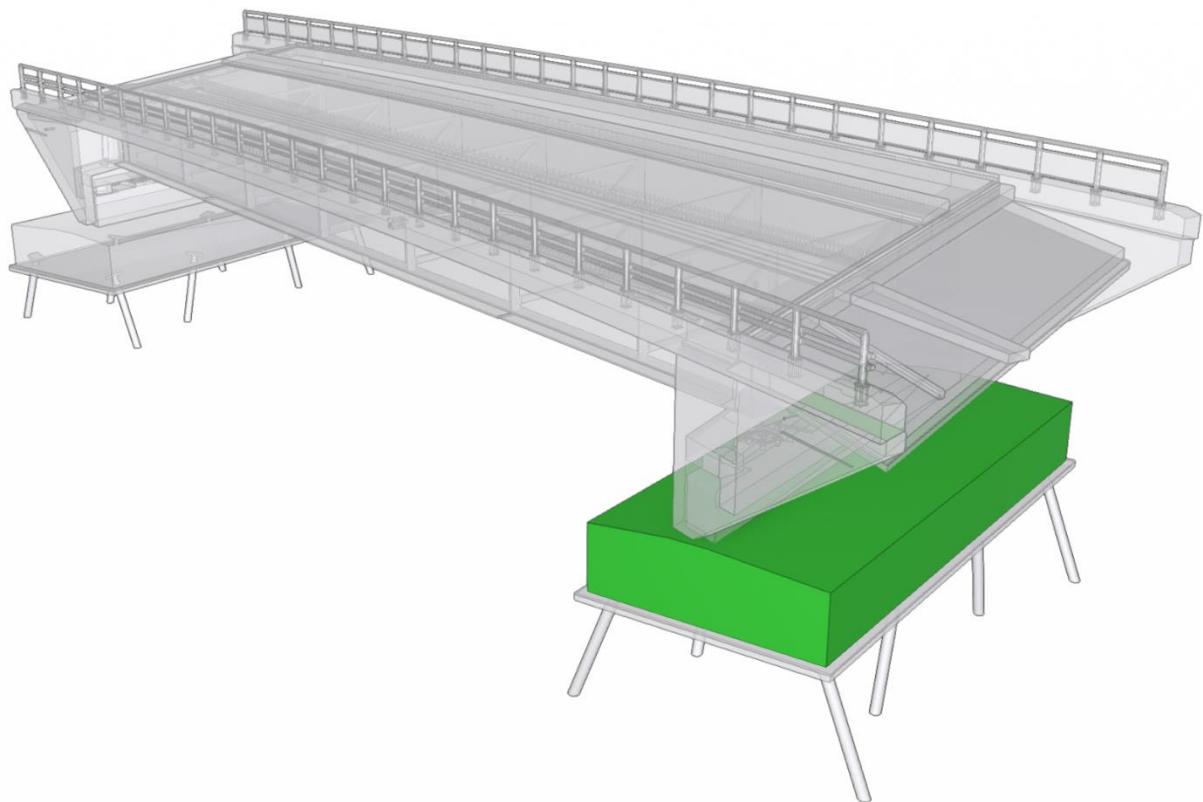


# **Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM)**

## **Del 4: Egenskapsnavn- og verdier**





## FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av Sweco Norge AS i samarbeid med Statens vegvesen Vegdirektoratet, og inngår i arbeidet for å øke standardiseringen i modellbaserte leveranser for samferdselskonstruksjoner. Arbeidet er utført på bakgrunn av et avrop i rammeavtale mellom Statens vegvesen og Sweco Norge AS. I arbeidet har det blitt satt ned en prosjektgruppe bestående av representanter fra begge parter. Prosjektgruppen for delprosjekt 4 har bestått av følgende personer:

- Kristine Tybring Lindtveit (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Gaute Nordbotten (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Josef Hovstø (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Magnus Sundt Müller (Statens vegvesen Vegdirektoratet)
- Christoffer Nergaard Mikalsen (Sweco Norge AS)
- Tor Håvard Ellingsen (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 omfatter delprosjekt 4 og bygger videre på aksjonspunktene knyttet til egenskapsnavn og -verdier som ble fremhevet i delprosjekt 3. Rapportens innledende del og omtale av eksempelmodell og egenskapssett vil derfor i stor grad være likelydende med rapport fra delprosjekt 3, men det er blant annet innarbeidet presiseringer knyttet til detaljeringsgrad i modellen. Kapittel 6 har nytt innhold og omtaler problemstillinger som har dukket opp i dette prosjektarbeidet (delprosjekt 4) og beskriver punkter som har blitt fremhevet i en høringsrunde i referansegruppen. Videre er tilbakemeldinger gitt i høringen omtalt i kapittel 7, samt at oppsummering og forslag til videre arbeid følger i kapittel 8. Vedlegg til rapporten er oppリストet i kapittel 9.



## SAMMENDRAG

Denne rapporten sammenfatter de viktigste punktene fra arbeidet knyttet til Del 4 – Egenskapsnavn og -verdier innen prosjektet Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) i regi av Statens vegvesen Vegdirektoratet. Formålet med arbeidet har vært å videreutvikle egenskapssettene som er videreført fra delprosjekt Del 3 – Egenskaper fra 2024 med mål om å etablere en felles navngivning av egenskapsnavn og en felles forståelse for egenskapsverdier på tvers av egenskapssettene. Prosjektet tar utgangspunkt i to alternative egenskapssett, alternativ 1 – Vegdirektoratet og alternativ 2 – SNACKs, og eksempelmodellen som ble utarbeidet i del 3 av prosjektet.

Prosjektet som denne rapporten dekker omfatter i all hovedsak to områder. Det området som har hatt størst fokus, har vært egenskapssettene, og da spesielt egenskapsnavn. Begge egenskapssett har blitt gått igjennom i detalj for å identifisere og bli enige om enhetlige navn på egenskaper. Prosjektgruppen mener at egenskapsnavnene i de ulike settene er relativt like, selv om det er strukturelle forskjeller som gjør at tilsvarende egenskaper ikke nødvendigvis har samme navn i begge egenskapssettene. Det har samtidig vært vanskelig å konkludere rundt enkelte av disse tilfellene på et faglig grunnlag. Vi har også gjort noen oppdateringer og bearbeidinger i eksempelmodellen slik at den er tettere opp mot krav som er gitt i vegnormal N400 Bruprosjektering (2025-01-01), med tanke på innhold og detaljeringsnivå. Det er blant annet gjort justeringer på flere detaljer og utstyr. Vi understreker likevel at den primære hensikten med eksempelmodellene som følger denne rapporten er å demonstrere strukturer i egenskapssett, egenskaper og egenskapsverdier, og at detaljeringsnivået ikke kan legges til grunn som mal for modellbaserte prosjekter.

Som et ledd i å få bransjes innspill på forslag, struktur og navngivning, har eksempelmodellene med de to alternative egenskapssettene vært til høring i referansegruppen. Her ble det blant annet spurt om tilbakemeldinger på struktur og bruk av egenskapssettene, samt om referansegruppas kommentarer til spesifikke diskusjonspunkter rundt enkelte detaljer. Høringsinnsplillene viser at det er engasjement rundt dette i bransjen, men at det også er delte meninger om hvilken struktur som gjengir informasjon på best mulig måte.

Basert på tilbakemeldinger fra høringsrunden, samt våre erfaringer gjennom arbeidet i dette prosjektet, er det etter prosjektgruppens vurdering vanskelig å anbefale kun ett egenskapssett for videre arbeid. Avstanden mellom de to alternative egenskapssettene består i all hovedsak om ulikheter i struktur. Dette er ulikheter som blant annet påvirker arbeidsmetodikken til den prosjekterende, og det å låse opp enkelte detaljer i den ferdige modellen kan gi ringvirkninger langt tilbake i rutiner for modelleringen. Egenskapsnavn- og verdier er bransjen stort sett enige om og her er vår vurdering at det vil være enklere å samle seg rundt en eventuell fremtidig «standard». Det er likevel vår erfaring at strukturen for egenskapssettet også kan påvirke omfanget av- og derav navngiving av egenskaper. Vår vurdering er derfor at prosjektgruppens arbeid med egenskapssett, egenskaper og egenskapsverdier har kommet så langt som vi finner det hensiktsmessig på nåværende stadium. Vi konkluderer videre med at de to alternative egenskapssettene må settes ut i live gjennom prosjekter slik at disse kan bearbeides og videreutvikles basert på erfaringer fra bruk.

For videre arbeid i prosjektet Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) foreslår prosjektgruppen følgende tiltak:

- Tiltak 1** – Praktisk implementering av egenskapssettene i prosjekter
- Tiltak 2** – Vedlikehold og tilbakemeldinger
- Tiltak 3** – Samhandling mellom byggherreorganisasjonene
- Tiltak 4** – Referansemodell for detaljeringsnivå (videreført fra sluttrapport delprosjekt 3)
- Tiltak 5** – IFC, datatyper og entiteter (videreført fra sluttrapport delprosjekt 3)



## Innholdsfortegnelse

FORORD .....	2
SAMMENDRAG .....	3
1. INTRODUKSJON .....	5
1.1. Beskrivelse av prosjektet .....	5
1.2. Formålet med standardisering .....	5
2. BEGREPSFORKLARING .....	7
3. EKSEMPELMODELLEN .....	9
3.1. Om modellen .....	9
3.2. Begrensninger i modellen .....	11
3.2.1. Detaljer .....	11
3.2.2. IFC-format .....	13
3.2.3. Måleenheter i visningsverktøyet .....	13
3.2.4. Modellhierarki .....	13
3.2.5. Forvaltning, drift og vedlikehold .....	13
4. ALTERNATIV 1 – Vegdirektoratet .....	14
4.1. Bakgrunn for egenskapssettet .....	14
4.2. Oppbygging og struktur .....	14
4.3. Modelltekniske utfordringer og erfaringer .....	16
5. ALTERNATIV 2 – SNACks .....	17
5.1. Bakgrunn for egenskapssettet .....	17
5.2. Oppbygging og struktur .....	17
5.3. Modelltekniske utfordringer og erfaringer .....	18
6. Egenskaper .....	19
6.1. Egenskaper generelt .....	19
6.2. Objekt og element .....	19
6.3. Materialkvalitet og materialspesifikasjon .....	20
6.4. Merknader i modell .....	20
6.5. Overdekning .....	21
6.6. Muttere, skiver og hull .....	22
6.7. Krav fra prosesskode .....	23
6.8. ID eller nummer for identifikasjon .....	24
6.9. Spiralarmering rundt spennkabelforankring .....	25
7. Høring 2025 .....	26
7.1. Kort om høring 2025 .....	26
7.2. Generelle innspill .....	26
8. Konklusjon og videre arbeid .....	28
8.1. Egenskaper og egenskapsverdier .....	28
8.2. Vegen videre .....	29
9. Vedlegg .....	30



## 1. INTRODUKSJON

### 1.1. Beskrivelse av prosjektet

Historisk har samferdselskonstruksjoner i Norge blitt prosjektert som tegningsbaserte prosjekter, der prosesser for kontroll og godkjenning, utbygging og forvaltning har blitt gjennomført med tegninger hvor geometri og egenskaper har blitt angitt. Fra 2016 ble det åpnet for også å prosjektere samferdselskonstruksjoner basert på modeller, og andelen modellbaserte prosjekter er nå større enn andelen tegningsbaserte prosjekter. Fra 2022 ble tegningsbaserte prosjekter og modellbaserte prosjekter likestilt i vegenormal N400 Bruprosjektering, som setter prosjekteringsregler for samferdselskonstruksjoner i Norge. Det er likevel ikke gitt detaljerte regler for utforming av modellene i det mål å forsterke innovasjon fra aktørene i bransjen. Perioden fra 2016 og frem til i dag har vært preget av mye eksperimentering og rask utvikling innen fagfeltet, da det oppstår nye utfordringer etter hvert som utviklingen med å erstatter tegninger med modell går fremover. Prosjekterende har derfor utviklet løsninger for å overføre informasjon om geometri, egenskaper, samt annen viktig kunnskap i modellene. Entreprenører og byggherrer har så videreført denne informasjonen og funnet måter for å innpasse 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. En standardisering av dette vil gi mulighet for automatisering for uttak av informasjon og regelsjekker kan settes opp slik at de kan benyttes uavhengig av prosjekt og leverandør av modellen. I tillegg skaper mangel på et tydelig regelverk unødvendig usikkerhet for 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» der et overordnet mål har vært å komme frem til en enighet om hvordan modellene bransjen bruker bør bygges opp. Prosjektet til nå har bestått av en behovsanalyse oppsummert i rapporten «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 1 – behovsanalyse» og en sluttrapport «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 2 – sluttrapport» der forslag og anbefalinger for videre tiltak ble diskutert. På grunnlag av dette ble det valgt å jobbe videre med egenskaper i modell, dens struktur og hvordan dette skal komme frem i modell. Dette arbeidet ble påstartet som oppsummert i rapporten «Standardisering av modellbaserte leveranser (BIM) – Del 3 – Egenskaper».

