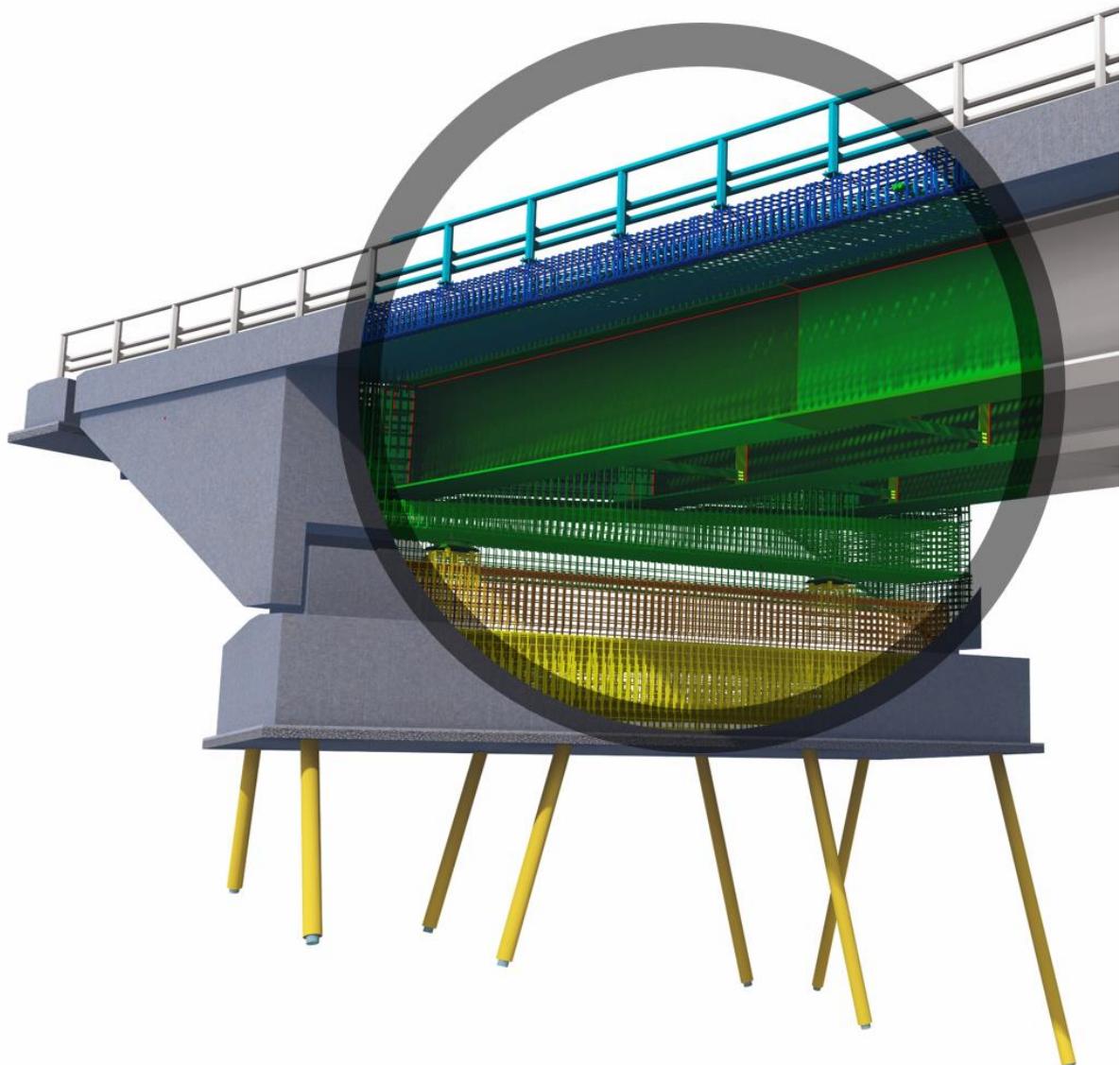


Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM)

Del 2: Sluttrapport





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 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)
- Garte 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 2 av prosjektet og gir prosjektgruppens forslag til tiltak for behovene avdekket i del 1.



SAMMENDRAG

Denne rapporten legger frem prosjektgruppens forslag for å møte de identifiserte behovene og utfordringene avdekket i «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 1 – behovsanalyse».

Det er vurdert om forslagene bør fremmes som krav eller anbefalinger. Det er i tillegg identifisert områder der prosjektgruppen ikke anser krav eller anbefalinger som aktuelle. Dette kan for eksempel være på grunn av at teknologien foreløpig ikke er moden nok.

Følgende punkter foreslåes gitt som krav til utforming av modell:

- Modeller skal deles opp i bruelementer ved bruk av Spatial Breakdown System. Se kapittel 4.4.3.
- Sammensatte objekter, også kalt aggregerte objekter, skal ikke brukes. Se kapittel 4.5.2.
- Utvalgte egenskaper skal ikke knyttes til objekter, men legges på et høyere nivå i IFC-hierarkiet. Behovet for BIM-Tittelfelt utgår dermed. Se kapittel 4.7.2. Kravet vil ikke gjelde for modellbaserte leveranser som leveres på andre åpne formater enn IFC.

Følgende punkter foreslåes gitt som anbefalinger til utforming av modell:

- Farger på betong og tilbakefylte masser anbefales utformet i standardiserte farger. Se kapittel 4.6.7.
- Akser anbefales utformet som volumobjekter inntil programvare forbedres. Se kapittel 4.6.8.

Videre anser prosjektgruppen at mange egenskaper og egenskapssett er modent for standardisering. Forslag bør dog bearbeides før krav kan stilles, og egenskaper som standardiseres bør i første omgang begrenses til de som er mest generelle og som oftest benyttes. Arbeidet bør prioriteres i videre standardiseringsarbeid.

