



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Standardisering av informasjonsflyten i tegningsløse modellbaserte prosjekter innenfor byggetekniske fag

Hvordan kan man gjennomføre modellbaserte prosjekter innenfor komplekse funksjonsbygninger på best mulig måte?

Eirik Skogstad

Masteroppgave i Integrert bygningsteknologi – BYG 3900, Mai 2022

MASTEROPPGAVE

for

Eirik Skogstad

(Studentnummer 337253)

Vår 2022

Standardisering av informasjonsflyten i tegningsløse modellbaserte prosjekter innenfor byggetekniske fag

(Standardization of information flow in drawing-free model-based projects within construction engineering)

Bakgrunn

Basert på personlige og oppdragsgiveres erfaringer knyttet til tegningsløse modellbaserte prosjekter er det avdekket flere behov knyttet til standardisering av denne prosessen. Hva som skal medtas og inkluderes i leveransen varierer veldig, og i enkelte sammenhenger blir det produsert dobbelt opp av både fullverdig modell og tegninger for å være sikker på at entreprenørene har det de trenger til selve byggeprosessen. Dette er en lite effektiv løsning som både er fordyrende og lite tidseffektiv. Ulike byggherrer krever ulikt omfang av både detaljering og informasjon knyttet til modell. Det samme gjør entreprenører, som ønsker underlaget levert på "sin måte" slik at de får det som de vil. Det er derfor viktig å få fastsatt en klar og tydelig prosess for informasjonsflyten og innholdet i leveransen som skal leveres innenfor byggeteknikk, og som oppfyller alle kravene som eksisterer i dag.

Denne oppgaven har derfor som formål å gjennomgå og kartlegge det som måtte være av krav i tilhørende standardverk, og prøve å standardisere hvordan både tilbuds- og prosjekteringsprosessen i COWI på best mulig måte kan gjennomføres på slike typer prosjekter. Ved å tydeliggjøre hvilke krav som er fastsatt i gjeldende standardverk, vil omfang og innhold i en modellbasert leveranse knyttet til spesielt totalentrepriser kunne begrenses, og det vil kunne kreves tillegg for alt som bestilles og ønskes levert utover dette.

Begrensning av oppgaven

Opgaven vil i all hovedsak omhandle informasjonsflyten som er nødvendig for å få til en standardisering av prosesser og prosedyrer innenfor byggeteknikk. Grensesnitt opp imot tekniske fag, premissgivende fag og arkitekt vil inkluderes, men det er konsekvensen og prosessene for byggeteknikk som all hovedsak vektlegges og vurderes basert på behovet for samhandling. Da COWI er ledende innenfor prosjekteringen av komplekse funksjonsbygninger og har et stort markedsfokus knyttet til slik prosjekter, er prosessene og prosedyrene som er vurdert valgt ut basert på slike prosjekter. Det har også helt kort blitt sett på hvordan valg av entrepriseform påvirker selve prosjektet, men konsekvensen av dette valget kunne vært gjennomgått mye mer i detalj men medtas ikke i denne oppgaven grunnet tidsbegrensingen.

Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Undersøkelser/ analyse av aktuelle lover, regler, kravspesifikasjoner, retningslinjer, praktiske erfaringer og anbefalinger knyttet til BIM prosjektering avgrenset til byggeteknikk.
3. Møte med oppdragsgiver hvor det diskuteres og fastlegges hvilke områder og momenter som skal inkluderes i prosjektet.
4. Fastsettelse og konkretisering av aktuelle problemstillinger.
5. Klargjøring/ beskrivelse av de arbeidsoppgavene som må inkluderes og gjennomføres for best mulig løsning av oppgaven.
6. Revidere oppgaveteksten og videre tidsplan for fremdriften av prosjektet.
7. Kartlegge, vurdere og systematisere aktuelle parametere og faktorer knyttet til BIM teknisk prosjektering.

Samarbeidspartner

Oppgaven gjennomføres i samarbeid med COWI AS

Generelt

Innledende arbeid & forstudie

Innledende arbeid gjennomføres i de første ukene etter at oppgaveteksten er utlevert og resultatene fra innledende arbeid og litteraturstudium gjennomgås og diskuteres med veiledere. Videre arbeidsoppgaver og arbeidsplan utarbeides og gjennomgås sammen med veilederne før kandidaten fortsetter med resten av rapporten.