Denne rapporten er en videreføring av delprosjekt 3, og tar for seg egenskaper og egenskapsverdier knyttet til de to ulike egenskapssettene som var omfattet av dette arbeidet. Basert på tilbakemeldinger som ble gitt i høringsrunden samt prosjektets egne innspill og forslag til videre arbeid, har vi i dette delprosjektet arbeidet med å omforene egenskaper og egenskapsverdier i de to alternativene, samt bearbeide eksempelmodellene for en bedre presentasjon av egenskapssettene. Målet med dette er å belyse ulike varianter for bedre å kunne vise hvordan modeller kan utformes. Dette dokumentet er derfor også å anse som et følgedokument til modellene som er gjort tilgjengelige.

### 1.2. Formålet med standardisering

Prosjektets hovedmål for denne fasen er å utarbeide en felles og omforent utforming av egenskaper og egenskapssett som oppfyller krav til informasjon i modell i henhold til vegenormal N400 Bruprosjektering (2025-01-01). Det å ha en klar ramme for hvordan egenskaper skal utformes og hvordan dette skal se ut i modell er helhetlig ansett som det viktigste tiltaket som kan gjøres for å forbedre dagens modellbaserte leveranser. Dette er fordi det skaper en viss trygghet og forutsigbarhet for hvordan modeller ser ut, noe som vil være en stor fordel for de fleste faser av et prosjekt helt fra oppstart av prosjekteringen, gjennom kontroll og godkjenningsprosessen, under bygging og til forvaltningen av bru. Siden det er mange måter å utforme egenskaper og egenskapsstrukturer på, er det derfor viktig å få innspill på dette slik at alle ulike behov blir dekket. I tillegg til å skape forutsigbarhet, vil det også være mulig å kunne gjenbruke strukturen fra prosjekt til



prosjekt. Standardisering av egenskaper og utforming legger også bedre til rette for maskinlesbare modeller, slik at informasjonen kan utnyttes effektivt ved for eksempel validering, automatisering og uthenting av informasjon.

Standardisering betyr i utgangspunktet at utforming av modellene skal være tilnærmet lik, og representerer en forhåndskonsekvent struktur som igjen byr på forutsigbarhet og kjente rammer. Selv om egenskaper blir standardisert, er det samtidig rom for å kunne videreutvikle og teste nye løsninger knyttet til dette. Egenskaper er noe som trenger å utvikles over tid. Det må testes og prøves for å kunne luke ut feil og uklarheter. Samtidig vil det også skape en arena der det er mulig å bygge nye systemer rundt dette, for både rådgivere, entreprenører, byggherrer og bruvervaltere. For å kunne gjøre dette er det nødvendig å starte på et felles sted. Det er vanskelig å vite hva som mangler eller hvordan noe kan forbedres dersom det endres fra prosjekt til prosjekt.



## 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.

### 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»).

### Datatyper

Datatyper er sterkt knyttet opp mot IFC-formatet og refererer til de forskjellige typer data som kan tilordnet egenskaper i modell. Disse definerer typen informasjon kan lagres og som videre kan leses av visningsprogrammer. Eksempler på dette kan være IfcInteger som angir at verdien er et tall, eller IfcLengthMeasure som definerer at en verdi er en lengde med en definert enhet.

### 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. Dette formatet er også i henhold til *forskrift om utfyllende tekniske og arkivfaglige bestemmelser om behandling av offentlige arkiver (riksarkivarens forskrift) §5-17 j.*

### 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.

## **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.

## **Egenskapssett (Engelsk: Pset / PropertySet)**

Et egenskapssett er en samling av egenskaper.

## **Modell**

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

## **Element**

I henhold til Ifc-definisjonen fra buildingSmart er et element definert som et fysisk objekt med angitt funksjon, form og posisjon. I praksis betyr dette at alle elementer som skal bygges kan oppfattes som elementer

## **Objekt**

I henhold til Ifc-definisjonen fra buildingSmart er et objekt noe som kan tenkes eller oppfattes som del av en verden. I praksis betyr dette at alle deler som er modellert i en modell, kan oppfattes som objekter uavhengig om de skal bygges eller ikke.

## **Objektinformasjon**

Objektinformasjon er informasjonen knyttet til et objekt gjennom egenskaper. Her er det valgt å bruke dette uavhengig om det gjelder objekter eller elementer, da dette er et godt etablert begrep i bransjen.

## **Pour-Object**

En objekttyp som eksisterer i Tekla og som er en metode for å kombinere flere ulike objekter inn i et felles objekt tilsvarende støpeetappen objektet tilhører.



### 3. EKSEMPELMODELLEN

#### 3.1. Om modellen

Eksempelmodellen er utarbeidet av Sweco Norge AS, produsert i Tekla Structure 2023 og eksportert med Ifc-versjon IFC2x3. Dette innebærer at omtale av modelltekniske detaljeringer og utfordringer i utgangspunktet kun vil gjelde for Tekla. Modellen er konstruert med utgangspunkt i noe som er produsert tidligere, men tilpasset hensikten til dette prosjektet. Denne er kun å regne som et eksempel for å illustrere egenskapssettene og den inneholder derfor et rikt omfang av objekter som er vanlig å benytte i ei bru. Det vil være løsninger som vanligvis ikke kombineres i en slik type bru eller på bruer generelt, men som er lagt inn bevisst for å vise slike elementer. Hovedfokuset med arbeidet er å demonstrere strukturer i egenskapssett, egenskaper og egenskapsverdier, og det presiseres at det presenterte brukkonseptet ikke skal bygges. De modellerte dimensjonene på enkeltobjekter representerer nødvendigvis ikke reelle størrelser, og kan ikke plukkes ut av modellen som grunnlagt for gjenbruk. Det er også forenklinger knyttet til enkeltkomponenter og detaljer, og modellen skal ikke benyttes som et eksempel på hvordan objekter skal modelleres.

De to egenskapssettene som er demonstrert i eksempelmodellene er utformet for å ivareta kravene gitt i vegnormal N400 Bruprosjektering (2025-01-01). Her stilles det blant annet krav til at det for modellbaserte prosjekter skal leveres oversiktstegning som tilfredsstiller kapittel 1.4.2 i vegnormal N400. For å unngå at den samme informasjonen angis flere steder, er det derfor enighet om at en del av informasjonen som er angitt i oversiktstegningen, ikke er nødvendig å gjengi direkte i modell. Noe informasjon vil likevel være hensiktsmessig å angi begge steder.

Kapittel 1.5.5 i vegnormal N400 setter krav til at det skal angis status og en forklaring på hvordan revisjonshåndteringen i modeller utføres. Eksempelmodellen og begge alternativene for egenskapssett følger det samme prinsippet. Status er dekket av modell modenheits indeks (MMI), som er et godt innarbeidet system for modeller i Norge. For revisjonshåndtering benytter begge alternativer seg av to revisjonsegenskaper. Den ene er en overordnet modellrevisjon som ligger som en del av de overordnede egenskapene. Denne reflekterer det høyeste revisjonsnivået som objekter i modellen har. Hvert enkelt objekt har også egenskap for revisjon og systemet er bygget opp slik at kun de objektene som revideres får en oppdatert revisjon på dette nivået. For eksempel vil en modell som akkurat har blitt godkjent som arbeidsgrunnlag ha revisjon A på samtlige objekter og på overordnet nivå. Dersom det viser seg at et fundament må endres på grunn av stedlige forhold og blir revidert, vil alle objekter tilhørende dette fundamentet få en ny revisjon B. Overordnet vil modellen også få revisjon B. Øvrige objekter som ikke påvirkes av dette vil fortsatt ha revisjon A. Dette gjør at det skal være enkelt å bestemme hvilke objekter som er endret og hvilken revisjon som er siste gjeldende revisjon på objektene i modellen.

Det er valgt å angi en del egenskapsverdier på egenskaper for å fremheve eventuelle forskjeller i hvordan disse presenteres og for å lettere se hvordan strukturen endres mellom alternativene. Verdiene som er lagt inn er å anse som eksempler og er ikke nødvendigvis riktige for akkurat denne situasjonen. Det betyr at det kan være forskjell mellom det som faktisk vises i modellen og hvordan informasjonen er presentert i egenskaper. Det er også noen steder valgt å angi mer generelle tekster for å vise hensikten med egenskapen, men verdiene er utelatt da de ofte er sterkt knyttet til det aktuelle prosjektet. Dette gjelder eksempelvis for egenskapen som angir bygge- og støpeetappe. For armering er det lagt inn og vist ett eksempel på hvordan BVBS kan vises i modell. Denne verdien er kun å regne som et eksempel og vil ikke være riktig for den faktiske armeringsstangen. Begge alternativer inneholder nødvendig informasjon for å kunne generere bøylelister for armering direkte fra modell i henhold til vegnormal N400 Bruprosjektering (2025-01-01) punkt 1.4.6-1.

Det vil i flere tilfeller være behov for å tilpasse enkelte deler av egenskapssettene for at disse skal passe med prosjektets behov og ønsker fra utførende og byggherren. I begge alternativene legges det derfor opp til at det skal være mulig å legge til prosjektspesifikke egenskaper der det er behov for



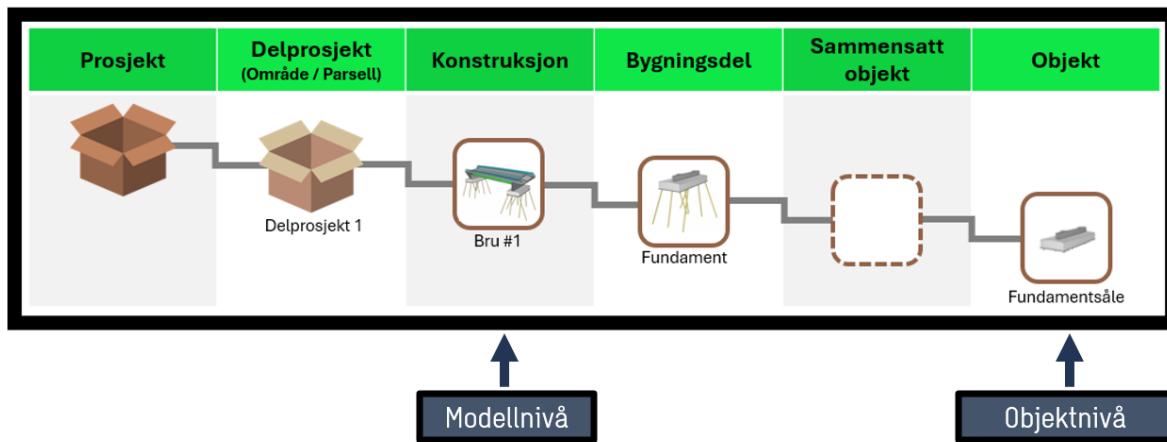
dette. Nærmere forklaring på dette, og hvordan dette håndteres av de ulike alternativene er gitt i kapittel 4 og 5.

Objektene i modellen er også sortert i henhold til et IFC Spatial Breakdown System etter et oppsett i henhold til objektkodelisten for Brutus fra Statens Vegvesen. Hierarkiet er inndelt på et overordnet nivå. Det laveste nivået gjenspeiles på objektnivå og er derfor ikke del av hierarkiet. Da modellen er bygget opp med et slikt hierarki, er også overordnet informasjon plassert under nivået IfcBuilding, her representert med «99-0001 Eksempelbru».



Figur 3-1 - Hierarki i modell

Felles for begge alternativene, er at informasjonen følger hierarkiet til IFC Spatial Breakdown System til en viss grad, der kun to av nivåene er informasjonsbærende. Det betyr at overordnet informasjon er flyttet opp til et konstruksjons/modellnivå tilsvarende IfcBuilding eller IfcBridge i IFC-hierarkiet. All objektspesifikk informasjon ligger på laveste nivå. Innhold og strukturering av dette er nærmere forklart for de respektive alternativene.