Det finnes også mange aspekter innen utforming av modeller som prosjektgruppen anser som egnet for-, men ikke moden for standardisering. Flere av disse aspektene bør det arbeides videre med, med mål om at det skal kunne utformes fremtidige krav til utforming av modell.

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. PROSJEKTGRUPPENS ANBEFALINGER	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	12
4.3. Programvare	13
4.3.1. Introduksjon	13
4.3.2. Målsetting i modell	13
4.3.3. Programvare påvirker datastruktur og utseende	13
4.3.4. Datamengde skaper stabilitetsproblemer	14
4.4. IFC.....	15
4.4.1. Introduksjon.....	15
4.4.2. IFC4.3 og IFC Bridge	15



4.4.3. IFC Spatial Breakdown System.....	15
4.4.4. IFC-entiteter	16
4.5. Egenskaper	17
4.5.1. Introduksjon	17
4.5.2. Sammensatte objekter.....	17
4.5.3. Egenskaper	17
4.5.4. Egenskapsverdier	18
4.5.5. Egenskapssett	18
4.6. Detaljer og utforming.....	19
4.6.1. Introduksjon	19
4.6.2. Detaljer og konsepter	19
4.6.3. Detaljeringsgrad.....	19
4.6.4. Kollisjoner mellom objekter i modell.....	20
4.6.5. Produktnøytrale komponenter	20
4.6.6. Sveiser, skruer og utsparinger.....	21
4.6.7. Farger	21
4.6.8. Akser	22
4.7. Metodikk	23
4.7.1. Introduksjon.....	23
4.7.2. Alternativer til “BIM tittelfelt”	23
4.7.3. Symboler	24
4.7.4. Oppdeling av undermodeller	24



4.7.5.	Revisjonshåndtering.....	25
4.7.6.	Lenker til eksterne dokumenter.....	25
4.7.7.	Informasjon om tilbakefylling av masser	26
4.7.8.	Standardisering av BIM-manual.....	26
4.7.9.	Forhåndsdefinerte snitt i modell	26
5.	KONKLUSJON.....	27
5.1.	Oppsummering	27
5.2.	Krav for utforming av modell.....	27
5.3.	Anbefaling for utforming av modell.....	27
5.4.	Anbefaling for videre standardiseringsarbeid	28
5.4.1.	Introduksjon.....	28
5.4.2.	Videre standardiseringsarbeid rettet mot prosjekterende	28
5.4.3.	Videre standardiseringsarbeid rettet mot entreprenører	28
5.4.4.	Videre standardiseringsarbeid rettet mot Statens vegvesen Vegdirektoratet.....	28
5.4.5.	Videre standardiseringsarbeid for forvaltning.....	29
5.4.6.	Videre standardiseringsarbeid rettet mot programvareleverandører	29
5.4.7.	Videre standardiseringsarbeid for bransjen som helhet	29
5.4.8.	Ingen krav eller anbefaling gitt	30



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 nå verdensledende i bruk av modellbaserte leveranser for samferdselskonstruksjoner. 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 oppsummert i rapporten «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 1 – behovsanalyse».

Følgende rapport legger frem prosjektgruppens forslag for å imøtekommne identifiserte behov og utfordringer. Det er vurdert om forslagene bør fremmes som krav eller anbefalinger. Hvilke regelverk disse kravene og anbefalingene vil inngå i er det ikke tatt stilling til i dette prosjektet. Rapporten peker også på aspekter som prosjektgruppen anser som egnet for standardisering, men som av ulike årsaker ikke er moden for standardisering. Dette er aspekter det bør arbeides videre med, med mål om at det skal kunne utformes fremtidige krav til utforming av modell. I tillegg identifiserer rapporten aspekter som prosjektgruppen anser at ikke egner seg for standardisering.

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 og ressursbehovet reduseres. 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.

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

Et attributt (engelsk: attribute) knyttes til en IFC-entitet og gir spesifikk informasjon om entiteten. I motsetning til egenskaper (engelsk: property) er attributter forhåndsdefinert i IFC-standarden. 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.

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

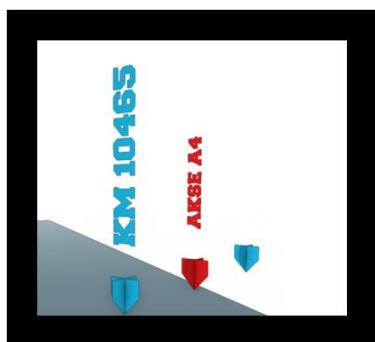
IFC Spatial Breakdown System er en funksjonalitet i IFC-formatet. IFC Spatial Breakdown System definerer flere nivåer av informasjon, et hierarki, der elementer lenger ned i hierarkiet arver egenskaper av elementer lenger opp i hierarkiet. IFC Spatial Breakdown System gir i tillegg mulighet til å organisere 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

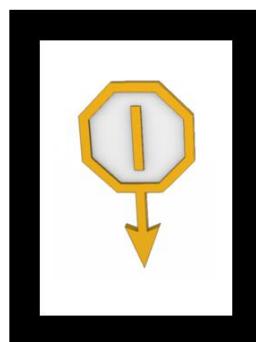
Alle objekter i en IFC-fil er klassifisert som en eller annen type IFC-entitet. Eksempler på IFC-entiteter er IfcBeam, IfcBearing og IfcColumn. IFC-entiteter kan omfatte alt fra grunnleggende geometriske former og bygningsdeler til mer komplekse ting som for eksempel etasjer, konstruksjoner og delprosjekt. 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

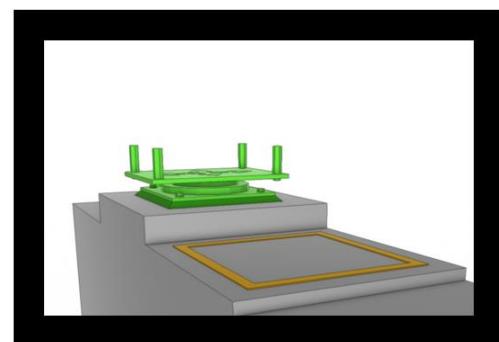
Et informasjonsobjekt er et objekt som ikke skal bygges, men som kun brukes til å formidle informasjon. Figur 2.1, 2.2 og 2.3 viser eksempler på informasjonsobjekter.