Da resultatene fra innledende arbeid naturlig vil være relevant for selve sluttrapporten, inkluderes dette i innledningen og øvrige kapitler i hovedoppgaven, og det anses dermed ikke nødvendig å utarbeide en egen forstudierapport.

Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensninger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavenes innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet (denne medtas ikke i selve sluttrapporten).

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekker. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

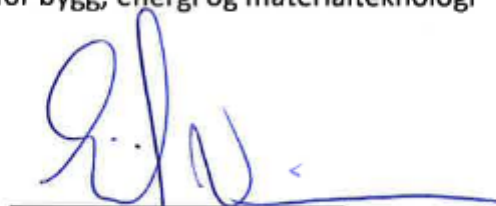
Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	10.01.2022
Innleveringsdato:	16.05.2022
Kandidat	Eirik Skogstad (337253) Telefon: +47 41409037 E-post: eisd@cowi.com
Kontaktperson bedrift:	Kristian Bruaset Telefon: +47 95109453 E-post: kibs@cowi.com
Veileder UiT - IVT:	Førstemanuensis Eivind Wium Telefon: +47 45404499 E-post: eivind.wium@norconsult.com

UiT – Norges Arktiske Universitet
Institutt for bygg, energi og materialteknologi



Eivind Wium
Faglig ansvarlig/veileder

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål.....	2
1.3	Begrensninger og omgang.....	2
1.4	Utforming av oppgaven.....	3
2	Metode	4
2.1	Valg av metode.....	4
2.1.1	Dokumentgjennomgang	4
2.1.2	Bruk av eksisterende data og erfaringer fra tidligere prosjekter	5
2.2	Vurdering av metode	5
2.2.1	Pålitelighet og validitet.....	5
2.2.2	Feilkilder.....	6
3	Teori.....	7
3.1	Prosjekters faser.....	7
3.1.1	Programmeringsfasen	8
3.1.2	Skisseprosjekt	8
3.1.3	Forprosjekt.....	9
3.1.4	Detaljprosjekt – Utarbeidelse av produksjonsunderlag.....	10
3.1.5	Driftsfase	11
3.2	Kontraktstyper og Entrepriser	12
3.2.1	Kontraktstyper for prosjekteringsoppdrag.....	12
3.2.2	Kontraktstyper mellom byggherre og utførende	12
3.3	BIM – bygningsinformasjonsmodellering.....	13
3.4	MMI – Modell modenhetsindeks	15
3.5	VDC – Virtual Design and Construction.....	15
3.6	IFC	16
3.7	Leveranseformat og samhandlingsplattformer	16
4	Resultater og drøfting	17

4.1	Standardverk og krav	17
4.1.1	NS-EN-ISO 19650.....	17
4.1.2	NS-8360.....	18
4.2	Byggherrer med godt kunnskapsnivå og kompetanse knyttet til BIM	19
4.2.1	Statsbygg	19
4.2.2	Sykehusbygg.....	21
4.3	Utvalgte prosesser og prosedyrer	21
4.3.1	Optimalisering og standardisering basert på standardverk og krav fra byggherre	21
4.3.2	Hulltakingsprosedyre.....	21
4.3.3	Koordinering av bærende konstruksjoner opp imot ARK.....	24
4.3.4	Automatisk opplasting av modeller som innehar objekter og områder som tidligere er levert som arbeidsunderlag.	25
4.3.5	BGB – BIM gjennomføringsplan for bygging	26
5	Konklusjon.....	27
5.1	Videre arbeid	28
6	Referanser	29
7	Vedlegg.....	31

Figurliste

Figur 3-1: Oversikt over vanlige prosjektfaser i større byggeprosjekter. (RIF,2019).....	7
Figur 3-2 - Eksempel på hvordan en BIM-modell kan se ut, illustrert gjennom et snitt i prosjektets samlemodell.....	14
Figur 3-3 - MMI-prosessen, med tilhørende prosjekteringsaktiviteter som leder frem til de ulike MMI-verdiene. (RIF,2022)	15
Figur 4-1 - Maskinvaliderbare krav til BIM i SIMBA 2.0	20
Figur 4-2 – Ikke-maskinvaliderbare krav til BIM i SIMBA 2.0	20
Figur 4-3 - Arbeidsflyt for koordinering av hullelementer	22

Forord

Denne oppgaven er utarbeidet som avsluttende hovedoppgave på det 2-årig masterstudiet Integriert bygningsteknologi ved institutt for bygg, energi og materialteknologi ved Fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi ved UiT – Norges arktiske Universitet våren 2022.

Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med COWI as og omhandler standardisering av prosesser og prosedyrer som bidrar til en best mulig gjennomføring av større tegningsløse og modellbaserte prosjekter. Det har i den forbindelse blitt gjort en kartlegging av hvilke krav som stilles til modellbaserte prosjekter i gjeldende standardverk og ulike krav som stilles fra større byggherrer. Videre har det blitt sett på tidligere prosjektgjennomføring knyttet til prosedyre og prosess internt i COWI for å vurdere og videreføre de momentene som er med på å bidra til en god og effektiv prosjektgjennomføring.

Gjennom utarbeidelsen av denne oppgaven har kompetansen og forståelsen for sentrale og viktige områder innenfor BIM og samhandlingen i større prosjekter på tvers av samtlige roller og fag utviklet seg betydelig. Jeg ønsker å takke alle som har bidratt med innspill og tilbakemeldinger underveis i prosessen, og som har bidratt til at ferdigstillingen av denne oppgaven ble mulig. Hadde det ikke vært for alle mine diskusjoner og sparinger med gode og dyktige kollegaer i COWI, hadde ikke denne oppgaven latt seg gjennomføre. En ekstra takk til familie og venner som har støttet og oppmuntret meg gjennom prosessen, og ikke minst min samboer Emilie, som har motivert og holdt ut med en til tider alt for stresset partner. Avslutningsvis ønsker jeg å takke faglærer og veileder ved UiT, Eivind Wium.

Tromsø 16.05.2022



Eirik Skogstad

Sammendrag

Byggebransjen utvikles kontinuerlig, både med tanke på utførelse og verktøyene som benyttes på byggeplass men også hvordan selve prosjekteringsprosessen gjennomføres. Bruken av BIM i større prosjekter blir mer og mer vanlig, men potensialet som ligger i BIM som verktøy utnyttes i mange tilfeller svært lite effektivt. Det blir i mange prosjekter produsert både modell og tegninger for å sikre at produksjonen på byggeplass ikke skal forsinkes, da entreprenører ikke føler seg sikre på hvordan de på en rasjonell måte skal kunne hente ut nødvendig informasjon som ligger i modellene. Ut ifra tidligere erfaringer både personlig og for oppdragsgiver knyttet til tegningsløse modellbaserte prosjekter er det avdekket flere behov knyttet til standardisering og optimalisering av prosjekteringsprosessen i slike prosjekter.

Opgaven er bygd opp som en litteraturstudie, hvor standardverk og kravdokumenter fra større byggherrer har blitt gjennomgått og sett opp imot prosessene og prosedyrene som i dag benyttes i COWI. Metodene som har blitt benyttet i forbindelse med gjennomføringen av litteraturstudien er bruk av eksisterende data og dokumentgjennomgang av aktuelle dokumenter knyttet til valg emne.

Basert på gjennomført dokumentgjennomgang kommer det tydelig frem krav og føringer i forhold til hvordan BIM-modeller skal utarbeides, og hvilke krav som stilles til validering, parametere og aktuell informasjon som skal tilføres modellene. Hvordan samhandlingsprosessene i prosjekteringsgruppen skal gjennomføres, og hvordan BIM-modellene skal brukes på byggeplass varierer veldig fra ulike prosjekter, da disse prosessene foreløpig ikke omfattes av noen krav i standardverket. Her er det best practice som gjelder og kvaliteten og effektiviteten på disse avhenger av kompetanse og erfaringene som prosjekteringsgruppen innehar.

Abstract

The construction industry is developing constantly. The way things are executed and the tools that are being used changes, as well as the way the design process is carried out. The use of BIM in larger projects is becoming more and more common, but the potential that lies in BIM as a tool is in many cases very inefficiently exploited. In many projects, there are being produced both drawings and models to ensure that the production on the building site isn't delayed, as many contractors don't feel confident enough on how they rationally can extract the necessary information contained in the model and build after it. Based on previous experiences both personally and for the client in model-based projects, has there been identified several needs related to standardization and optimization of the design process in these types of projects.