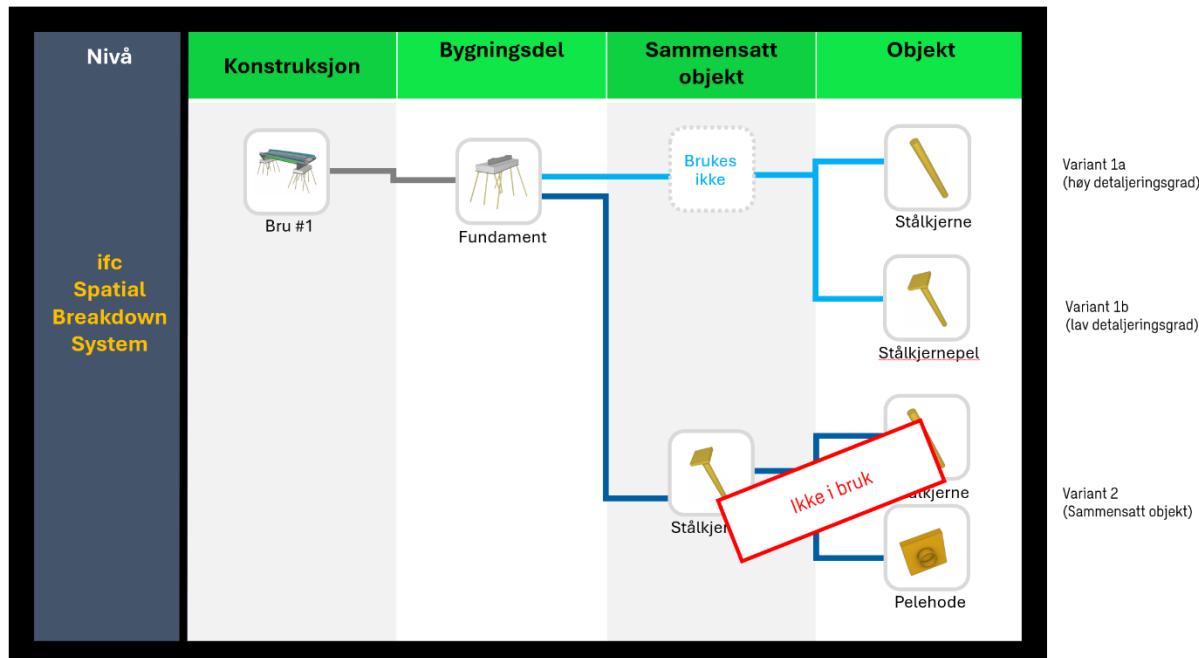


Figur 3-2 - Plassering av egenskaper i modellstruktur

Som beskrevet i Del 1 – Behovsanalyse har det tidligere kommet tilbakemeldinger om at sammensatte objekter ikke bør brukes. På bakgrunn av disse tilbakemeldingene har dette også blitt innlemmet som et krav i Vegnormal N400 Bruprojektering fra 2025. Bakgrunnen for dette kravet er at det er vanskelig å få oversikt over informasjonen knyttet til objektet når denne er fordelt over flere



modellnivåer. For eksempelmodellen er det derfor valgt å ikke bruke dette informasjonsnivået. Det vil si at objekter i modellen kun vil ha objektspesifikk informasjon på ett nivå. Objekter er enten å finne som enkeltdeler (variant 1a, Figur 3-3) eller som et helt objekt (variant 1b, Figur 3-3). Variant 2 i Figur 3-3 viser bruk av modellnivå for et sammensatt objekt der et objekt består av flere enkeltkomponenter med objektspesifikk informasjon fordelt over flere objekter og modellnivåer. Dette, som også omtales som et aggregert objekt, er ikke benyttet i eksempelmodellen i tråd med krav gitt i Vegnormal N400 Bruprojektering (2025-01-01).



Figur 3-3 - Eksempel på bruk av sammensatte objekter

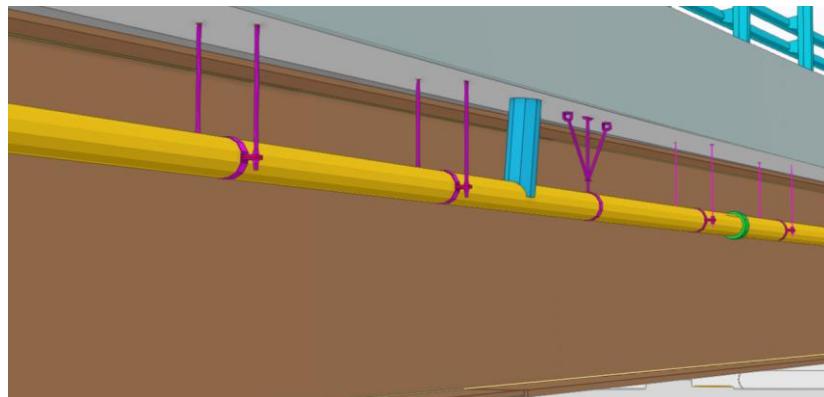
For dette prosjektet er det valgt å eksportere form og armering i samme modell. Dette er gjort for å gjøre det lettere å dele modellen og for at det skal bli færre filer å forholde seg til. I Del 2 – Sluttrapporten ble tematikken rundt oppdeling av modeller diskutert, og det ble konkludert med at det kan være vanskelig å fastslå en bestemt praksis rundt dette. Det legges derfor opp til at prosjektet selv kan bestemme hvordan modeller skal deles opp. N400 punkt 1.4.1-2 anbefaler likevel at det leveres færrest mulig modeller til kontroll og godkjenning. Til forvaltning anbefaler samme punkt at det kun leveres en modell, men det åpnes også for at det kan gjøres egne avtaler med bruforvalter.

## 3.2. Begrensninger i modellen

### 3.2.1. Detaljer

#### Overvann

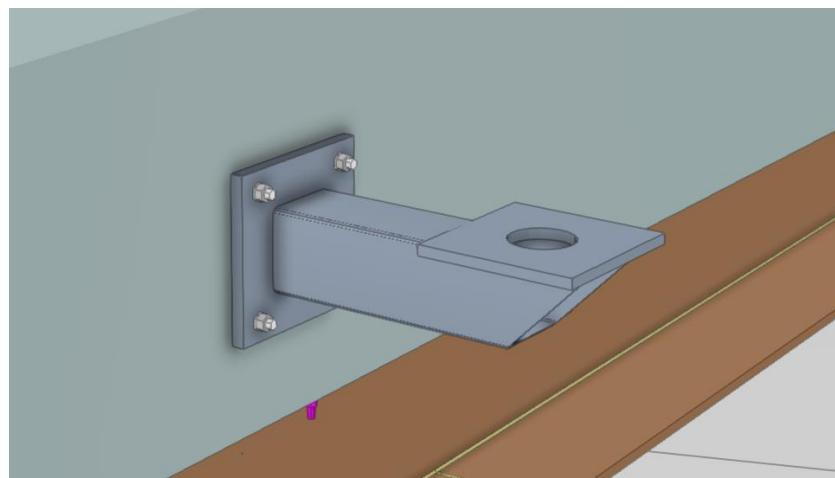
Overvannssystemet på bruva er modellert med forenklinger, og representerer nødvendigvis ikke den forventede detaljeringsgraden for slikt utstyr i modellbaserte prosjekter. Det er dessuten valgt å kun modellere deler av systemet da hensikten er å vise prinsippene for å gi en formening om hvordan egenskaper og egenskapsverdier skal presenteres. Koblingen mellom overvannsledningen som henger på bruva og rør i bakken er ikke modellert da dette er noe som ofte varierer og som oftest prosjekteres for det spesifikke tilfellet. Ledningen er modellert som to separate rør med hver sin fastholding. Løsningen som er modellert vil likevel gi et inntrykk av hvordan et egenskapssett for slike deler kan se ut.



Figur 3-4 - Overvannsledning i modell

#### Konsoll for lysmast

Konsoll for lysmast er modellert slik at den skal fremstå som en generell og produktnøytral løsning. Det gjøres oppmerksom på at konsollen i mange tilfeller må prosjekteres slik at påmontert utstyr tilfredsstiller kravene for avstand som er angitt i punkt 4.3.8-2 i vognormal N101 Trafikksikkert sidetereng og vegsikringsutstyr (2022-12-21).



Figur 3-5 - Konsoll for lysmast i modell

#### Øvrige detaljer

Muffer for trekkerør er modellert med et begrenset detaljeringsnivå for å illustrere prinsippene for disse. Endelig utforming må avklares i det enkelte prosjektet.

Detaljeringsnivået for injiserings- og drensslanger for spennarmeringen er begrenset til å angi antall og plassering.

Eksempelmodellen er delvis koordinatfestet, men det er ikke nødvendigvis angitt riktig koordinatsystem og høydesystem for modellen. Da dette kun er en eksempelmodell er ikke dette ansett som viktig i denne sammenhengen. I prosjekter er det naturlig at koordinatene er riktig og det vil også være naturlig å angi stikningspunkter der det er behov for dette.



Det gjøres også oppmerksom på at de presenterte egenskapssettene ikke nødvendigvis er 100% utfyllende for alle objekter. Det vil også finnes objekter som ikke er hensyntatt i dette prosjektet, som for eksempel brufuge. For slike tilfeller må nødvendige egenskaper fastsettes på et senere tidspunkt.

### 3.2.2. IFC-format

På grunn av begrensninger i programvaren og ønske om å vise egenskapssett, er det valgt å eksportere modellen i IFC2x3. Dette er per i dag et velkjent format, og noe som de fleste programvarer kan eksportere. Bruk av IFC4.3 ble vurdert til å være mindre egnet da det fortsatt er utfordringer ved eksport av dette formatet fra ulike programvarer. Som et resultat av at det er benyttet IFC2x3 vil det derfor være noen begrensninger i tilgjengelige IFC-entiteter. Denne begrensningen betyr også at det vil være noen objekter som er tilordnet feil IFC-entitet. Da fokuset har vært på presentasjon av egenskapssett, struktur og utseende har ikke dette vært prioritert i denne fasen. Utfordringer knyttet til IFC-versjon er kommunisert mot relevante programvareleverandører, men det er per nå usikkert når dette kommer på plass.

### 3.2.3. Måleenheter i visningsverktøyet

For egenskaper der enhet kan ha påvirkning på verdien, er det viktig å ha et bevisst forhold til hvilken datatype som benyttes. Med andre ord betyr det at eksempelvis egenskaper som angir lengder bør ha datatypen IfcLengthMeasure. Fordelen med å benytte seg av dette, er at en stor del av dagens visningsprogrammer har mulighet til å tilegne enheten automatisk til verdien. Den vil også ha mulighet til å konvertere mellom ulike enheter slik at leseren av modellen får vist den enheten som er relevant. For å få til dette direkte fra Tekla kreves det i mange tilfeller at verdier hentes automatisk basert på den modellerte geometrien i forbindelse med IFC-eksporten. Her kan det oppstå et problem dersom man baserer seg på manuelt tilordnede verdier. Der dette er tilfellet vil verdiene få tilordnet datatypen IfcLabel (i Tekla) noe som gjør at innholdet blir behandlet som en tekststreng uavhengig av innholdet. En metode er å angi enhet som del av egenskapsnavnet for å tydeliggjøre hvilken enhet er gjeldende. En annen metode er å angi enheten som del av egenskapsverdien. Her vil endelig løsning være noe avhengig av valget til den prosjekterende samt hvilket verktøy som benyttes for implementeringen.

### 3.2.4. Modellhierarki

Ifc-versjon IFC2x3 har et modellhierarki som er tilpasset for bygninger (med nivåer og etasjer), noe som er dårlig tilpasset bruer. Det er derfor nødvendig å manuelt flytte på elementer mellom de ulike nivåene. Denne manuelle prosessen er til tider utfordrende da metoden brukt for å flytte på elementer ikke alltid er pålitelig og kan feile. Dette har medført at enkelte objekter ikke har endt opp på riktig sted i hierarkiet. Det er også på bakgrunn av dette at der er valgt å ikke inkludere armering i hierarkiet. Det opplyses også om at vegnormal N400 punkt 1.5.2-1 anbefaler at overordnet informasjon tilordnes i Ifc-hierarkiet, men at det også tillates at det tilordnes objekter i modellen, da for eksempel på nordpilen.

### 3.2.5. Forvaltning, drift og vedlikehold

Felles for alle modellene er også at egenskaper knyttet til som bygd- og forvaltningsdokumentasjon (FDV) er begrenset. Det er en usikkerhet i hva som er nødvendig å presentere av egenskaper knyttet til denne fasen av modellens levetid, og dette er noe som må vurderes i nærmere detalj. Det kan også være ulike behov mellom de ulike byggherre- og driftsorganisasjonene som gjør at denne informasjonen kan endre karakter over tid og fra prosjekt til prosjekt. Egenskapssettene gir derfor ikke et endelig omfang av egenskaper knyttet til inspeksjon, drift og vedlikehold, men dette er noe som kan legges til i egenskapssettene ved behov.