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 jekkeplassering ved lager.

Egenskap

En egenskap (engelsk: property) knyttes til en IFC-entitet og gir spesifikk informasjon om entiteten. I motsetning til attributter (engelsk: attribute) opprettes og defineres egenskaper av den som produserer modellen og er ikke forhåndsdefinert i IFC-standarden. Et eksempel på en egenskap er «MMI». Denne egenskapen sier noe om modenheten til et objekt eller en modell. 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

Metode for innhenting og bearbeiding av informasjon er nærmere beskrevet i rapporten «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 1 – Behovsanalyse».



4. PROSJEKTGRUPPENS ANBEFALINGER

4.1. Introduksjon

Prosjektgruppens ulike forslag er delt opp i hovedkategorier og underkategorier som kapittel 4 i «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 1: behovsanalyse».

Forslagene er kategorisert som følger:

- Krav til utforming av modell
- Anbefaling til utforming av modell
- Anbefaling for videre standardiseringsarbeid
- Ingen krav eller anbefaling gitt

Forklaring av forslagskategoriene:

Krav til utforming av modell – Dette er forslag som prosjektgruppen mener bør stilles som krav til utforming av modeller og som må oppfylles før konstruksjonen oppnår teknisk godkjenning. Kravene bør inngå i gjeldende regelverk. Forslag til krav er begrenset til områder der teknologien anses tilstrekkelig moden og ressursbehovene for implementering anses relativt små. Kravene er også begrenset til tiltak der det ikke er store behov for å endre dagens arbeidsmetodikk.

Anbefaling til utforming av modell – Dette er forslag som prosjektgruppen mener bør anbefales ved utforming av modell. Noen av disse anbefalingene kan på sikt erstattes med krav.

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid – Dette er forslag for videre standardiseringsarbeid. Arbeidet bør gjøres med mål om at det skal kunne utformes fremtidige krav til utforming av modell.

Ingen krav eller anbefaling gitt – Dette er områder der det er vanskelig for prosjektgruppen å foreslå krav eller anbefalinger. Dette kan være på grunn av at behovet ikke er vurdert stort nok. Det inkluderer også områder der teknologien ikke anses som tilstrekkelig moden.



4.2. Regelverk

4.2.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til forbedringsbehov for regelverk.

4.2.2. Tydeligere regelverk

Forslag fra prosjektgruppe:

Gjeldende regelverk bør gjøres mer detaljert og utfyllende i form av både krav og anbefalinger. Det bør vurderes å inkludere forslag fremmet i kapittel 4 av denne rapporten.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Et mer detaljert og utfyllende regelverk vil redusere ressursbehovet ved produksjon av modeller og minske usikkerheten rundt fremskrift av prosjekter.

4.2.3. Utforming for byggeperioden

Forslag fra prosjektgruppe:

Aktuelle aktører innen forvaltning av samferdselskonstruksjoner bør definere hvilke mangler dagens modeller har samt forslag til utbedringer. Det bør tas stilling til hvilken fase modellene skal berikes med informasjon knyttet til drift. Videre bør det vurderes hvordan revidering av modell kan utføres i driftsfase.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Prosjektgruppen anser at aktuelle aktører innen forvaltning av samferdselskonstruksjoner fremdeles har uavklarte behov til informasjon i modell. Disse bør kartlegges grundig før krav eller anbefalinger for utforming av modeller gis.



4.3. Programvare

4.3.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til forbedringsbehov for programvare.

4.3.2. Målsetting i modell

Forslag fra prosjektgruppe:

Modeller bør på sikt utformes med forhåndsdefinerte målsettinger. Dette gjelder spesielt i snitt langs overbygningen der høyde og bredde kan variere i konstruksjonens lengderetning, og hvor manuell målsetting er utfordrende og fort kan føre til feil. Spennarmering kan også med fordel utformes med forhåndsdefinerte målsettinger.

Det bør i samarbeid med programvareleverandører utarbeides eksempler på modeller beriket med forhåndsdefinerte målsettinger. Løsningene bør utarbeides på åpne formater. Et eventuelt krav bør vurderes på nytt etter at dette er utviklet.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Forhåndsdefinert målsetting er foreløpig ikke enkelt å produsere og fordrer i mange tilfeller bruk av parametrisk design samt bruk av proprietære filformat. Det anses derfor for tidlig å sette krav til at modeller skal utformes med forhåndsdefinerte målsettinger. På sikt vil IFC-entiteten IfcAnnotation kunne brukes til å representer målsetting i modell, men dette er avhengig av bruk av IFC4.3.

4.3.3. Programvare påvirker datastruktur og utseende

Forslag fra prosjektgruppe:

Utfordringer knyttet til at datastruktur, farger på objekter og utseende av modell varierer avhengig av hvilke visningsprogram som brukes, bør kartlegges i samarbeid med programvareleverandører.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Så lenge datastruktur, farger på objekter og utseende av modell varierer fra visningsprogram til visningsprogram vil det være utfordrende å utforme gode universale løsninger som fult ut utnytter potensialet i modellbaserte leveranser.



4.3.4. Datamengde skaper stabilitetsproblemer

Forslag fra prosjektgruppe:

Prosjektgruppen anser at stabilitetsproblemer i visningsprogram grunnet store datafiler relativt enkelt kan løses ved fornuftig oppdeling av modell i undermodeller. Dette er videre diskutert i kapittel 4.7.4.