This thesis is structured as a literature study, where standards and requirement documents from major developers have been reviewed and seen up against the process and procedures that currently is being used in COWI. The methods that have been used to form this thesis is usage of existing data from former projects and document reviews of relevant documents related to the topic of the thesis.

Based on the completed document review, there has been discovered clear requirements and guidelines related to how a BIM-model should be established, with requirements that are set for validation, parameters and information is to be added to the models. How the collaboration processes are carried out in the design group, and how BIM models are to be used on the construction site varies a lot in different projects. These variations happen because these processes aren't covered by any requirements in the standards. In these cases, best practice are applied and the quality and efficiency of these processes depends on the competence and experience that key persons in the design team contains.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Utviklingen innenfor byggebransjen er en kontinuerlig å pågående prosess som aldri vil stoppe. Utviklingen skjer både på byggeplass og innenfor måten bygg og infrastruktur prosjekteres. For COWI, som rådgivende ingeniørfirma betyr det at måten man jobber på hele tiden endrer seg, og at man er nødt til å etablere og utvikle prosesser hele tiden for å på best mulig måte klarer å tilby kunder et produkt som er best mulig. Mye av både terminologi og prosedyrer har tidligere vært arbeidsprosesser basert på tradisjonell prosjektering, som innebærer eksempelvis skisser og arbeidstegninger uten bruk av BIM.

Utviklingen slik den er i dag, medfører at flere og flere prosjekter både ser gevinsten og nødvendigheten av å basere seg på BIM. Ut ifra tidligere erfaringer både personlig og for oppdragsgiver knyttet til tegningsløse modellbaserte prosjekter er det avdekket flere behov knyttet til standardisering og optimalisering av prosjekteringsprosessen i slike prosjekter. Omfang og innhold i forhold til hva som skal medtas og inkluderes i ulike leveranser varierer veldig fra prosjekt til prosjekt. Da tempoet på utviklingen som pågår innenfor byggebransjen med tanke på BIM er svært rask, oppleves det at det i mange sammenhenger blir det produsert dobbelt opp av både fullverdig modell og tegninger for å være sikre på at entreprenørene har det de trenger til selve byggeprosessen. Dette anses som en lite effektiv løsning som både er fordyrende og lite tidseffektiv. Ulike byggherrer krever ulikt omfang av både detaljering og informasjon knyttet til modell. Det samme gjør entreprenører, som ønsker underlaget levert på "sin måte" slik at de får det som de vil.

Det å se på erfaringer fra tidligere prosjekter, samt det å vurdere kravene som fremkommer i gjeldende standardverker vil derfor være en viktig brikke for å forhindre unødig tidsforbruk og dobbeltproduksjon i fremtiden. For COWI som rådgiver vil det å kartlegge og etablere en klar og tydelig rutine for hvilke prosesser som kan standardiseres være viktig. En slik prosess vil kunne være med på å sørge for at informasjonsflyten og innholdet i fremtidige leveranser og prosjekter blir best mulig, og er i henhold til kravene som stilles i dag.

1.2 Formål

Denne oppgaven har som formål å gjennomgå og kartlegge kravene i gjeldende standardverk knyttet til BIM, samt å se på prosesser og erfaringer fra tidligere gjennomførte prosjekter i COWI, for å prøve og standardisere hvordan prosjekteringsprosessen i COWI på best mulig måte kan gjennomføres innenfor byggeteknikk i modellbaserte prosjekter. Det å undersøke behovene til andre involverte parter (byggherre, entreprenører og driftspersonell) i slike prosjekter vil også vurderes og vektlegges slik at sluttproduktet som leveres blir best mulig. Det å forstå både byggherres og øvrige parters mål i og med prosjektet vil være med være en viktig faktor, for å tilpasse seg og på best mulig måte sørge for at disse målene og forventningene oppnås.

For å oppnå dette formålet, er det utarbeidet følgende problemstilling:

"Hvordan kan man gjennomføre modellbaserte prosjekter innenfor komplekse funksjonsbygninger på best mulig måte?"