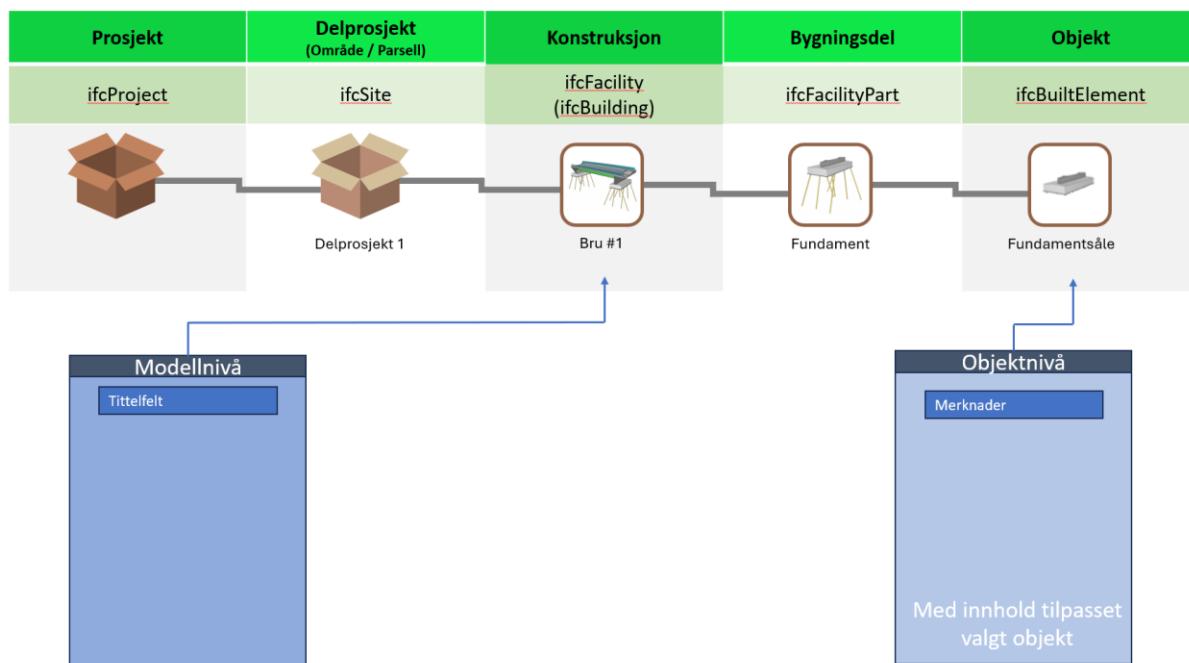
## 4. ALTERNATIV 1 – Vegdirektoratet

### 4.1. Bakgrunn for egenskapssettet

Egenskapssettet fra Vegdirektoratet er ment å gi en naturlig overgang fra tegning til modell. Brukeren kan gjenkjenne oppbygningen fra arbeidstegninger, der prosjektinformasjonen ligger i tittelfeltet og spesifikk informasjon er listet under «Merknader». Det er lagt opp til en flat struktur som legger til rette for enklere filtrering av egenskaper. I modellen vil derfor all relevant informasjon om det enkelte objektet ligge under én fane, «Merknader». Prosjektinformasjon vil ligge under fanen «Tittelfelt». Egenskapssettet er bygget på krav og veiledingstekst i N400 kapittel 1.5 og er ment å dekke alle bruksområder, inkludert prosjektering, kontroll av prosjektering, bygging, kontroll av bygging og forvaltning.

### 4.2. Oppbygging og struktur

Egenskapssettet bruker modell-tre, IFC Spatial Breakdown System, for å organisere modellen inn i ulike kategorier. Kategoriene er bestemt av skjemaet "Objektkode og –navn Brutus" som kan lastes ned fra vegvesen.no. Prefikset i egenskapsnavnene refererer i stor grad til tilhørende kategori i objektkodeskjemaet, med bokstaven K foran. Inndeling i kategorier og egenskapsprefiks skal også sees i sammenheng med prosesskoden. For eksempel vil objekter knyttet til prosess 81, 82 og 83 ligge under kategori B, i modelltreet, og ha spesifikke egenskaper med prefiks KB-XXX. Det er valgt å sortere objekter tilknyttet prosess 84 Betong og 85 Stål med henholdsvis prefiks KC og KD. Disse vil imidlertid være sortert etter overbygning/underbygning i modelltreet. Ettersom prosjektinformasjonen er gjeldende for hele modellen, vil fanen «Tittelfelt» ligge på et overordnet nivå. I eksemplomodellen ligger «Tittelfelt» på nivå «99-0001 Eksempelbru». Alle underordnede objekter "arver" prosjektinformasjonen. Strukturen er skjematiske vist i Figur 4-1



Figur 4-1 - Prinsipp for egenskapsstruktur VD



INFO

(B) 99-0001 Eksempelbru

BIM Data	Other Properties	Favorites	
ePset_ModelInfo	Tittelfelt		
Property		Value	IFC Value Type
KA-001 Prosjektnavn	Standardisering modellbaserte prosjekter	IFCLABEL	
KA-002 Brunummer	99-0001	IFCLABEL	
KA-003 Brunavn	Eksempelmodell VD	IFCLABEL	
KA-004 Prosjektfase	Byggefase	IFCLABEL	
KA-005 Koordinatsystem	EUREF89 NTM sone 8	IFCLABEL	
KA-006 Høyde system	NN2000	IFCLABEL	
KA-007 Oversiktstegning	K-001	IFCLABEL	
KA-008 Oversiktstegning link	Lenke	IFCLABEL	
KA-009 Oversiktstegning Base64	Base64	IFCLABEL	
KA-010 Dokumentnummer modell	99-0001_dok1	IFCLABEL	
KA-011 Godkjenningsbrev	24/40137-57	IFCLABEL	
KA-012 Byggherre	Statens vegvesen	IFCLABEL	
KA-013 Byggherrerepresentant	Kristine Tybring Lindtveit	IFCLABEL	
KA-014 Modelldato	2024-10-14	IFCLABEL	
KA-015 Prosjekterende	Sweco Norge AS	IFCLABEL	
KA-016 Utarbeidet av	Janne Helen Byberg	IFCLABEL	
KA-017 Kontrollert av	Torhild Bjørkevoll Ersland	IFCLABEL	
KA-018 Godkjent av	Tor Håvard Ellingsen	IFCLABEL	
KA-019 Revisjonsindeks	B	IFCLABEL	
KA-020 Revisjonsdato	2025-09-15	IFCLABEL	
KA-021 Revidert av	Wiktor Rybus	IFCLABEL	
KA-022 Kontrollert av	Steffen Gabrielsen	IFCLABEL	
KA-023 Godkjent av	Christoffer Nergaard Mikalsen	IFCLABEL	
KA-024 Entreprenør	Brubyggeren AS	IFCLABEL	
KA-025 Prosjektnummer	123456	IFCLABEL	
KA-026 Arkivreferanse	24/40137	IFCLABEL	
KA-027 Konsulentarkiv	12345678	IFCLABEL	
KA-028 Kontrakt	Kontrakt-01	IFCLABEL	

Figur 4-2 - «Tittelfelt» i Vegdirektoratets egenskapssett

Objektspesifikke egenskaper samles under fanen "Merknader", på hvert enkelt objekt (Figur 4-3). Dette betyr at innholdet i denne fanen vil variere avhengig av hvilket objekt som markeres. Egenskaper som ikke har verdi for det enkelte objektet, fjernes for å redusere unødvendig skrolling og støy. I IFC-filen skal all informasjon likevel ligge under fanen «Merknader». Modellen inneholder det som er ansett å være nødvendig informasjon, men det vil samtidig være anledning til å legge til prosjektspesifikke egenskaper dersom det er nødvendig for prosjektet. Informasjonen som er relevant for entreprenørene for bygging, der det er antatt bruk av håndholdte enheter for lesing av modell, er sortert slik at dette kommer øverst i fanen. Dette da det antas at andre aktører i større grad benytter datamaskin for lesing av modell og derfor har bedre forutsetninger for å skrolle i egenskapssettet. Det er samtidig viktig at hver enkelt aktør har et bevisst forhold til hvilke programvarer som benyttes. Det finnes programvarer som for eksempel vil stokke rundt på egenskapene slik at rekkefølgen gitt av den prosjekterende ikke nødvendigvis kommer frem i visningen.



INFO (B) Object.2.3

BIM Data	IFC Standard Properties	Other Properties	Favorites
ePset_ModelInfo	Merknader		
Property		Value	IFC Value Type
== KA-050 MMI		400	IFCLABEL
== KA-051 Objektnavn		Landkarvegg	IFCLABEL
== KA-052 Konstruksjonsdel		Landkar akse 2	IFCLABEL
== KA-053 Byggeetappe		Typisk koding for bygge/støpeetappe	IFCLABEL
== KA-054 Prosesskode		84.4122	IFCLABEL
== KA-055 Materialtype		Betong	IFCLABEL
== KA-056 Materialekvalitet		B45 SV-Standard	IFCLABEL
== KA-057 Tillegg materialekvalitet		Lavkarbonklasse A	IFCLABEL
== KC-001 Nøyaktighetsklasse		B	IFCLABEL
== KC-002 Forskalingshud synlig flate		Langsgående bordforskaling	IFCLABEL
== KC-003 Forskalingshud ikke synlig flate		-	IFCLABEL
== KC-004 Avfasing av hjørner [mm]		20	IFCLABEL
== KC-005 Steinstørrelse [mm]		22	IFCLABEL
== KC-006 Overdekning konstruktiv armering [mm]		75	IFCLABEL
== KC-007 Toleranse konstruktiv armering [mm]		±15	IFCLABEL
== KC-008 Overdekning monteringsstenger ø12 [mm]		60	IFCLABEL
== KC-009 Toleranse monteringsstenger ø12 [mm]		±5	IFCLABEL
== KC-028 Avretting, pussing		F.eks: Avretting og pussing av brudekke som skal beleg...	IFCLABEL
== KC-029 Herdeklasse		F.eks: 3	IFCLABEL
== KC-030 Antigrafittbehandling		F.eks: Nederste 3 meter på søyle	IFCLABEL

Figur 4-3 - Eksempel på «Merknader» fra Vegdirektoratets egenskapssett

### 4.3. Modelltekniske utfordringer og erfaringer

For at egenskapssettet for Vegdirektoratet skal fungere slik det er tenkt, er det nødvendig å inkludere post-prosessering av IFC-filen slik den blir eksportert fra Tekla. Dette er fordi Tekla som standard skriver ut alle egenskaper knyttet til et objekt uavhengig av om den har verdi eller ikke. Man kan tenke seg at dette vil være enklere i senere programversjoner av Tekla. Som nevnt tidligere, gir kombineringen av form og armering i samme modell en ekstra utfordring spesielt knyttet til automatisk uthentede egenskaper som alltid vil ha verdier uavhengig av objektet disse tilhører. Da egenskaper for armering også ligger under fanen "Merknader", og dermed ikke er knyttet til IFC-entitet, vil noen av disse egenskapene også vises for betongobjekter. Det er også mulig å fjerne disse ved post-prosessering.

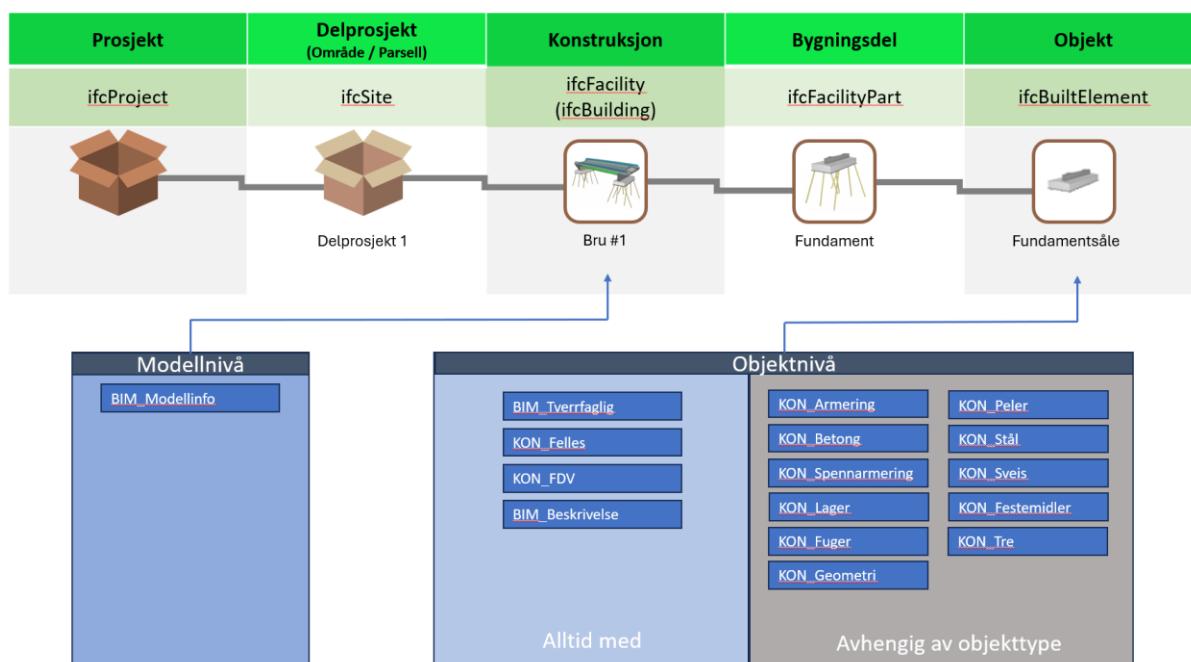
## 5. ALTERNATIV 2 – SNACks

### 5.1. Bakgrunn for egenskapssettet

Egenskapssettet SNACks er et egenskapssett utarbeidet av en gruppe rådgivere bestående av Sweco, Norconsult, Aas-Jakobsen og Cowi. Bakgrunnen for samarbeidet er innspillene som ble gitt i første fase av prosjektet «Standardisering av modellbaserte prosjekter» i regi av Statens Vegvesen Vegdirektoratet. Arbeidet har pågått siden høsten 2023 og har resultert i et omfattende system basert på erfaringer fra kontroll og godkjenningsprosesser og tilbakemeldinger fra byggeplass.

