følger IFC-skjema og vil være ”ferdig standardisert” i henhold til IFC-formatet, andre disipliner og de fleste programvarer. Det vil også ved bruk av IfcGrid fremfor volumobjekter være enklere for visningsprogrammene å lage innebygd funksjonalitet som for eksempel automatisk snitter i en akse og målsetter tverrsnittet i aksen. I noen av dagens programvare er det dog vanskelig å vise IfcGrid-akser på en god måte. I tillegg kan IfcGrid-akser være vanskelig å målsette mot.

Akser modellert som volumobjekter er foreløpig enklere å måle mot med tilgjengelig funksjonalitet i de fleste av dagens programvare. Flertallet av både prosjekterende og entreprenører ønsker derfor å benytte volumobjekter til å modellere akser.

4.7. Metodikk

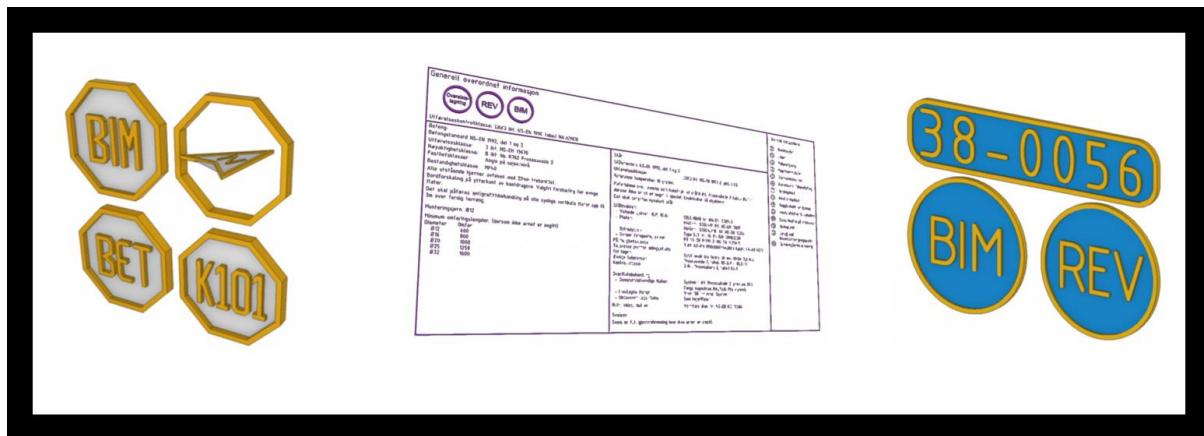
4.7.1. Introduksjon

I begrepet BIM inngår ikke kun modeller, men også prosessene rundt bruk av modellene. Dette kan inkludere hvordan det i modell refereres til eksterne dokumenter eller hvordan hovedmodell deles opp i undermodeller. Det inkluderer også aspekter som hvordan prosjektinformasjon formidles, hvordan revisjoner håndteres og hvordan informasjon om tilbakefylling av masser vises.

Det er i dag stor variasjon i denne metodikken fra prosjekt til prosjekt. Dette skaper utfordringer for gjenbruk og hindrer bransjen i å utnytte mye av potensialet i modellbaserte leveranser. Mange aktører ønsker derfor at metodikk i modellbaserte leveranser standardiseres. På følgende underkapitler omhandler hovedaspekter knyttet til metodikk.

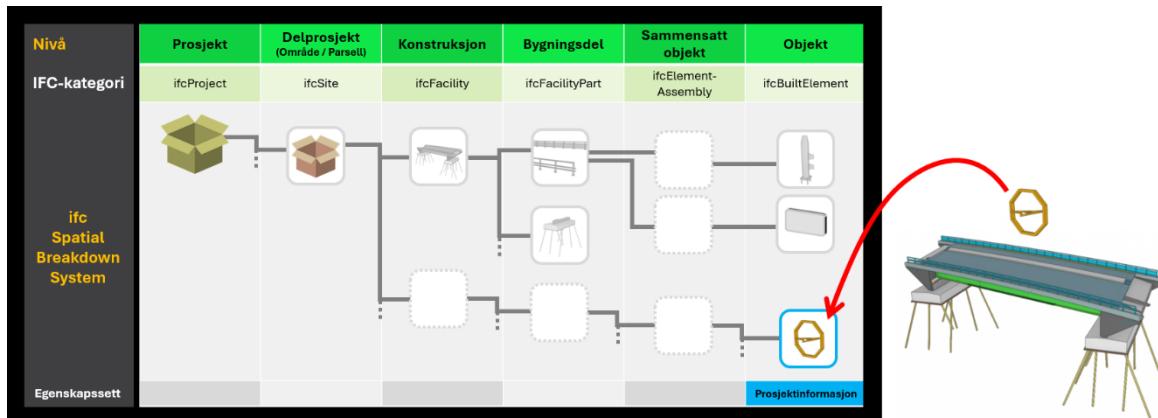
4.7.2. Alternativer til "BIM tittelfelt"

De fleste modeller inneholder i dag et "BIM-Tittelfelt" i form av en nordpil eller symboler plassert over konstruksjonen som inneholder generell informasjon om prosjektet og konstruksjonen samt lenker til relevante dokumenter (se figur 4.26).