1. Hvilke krav er allerede definert i gjeldende standardverk med tanke på modell og parametere?
2. Hvilke prosesser og erfaringer fra tidligere prosjekter kan man ta med seg videre og videreutvikle?

1.3 Begrensninger og omfang

For prosjekter knyttet til byggingen av komplekse bygninger med stort omfang, vil det være utallige viktige momenter og prosesser som kan vurderes. Da denne oppgaven er utarbeidet innenfor en begrenset tidsperiode, vil rapporten begrenses til å i all hovedsak vektlegge prosesser og prosedyrer knyttet til byggeteknisk prosjektering og råbygget i prosjekter. Det vil i den forbindelse ses på nødvendige prosesser knyttet til koordinering og samhandling med ARK og tekniske fag i modell. Grensesnitt mot premissgivende fag som RIBr, RIBfy, RIG og RIVA som er inne i tidlig fase av prosjekteringen vil også kommenteres.

Da COWI er en av de ledende rådgiverfirmaene i Norge innenfor prosjekteringen av komplekse funksjonsbygninger, deriblant sykehus, og har et sterkt fokus på slike type prosjekter, er prosessene som vektlegges og vurderes i denne oppgaven valgt ut med tanke på sentrale prosesser og viktige momenter i slike prosjekter. De aktuelle prosessene som er gjennomgått baserer seg og på kravene til BIM som stilles av større byggherrer slik som Sykehusbygg og Statsbygg.

1.4 Utforming av oppgaven

Oppgaven er utformet som en vitenskapelig rapport og er oppdelt i følgende hoveddeler:

1. Introduksjon

Omfatter bakgrunn for oppgaven, formålet, begrensninger og omfang.

2. Metode

Beskriver valg og bruk av metode, samt hvordan informasjon er innhentet og kritisk vurdert med tanke på pålitelighet og validitet og eventuelle feilkilder knyttet til informasjonsinnhenting.

3. Teori

Fremstilling av nødvendig og aktuell teori for å belyse viktige momenter knyttet til resultatene i oppgaven.

4. Resultater

Resultatene som er innhentet presenteres i denne delen av oppgaven i form av prosesser og prosedyrer basert på krav og standardverk, samt krav og prosesser etablert av større profesjonelle byggherrer innenfor BIM.

5. Konklusjon

Basert på resultatene som er utarbeidet, vil det på bakgrunn av disse fremkomme en konklusjon i denne delen av oppgaven.

6. Referanser

Inkluderer og refererer til de kildene og litteraturen som er benyttet under utarbeidelsen av denne oppgaven.

2 Metode

2.1 Valg av metode

En metode defineres som en fremgangsmåte for å frembringe kunnskap eller etterprøve påstander som fremsettes med krav og å være sanne, gyldige eller holdbare (Dalland, O, 2007). I denne oppgaven dreier det seg om første del av definisjonen, nemlig det å frembringe kunnskap basert på litteratur og data som allerede eksisterer innenfor fagfeltet i dag. Metoden som er valgt i denne oppgaven definerer fremgangsmåten som har blitt benyttet som et verktøy til å løse aktuelle problemer og hvordan man har kommet frem til ny kunnskap (Dalland, O, 2007). Valg av metode vil være svært sentral i hvordan en oppgave løses, og burde velges på bakgrunn av hensikten med oppgaven og hva man ønsker å oppnå.

I denne oppgaven er det valgt en kvalitative metoder, med en litteraturstudie som oppgavedesign, hvor diverse data og litteratur har blitt gjennomgått og validert, samt forsøkt satt i sammenheng. Problemstillingen i oppgaven danner grunnlaget for valget av metode, og en egnet metode velges basert på det man ønsker å oppnå, samt tilgangen på data innenfor det aktuelle området.