Type:

Ingen krav eller anbefaling gitt.

Begrunnelse/kommentar:

Ettersom det er mange faktorer som kan forårsake stabilitetsproblemer i visningsprogram er det vanskelig for prosjektgruppen å foreslå tiltak for hvordan problemet kan unngås.



4.4. IFC

4.4.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til bedre utnyttelse av IFC-formatet og dets funksjonaliteter.

4.4.2. IFC4.3 og IFC Bridge

Forslag fra prosjektgruppe:

Vanlige modelleringsverktøy som Revit og Tekla eksporterer foreløpig ikke IFC4.3-filer på en tilstrekkelig god måte. Utfordringer rundt dette bør kartlegges og utbedres i samarbeid med programvareleverandører. Inntil dette er utarbeidet bør det ikke stilles krav til bruk av IFC4.3.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Modeller bør på sikt produseres med IFC-format IFC4.3 da dette vil muliggjøre bruk av blant annet IFC Bridge, IfcAlignment og IfcAnnotations.

4.4.3. IFC Spatial Breakdown System

Forslag fra prosjektgruppe:

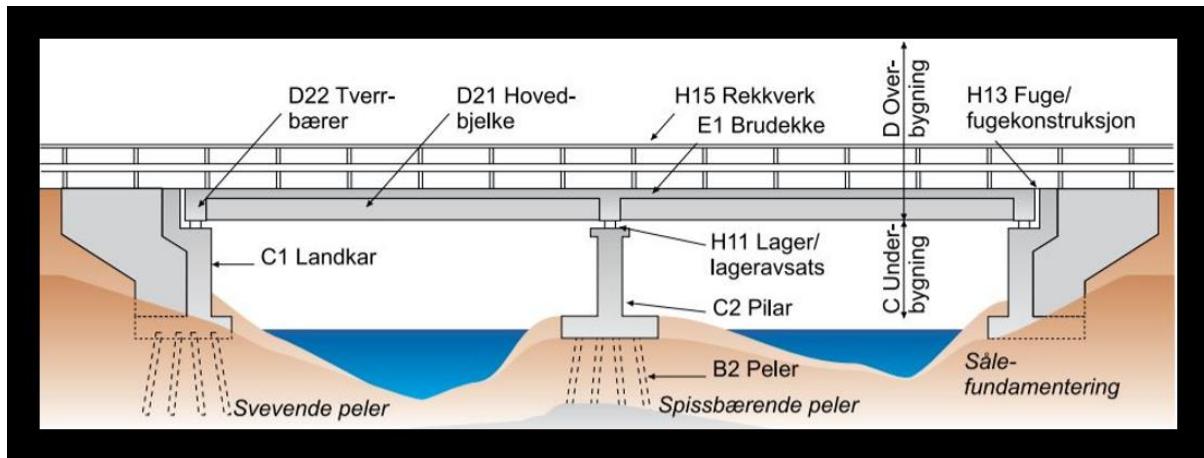
Modeller skal deles opp i bruelementer ved bruk av Spatial Breakdown System. Oppdeling bør følge systemet gitt i «Objektkode og -navn Brutus.xlsx», tilgjengelig på Statens vegvesens hjemmesider. Eksempel på ulike bruelementer er vist i Figur 4.1.

Type:

Krav til utforming av modell.

Begrunnelse/kommentar:

Spatial Breakdown System muliggjør en strukturert oppdeling av modell i bruelementer. Dette vil forenkle uthenting av data fra modellene og sammenstilling av data fra flere modeller. Spatial Breakdown System er tilgjengelig i IFC-versjon IFC2x3.



Figur 4.1 – Eksempel på oppdeling av modell i bruelementer i henhold til «Objektkode og -navn Brutus.xlsx»

4.4.4. IFC-entiteter

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør foreløpig ikke stilles krav til bruk av spesifikke IFC-entiteter.

Type:

Ingen krav eller anbefaling gitt.

Begrunnelse/kommentar:

IfcBridge definerer mange entitetstyper som er relevante for samferdselskonstruksjoner. En bevisst bruk av disse entitetstypene vil antageligvis forenkle uthenting av data fra modellene, selv om prosjektgruppen har til gode å se eksempler hvor dette metodisk er tatt i bruk. IfcBridge er i tillegg kun tilgjengelig i IFC-versjon IFC4.3. Det foreslås derfor at krav til bruk av spesifikke IFC-entiteter vurderes på nytt når modelleringsverktøy som Revit og Tekla kan eksportere IFC4.3-filer på en tilstrekkelig god måte.



4.5. Egenskaper

4.5.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til bruk av sammensatte objekter samt standardisering av egenskaper, egenskapsverdier og egenskapssett.

4.5.2. Sammensatte objekter

Forslag fra prosjektgruppe:

Sammensatte objekter, også kalt aggregerte objekter, skal ikke benyttes.

Type:

Krav til utforming av modell.

Begrunnelse/kommentar:

Bruk av sammensatte objekter (og medfølgende egenskaper på «sammensatt objekt-nivå») har vist seg å forårsake mange misforståelser og feil på byggeplass.

4.5.3. Egenskaper

Forslag fra prosjektgruppe:

Egenskaper er modent for standardisering, men prosjektgruppen ser behov for å jobbe videre med dette før krav stilles. Det bør utarbeides eksempelmodeller hvor alternative løsninger presenteres for bransjen. Arbeidet bør prioriteres i videre standardiseringsarbeid.

Arbeid med valg av egenskaper er påbegynt, og arbeidsgrunnlag foreligger.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

En standardisering av egenskaper vil muliggjøre sammenligning av data fra flere modeller samt gjenbruk av metodikk. Listen over egenskaper som standardiseres bør i første omgang begrenses til de som er mest generelle og som oftest benyttes. Det anbefales videre at egenskaper standardiseres i revisjonsbolker etter hvert som disse klargjøres.