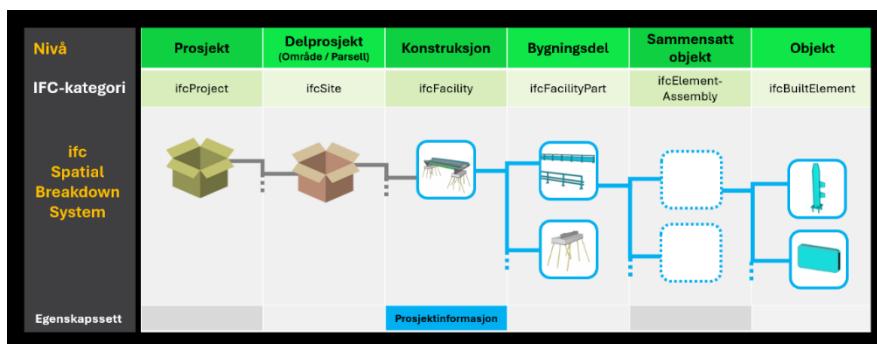


Figur 4.26 - Eksempel på BIM-tittelfelt fra tre ulike konsulentfirma.

Ved bruk av denne metodikken er generell informasjon om prosjektet og konstruksjonen kun tilgjengelig for dette objektet (se figur 4.27). Hvis data fra flere modeller skal sammenlignes, er det dog en stor fordel at alle objektene i modellen inneholder generell informasjon om prosjektet og konstruksjonen. Noen prosjekter har løst dette ved at alle objekter påføres denne informasjonen, selv om dette er egenskaper som er identisk for alle objektene. Dette gjør datamengden i modellen unødvendig stor og øker i tillegg risikoen for at noen objekter har feil prosjekt- og konstruksjonsinformasjon. Det vil derfor være fordelaktig å bruke funksjonalitet i IFC-hierarkiet på en måte som gjør at informasjonen kun ligger tilgjengelig én plass i modellen og samtidig er gyldig for alle objekter.

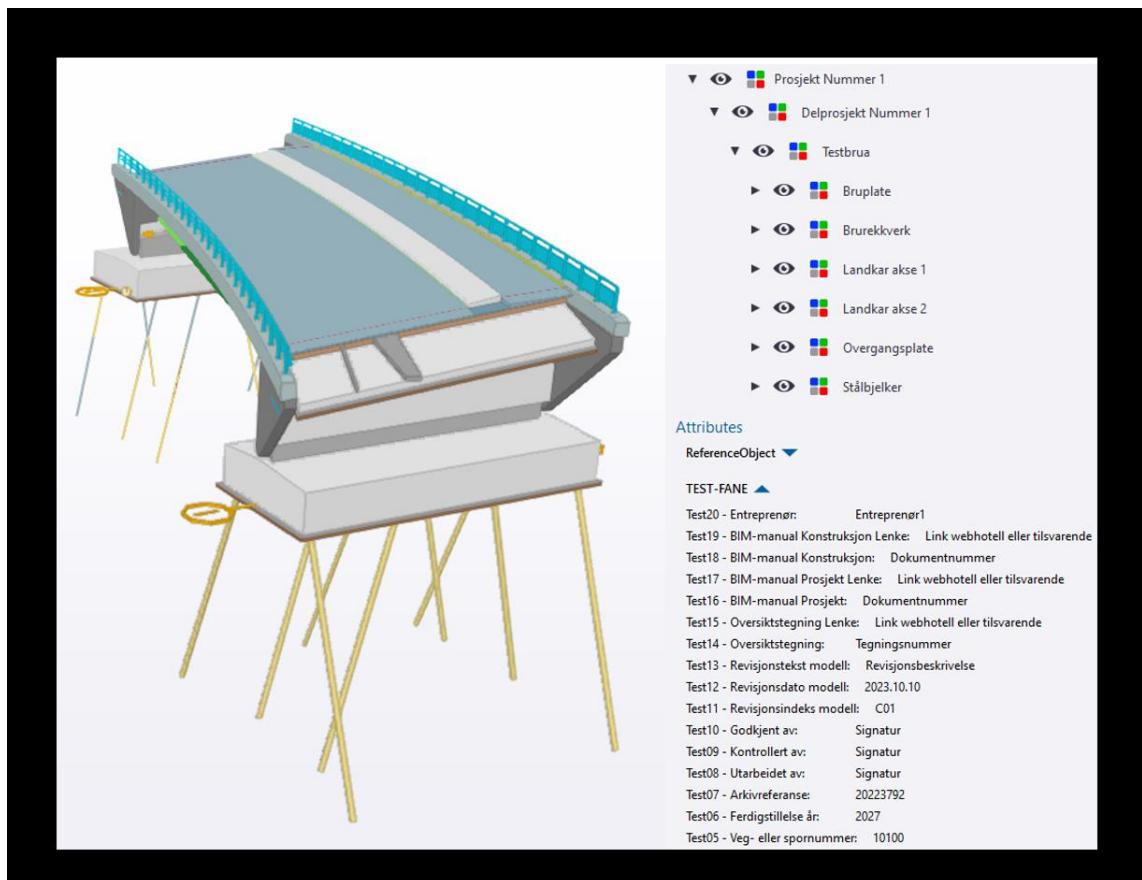


Figur 4.27 - Data knyttet til et informasjonsobjekt vil ikke “arves” av alle de andre objektene i modellen.