### 5.2. Oppbygging og struktur

SNACks-systemet er et helhetlig system for egenskaper tilpasset infrastrukturprosjekter. I korte trekk består systemet av flere ulike egenskapssett der egenskaper er gruppert etter settenes tematiske innhold. Dette betyr at det finnes noen utvalgte sett som er generelle for alle objekter, mens spesifik informasjon vil samles i eget «satellitt-sett» som bare er synlig for den spesifikke typen objekter. Prinsippet er vist på Figur 5-1. Denne strukturen følger samme prinsipp som IFC-skjema som gjør at en overgang til nyere IFC-versjoner som IFC4.3 bør være mer smidig. Likevel er systemet satt opp slik at det også skal fungere ved bruk av IFC2x3.



Figur 5-1 - Prinsipp for egenskapsstruktur SNACks

Det er også viktig å merke seg at det er to ulike prefikser på egenskapssettene. Egenskapssett med prefiks «BIM» er tenkt som tverrfaglige sett som kan tas i bruk av flere fag, mens egenskapssett med prefiks «KON» kun er tiltenkt konstruksjonsfaget. Dette er gjort for å kunne inkludere flere fag i systemet og for å lettere samle den relevante tverrfaglige informasjonen i prosjekter. Egenskapene er videre angitt med prefiks, nummer og navn for lettere å kunne identifisere egenskapen. Informasjonen som er relevant for entreprenørene for bygging er fordelt i egenskapssettet KON\_felles og i KON\_xxxx (avhengig av objekttype). I det komplette egenskapssettet som ligger vedlagt er egenskapene markert med to ulike farger, grønt og grått. Egenskaper i grønt er det felles enighet om at er nødvendige og at disse bør være med der det er relevant. For de grå egenskapene er det enighet om navngivningen, men det er opp til det enkelte prosjekt, konstruksjonstype og ulik firmapraksis om disse skal være med eller ikke. For enkelhetsskyld er de fleste tatt med i denne



eksempelmodellen for å vise mulighetene og for å unngå postprosessering av filen. Det er også mulighet for å ta bort tomme egenskaper fra egenskapssettene dersom dette er ønskelig.

BIM Data	Other Properties	Favorites		
BIM_Beskrivelse	BIM_Tverrfaglig	KON_Betong	KON_FDV	KON_Felles
Property	Value			IFC Value Type
= KON.01 - Konstruksjonsnummer	K789			IFCLABEL
= KON.02 - Konstruksjonsnavn	Eksempelmodell-SNACKs			IFCLABEL
= KON.03 - Akse	1			IFCLABEL
= KON.10 - Konstruksjonsinndeling	Underbygning			IFCLABEL
= KON.11 - Konstruksjonsdel	Landkar akse 1			IFCLABEL
= KON.12 - Elementgruppering	-			IFCLABEL
= KON.13 - Elementnavn	Fundament			IFCLABEL
= KON.20 - Produksjonsenhet	Typisk koding for bygge/støpee...			IFCLABEL
= KON.21 - Sammenstillingsnummer	-			IFCLABEL
= KON.22 - Komponentnummer	-			IFCLABEL
= KON.30 - Plasseringsprioritet				
= KON.31 - Plasseringsmerknad				
= KON.40 - Materialtype	Betong			IFCLABEL
= KON.41 - Materialspesifikasjon	B45 SV-Standard			IFCLABEL
= KON.42 - Overflatebehandling	F.eks. Antigrafitti			IFCLABEL
= KON.43 - Profilnavn				
= KON.44 - Monteringsrekkefølge				
= KON.50 - Videreprosjektering				
= KON.51 - Produksjonsmerknad 1				
= KON.52 - Produksjonsmerknad 2				
= KON.53 - Utførelsесmerknad 1				
= KON.54 - Utførelsесmerknad 2				
= KON.55 - Øvrige merknader				
= KON.60 - Produktbeskrivelse				
= KON.61 - Leverandør				
= KON.62 - Produsent				
= KON.70 - Supplerende tegning				
= KON.71 - Supplerende tegning link				
= KON.72 - Supplerende tegning base64				

Figur 5-2 – Eksempel på egenskapsverdi

### 5.3. Modelltekniske utfordringer og erfaringer

For at SNACKs-strukturen skal fungere optimalt, er det nødvendig å ha et bevisst forhold til objekter og IFC-entiteter. Dette kan til tider skape en del utfordringer, spesielt ved bruk av eksempelvis IFC2x3. Modelleringsverktøyet som er brukt (Tekla Structures 2023) har noen svakheter knyttet til IFC-entiteter og det er noen begrensninger i hvilke valg som er mulig. Som nevnt tidligere er IFC-entiteter derfor valgt etter beste evne, men det vil være objekter som teknisk sett er tilordnet feil entitet. Dette gjelder blant annet lagre som i eksempelmodellen har IFC-entiteten IFCPlate, mens de egentlig skal være tilordnet entiteten IFCBearing. Poenget med denne eksempelmodellen er å vise hvordan strukturen endres fra objekt til objekt, noe som fortsatt kommer frem. Et alternativ til dette hadde vært å post-prosessere egenskaper og verdier inn i modellen, men dette er ikke gjort siden det er ønskelig å ha minst mulig etterarbeid av IFC-filen.



## 6. Egenskaper

### 6.1. Egenskaper generelt

En del av arbeidet knyttet til dette delprosjektet, som en videreføring av delprosjekt 3, har vært å identifisere og fastsette felles egenskapsnavn i de to alternativene. Dette for å føre disse to alternativene i en tydeligere retning av standardisering. Prosjektgruppen har gjennomgått de to alternativene og har i stor utstrekning innarbeidet enhetlige egenskapsnavn og alternativer for egenskapsverdier. Her har det vært et fokus å få egenskapsnavnene til å harmonere med gjeldende regelverk og de begrepene som brukes der. Det har imidlertid vist seg å være utfordringer knyttet til standardisering av samtlige egenskapsnavn da både omfanget og betydningen av egenskaper vil være avhengig av strukturen i de ulike egenskapssettene. Dette gir med andre ord ikke et tilsvarende sett med egenskaper som kan sammenstilles 1:1 i de to alternativene. I tillegg er det også tilfeller av uenighet rundt egenskapsnavn med bakgrunn i at det er ulike oppfatninger i hvilken informasjon egenskapen representerer og hvordan informasjonen skal presenteres i modellen.

De påfølgende kapitlene (kap. 6.2-6.9) vil på bakgrunn av dette gi en rask innføring i problemstillingen og presentere argumenter for prinsippene som er lagt til grunn.

### 6.2. Objekt og element

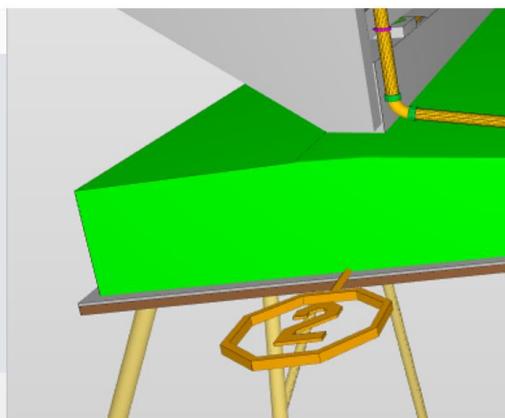
Det har i arbeidet med standardisering av egenskapsnavn blitt avdekket en diskusjon om "Objektnavn" eller "Elementnavn" er riktig angivelse av egenskapen som knytter det modellerte objektet til konstruksjonsdel.

IFC-definisjonen omtaler at et objekt kan «[...] oppfattes eller være tenkbart i en større sammenheng», og element som et «[...] fysisk objekt med en oppgitt funksjon, form og posisjon». Ordet objekt har sterkt tilknytning til det modelltekniske da det beskriver alle modellerte objekter uavhengig om dette er fysiske objekter eller for eksempel informasjonsobjekter. Det har også vært utstrakt bruk av ordet objekt for å omtale det modellerte objektet selv også etter at dette er beriket med egenskaper. Bruk av ordet objekt er derfor et kjent begrep som allerede er innarbeidet i fagmiljøet og som de fleste som jobber med modell har et forhold til. Bruk av ordet element kan være et mer korrekt begrep å benytte dersom man skal se det i sammenheng med IFC-definisjonen. Siden dette definerer objekter med form, funksjon og plassering, vil det være dekkende for de fleste objekter vi har i modellen. Unntaket vil være informasjonsobjektene som finnes i modellen slik som nordpil og akser. Det kan likevel argumenteres med at siden modellen stort sett kun består av elementer, vil det være uhensiktsmessig å skille informasjonsobjekter og vanlige elementer på egenskapsnavn. Det kan også argumenteres med at alle elementer er objekter, men ikke motsatt.

I brusammenheng benyttes også ordene objekt og element om hverandre. Et eksempel på dette er listen med angivelse av objektnavn og objektkoder for bruregistrering i Brutus, samtidig som veileddning V440 Bruregistrering har utstrakt bruk av ordet element. Det er samtidig et krav om at objektkode for Brutus skal angis som egenskaper. For tilfeller der det modellerte objektets navn ikke gir sammenfallende verdier med objektnavnet som er knyttet til den aktuelle objektkode for Brutus, kan det være en fordel å benytte ordet elementnavn for å lage et tydeligere skille mellom disse to egenskapene og unngå mulige misforståelser.

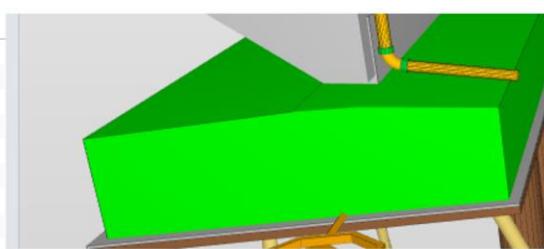


ePset_ModelInfo	Merknader	
Property	Value	IFC Value Type
= KA-050 MMI	400	IFCLABEL
= KA-051 Objektnavn	Fundament	IFCLABEL
= KA-052 Konstruksjonsdel	Landkar	IFCLABEL
= KA-053 Byggetappe	Typisk koding for by...	IFCLABEL
= KA-054 Prosesskode	84.4122	IFCLABEL
= KA-055 Materialtype	Betong	IFCLABEL
= KA-056 Materialkvalitet	B45 SV-Standard	IFCLABEL
= KA-057 Tillegg materialkvalitet	Lavkarbonklasse A	IFCLABEL
= KC-001 Nøyaktighetsklasse	B	IFCLABEL
= KC-002 Forskalingshud synlig flate	Langsgående	IFCLABEL
= KC-003 Forskalingshud ikke synlig fl...	-	IFCLABEL
= KC-004 Avfasing av hjørner [mm]	20	IFCLABEL
= KC-005 Steinstørrelse [mm]	22	IFCLABEL



Figur 6-1 - KA-051 Objektnavn som vist i eksemplarmodell alternativ 1

Property	Value	IFC Value Type
= KON.01 - Konstruksj... K789	IFCLABEL	
= KON.02 - Konstruksj... Eksemplarmodell-SNACKs	IFCLABEL	
= KON.03 - Akse 2	IFCLABEL	
= KON.10 - Konstruksj... Underbygning	IFCLABEL	
= KON.11 - Konstruksj... Landkar akse 2	IFCLABEL	
= KON.12 - Elementgrupp...	-	IFCLABEL
= KON.13 - Elementnavn Fundament	IFCLABEL	
= KON.20 - Produktions...	Typisk koding for bygge/st...	IFCLABEL



Figur 6-2 - KON.13 - Elementnavn som vist i eksemplarmodell alternativ 2

### 6.3. Materialkvalitet og materialspesifikasjon

Begge alternativer benytter en egenskap hetende «Materialtype» for å identifisere hovedgrupperingen for materialer. Denne egenskapen brukes blant annet til å identifisere om noe for eksempel er stål eller betong. Det er imidlertid brukt ulik navngiving for egenskapen som gir nærmere spesifisering av materiale. Her benytter alternativ 1 seg av egenskapen «KA-056 Materialkvalitet» (og til dels «KA-057 Tillegg materialkvalitet»), mens alternativ 2 benytter seg av «KON.41 – Materialspesifikasjon».