Det er i denne sluttrapporten ikke tatt stilling til navngivning og/eller nummerering av egenskapene.



4.5.4. Egenskapsverdier

Forslag fra prosjektgruppe:

Begrensning av tillatte egenskapsverdier for utvalgte egenskaper er modent for standardisering, men prosjektgruppen ser behov for å jobbe videre med dette før krav stilles.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Ved utvikling av metodikk og sammenstilling av data fra flere modeller vil det være essensielt at lik informasjon oppgis på samme måte i alle modeller. Begrensning av tillatte egenskapsverdier for utvalgte egenskaper er derfor viktig.

4.5.5. Egenskapssett

Forslag fra prosjektgruppe:

Oppdeling av egenskaper i egenskapssett er modent for standardisering, men prosjektgruppen ser behov for å jobbe videre med dette før krav stilles. Det bør utarbeides eksempelmodeller hvor alternative løsninger for oppdeling presenteres for bransjen. Arbeidet bør prioriteres i videre standardiseringsarbeid.

Arbeid med oppdeling av egenskaper i egenskapssett er påbegynt, og arbeidsgrunnlag foreligger.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Det anbefales at det gis rom for å komplettere egenskapssett med prosjektbaserte egenskaper. Det anbefales videre at egenskapssett standardiseres i revisjonsbolker etter hvert som disse klargjøres.

Det er i denne sluttrapporten ikke tatt stilling til navngivning og/eller nummerering av egenskapssettene.



4.6. Detaljer og utforming

4.6.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til generell utforming samt bruk av detaljer i modell.

4.6.2. Detaljer og konsepter

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør i gjeldende regelverk tydeliggjøres hvilke typer følgedokumenter som aksepteres og i hvilke tilfeller disse aksepteres. Viktigheten av å formidle riktig informasjon mellom aktører bør sette presedens for hvordan informasjonen overføres.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Informasjon vedrørende detaljer, prinsipper eller konsepter kan i noen tilfeller bedre formidles i form av tegninger enn å vise dem i modell. Det er derfor viktig at det i regelverket åpnes opp for at dette aksepteres selv om omfanget bør begrenses. 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

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør i gjeldende regelverk tydeliggjøres hvilke detaljeringsnivå som anbefales for objekter i modell. Dette kan innebære både en øvre og nedre grense for detaljeringsnivå. Det bør i tillegg utarbeides eksempler for tilstrekkelig detaljeringsnivå på gjentagende detaljer som avfasinger og typiske bruelementer som brøytetett panel.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

En høy detaljeringsgrad kan i noen tilfeller gjøre modellen unødvendig tung uten å tilføre nevneverdig verdi. Samtidig viser erfaringer fra byggeplass at utsydelig arbeidsgrunnlag også kan forårsake feil.



4.6.4. Kollisjoner mellom objekter i modell

Forslag fra prosjektgruppe:

Generelt bør kollisjoner i modell tillates dersom det tydelig fremgår hvordan kollisjonene skal løses på byggeplass. Dette kan for eksempel formidles ved bruk av egenskaper eller ved referanse til detaljtegninger. Krav 1.4.6-5 i vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) bør vurderes revidert. For kollisjon mellom fiberduk og membran over fuge i betong og andre tilsvarende vanskelige detaljer, bør det refereres til tegning.

Type:

Anbefaling for utforming av modell.

Begrunnelse/kommentar:

Det er ressurskrevende å gjøre en modell fri for kollisjoner. En kollisjonsfri modell tilfører heller ikke nødvendigvis merverdi. I hvilken grad en kollisjon i modell utgjør et problem bør derfor ses i sammenheng med alvorlighetsgrad og konsekvens og bør tillates hvis det tydelig fremgår hvordan kollisjonene skal løses på byggeplass. Det er dog viktig at prosjekterende grundig kontrollerer at kollisjonen kan løses. Kollisjon i modell som kan skape usikkerhet rundt bygget løsning i en driftsfase bør unngås.

4.6.5. Produktnøytrale komponenter

Forslag fra prosjektgruppe:

På sikt kan utarbeidelse av et standardisert komponentsett med de vanligste produktnøytrale komponentene vurderes. Komponentene bør utarbeides i et åpent format og er tenkt brukt i modell før endelig produkt er valgt.

Type:

Ingen krav eller anbefaling gitt.

Begrunnelse/kommentar:

Prosjektgruppen vurderer at standardiserte produktnøytrale komponenter vil være fordelaktig da det vil kunne minske usikkerheten rundt nødvendig detaljeringsgrad i en kontrollfase. Det vil også gi en tydeligere indikasjon på hvilke objekter i en modell som er produktnøytrale. Det bør benyttes parametrisk utforming for komponentene der dette er relevant. Prosjektgruppen anser dog ikke at standardisering av produktnøytrale komponenter bør prioriteres i videre arbeid.



4.6.6. Sveiser, skruer og utsparinger

Forslag fra prosjektgruppe:

Det er i dag krav i vognormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) om at skruer og sveiser skal vises i modell. Kravet anbefales videreført.

Det foreslåes likevel at bruk av modell i produksjon av stålkomponenter kartlegges bedre. Det er også viktig å kartlegge utfordringer knyttet til bruk av modell ved montasje av stålkomponenter på byggeplass.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Bruk av modell i produksjon av stålkomponenter samt bruk av modell ved montasje på byggeplass bør kartlegges bedre. Dette for å få oversikt over utfordringer knyttet til uthenting av informasjon om sveiser, skruer og utsparinger fra modell.