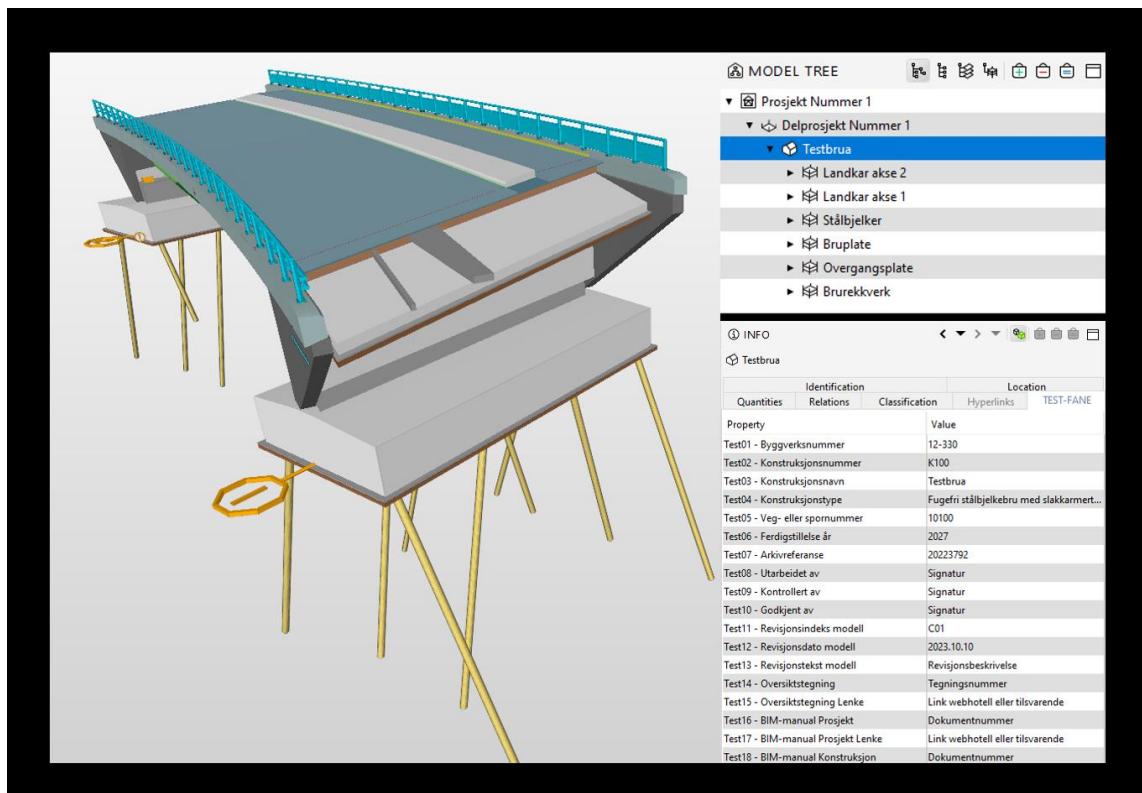


Figur 4.28 - Dersom egenskapssett med generell prosjektinformasjon plasseres på konstruksjonsnivå i IFC-hierarkiet, vil alle objektene i modellen ”arve” informasjonen.

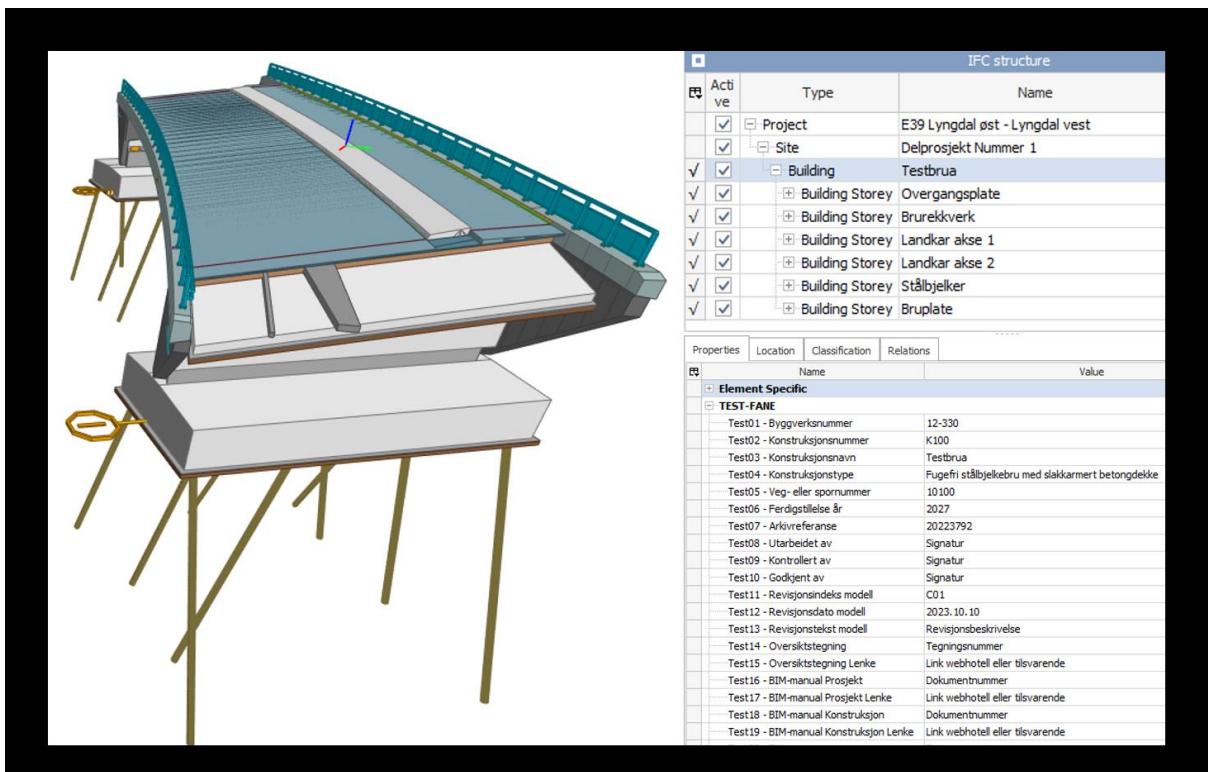
Flere aktører ønsker derfor å plassere generell informasjon om prosjektet i egenskapssett som plasseres på konstruksjonsnivå i IFC-hierarkiet. Alle objektene i modellen vil da ”arve” denne informasjonen (se figur 4.28). Denne løsningen er avhengig av at IFC Spatial Breakdown System benyttes. Hvordan dette i praksis ser ut i ulik programvare er vist i figur 4.29, 4.30 og 4.31. Her er egenskapssettet «TEST-FANE» lagt på konstruksjonsnivå i IFC-hierarkiet.