Da denne oppgaven dreier seg om standardisering og optimalisering av prosjekteringsprosessen knyttet til byggeteknisk BIM prosjektering, var valget av metoder og litteraturstudium som oppgavedesign veldig naturlig. De resultatene som skal fremskaffes vil basere seg på tidligere erfaringer fra større BIM prosjekter, samt kravene og dataen som er fastsatt av gjeldene regler og standardverk. En litteraturstudie der tidligere erfaringer og prosesser ses opp imot hverandre og vurderes, vil være med på å danne grunnlaget for hvordan denne prosessen i fremtid på best mulig måte vil kunne gjennomføres. Det aktuelle metodene som er benyttet for innhenting av informasjon i denne oppgaven er:

- Dokumentgjennomgang
- Bruk av eksisterende data

2.1.1 Dokumentgjennomgang

I forbindelse med utarbeidelsen av oppgaven har det blitt gjennomført en dokumentgjennomgang av ulike dokumenter, med hensikt om å bedre forståelsen og tilegne kunnskap innenfor det aktuelle temaet. Det har blitt sett på dokumenter som har dannet grunnlaget for etterfølgende teorikapittel, samt kravdokumenter fra størres sentrale byggherrer og standardverk knyttet til BIM. Tilegnet kunnskap gjennom denne dokumentgjennomgangen

har vært med på å gi en større tverrfaglig forståelse for både krav og standardverk. Den har også dannet grunnlaget for en bedre forståelse av hvilke prosesser som er viktig å vektlegge og hvordan man kan gå frem for å gjennomføre prosjekteringsprosessen på best mulig måte både med tanke på samhandling, effektivitet og resultat.

Litteraturen som er benyttet i teoridelen, er hentet fra ledene organer innenfor rådgivningsbransjen og BIM, samt standardverk. Valg av teori og utgiver av litteraturen, har blitt nøye vurdert både pålitelighet og validitet før det har blitt tatt inn i oppgaven. I tillegg til utgitt litteratur, er det benyttet interne prosessdokumenter i COWI for å innhente kunnskap og forståelse knyttet til gjennomførte prosesser og måten de er utført på.

2.1.2 Bruk av eksisterende data og erfaringer fra tidligere prosjekter

Det har i tillegg til gjennomgangen av utvalgte relevante dokumenter, blitt gjennomført en rekke samtaler og erfaringsdeling med personer med lang erfaring innenfor BIM internt i COWI med ulike roller i større tverrfaglige BIM prosjekter. I tillegg til ulike roller i prosjektene, har det blitt gjennomført samtaler med personer med ulik faglig tilhørighet for å oppnå og kartlegge gode erfaringer og utfordringer på tvers av deres respektive disipliner. Det har også blitt gjennomført samtaler med personell med kompetanse innenfor VDC og prosjektstyring for å få med viktige aspekter av prosessene som er viktig på overordnet nivå for å få til en best mulig samhandling på tvers av prosjekteringsgruppen og involverte parter i prosjektene.

Samtalene som har blitt gjennomført, i lag med utarbeidede dokumenter for prosedyre og prosess knyttet til ulike områder av prosjekteringsprosessen i modellbaserte prosjekter er det som har dannet grunnlag for en vurdering av mulige forbedringer, gode prosesser og erfaringer som burde videreføres i fremtidige prosjekter.

2.2 Vurdering av metode

2.2.1 Pålitelighet og validitet

Det er mange former for data som i utgangspunktet kan betraktes som relevant når det kommer til forskning og rapportskrivning innenfor ulike temaer. Selv om dataen som innhentes er av relevans for den aktuelle tematikken, er det ikke sikkert at den kan betraktes som pålitelig. For at data skal kunne anses som pålitelig, må alle leddene i prosessen som gjennomføres være uten unøyaktigheter (Dalland, O, 2007).

Det å være kritisk til både opphav og utgiver når data innhentes, vil spille en viktig rolle for å sikre innhenting av data med god reliabilitet og validitet. Reliabilitet er et uttrykk for pålitelighet, og handler om at målinger må gjennomføres på korrekt måte, og at eventuelle feilmarginer angis. Validitet står for relevans og gyldighet. Det som skal undersøkes og måles, må ha relevans og være gyldig for problemet som undersøkes (Dalland, O, 2007).