Argументer for å gi egenskapen navn materialkvalitet er at dette er et relativt kjent og innarbeidet uttrykk som ofte brukes om denne typen informasjon. Motargumenter for å benytte seg av ordet kvalitet, er at det er ikke nødvendigvis helt riktig med tanke på hva egenskapen faktisk gir av informasjon. Det er derfor argumenter for at -spesifikasjon er et bedre uttrykk da dette er mer tydelig. Samtidig kan spesifikasjon være for detaljert der det finnes materialer som har definerte krav til hva en slik spesifikasjon skal inneholde av informasjon. Det kan derfor argumenteres for at kvalitet er mer generelt og litt mindre låst, og at det da ikke oppstår situasjoner der det kan oppfattes at det mangler informasjon i spesifikasjon som er gitt. Ta stål som et eksempel. Her benytter standarden NS-EN 10025-2 begrepet stålbetegnelse. Dersom man skal benytte riktig begrep, ender man fort opp med å måtte ha flere egenskaper avhengig av materialet, noe som krever en del jobb. Det kan da argumenteres for at selv om kvalitet ikke er riktig, blir det samtidig generelt nok til at det kan brukes for flere materialer.

### 6.4. Merknader i modell

En vesentlig forskjell mellom de to egenskapssettene som er presentert, er hvordan de ulike alternativene behandler merknader. I alternativ 1 behandles merknader spesifikt for de ulike objektene og materialene. Dette for å vise at merknadene er knyttet til det valgte objektet og ingen andre. I alternativ 2 behandles merknader mer generelt. Her er alle merknader samlet i felles egenskaper under fanen «KON-Felles» slik at denne informasjonen angis likt for alle objekter. Dette medfører da at merknader for utførelse vil ligge i annen fane enn den objektspesifikke informasjonen.



For begge alternativer vil det være enkelt å sette opp filtre i ulike visningsverktøy for å vise denne informasjonen. Ved bruk av generelle egenskaper for å angi merknader, som for alternativ 2, vil dette likevel kreve færre filtre da alle merknader er angitt med samme egenskaper. Ved bruk av objektspesifikke egenskaper for å angi merknader, som for alternativ 1, vil det være nødvendig å sette opp flere filtre da merknadene har forskjellige egenskapsnavn avhengig av hvilket objekt og materiale disse tilhører.

## 6.5. Overdekning

I arbeidet med modellene og rapporten som ble utarbeidet for delprosjekt 3, ble angivelse av overdekning tatt opp som et diskusjonspunkt.

Det har tidligere vært en praksis i deler av bransjen at hele bruer eller i hvert fall hvert objekt gis samme overdekning mot samtlige flater. Som følge av strengere krav til bærekraft, aksepteres ikke praksisen lengre. I mange tilfeller er det derfor nødvendig å differensiere krav til overdekning også på samme objekt. Det innebærer at samme objekt vil få ulike krav til overdekning på ulike sider.

I alternativ 1 er det lagt opp til to prinsipielt ulike måter å angi overdekning på avhengig av om objektet har samme overdekning mot samtlige flater, se Figur 6-3, eller om overdekningen skal differensieres, se Figur 6-4. Tanken er å kun ha én egenskapsverdi i form av ett konkret tall per egenskap. Det blir således flere egenskaper der det skal være ulik overdekning mot ulike flater mens egenskapsverdien holdes kort. I alternativ 1 er toleranser gitt egne egenskaper mens dimensjon for monteringsstang er en del av egenskapsnavnet.

I alternativ 2 er antallet egenskaper det samme uavhengig om overdekningen er lik på samtlige flater eller ikke. Differensiert overdekning løses ved å sette flere krav i samme egenskapsverdi, se Figur 6-5. Egenskapsverdien blir lengre mens antall egenskaper ikke øker. I alternativ 2 er også toleransen innarbeidet i egenskapen mens dimensjon for monteringsstang er gitt egen egenskap.

I eksempelmodellene er differensiert overdekning vist for fundamentet mens for øvrige deler er det forenklet ved at samtlige flater er gitt samme overdekning.

Det er ikke enighet i bransjen om hvilken løsning som er mest hensiktsmessig.

Property	Value	IFC Val...
KC-005 Stemstørrelses grunn	22	IFCLA...
KC-006 Overdekning konstruktiv armering [mm]	75	IFCLA...
KC-007 Toleranse konstruktiv armering [mm]	±15	IFCLA...
KC-008 Overdekning monteringsstenger ø12 [mm]	60	IFCLA...
KC-009 Toleranse monteringsstenger ø12 [mm]	±5	IFCLA...
Følgende egenskaper gir informasjon om oppgitt overdekning og pussing av brudekke som skal be...		
F.eks: 3		IFCLA...
F.eks: Nederste 3 meter på soyle		IFCLA...
Standardiseringsprosjekt		IFCLA...
99-0001 Eksempelbru		IFCLA...

Figur 6-3 - Eksempel overdekning generelt, alternativ 1



Screenshot of a BIM software interface showing a detailed view of a bridge pier foundation. The left panel displays a table of properties for a specific object, with several rows highlighted in red. The right panel shows a 3D rendering of the foundation structure.

Property	Value	IFC Value
= KA-050 MMI	400	IFCLAB...
= KA-051 Objektnavn	Fundament	IFCLAB...
= KA-052 Konstruksjonsdel	Landkar akse 1	IFCLAB...
= KA-053 Byggetape	Typisk koding for bygge/stapeetape	IFCLAB...
= KA-054 Proseskode	84.4122	IFCLAB...
= KA-055 Materialtype	Betong	IFCLAB...
= KA-056 Materialkvalitet	B45 SV Standard	IFCLAB...
= KA-057 Tillegg materialkvalitet	Lavkarbonklasse A	IFCLAB...
= KC-001 Nøyaktighetsklasse	B	IFCLAB...
= KC-002 Forskalingshud synlig flate	Valgfri forskaling	IFCLAB...
= KC-003 Forskalingshud ikke synlig flate	-	IFCLAB...
= KC-004 Avfasing av hjørner [mm]	20	IFCLAB...
= KC-005 Steinstrørelse [mm]	22	IFCLAB...
KC-010 Overdekning konstruktiv armering underkant [mm]	115	IFCLAB...
KC-011 Overdekning monteringsstenger ø12 underkant [mm]	100	IFCLAB...
KC-012 Overdekning konstruktiv armering sidekant [mm]	65	IFCLAB...
KC-013 Overdekning monteringsstenger ø12 sidekant [mm]	50	IFCLAB...
KC-014 Overdekning konstruktiv armering overkant [mm]	65	IFCLAB...
KC-015 Overdekning monteringsstenger ø12 overkant [mm]	-	IFCLAB...
= KC-029 Herdeklasse	Feks: 3	IFCLAB...

Figur 6-4 - Eksempel overdekning mer spesifisert, alternativ 1

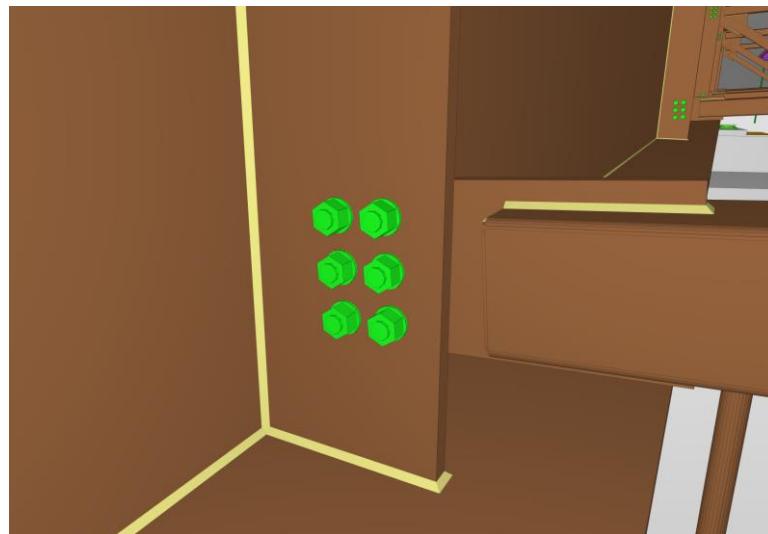
Screenshot of a BIM software interface showing a detailed view of a bridge pier foundation. The left panel displays a table of properties for a specific object, with several rows highlighted in red. The right panel shows a 3D rendering of the foundation structure.

Property	Value	IFC Value
= BET.01 - Utferleseskasse	2	IFCLAB...
= BET.02 - Nøyaktighetsklasse	B	IFCLAB...
= BET.03 - Bestandighetsklasse	MF40	IFCLAB...
= BET.04 - Materialspesifikasjon(dup)	B45 SV-Standard	IFCLAB...
= BET.05 - Kloridklasse	C10,2	IFCLAB...
= BET.06 - Lavkarbonklasse	A	IFCLAB...
= BET.10 - Produsjonsmetode	Plassstep	IFCLAB...
= BET.11 - Forskaling	Vertikal bordforskaling	IFCLAB...
BET.12 - Krav til armeringstoler	Det skal benyttes armeringstoler av betong	IFCLAB...
BET.20 - Overdekning konstruktiv armering	UK, NS og FS: 75mm ±15mm, OK: 65mm ±15mm	IFCLAB...
BET.30 - Overdekning monteringsstenger	UK, NS og FS: 60mm ±5mm, OK: 50mm ±5mm	IFCLAB...
BET.31 - Diameter monteringsstenger	12 mm	IFCLAB...

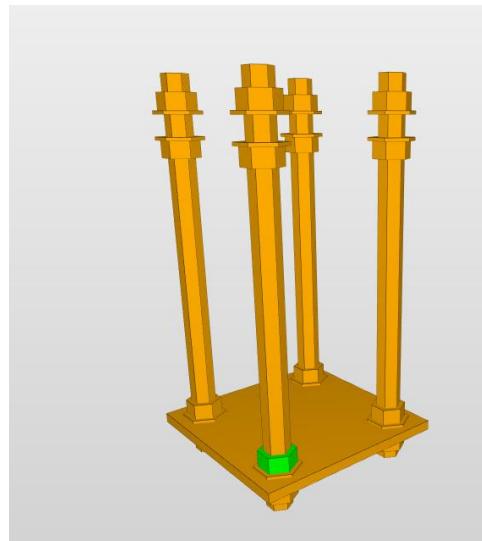
Figur 6-5 - Eksempel overdekning, alternativ 2

## 6.6. Muttere, skiver og hull

Koblingen mellom stålbeljkene og tverrstiverne er modellert som skrudde forbindelser bestående av skruer, muttere, skiver og hull. Her er det benyttet de innebygde verktøyene Tekla har for modellering av slike forbindelser. Dette gir noen utfordringer i hvordan egenskapene for dette presenteres. Slik Tekla behandler dette, blir det etablert en egen enhet der hele skruesettet inkludert hullet er samlet. I tillegg vil heller ikke stålplaten få markerte hull i seg der skruesettet kommer. Det er likevel valgt å bruke denne fremgangsmåte i modellen for å utnytte modelleringstiltaket best mulig. Resultatet av dette innebærer at det blir nødvendig å inkludere en del ekstra informasjon i egenskapssettet for skruesettet som egentlig kunne vært delt. I teorien kunne informasjon om skruesett vært presentert tilsvarende det som er gjort for gruppe av gjengestenger for innfesting av rekkskruer. For disse er gruppen delt opp i enkeltdeler, gjengestag, skiver og muttere, med tilhørende tilpasset innhold. Her har det blitt diskutert hvordan denne informasjonen best bør presenteres og om hvilken informasjon som faktisk er nødvendig å innarbeide i modellen slik at verkstedet får den informasjonen de behøver.