Figur 4.29 - Modell og datastruktur vist i Trimble Connect



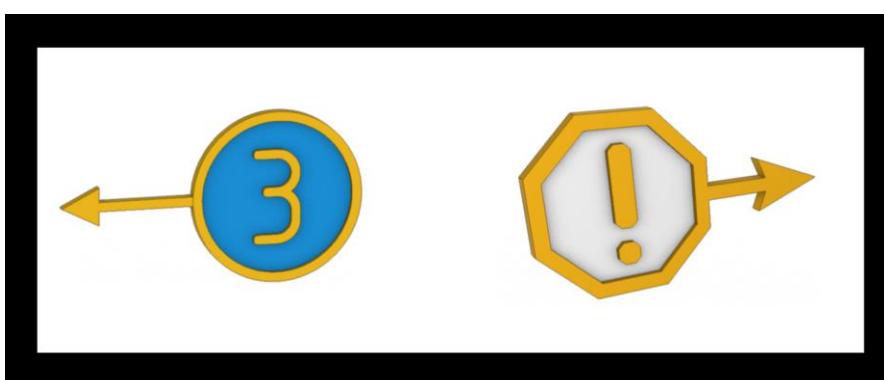
Figur 4.30 - Modell og datastruktur vist i Solibri



Figur 4.31 - Modell og datastruktur vist i BIMvision

4.7.3. Symboler

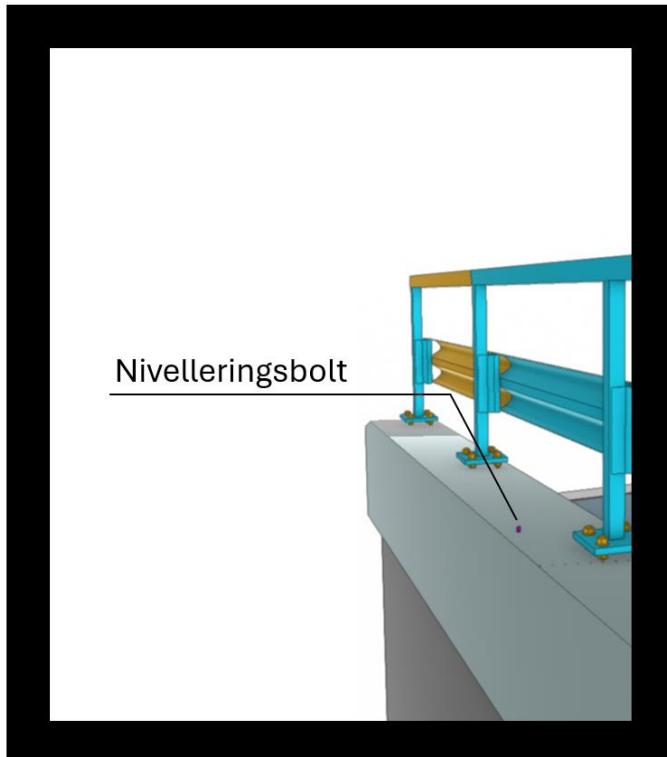
Mange modeller utformes i dag med symboler (også kalt informasjonssymboler) som informasjonsbærere (se figur 4.32). Disse symbolene peker ofte på spesifikke områder for å informere brukeren om at i dette området finnes det viktig informasjon. Symbolene kan for eksempel peke mot små objekter som nivelleringsbolter som det kan være vanskelig å se uten bruk av filtre. Andre bruksområder for symbolene er for å peke på områder som ikke nødvendigvis kan kobles til et objekt. Symboler kan for eksempel peke på et område hvor masser skal tilbakefylles. Massene vises ikke i modell, men symbolet inneholder en referanse til tilbakefyllingstegning.