2.2.2 Feilkilder

Siden oppgaven er utarbeidet basert på nåværende standardverk og erfaringer og prosesser fra tidligere prosjekter, anses den største muligheten for potensielle feilkilder å være feiltolkninger av nåværende regelverk, samt at enkelte sentrale momenter knyttet til BIM prosjektering er avglemt i oppgaven. Da BIM modeller og prosjekteringen som gjøres basert på bruken av BIM er i konstant utvikling, samt at denne oppgaven i størst grad fokuserer på den byggetekniske siden av en slik prosess vil personer med kompetanse innenfor helhet og tekniske fag kanskje vurdere andre momenter av prosjekteringsprosessen som viktigere, enn de som er vektlagt og nevnt i denne oppgaven.

Bruk av kilder med dårlig validitet og pålitelighet er selvfølgelig også en mulig feilkilde som vil kunne være med på å svekke kvaliteten på oppnådd sluttresultat.

3 Teori

I denne delen av rapporten fremlegges relevant teori, som danner er med på å danne grunnlaget for prosessene og styringen av større modellbaserte prosjekter. Det er sett på sentrale momenter med tanke på styring og samhandling, samt viktige tekniske momenter knyttet til selve modellsamhandlingen. I tillegg presenteres omfang og innhold i forhold til ytelsene som skal leveres av rådgivende ingeniør innenfor byggeteknikk i de ulike fasene, med et spesielt fokus på detaljeringsnivå og omfang i modell.

3.1 Prosjekters faser

Alle større prosjekter som gjennomføres, gjennomgår ulike faser med ulikt omfang og detaljeringsgrad. For å optimalisere og effektivisere disse prosjektene, er det viktig å avdekke innhold og momenter i de ulike fasene, samt å se på hvilke oppgaver og områder som med fordel kan standardiseres. Det å avdekke og fastsette nødvendige behov for samhandling og samhandlingsprosesser i de ulike fasene, vil også være med på å definere de mest sentrale prosessene som krever god tverrfaglig samhandling for å kunne levere et best mulig resultat.

Avhengig av størrelse og kompleksitet vil også innhold og omfang i de ulike fasene variere. Entrepriseform og hvordan prosjektene struktureres administrativt, vil også være med på å avgjøre omfang og innhold i gjennomføringen av prosjektene. Figuren under viser en oversikt over de ulike fasene som er vanlig å gjennomføre i større komplekse prosjekter som eksempelvis sykehus. Figuren viser også i hvilke faser RIBs ytelser vil være forskjellig med tanke på omfang og innhold, og det er i all hovedsak forprosjektfasen og detaljprosjektfasen.

Byggherrestyrte entrepriser	Totalentreprise
Programmering	
Skisseprosjekt	
Forprosjekt og konkurransegrunnlag	
Utarbeidelse av produksjonsgrunnlag for delte entrepriser	Utarbeidelse av produksjonsgrunnlag for entreprenør i totalentreprise
Kontrahering	
Bygging	
Ferdigstillelse	
Garantiperiode / drift	

Figur 3-1: Oversikt over vanlige prosjektfaser i større byggeprosjekter. (RIF,2019)

Etterfølgende underkapittel angir hvilke ytelser som vanligvis leveres fra rådgivende ingeniør innenfor byggeteknikk (RIB) i de ulike fasene av prosjektgjennomførelsen av større prosjekter.

3.1.1 Programmeringsfasen

Programmeringsfasen som er første fasen av større prosjekter hvor byggherres behov og rammer fastsettes i form av en beskrivelse med tilhørende tegninger øvrige dokumenter. I denne fasen av prosjekter er RIBs oppgaver og ytelser veldig begrenset. Det gjennomføres vanligvis ingen beregninger og analyser i denne tidlige fasen og det eneste som leveres er input til hensiktsmessig utforming og oppbygning av tiltenkt bæresystem basert på eksempelvis ARK-skisser (RIF, 2019).

Den viktigste oppgaven innenfor byggeteknikk i denne fasen er å registrere å utrede krav og forventninger til prosjektet. Avklaringer knyttet til tiltakshavers behov og evt. motstridende interesser er også viktig å få fastsatt, slik at man får et bevist forhold til disse. Det leveres ingen form for modell og ytelser med tanke på BIM i denne fasen og er dermed ikke relevant (RIF, 2019).