Figur 6-6 - Eksempel på festemidler i modell, gruppert



Figur 6-7 - Eksempel på enkeltstående skruer, muttere og skiver

## 6.7. Krav fra prosesskode

I gjennomgangen av egenskapssettene har også omfanget av egenskaper knyttet til krav til utførelse som angitt i veileddning R761 Proseskoden blitt diskutert. I hovedsak gjelder dette for peler, men kan også være relevant for andre konstruksjonsdeler. Diskusjonen har omhandlet hvorvidt det er nødvendig å angi en del av denne informasjonen eller ikke i modell. I prosjekter for utførelsesentreører kan deler av denne informasjonen innarbeides som spesiell beskrivelse i teknisk beskrivelse og det kan derfor være uheldig dersom denne informasjonen også angis som egenskaper i modellen. På en annen side er en del av egenskapene knyttet til spesifikasjoner og arbeidsprosesser som skal defineres gjennom spesiell beskrivelse, noe som kan være utfordrende dersom det for eksempel er en totalentreprise uten full teknisk beskrivelse. Noe av bakgrunnen for denne diskusjonen har vært at mengden egenskaper i modell kan bli ganske omfattende. Her er det også en ganske stor forskjell mellom alternativ 1 og 2 som ønskes belyst.



Property	Value
KA-050 MMI	400
KA-051 Objektnavn	Stålkjernerel
KA-052 Konstruksjonsdel	Landkar
KA-053 Byggetappe	Typisk koding for by...
KA-054 Prosesskode	83.563
KA-055 Materialtype	Stål
KA-056 Materialkvalitet	S355J2H
KA-057 Tillegg materialkvalitet	-
KB-001 Pelenummer	P109
KB-052 Diameter stålkjerner [mm]	150
KB-053 Skjet av kjerne	Gjenget
KB-054 Kapasitet for skjøt, trykk [kN]	5000
KB-055 Kapasitet for skjøt, bøyning [kN]	250
KB-056 Kapasitet for skjøt, strekk [kN]	3000
KB-057 Begrensning for skjøt	Ikke i øverste 6 met...
KB-058 Toleranse for skjevhett på endeflate	1:1000
KB-059 Behandling av strekksonne	Flammering og ri...
KB-060 Sveisekontrollklasse kjerne	WIC5
KB-064 Innboringslengde i berg med føringsrør [mm]	2000
KB-065 Innboringslengde i berg under føringsrør [mm]	4000
KB-066 Børesystem	Sentrisk krone
KB-067 Avstandsholder dimensjon [mm]	20
KB-068 Avstandsholder materialkryss	Fiberarmert epoksy
KB-069 Antall avstandsholder i snittet	5
KB-070 Krav til vannstandskontroll	Ja
KB-071 Krav til vanntapsmåling	Ja
KB-072 Kriterium for vanntapsmåling [dm <sup>3</sup> /minutt/meter ...]	0.5
KB-073 Krav til retthetsmåling med tolk	Ja
KB-074 Krav til retthetsmåling med instrument	Nei
KB-075 Krav til bruk av prevepel	Ja
KB-076 Krav til bruk av luftlodd	Ja
KX-001 Type	Standardiseringspunkt
KX-002 Element	99-0001 Eksempelbru
KX-003 Mengde	123.45
KX-004 Enhet	m
KX-005 Omregningsfaktor	1.15

Figur 6-8 - Eksempel på angivelse av prosesskodekrav i modell

## 6.8. ID eller nummer for identifikasjon

Det finnes objekter som skal ha unik identifikasjon slik at det enkelt kan skilles mellom disse. Dette gjelder for eksempel lager, der alternativ 1 benytter «Lagernummer» mens alternativ 2 benytter «Lager-ID». Det samme vil også gjelde for peler og spennarmering. Denne ulike navngivningen mellom alternativ 1 og 2 er diskutert i prosjektgruppa, og det er noe usikkerhet om hva som egentlig er beste måte å angi dette på. På en side er det en ID (identifikasjon) vi angir siden dette kan bestå av både nummer og bokstaver, men samtidig er nummer også et innarbeidet begrep for slike tilfeller. Her ønskes det tilbakemeldinger slik at angivelsen kan bli så lik som mulig.

ePset_ModellInfo		Merknader
Property	Value	I...
KA-050 MMI	400	...
KA-051 Objektnavn	Lager	...
KA-052 Konstruksjonsdel	Landkar	...
KA-053 Byggetappe	Typisk koding for by...	...
KA-054 Prosesskode	87.34	...
KA-055 Materialtype	Stål	...
KA-056 Materialkvalitet	Produktspesifikt	...
KA-057 Tillegg materialkvalitet	-	...
KH-020 Produsent	Lagerspesialisten	...
KH-021 Betegnelse	LSP 40 E	...
KH-022...	...	...
KH-023 Lagernummer	4N-1	...
KUNNGÅTT: I anerkjending av teknisk kompetanse og erfaring		
KUNNGÅTT: I anerkjending av teknisk kompetanse og erfaring		

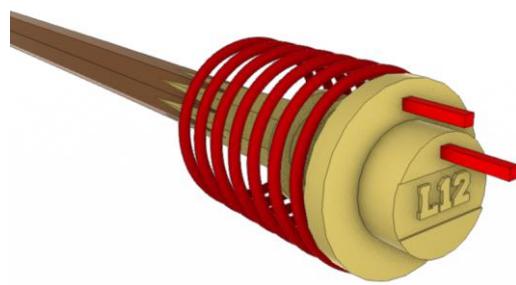
Figur 6-9 - Eksempel på nummerering fra alternativ 1

Property	Value	IFC Value Type
LGR-01 - Lager-ID	L101	IFCLABEL
LGR-02 - Type	Ensidig	IFCLABEL
LGR-03 - Funksjon	3950	IFCLABEL
LGR-04 - Vertikallast, V...	1800	IFCLABEL
LGR-05 - Horizontallast, ...	3250	IFCLABEL
LGR-06 - Vertikallast for ...		
LGR-07 - Horizontallast, ...		
LGR-08 - Vertikallast for ...		
LGR-09 - Vertikallast, V...		

Figur 6-10 - Eksempel på nummerering fra alternativ 2

## 6.9. Spiralarmering rundt spennkabelforankring

Under arbeidet er det også kommet frem at det er noe usikkerhet og forskjellige tanker rundt hvordan spiralarmeringen knyttet til spennkabelforankring behandles i modell. Diskusjonen har spesielt vært knyttet til hvorvidt spiralen er en del av spennenheten eller bør betraktes som en del av armeringen i bru. Rent modellteknisk er denne i eksempelmodellen (både for alternativ 1 og 2) modellert som armering, da dette er enklere å modellere og også lettere å justere på. Ulemper med å gjøre det på denne måten er at i en eventuell deling av form- og armeringsmodell vil spiralarmeringen ligge i armeringsmodellen. Det er sjeldent form og armering sees på separat og det gir også en viss fleksibilitet for hvordan spiralen behandles av ulike leverandører av spennsystemer. Siden spiralen er modellert som armering fører dette også til at egenskapssettet for armering blir tilknyttet denne, og ikke egenskapssetter for spennarmering som kanskje ville vært naturlig. Sprialarmeringen er definert i en ETA tilhørende spennsystemet og dermed noe som ikke nødvendigvis prosjekteres fra prosjekt til prosjekt.



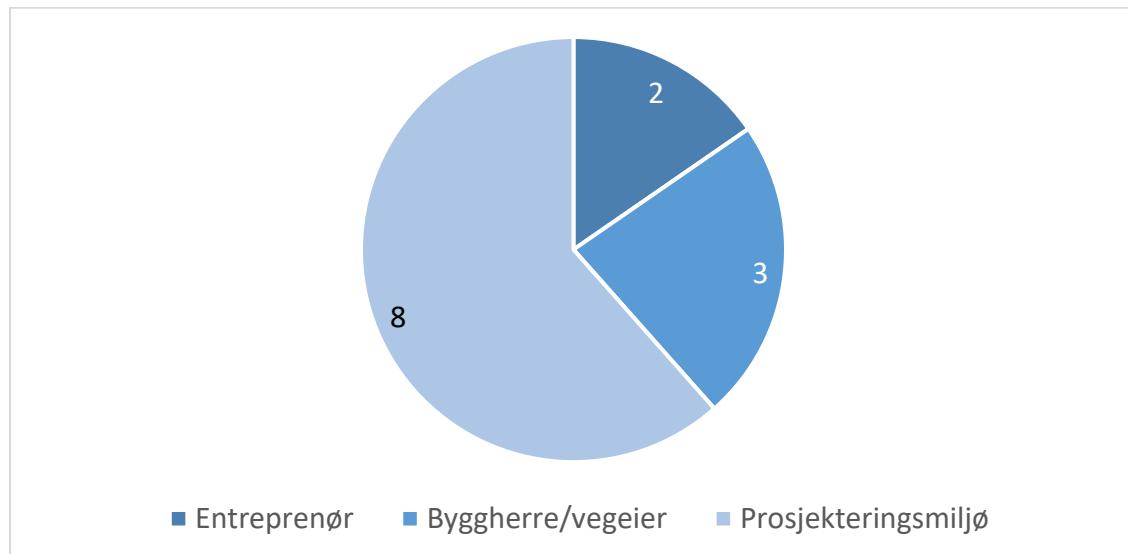
Figur 6-11 - Eksempel på modellert spennenhet inkludert spiralarmering



## 7. Høring 2025

### 7.1. Kort om høring 2025

Høringen for 2025 ble holdt i perioden fra 15. september til 19. oktober. Tema for høringen var finpussing av egenskapssettene for alternativ 1 og alternativ 2 med et ønske om å få konkrete tilbakemeldinger på utvalgte områder. I tillegg ble det etterspurt kommentarer knyttet til punktene omtalt i kapittel 6.



*Figur 7-1 - Fordeling av svar fra høringsrunde*

I høringen har prosjektgruppen mottatt totalt 13<sup>1</sup> innspill og tilbakemeldinger som gir en svarprosent på ca. 45%. Figur 7-1 viser fordelingen mellom de ulike hovedgruppene i referansegruppen. Alle tilbakemeldinger har vært gode og konstruktive, og alle har blitt gjennomgått i detalj. På bakgrunn av de gitte kommentarene har rapporten blitt oppdatert og enkelte områder har blitt presistert for å tydeliggjøre valgene som er tatt. Dette gjelder spesielt for innholdet i kapittel 3. Øvrige tilbakemeldinger og kommentarer vil oppsummeres i dette kapittelet.

### 7.2. Generelle innspill

Et gjentakende tema for tilbakemeldingene som har kommet er knyttet til strukturen på egenskapssettene og hvor mange forskjellige faner et egenskapssett skal inneholde. En fellesnevner i tilbakemeldingene er likevel at det er ønske om å spisse informasjonen som presenteres mot de ulike prosjektfasene som modellen går gjennom, med et stort fokus på utførelsen. Hvordan dette skal gjøres i praksis er det derimot delte meninger om. Det er gitt innspill fra flere som ønsker alt i en fane (tilsvarende det som er gjort for alternativ 1), det er gitt innspill fra flere som ønsker flere faner (tilsvarende det som er gjort for alternativ 2), og det er også gitt innspill der man ønsker en mellomting hvor egenskaper knyttet spesifikt mot utførelse samles i en fane. Gjentakende argumenter for å ha det samlet et sted, er at det er enklere å filtrere og lettere å forholde seg til på byggeplass. Gjentakende argumenter for å dele det opp er at mengden informasjon som presenteres i en stor fane

<sup>1</sup> SNACKs-gruppen er i dette tilfellet medregnet som en enhet da det er levert et samlet svar fra selskapene som deltar i samarbeidet. I tillegg er det andre aktører som både innehar byggherre-, forvaltnings- og prosjekteringsmiljøer, som igjen har levert flere innspill.



kan bli uoversiktig og vanskelig å finne fram i. Likevel bør ikke informasjonen fordeles i for mange faner for å begrense behovet for «hopping» mellom ulike faner for å finne den nødvendige informasjonen. Det er også argumentert for at egenskapssettet for alternativ 2 gir rom for tverrfaglige egenskapssett på tilsvarende format, da de tverrfaglige egenskapene ikke er bundet til egenskaper tilknyttet konstruksjonsfaget. Tilsvarende er det også mulig å gjøre justeringer i egenskapssettet for alternativ 1 for å definere tverrfaglige egenskaper.

Det er i kapittel 6 omtalt problemstillinger som vi har detektert i prosjektarbeidet, og som vi har bedt om spesifikk tilbakemelding om i høringen for å eventuelt kunne konkludere. Det ble kun gitt et begrenset antall tilbakemeldinger knyttet til flere av disse problemstillingene i høringen. For enkelte punkter ble det gitt flere og mer tydelige tilbakemeldinger, og disse er videre omtalt under. For de øvrige punktene er det vurdert at begge alternativer oppfattes som likestilt, og at vi per nå ikke kan konkludere om det ene alternativet er mer eller mindre «riktig» enn det andre.