4.6.7. Farger

Forslag fra prosjektgruppe:

Objekter av betong bør vises med lys grå farge i modell (for eksempel farge RGB: 200,200,200). Tilbakefylte masser bør vises med lysebrune farger i modell. I den grad det er mulig bør farger på forskjellige lag av tilbakefylte masser differensieres. Utover dette bør det tas hensyn til universell utforming som for eksempel å bruke gode kontraster. Som nevnt i punkt 4.3.3 bør utfordringer med fargegjengivelse knyttet til visningsprogrammer kartlegges i samarbeid med programvareleverandører.

Type:

Anbefaling til utforming av modell.

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Ettersom objekter fargelegges basert på objektenes materiale i enkelte modelleringsverktøy, er det utfordrende å gi for mange føringer på fargebruk. I tillegg vil farger på objekter i modell variere mye mellom ulike visningsverktøy (se kapittel 4.3.3). Det anses likevel som fordelaktig å gi betong og masser i grunnen lyse og gjerne naturtro farger slik at mindre objekter og detaljer kommer tydeligere fram. På sikt bør flere føringer gis.



4.6.8. Akser

Forslag fra prosjektgruppe:

Aksler bør modelleres som volumobjekter. På sikt, dersom funksjonaliteten forbedres, bør akser modelleres som IfcGrid-akser.

Det anbefales også at utfordringer knyttet til visning av- og målsetting mot IfcGrid-akser i visningsprogrammer kartlegges i samarbeid med programvareleverandører.

Type:

Anbefaling til utforming av modell.

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Aksler modellert som volumobjekter er foreløpig enklere å måle mot med tilgjengelig funksjonalitet i de fleste av dagens visningsprogrammer. Flertallet av både prosjekterende og entreprenører ønsker derfor å benytte volumobjekter til å modellere akser. Fordelen med IfcGrid-akser er dog at de følger IFC-skjema og vil være ”ferdig standardisert” i henhold til IFC-formatet og andre disipliner. Akser som volumobjekter er også visuelt bedre i noen visningsprogrammer, noe som er viktig på byggeplass.



4.7. Metodikk

4.7.1. Introduksjon

Følgende underkapitler gir prosjektgruppens forslag knyttet til metodikk i modellbaserte leveranser.

4.7.2. Alternativer til "BIM tittelfelt"

Forslag fra prosjektgruppe:

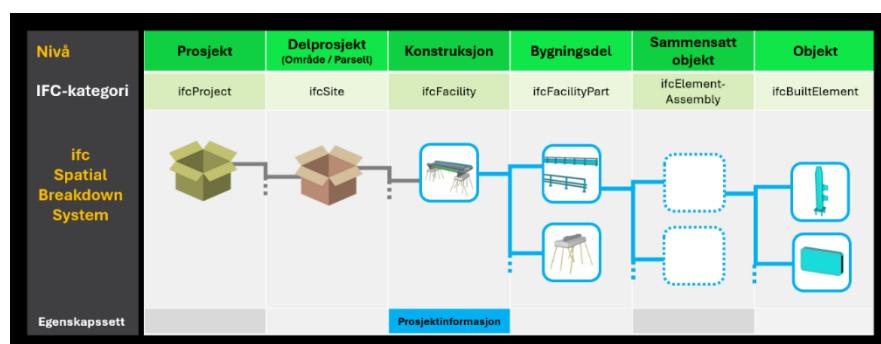
Dersom IFC-formatet benyttes skal utvalgte prosjekt- og konstruksjonsegenskaper legges på et høyere nivå i IFC-hierarkiet (se Figur 4.2), og ikke lenger knyttes til objekter.

Type:

Krav til utforming av modell.

Begrunnelse/kommentar:

I modeller har til nå «BIM tittelfelt» fungert som informasjonsbærer for å gi brukeren generell prosjektinformasjon og generell konstruksjonsinformasjon. For å utnytte IFC-funksjonaliteten bedre, ser prosjektgruppen store fordeler med å legge denne typen informasjon på et høyere nivå i IFC-hierarkiet. Dette vil gi en standardisert datastruktur. Det vil også gjøre at informasjonen kun legges inn på én plass i modellen og samtidig er gyldig for alle objekter.



Figur 4.2 - Dersom egenskapssett med generell prosjektinformasjon plasseres på konstruksjonsnivå i IFC-hierarkiet, vil alle objektene i modellen "arve" informasjonen.

Det er ikke tatt stilling til navngiving av informasjonsfane. Dette bør ses i sammenheng med arbeidet rundt egenskaper og egenskapssett. Dersom intensjonen i anbefalingene i vognormal N400 Bruprojektering (2023-01-01) følges, vil sannsynligvis «Tittelfelt» kunne benyttes inntil videre.



4.7.3. Symboler

Forslag fra prosjektgruppe:

Symboler bør på sikt fases ut og erstattes av annotasjoner. Det bør i samarbeid med programvareleverandører utarbeides eksempler på hvordan annotasjoner kan vises i modell. Løsningene bør utarbeides på åpne formater. Et eventuelt krav om å fjerne symboler fra modell bør vurderes på nytt etter at dette er utviklet.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Et symbol kan være et godt visuelt virkemiddel i modell for å for eksempel peke mot detaljer som er vanskelig for leseren å oppdage. Som prinsipp bør likevel informasjon knyttes direkte til objektet informasjonen gjelder. En måte å oppnå dette, er å knytte all relevant informasjon til et objekt ved bruk av egenskaper for så å bruke annotasjoner for å visuelt tydeliggjøre denne informasjonen.

4.7.4. Oppdeling av undermodeller

Forslag fra prosjektgruppe:

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) sin anbefaling om at BIM-leveranser deles opp i færrest mulig undermodeller ved leveranse til kontroll og godkjenning, bør videreføres.