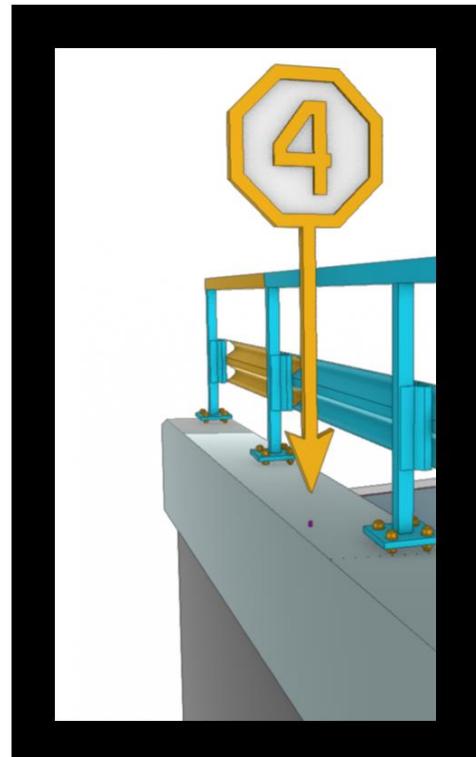
Figur 4.32 – Eksempel på alternative utforminger av symboler

Mange ønsker å fjerne informasjonssymboler fra modellene. Årsakene til dette er flere. Som prinsipp bør informasjonen knyttes direkte til objektet informasjonen gjelder. Videre er det krevende å holde informasjonen for alle symboler oppdatert. Symboler tar også opp plass og gjør modellen mindre oversiktiglig.

I de tilfeller der informasjon gitt som objektegenskaper ikke er tilstrekkelig, ønsker aktørene at informasjon formidles ved bruk av annotasjoner (se figur 4.33). Dette vil kunne formidle mye av den samme informasjonen som symboler, men har fordelen av at de er digitale tekststrenger. I tillegg vil denne metoden ha fordelen av at informasjonen i annotasjonene kan tilpasses hva brukeren har interesse av å vite. Dermed slipper brukeren forstyrrende symboler eller annotasjoner med irrelevant data.



Figur 4.33 – Informasjon i form av digital annotasjon



Figur 4.34 – Informasjon i form av symbol

4.7.4. Oppdeling av undermodeller

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) anbefaler at BIM-leveranser deles opp i færrest mulig undermodeller ved leveranse til kontroll og godkjenning. Flere aktører har ytret ønske om at dette forblir en anbefaling og ikke settes som krav ettersom behovene varierer fra prosjekt til prosjekt.

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) anbefaler videre at BIM-leveranser til forvaltning leveres som én fil. Noen av aktører innen forvaltning ønsker dog at leveransen deles opp i én modell for form og én modell for armering. Dette for å tilse at filstørrelsene blir små nok til at visningsverktøy fungerer på en tilfredsstillende måte.

4.7.5. Revisjonshåndtering

Revisjonshåndtering gjøres i dag på ulike måter fra prosjekt til prosjekt. Noen prosjekter angir for eksempel revisjonsnummer for både modell og for hvert objekt, mens andre kun oppgir revisjon på objektnivå. Det er også forskjell på hvorvidt revisjonsbeskrivelse brukes og om revisjonen kombineres med en revisjonsdato eller ikke. Mange aktører har derfor et ønske om at revisjonshåndtering standardiseres.

4.7.6. Lenker til eksterne dokumenter

Ved modellbaserte leveranser er det mange dokumenter og tegninger som det kan være viktig å referere til i modell. Eksempler er BIM-manual, oversiktstegning og fundamenteringstegning. Metodikken for referanse til eksterne dokumenter og tegninger er viktig for å tilgjengeliggjøre informasjon på en enkel måte på byggeplass. I tillegg er det essensielt at metodikken også fungerer ved arkivering av prosjekter.

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) krav 1.5.4-2 sier at følgedokumentasjon skal ligge relativt til modellen. Alle nødvendige dokumenter må da plasseres i en standardisert mappestruktur, og det må kun brukes relative stier til alle dokumentene. Dette er et krav som ikke alltid etterleves, da det spesielt på byggeplass er vanskelig å få dette til å fungere. Mange aktører har derfor ønsket en mer detaljert føring for hvordan det skal refereres til eksterne dokumenter. Et forslag som er fremmet er at det kun refereres til dokumentnummer og tegningsnummer uten bruk av interaktive lenker.

4.7.7. Informasjon om tilbakefylling av masser

Informasjon om tilbakefylling av masser mot konstruksjoner vises i dag på forskjellige måter fra prosjekt til prosjekt. Noen leveranser viser tilbakefylling av masser som prinsipper på tegning, mens andre leveranser viser dette som objekter i modell.

Tilbakemeldingene viser at flertallet av prosjekterende ønsker å formidle denne informasjonen i form av tegninger. Entreprenørene er delt på om de ønsker å formidle denne informasjonen i form av tegninger eller som objekter i modell.

En ulempe med å vise tilbakefylling av masser i modell er at objekter som symboliserer tilbakefylte masser tar mye plass og gjør modellen uoversiktlig. Videre er byggegrøpens form ved start av tilbakefylling ofte vanskelig å definere. Informasjon om tilbakefylling ligger i tillegg i grensesnittet mellom fagene konstruksjon, geoteknikk, landskapsarkitektur og vei. Det er derfor vanskelig å definere hvilken fagmodell tilbakefylling skal tilhøre. Informasjon kan derfor fort overses/glemmes av én eller flere av disiplinene.

Fordeler med å vise tilbakefylling av masser i modell er på den andre siden at all informasjon om tilbakefylling er samlet i modell uten behov for eksterne dokumenter. Modellering av tilbakefylte masser kan også potensielt brukes til å hente ut stiknings- og maskinstyringsdata og gir i tillegg en relativt nøyaktig gjengivelse av mengder. På denne måten kan også uenighet rundt arbeidsfordeling mellom de ansvarlig for konstruksjon og de ansvarlig for grunnarbeider reduseres.