Angivelse av betongoverdekning i modell har vært et gjentagende tema for diskusjon i dette prosjektet. Dette har vist seg å være et komplisert området, men samtidig har det vært verdt å ta flere runder i diskusjonen da dette representerer svært viktig informasjon ved bygging av betongbruer. I tilbakemeldingene er det et stort flertall av prosjekteringsmiljøene som foretrekker å angi overdekning slik det er demonstrert i alternativ 2, altså samlet i en tekststreng som kan tilpasses ulike behov. Blant byggherrer og brueiere foretrekkes løsningen som er presentert i Figur 6-4 med noe mer spesifisering, slik det er demonstrert i alternativ 1. Det er en erkjennelse om at dette er et komplisert tema og at det derfor er vanskelig å konkludere med én måte å angi dette på. Det er samtidig et noe begrenset utvalg i krav til overdekning for de modellerte betongobjektene, som medfører at eksempelmodellen ikke tar for seg det store spennet i spesifisering av ulike overdekningsskrav som kan være aktuelt for ulike betongoverflater ved en og samme bru. Her er det vurdert å være nødvendig å finne frem til en felles enighet basert på å prøve disse oppsettene i et større omfang av prosjekter. Dette blant annet for at informasjonen blir entydig og lett å forstå på en måte som unngår unødvendig mange egenskaper.

Et annet punkt som det har kommet flere innspill på er merknadshåndteringen i de ulike alternativene. Her er det flere som kommenterer at det er ønske om mer generelle merknader da dette legger til rette for lik bruk på alle objekter. Det vil blant annet være enklere å filtrere ut og få oversikt i. Det er også argumentert for at det å knytte merknader opp mot spesifikke objekter og materialer gir bedre oversikt ved bruk av visningsverktøy som ikke støtter filtrering av egenskaper, samt at dette da kan begrense antall faner som den relevante informasjonen er fordelt på. Det er også kommentert at modeller skal være enklest mulig og at den prosjekterende må ha et bevisst forhold til hvor mange egenskaper vi faktisk benytter oss av. I den forbindelse er det nevnt at det å bruke mer generelle merknader gir færre egenskaper totalt sett. Det er også gitt kommentarer på at merknadshåndteringen i modell på generelt grunnlag bør vurderes nærmere. Merknader bør ikke være et sted man må hente ut informasjon fra, men et sted der det skal være mulig å angi helt spesielle ting

Henvisninger til teknisk beskrivelse og prosesskodekrav i modell har også blitt kommentert av flere. Hovedvekten av tilbakemeldingene anbefaler å ikke benytte spesifiserte egenskaper for å svare ut den spesielle beskrivelsen. Noen peker på at dette i ytterste konsekvens kan gi uoverensstemmelse mellom teknisk beskrivelse og modell eller kan medføre misforståelser. Det er også argumentert for at mengden informasjon som er nødvendig for å dekke alle hensyn kan bli veldig omfattende. De ulike prosessene i prosesskoden henviser i ulik grad til den spesielle beskrivelsen, og informasjonen som det henvises til vil i ulik grad dekke enkeltobjekter eller grupper av enkeltobjekter. Den prosjekterende må derfor være observant ved bruk av egenskapssett der det er reserverte egenskaper knyttet til angivelse av dette, da med tanke på at det ikke skal oppstå usikkerhet rundt informasjonen som er gitt her eller andre steder i arbeidsgrunnlaget. På samme måte må også den prosjekterende se til at den spesielle beskrivelsen er angitt, enten i den tekniske beskrivelse eller i modell, uavhengig om det benyttes generelle eller spesifikke egenskaper/mernader for å svare ut dette. Dette henger sammen med hovedregelen om at informasjon kun bør angis et sted, enten det er i beskrivelse eller i modell/på tegning. Å være konsekvent med bruken er viktig slik at det blir mindre rom for å misforstå.



For spiralarmeringen tilknyttet spennkabelforankringene, er det kommet entydige tilbakemeldinger om at det er ønskelig at denne tilhører spennenheten. Det er argumentert for dette på bakgrunn av at denne ofte er produktavhengig og henger tett sammen med typegodkjenningen. Dette vil la seg løse ved en oppdeling av modellen i produksjonsfasen og kan tilpasses prosjekter og produkter som velges. Da form, spennarmering og slakkarmering er samlet i eksempelmodellene er det ikke gjort endringer i henhold til tilbakemeldingen. Det anbefales likevel å knytte spiralarmeringen til spennsystemet slik at denne får plassering og egenskaper tilsvarende som for de øvrige komponentene som følger spennarmeringen.

## 8. Konklusjon og videre arbeid

### 8.1. Egenskaper og egenskapsverdier

Ut fra tilbakemeldingene prosjektgruppen har mottatt og de erfaringene som er gjort med utarbeidelse av egenskapssettene for alternativ 1 og 2, er det tydelig at det fortsatt er ulike syn rundt hva som er den foretrukne måten å vise egenskaper i modell. Det er derfor utfordrende å konkludere på at ett av alternativene som er presentert i denne rapporten. Samtidig er det også gitt tilbakemeldinger om at det er ønskelig at det tas et valg på et av alternativene slik at det blir mulig å rendyrke ett felles egenskapssett i bransjen.

I arbeidet som denne delrapporten dekker, er det kommet et godt stykke med å samkjøre de to alternativene som er presentert. Selv om det er ulikheter i struktur og oppbygning, er det likevel stor enighet om en del overordnede og prinsipielle punkter rundt hvordan egenskaper i modell skal behandles innenfor brufaget, blant annet for navngivning og hvilket innhold et stort utvalg av egenskaper skal ha. Det er for eksempel stor enighet om hvordan materialer skal angis i modell og hvordan informasjon for armering bør se ut. Ut fra tilbakemeldingene og prosjektgruppens egne erfaringer fra prosjektarbeid er det likevel tydelig at det gjenstår noe arbeid for at det blir 100% enighet om navngivning. Grunnen til dette er blant annet at de strukturelle forskjellene i egenskapssettene også har innvirkning på hvordan egenskapene navngis. I dette delprosjektet har vi klart å finne frem noen felles egenskapsnavn og en del overordnede regler for hvordan enkelte egenskaper skal navngis (spesielt for overordnet informasjon i modell), men det er også tydelig at det trengs en større jobb og et tydeligere mandat for å få dette på plass.

Det er også slik at det finnes lite praktisk erfaring med bruk av egenskapssettene i prosjekter. I den sammenheng ser prosjektgruppen at det er behov for å prøve ut alternativene i faktiske prosjekter for å innhente erfaringer med bruk av disse for prosjektering- og bygging av brukkonstruksjoner. Et av hovedpoengene med dette prosjektet har vært å finne frem til alternativer som kan fungere i praksis, og da er det viktig å få denne erfaringen slik at egenskapssettene kan bearbeides videre med bakgrunn i erfaringer fra bruk.

Under arbeidet med bearbeiding av egenskapssettene for alternativ 1 og 2, ble det identifisert en del prinsipielle problemstillinger som har blitt fremhevet og fremlagt spesifikt med ønske om å få tilbakemeldinger fra referansegruppa. Ut fra tilbakemeldingene prosjektgruppen har mottatt, er det på enkelte områder vanskelig å konkludere rundt hva som er de riktig formularer. For punktene knyttet til utførelseskrav i modell og overdekning er det et større flertall som ikke ønsker å gjengi spesielle utførelseskrav i modell, og å kunne angi overdekning på en mer generell måte. Det er også gitt tilbakemeldinger som argumenter motsatt. Prosjektgruppen foreslår derfor å la dette være åpent i en periode inntil egenskapssettene er testet godt nok ut. Erfaringer fra utførelse og forvaltning vil bidra til å løse opp i disse problemstillingene over tid.



## 8.2. Vegen videre

Prosjektgruppen foreslår noen konkrete tiltak og anbefalinger for videre arbeid i påfølgende avsnitt. Forslagene er ikke rangert i noen spesiell rekkefølge og alle må vurderes på individuelt grunnlag. Uavhengig av tiltakene foreslås det å videreføre referansegruppen da denne er en fin arena for å innhente tilbakemeldinger og for å ha en kontakt mot bransjen.

### Tiltak 1 – Praktisk implementering av egenskapssettene i prosjekter

Det foreslås å ta i bruk både alternativ 1 og alternativ 2 i ett reelt prosjekt for å høste erfaringer og for å identifisere eventuelle mangler som følge av ulikhetene i strukturen i egenskapssettene. Fortrinnvis bør dette være i en entreprise der det finnes to like bruer, og hvor den ene bruva prosjekteres og bygges etter modell med egenskapsstruktur tilsvarende alternativ 1 og den andre etter modell med egenskapsstruktur tilsvarende alternativ 2.

### Tiltak 2 – Vedlikehold og tilbakemeldinger

Prosjektgruppen ser at egenskapssettene nå har kommet til et punkt der det er behov for å høste erfaringer med bruken av egenskapssettene. Det foreslås derfor at det etableres en rutine for å samle tilbakemeldinger på egenskapssettene, spesielt for alternativ 1. For alternativ 2 jobber SNACks-gruppen med å innarbeide en slik rutine. Prosjektgruppen foreslår også at det etableres en mal for fagmodellbeskrivelse for begge alternativer. SNACks-gruppen jobber allerede med dette og det vil være en stor fordel for bransjen om det finnes en felles omforent mal for dette dokumentet. Det vil blant annet sikre forutsigbarhet for brukerne og vil gjøre det enklere å identifisere eventuelle behov for prosjektilpasninger i modellene.

### Tiltak 3 – Samhandling mellom byggherreorganisasjonene

Det har også blitt kommentert fra referansegruppen at det er et ønske om at de ulike byggherreorganisasjonene (som Statens vegvesen, Nye Veier, Fylkeskommunene og Bane Nor) blir mer samkjørte i sine krav. Prosjektgruppen foreslår derfor at det etableres sterkere kontakt mellom disse i et ledd i å samkjøre sine modellkrav. Her vil det også være aktuelt å involvere bransjeorganisasjonene som for eksempel Rådgivende Ingenørers Forening (RIF), Maskinentreprenørenes forbund (MEF) og Entreprenørforeningen – Bygg og Anlegg (EBA). I et slikt samarbeid vil det også være aktuelt å se på hvordan egenskapssettene for konstruksjon kan videreføres til andre fag slik at egenskapsstrukturen kan bli mer tverrfaglig. Som en forlengelse av dette bør det også etableres kontakt med de ulike forvaltningsorganene for bruer for å kartlegge og tydeliggjøre kravene disse har til modell, blant annet innen informasjonsmengde og klassifisering av objekter.

### Tiltak 4 – Referansemodell for detaljeringsnivå (videreført fra sluttrapport for delprosjekt 3)

For å fastsette krav til informasjon og forventet detaljeringsnivå i modeller, foreslår prosjektgruppen at det utarbeides maler og/eller eksemplarmodeller som viser ulike elementer og detaljer i brumodeller i enkeltstående IFC-filer. I tillegg til å vise modellstruktur (både med hensyn til oppbygging og angivelse av egenskaper) som omtalt i de tidligere punktene, bør modellene bygges opp slik at disse demonstrerer hvordan ulike brutyper med detaljer, utstyr med mer kan modelleres. Dette for å gi en tilfredsstillende beskrivelse av bruva for alle arbeider og faser. Informasjonen bør også dekke eventuelle krav til tverrfaglig informasjon som er nødvendig. Det legges her opp til at det utarbeides en eller flere modeller uavhengig av eksemplarmodellen som er utarbeidet for dette prosjektet. Hvilke detaljer og eksempler som skal utarbeides må diskuteres og vurderes ut ifra hva som er mest hensiktsmessig og hva som er viktig å fremheve av løsninger i modell.

### Tiltak 5 – IFC, datatyper og entiteter (videreført fra sluttrapport for delprosjekt 3)

Prosjektgruppen anbefaler at det jobbes videre med å utforske hvordan IFC-formatet kan utnyttes bedre. Dette betyr blant annet å utforske bruk av IFC4.3 nærmere og samtidig også inngå dialog med programvareleverandører for å tilstrebe at de vanligste prosjekteringsverktøyene får bredere støtte for denne versjonen. Formatet bør også gjennomgås slik at vi kan få utnyttet funksjonaliteten bedre enn det som gjøres i dag, herunder bruk av datatyper, IFC-entiteter og IFC-hierarki. Som et ledd i dette



bør det også utarbeides en veiledering for hvordan egenskaper skal forholde seg til datatyper og IFC-entiteter.

## 9. Vedlegg

Vedlegg A.1 – Alternativ 1 – Eksempelmodell\_Vegdirektoratet\_rev.B (IFC)

Vedlegg A.2 – Alternativ 1 – Egenskapssett\_Vegdirektoratet\_rev.B (regneark)

Vedlegg B.1 – Alternativ 2 – Eksempelmodell\_SNACKs\_rev.B (IFC)

Vedlegg B.2 – Alternativ 2 – Egenskapssett\_SNACKs\_rev.B (regneark)