Vegnormal N400 Bruprosjektering (2023-01-01) sin anbefaling om at BIM-leveranser til forvaltning leveres som én fil, bør vurderes på nytt av aktuelle aktører innen forvaltning.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Ettersom det er mange faktorer som spiller inn på valg av antall undermodeller er det vanskelig for prosjektgruppen å foreslå én beste praksis for hvordan modeller skal deles opp.



4.7.5. Revisjonshåndtering

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør legges til informasjon om revisjoner på både modell- og objektnivå. Dette bør inkludere revisjonsindeks, -dato og beskrivelse. Denne rapporten tar ikke stilling til hvordan disse egenskapene fylles ut. Egenskapene bør inngå i standardiserte egenskapssett (se kapittel 4.5.5)

Utfordringer knyttet til formidling av revisjonshistorikk bør i tillegg kartlegges i samarbeid med programvareleverandører.

Type:

Anbefaling til utforming av modell.

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Det er viktig i en byggefase å vise hvilke objekter som er revidert på en oversiktlig måte. Derfor anses det som nødvendig å standardisere hvordan dette gjøres slik at misforståelser unngås på byggeplass.

4.7.6. Lenker til eksterne dokumenter

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør utarbeides en standardisert løsning for å håndtere henvisning til eksterne dokumenter.

Dette er spesielt viktig i en driftsfase. Aktuelle aktører innen forvaltning bør utarbeide kravene til hvordan dette gjøres, da løsningen må passe inn i deres arkiveringssystem. Dette kan eventuelt bety en revisjon av krav 1.5.4-2 i vegnormal N400 Bruprojektering (2023-01-01) som krever at følgedokumentasjon skal ligge relativt til modellen.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

For å følge krav 1.5.4-2 i vegnormal N400 Bruprojektering (2023-01-01) må alle nødvendige dokumenter plasseres i en standardisert mappestruktur. Det må da kun brukes relative stier til alle dokumenter. Dette er et krav som ikke alltid etterleves, da det spesielt på byggeplass er vanskelig å få dette til å fungere. Videre er fungerende lenker til eksterne dokumenter viktigst i en driftsperiode da det ikke lenger finnes dedikerte ressurser som vedlikeholder disse dokumentene. Målet bør være å finne en holdbar løsning som minimerer vedlikeholdsbehovet. En mulig midlertidig løsning kan være å kun henvise til dokument- og tegningsnummer.



4.7.7. Informasjon om tilbakefylling av masser

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør utarbeides bedre eksempler på hvordan tilbakefylte masser kan vises i modell, og hvilke fordeler dette gir. Dette vil gjøre det enklere å vurdere hvorvidt tilbakefylling av masser bør modelleres eller vises på tegning. Inntil dette er gjort bør det være opp til hvert prosjekt å avgjøre hvilken metode for visning av tilbakefylte masser som benyttes.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Behovsanalysen viser sprikende ønsker vedrørende informasjon om tilbakefylling. Mange aktører ønsker å formidle informasjonen i form av tegninger, mens andre foretrekker å vise dette i modell. Prosjektgruppen ser fordeler og ulemper med begge metoder, og foreslår derfor å beholde dagens praksis hvor metodikken er prosjektavhengig inntil videre.

4.7.8. Standardisering av BIM-manual

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør foreløpig ikke utformes en standardisert BIM-manual.

Type:

Ingen krav eller anbefaling gitt.

Begrunnelse/kommentar:

Standardisering av modellbaserte leveranser for samferdselskonstruksjoner er fremdeles under utvikling. Prosjektgruppen anser derfor at det er for tidlig å utarbeide en standardisert BIM-manual. Manualen bør eventuelt utarbeides i en senere fase når de mer primære behovene som for eksempel egenskapssett, er fastsatt. Mye av behovet for en standardisert BIM-manual vil dog forsvinne om alle modeller har samme datastruktur.

4.7.9. Forhåndsdefinerte snitt i modell

Forslag fra prosjektgruppe:

Det bør utarbeides gode eksempler på hvordan modeller kan berikes med forhåndsdefinerte snitt/visninger. Det er viktig å fokusere på gjennomførbare løsninger som møter bransjens behov. Løsningene bør i tillegg utarbeides på åpne formater. Inntil dette er utarbeidet bør det ikke stilles krav til forhåndsdefinerte snitt/visninger i modell.

Type:

Anbefaling for videre standardiseringsarbeid.

Begrunnelse/kommentar:

Modeller bør på sikt berikes med forhåndsdefinerte snitt/visninger med relevant informasjon og målsetting. Dette vil gjøre det raskere og tryggere å hente ut data og nøyaktige mål fra modellene. Det finnes eksempler på utforming av forhåndsdefinerte snitt/visninger i proprietære format, men det anbefales videre utvikling av metodikk med bruk av åpne formater før det settes videre krav.



5. KONKLUSJON

5.1. Oppsummering

Som del av arbeidet for å øke standardiseringen i modellbaserte leveranser for samferdselskonstruksjoner ble det 14. juni 2023 sendt ut et diskusjonsgrunnlag til utforming av fremtidige modeller. Forslag gitt i denne rapporten er gjort på bakgrunn av tilbakemeldingene på det utsendte materialet, samt diskusjoner og samtaler med eksperter i bransjen.

Temaet er bredt og dekker mange ulike aspekter. Det er derfor nødvendig med en prioritering og vurdering av hva som skal være krav og anbefalinger. Hvordan dette er bestemt, er blant annet basert på om det er moden og gjennomførbart.

5.2. Krav for utforming av modell

Prosjektgruppen mener at forslag til krav foreløpig bør begrenses til områder der teknologien anses tilstrekkelig moden og ressursbehovene for implementering anses relativt små. Kravene bør også begrenses til tiltak der det ikke er store behov for å endre dagens arbeidsmetodikk. På denne måten vil standardisering av modeller raskt kunne gagne bransjen uten at de enkelte aktørene i stor grad påvirkes negativt.