4.7.8. Standardisering av BIM-manual

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) krever at det ved modellbaserte leveranser skal medfølge en BIM-manual. Manualen skal informere om hvordan modellen er bygget opp samt hvor og hvordan relevant informasjon kan hentes ut. Noen aktører har ytret ønske om at utforming av denne BIM-manualen standardiseres. Brukere av BIM-manualen vil dermed lettere finne frem til relevante instruksjoner. Mye av behovet for en standardisert BIM-manual vil dog forsvinne om alle modeller har samme datastruktur.

4.7.9. Forhåndsdefinerte snitt i modell

En del av fordelen med bruk av modeller er at (nesten) all informasjon samles på en plass. Fremdeles vil en oversiktstegning for mange være en raskere måte å få oversikt over viktige aspekter ved en konstruksjon. En oversiktstegning vil for eksempel raskt gi oversikt over viktige mål og relevant informasjon uten at brukeren selv må målsette i modell.

For lettere å kunne sette seg inn utformingen av en konstruksjon, har flere aktører etterspurt metoder for å lage forhåndsdefinerte snitt i modell. Disse snittene kan for eksempel berikes med målsetting og relevante annotasjoner som sparer tid og minsker usikkerhet for brukeren. Dette vil forenkle arbeidet med forvaltning av bruene hvor medarbeidere ofte behøver oversikt over flere konstruksjoner per dag. Det vil også gjøre kontroll av dimensjoner enklere. Metodikken kan også med fordel brukes på byggeplass, der funksjonalitet for målsetting i visningsverktøy er begrenset. Det vil dog være ressurskrevende å produsere mange snitt med målsettinger og annotasjoner i modell.

5. DISKUSJON OG VIDERE ARBEID

5.1. Oppsummering

På bakgrunn av tilbakemeldingene er det tydelig at bransjen har en sterk interesse i å utvikle felles retningslinjer for bruk av modeller i planlegging, prosjektering, utførelse og forvaltning av bruer. Selv om ulike aktører vektlegger forskjellige aspekter, er det en felles vilje til standardisering. Dette vil uten tvil gagne bransjen som helhet. Byggherrer, rådgivere, entreprenører og forvaltere står likevel overfor ulike behov og utfordringer, som følgende oppsummering belyser.

5.2. Byggherrenes synspunkter

Under er de viktigste tilbakemeldingene fra byggherrene oppsummert:

- En standardisert datastruktur i modell vil muliggjøre bedre analyser og datautvinning. Det foreslås derfor å standardisere egenskaper og egenskapssett.
- Forhåndsdefinerte målsettinger i modell vil gjøre kontroll enklere. Å måle i modell kan med dagens programvare være utfordrende og tidkrevende.
- Farger bør brukes slik at de i størst mulig grad gjenspeiler virkeligheten.
- Noen egenskaper bør samkjøres flerfaglig. Fortrinnsvis egenskaper for prosesskode.
- En standardisert metode for å inkludere kostnadsinformasjon i modell vil gjøre budsjettering og kostnadsovervåking mer nøyaktig og effektivt.

5.3. Rådgivernes synspunkter

Under er de viktigste tilbakemeldingene fra rådgiverne oppsummert:

- En standardisert datastruktur i modell vil muliggjøre effektiv kontroll og gjenbruk av metodikk. Det foreslås derfor å standardisere egenskaper og egenskapssett samt å plassere noen av egenskapssettene høyere i IFC-hierarkiet.
- Det bør utarbeides konkrete krav og anbefalinger for utforming av modeller. Ressursbehov og usikkerhet i fremdrift er i dag unødvendig høye på grunn av mangel på et tydelig regelverk.
- Bruk av symboler bør utgå og erstattes av objektinformasjon og/eller annotasjoner.
- Forhåndsdefinerte målsettinger i modell vil gjøre kontroll enklere. Å måle i modell kan med dagens programvare være utfordrende og tidkrevende.
- Tegninger er i visse tilfeller bedre informasjonsbærere enn modeller.
- Standardisering bør ikke begrense innovasjon, men heller legge til rette for den.
- Det bør fokuseres på viktig og riktig informasjon i modell. For mye detaljer og overflødig informasjon gjør at viktige elementer lett kan bli oversett.

5.4. Entreprenørenes synspunkter

Under er de viktigste tilbakemeldingene fra entreprenørene oppsummert:

- En standardisert datastruktur i modell vil muliggjøre bedre datautvinning og gjenbruk av metodikk. Det foreslåes derfor å standardisere egenskaper og egenskapssett.
- Visningsverktøy på byggeplass har begrenset funksjonalitet. Derfor bør kun informasjon relevant i byggeperioden være tilgjengelig i modell i denne fasen. Videre vil forhåndsdefinert målsetting og annotasjoner gjøre bruk av modeller vesentlig enklere.
- Modeller med store mengder data kan skape stabilitetsproblemer i visningsverktøy.
- En bevisst bruk av farger vil forenkle bruk av modell på byggeplass.
- Det bør fokuseres på kost mot nytte når det gjelder detaljering i modell. Det er ikke alle detaljer som gir merverdi i produksjonsfasen.
- Tegninger er i visse tilfeller bedre informasjonsbærere enn modeller. Det kan være vanskeligere å finne og forstå områder med mange detaljer i modell enn å få presentert informasjonen på en tegning.

5.5. Forvaltning sine synspunkter

Under er de viktigste tilbakemeldingene fra forvaltere oppsummert:

- En standardisert datastruktur i modell vil muliggjøre bedre analyser og datautvinning. Det foreslåes derfor å standardisere egenskaper og egenskapssett.
- Et bevisst og korrekt bruk av IFC-entiteter vil forbedre muligheten til datautvinning.
- Det er et behov for standardiserte oppsett for lagring og arkivering av modeller og medfølgende dokumenter i digitale systemer.
- Forhåndsdefinerte visninger i modell som inkluderer målsetting og FDV-dokumentasjonsliste vil forenkle dokumentasjonsprosessen og bruk av modellene i forvaltningsfasen.
- Det vil være fordelaktig med en standardisering på tvers av de tradisjonelle fagområdene bru, tunnel og veg.
- Det er sterkt ønskelig at egenskapsinformasjon ikke motstrider MDL (master dokumentliste). MDL er fremdeles under utarbeidelse.

5.6. Utfordringer og hindringer for å kunne standardisere

Prosjektgruppen har identifisert følgende utfordringer og hinder for standardisering:

- Det er nødvendig å vurdere om implementering av standardisering vil kunne påvirke dagens situasjon og mulighetene for videreutvikling negativt.
- Begrensninger i programvare kan være et hinder for standardisering. Dette gjelder spesielt manglende støtte for eksport av IFC4.3 i Tekla og Revit.
- Det er viktig å vurdere hvordan nye krav og anbefalinger påvirker behov for kompetanse hos de som skal utforme og bruke modellene. Et eksempel på dette er utplassering av forhåndsdefinert målsetting som for øyeblikket fordrer bruk av parametrisk design.
- Det er nødvendig å vurdere hvilke regelverk oppdaterte krav og anbefalinger skal inngå i. Det kan i tillegg være nødvendig at ulike krav inngår i ulike regelverk (for eksempel krav til

utforming av modell for byggeperioden og krav til forvaltningsdata i modell). Tiden det vil ta å revidere regelverkene kan også være en utfordring.

- Måten modellene blir produsert på legger opp til en enveisflyt av informasjon fra prosjekterende til utførende og videre til forvalter. Dette gjør det utfordrende å optimere modellene med tanke på forvalternes behov.
- Metodikk for å berike modellene med egenskapsdata etter at de er avlevert fra prosjekterende er i dag mangelfull. Dette gjør det utfordrende for forvaltning å holde modellene oppdatert med relevant data.
- Anbefalinger som er tenkt midlertidige kan raskt bli en uoffisiell bransjestandard som det senere vil være motstand mot å endre.

5.7. Forslag til videre arbeid:

Under gjengis prosjektgruppens anbefaling for videre arbeid:

- En standardisert datastruktur med definerte egenskaper og egenskapssett er vesentlig for videre standardiseringsarbeid. Dette bør prioriteres da en del av egenskapene allerede anses modne for standardisering. Egenskaper om prosjektinformasjon og generell konstruksjonsinformasjon bør plasseres på et høyere nivå i IFC-hierarkiet.
- Det er viktig med en tett kontakt med programvareleverandører for å synliggjøre bransjens utfordringer og behov samt å fremskynde forbedring. Et eksempel er dagens utfordringer med eksport av IFC4.3-filer fra Tekla og Revit, og behovet for at dette utbedres. Å kunne vise til krav i regelverk ved kommunikasjon med programvareleverandører vil trolig kunne fremskynde denne prosessen betraktelig.
- For å fremme standardisering, kan det i første omgang være hensiktsmessig å begrense kravlisten og at valgte krav og anbefalinger er enkle å implementere. Det er her også viktig å vekte fordeler mot kostnader samt at krav og anbefalinger ikke hindrer videre innovasjon.
- Det bør tas stilling til hvilke regelverk som krav og anbefalinger skal inngå i. Dette fordi krav til utforming av modell for byggeperioden ikke nødvendigvis vil tilsvare krav til forvalningsmodell.
- Det bør tas stilling til hvordan berikelse og oppdatering av modellinformasjon skal utføres i en driftsfase etter at modellen er overført til forvaltning.
- Validering av IFC-filer ved hjelp av IDS (Information Delivery Specification) vil kunne øke kvaliteten på modellene betraktelig.
- Standardiseringsprosjektet anbefales videreført. Kontinuitet bør sikres da det fremdeles er stort behov for videre arbeid, utprøving og oppfølging.
- Bruk av symboler bør på sikt utgå og erstattes av objektinformasjon og/eller annotasjoner. Det er dog viktig at bransjen finner effektive metoder for å produsere annotasjoner.
- Modeller bør på sikt utformes med forhåndsdefinerte målsettinger. Det er dog viktig at bransjen finner effektive metoder for å produsere disse, samt at de produseres i et åpent format.
- Krav fra vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) om at arbeidsgrunnlag enten skal utarbeides modellbasert eller tegningsbasert, bør vurderes siden visse løsninger som er krevende å vise på en oversiktlig og entydig måte i modellbaserte leveranser.

6. Annen relevant informasjon rundt standardisering

Det er i dette kapittelet gjort en kort oppsummering av håndbøker, standardiseringsinitiativ og begrepsdefinisjoner som er relevant til informasjonen i denne rapporten.

BOLC (Bjørnafjorden Open Live Center)

BOLC var et forsøksprosjekt der metoder for sanntidsprosjektstyring av prosjekt ble utviklet. BOLC har fungert som «proof of concept» for denne type arbeidsmetodikk, og har dannet utgangspunktet for MOPS.