Prosjektgruppen har i denne rapporten fremmet følgende forslag til krav for utforming av modell:

- Modeller skal deles opp i bruelementer ved bruk av Spatial Breakdown System.
Se kapittel 4.4.3.
- Sammensatte objekter, også kalt aggregerte objekter, skal ikke brukes.
Se kapittel 4.5.2.
- Utvalgte egenskaper skal ikke knyttes til objekter, men legges på et høyere nivå i IFC-hierarkiet. Behovet for BIM-Tittelfelt utgår dermed. Se kapittel 4.7.2.

5.3. Anbefaling for utforming av modell

Anbefalinger for utforming av modell er i denne rapporten begrenset til områder der aktørenes behov er sammenfallende, men hvor skal-krav vil begrense mulighet for ytterligere utvikling. En anbefaling anses derfor som pragmatisk, men samtidig fremtidsrettet. Videre anses teknologien tilstrekkelig moden og ressursbehovene for implementering relativt små.

Prosjektgruppen har i denne rapporten fremmet følgende forslag til anbefalinger for utforming av modell, og som på sikt kan vurderes om skal erstattes med krav:

- Farger på betong og tilbakefylte masser anbefales utformet i standardiserte farger.
Se kapittel 4.6.7.
- Akser anbefales utformet som volumobjekter.
Se kapittel 4.6.8.



5.4. Anbefaling for videre standardiseringsarbeid

5.4.1. Introduksjon

Som det fremkommer i kapittel 4 er det mange aspekter innen utforming av modeller som enda ikke er modent for standardisering. Mange av disse aspektene bør det arbeides videre med, og en videreføring av prosjektet vil derfor være essensielt for ytterligere å forbedre standardiseringen i bransjen.

Prosjektgruppen anser i denne rapporten at følgende punkter bør arbeides videre med i neste del av standardiseringsarbeidet. Av disse bør arbeid med egenskaper og egenskapssett prioriteres.

5.4.2. Videre standardiseringsarbeid rettet mot prosjekterende

- Krav og anbefalinger for revisjonshåndtering bør utarbeides i samarbeid med entreprenør. Det bør i tillegg vurderes i hvilken grad revisjonslogger er nødvendig og hvordan disse eventuelt utformes. Se kapittel 4.7.5.
- Krav og anbefalinger for visning av tilbakefylte masser bør utarbeides i samarbeid med entreprenør og forvalter. Se kapittel 4.7.7.

5.4.3. Videre standardiseringsarbeid rettet mot entreprenører

- Utfordringer knyttet til bruk av modell ved produksjon og montasje av stålkomponenter bør kartlegges bedre. Se kapittel 4.6.6.

5.4.4. Videre standardiseringsarbeid rettet mot Statens vegvesen Vegdirektoratet

- Gjeldende regelverk bør gjøres mer detaljert og utfyllende i form av både krav og anbefalinger. Det må i tillegg bestemmes hvilke regelverk krav og anbefalinger skal inngå i. Se kapittel 4.2.2.
- Krav og anbefalinger for detaljer bør tydeliggjøres. Se kapittel 4.6.2.
- Krav og anbefalinger rundt detaljeringsgrad bør tydeliggjøres. Se kapittel 4.6.3.
- Krav og anbefalinger rundt kollisjoner i modell bør tydeliggjøres. Se kapittel 4.6.4.



5.4.5. Videre standardiseringsarbeid for forvaltning

- Krav til oppdeling av modell for forvaltning bør defineres.
Se kapittel 4.7.4.
- Krav til nødvendige egenskaper i modell for bruk i forvaltning bør defineres. Det bør samtidig tas stilling til hvordan berikelse og oppdatering av modellinformasjon skal utføres i en driftsfase etter at modellen er overført til forvaltning.
Se kapittel 4.2.3
- Krav til utforming av lenker for eksterne dokumenter bør defineres.
Se kapittel 4.7.6.

5.4.6. Videre standardiseringsarbeid rettet mot programvareleverandører

- Det bør legges til rette for bruk av IFC4.3 og IFC Bridge. Tilfredsstillende visning av akser modellert som «ifcGrid» og annotasjoner modellert som «ifcAnnotations» er også viktig.
Se kapittel 4.4.2, kapittel 4.6.8 og kapittel 4.7.3.
- Det bør kartlegges hvordan datastruktur og utseende av modell påvirkes av programvare.
Se kapittel 4.3.3.

5.4.7. Videre standardiseringsarbeid for bransjen som helhet

- Egenskaper, egenskapssett og tillatte egenskapsverdier bør standardiseres.
Se kapittel 4.5.3, kapittel 4.5.4 og kapittel 4.5.5.
- Krav og anbefalinger for revisjonshåndtering bør utarbeides. Det bør i tillegg vurderes i hvilken grad revisjonslogger er nødvendig og hvordan disse eventuelt utformes. Se kapittel 4.7.5.
- Det bør utarbeides metodikk for produksjon av forhåndsdefinerte målsettinger i modell samt forhåndsdefinerte snitt i modell. Bedre funksjonalitet for fri målsetting i modell bør også utarbeides. Se kapittel 4.3.2 og kapittel 4.7.9.



5.4.8. Ingen krav eller anbefaling gitt

- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for å unngå stabilitetsproblemer i visningsprogram på byggeplass. Se kapittel 4.3.4.
- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for bruk av spesifikke IFC-entiteter. Se kapittel 4.4.4.
- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for bruk av symboler. Se kapittel 4.7.3.
- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for oppdeling av modell i undermodeller i planleggings- og byggeperiode. Se kapittel 4.7.4.
- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for bruk av produktnøytrale komponenter i modell. Se kapittel 4.6.5.
- Det er ikke gitt forslag til krav eller anbefalinger for utforming av en standardisert BIM-manual. Se kapittel 4.7.8.