GIS (Geografisk Informasjonssystem)

Filer som beskriver veg og terreng. GIS ble tidligere levert på SOSI-format, men leveres nå i GML-format som også kan beskrive volumer.

Retningslinje R110 Modellgrunnlag

Retningslinje R110 Modellgrunnlag beskriver hvordan dokumentasjon skal bestilles, produseres, kontrolleres og leveres i Statens vegvesens vegprosjekter. Retningslinjen beskriver i tillegg kravene til informasjonsinnhold, nøyaktighet og presisjon i modellene, samt hvordan modellene skal brukes og utveksles mellom ulike aktører i prosjektet. Retningslinje R110 Modellgrunnlag erstatter Veileder V770 Modellgrunnlag fra 2015 og Retningslinje R700 Tegningsgrunnlag fra 2007.

IDS (Information Delivery Specification)

IDS er en standardisert metode for å definere og strukturere digital informasjon i bygg- og anleggsprosjekter. IDS spesifiserer hvilken informasjon som skal leveres i ulike faser av et prosjekt og i hvilket filformat, slik at informasjonen kan utveksles effektivt mellom ulike fagområder og systemer. IDS er utviklet av BuildingSMART International.

ITS (Intelligent Transport System)

Intelligente transportsystemer (ITS) er et samlebegrep for bruk av ny teknologi i transportsektoren for å gjøre transportsystemene sikrere, mer effektive og mer bærekraftig.

ISO 16739-1

ISO 16739-1 er en internasjonal standard som beskriver hvordan IFC-formatet er tenkt brukt for datadeling innen bygg- og eiendomsforvaltningsbransjen.

ISO 55000 - Asset Management

ISO 55000 er en internasjonal standard for Asset Management, eller forvaltning av eiendeler. Standarden gir retningslinjer for å effektivt planlegge, utvikle, operere og vedlikeholde på en kostnadseffektiv måte samtidig som kvalitet og sikkerhet i forvaltningsperioden sikres. Målet med standarden er å optimalisere verdien av eiendeler gjennom hele livssyklusen og bidra til en bærekraftig og effektiv ressursforvaltning.

KIM (Krav til informasjonsmodeller)

KIM-prosjekt fokuserer på å strukturere og standardisere informasjonsleveransene i BaneNOR sine utbyggingsprosjekter. Målet er å gi logiske navn til objekter og egenskaper i samsvar med bransjens standarder.

MOPS (Modellorientert Prosjektstyring i Sanntid)

MOPS er Statens Vegvesen sitt prosjektstyringsverktøy laget for utbyggingsfaser av vegprosjekter og brukes når Statens Vegvesen er byggherre. MOPS er en metode for sanntidsprosjektstyring av prosjekter. MOPS bruker digitale verktøy til overvåking og optimalisering av prosjekter ved hjelp av

en datamodell med informasjon om prosjektets struktur, aktiviteter, ressurser og tidsplan. MOPS setter krav til filformater fra prosjekterende og har blant annet fokus på bruk av BCF-format ved kvalitetskontroll.

NOSSB

NOSSB er et tverrfaglig samarbeid mellom byggherrer (blant annet Statsbygg, Sykehusbygg og BaneNOR) som fokuserer på krav til egenskaper og egenskapssett i IFC-leveranser.

NS-EN ISO 19650 (Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk)

NS-EN ISO 19650 er en internasjonal standard for styring av informasjon i bygg- og anleggsprosjekter ved hjelp av BIM. Standarden gir retningslinjer for hvordan informasjon skal organiseres, struktureres og utveksles mellom involverte parter i prosjektet.

NS 8360 BIM-objekter for byggverk

NS 8360 er en standardserie for typekoding og klassifikasjon av objekter, og kobling av egenskaper og verdier til IFC-modellen. NS 8360 er ment å understøtte automatisk gjenkjennning av objekttyper og informasjonen knyttet til objekttyper mellom ulike IFC-kompatible programmer og å bidra til økt effektivitet og kvalitet ved bruk av bygningsinformasjonsmodeller.

NVDB (Nasjonal Vegdatabank)

NVDB (Nasjonal Vegdatabank) er en nasjonal database over det norske veinettverket. Databanken inneholder informasjon om veinettverket, inkludert vegstandard, trafikkdata, geografisk informasjon, vegoppmerking og veglys. Vegobjekter er stedfestet på vegnettet som enten punkt eller strekning. Objektene kan være både fysiske objekter som skilt, stikkrenner eller rekerverk, men også hendelser som skred og ulykker og mer abstrakte data som for eksempel fartsgrenser og trafikkmengder. NVDB er utviklet av Statens vegvesen og er en viktig ressurs for planlegging, utvikling og forvaltning av det norske veinettverket. Dataene fra NVDB brukes også av andre offentlige etater, private selskaper og forskningsinstitusjoner.

Retningslinje R762 Prosesskode 2 (Standard beskrivelse for bruer og kaier)

Retningslinje R762 Prosesskode 2 gir ensartede regler for omfang, krav til materialer, utførelse, toleranser, dokumentasjon og mengderegler ved bygging av bruer og kaier. Prosesskoden er hierarkisk bygget opp etter desimalsystemet (ti-tall systemet). Beslektede arbeider er samlet i ti grupper kalt Hovedprosesser. Hovedprosess for bygging av bruer og kaier er gitt i hovedprosess 8.