3.1.2 Skisseprosjekt

Etter at programmeringsfasen er gjennomført vil prosjekteringsteamet som engasjeres utarbeide et tverrfaglig skisseprosjekt basert på det utarbeidede byggeprogrammet. Målet for denne fasen er å få prosjekterte løsninger opp på et slikt nivå at relevante alternativ prinsipper og hovedsystemløsning for bæresystemet kan fastsettes, samt vurderes med tanke på fordeler og ulemper (RIF, 2019).

Det gjennomføres en kvalitetssikring av forutsetningene gjennomført i programmeringsfasen, samt at det utarbeides grunnlag og forutsetninger for prosjekteringen som skal gjøres. Lastforutsetningene og belastningene som bygget vil utsettes for defineres, materialvalg tas og bygningsprinsipp velges, samt at det defineres hvor det er hensiktsmessig å plassere bærelinjer og utformingen av hovedbæresystemet. Det gjennomføres overslagsberegninger på de mest kritiske områdene med tanke på horisontale og vertikale belastninger, som er med på å fastsette et bilde på hvilke dimensjoner valgt bæresystem vil kunne få. Grensesnittsavklaringer opp imot premissgivende fag gjennomføres. De viktigste og mest sentrale avklaringene gjøres mot RIG, som er med på å utforme hvordan fundamenteringen av byggverket kan gjennomføres. Avklaringer med RIBYfy med tanke på yttervegger og eventuelle kuldebroer fra bæresystemet gjennomføres også. Basert på de beregningene som gjennomføres og overslagsdimensjonene

som fastsettes, koordineres sentrale snitt i bygget med ARK, RIV og RIE for å avdekke om tiltenkt prinsipp gir tilstrekkelig plass til hovedføringen som behøves over tiltenkt himling. Avklaringer og definering av føringsveier og sjakter for tekniske installasjoner, samt særlige belastninger fra teknisk utstyr identifiseres også i denne fasen. Om det er eksisterende bygningsmasse som skal rives eller rehabiliteres på den tiltenkte byggetomten, vil selve rivingen og vurdering knyttet til mulig gjenbruk foretas. Hvordan ny bygningsmasse skal tilknyttes eksisterende byggverk vil også måtte vurderes i denne fasen (RIF, 2019).

Leveransen fra RIB er også i denne fasen av minimalt omfang. Det utarbeides en skisseprosjektrapport, hvor RIB utformer og skriver de kapitlene som omhandler konstruktive elementer og forhold. Det utarbeides også et grovt kostnadsestimat for bæresystemet. For større komplekse bygninger blir det bare mer og mer vanlig at leveransen fra ARK så tidlig som i skisseprosjektet baserer seg på BIM. Vanligvis inkluderes tiltenkt bæresystem med tilhørende dimensjoner i ARKs modell, med føringer og tilbakemeldinger fra RIB. I enkelte tilfeller utarbeides det også egen modell for bæresystemet basert på ønske fra byggherre (RIF, 2019).

3.1.3 Forprosjekt

Forprosjektfasen er en videreføring av godkjent skisseprosjektet med eventuelle tilbakemeldinger fra byggherre som må inkluderes i videre arbeid. I denne fasen vil alle områder av tiltenkt prosjekt gjennomgås og tilføres en større detaljeringsgrad og nøyaktighet. I denne fasen vil det, om det ikke ble gjennomført i skisseprosjektfasen bli etablert en egen RIB modell som i detalj tar for seg oppbygningen av det tiltenkte bæresystemet til bygget. Målet for forprosjektet er å etablere og danne et godt grunnlag for detaljprosjekteringen. Det gjennomføres komplette lastberegninger på både vertikale og horisontale laster, og i de fleste tilfellene etableres det 3D eller 2D-FEM-modeller for belastninger, snittkrefter og dimensjonering (RIF, 2019).

Det er i denne fasen man virkelig starter å se behovet for krav og føringer med tanke på hvordan og hvilken informasjon som skal påføres elementer og komponenter i modellene. Andre prosjekterende fag som RIV og RIE vil også etablere en egen BIM modell i denne fasen. Det utnevnes en BIM-koordinator om det ikke er gjort i tidligere fase, som vil ha ansvaret for alle overordnede prosesser knyttet til BIM. I tillegg til en egen BIM-koordinator i prosjektet, velges det faglige BIM ansvarlige som skal være med på å bistå og fremme faglige behov med tanke på BIM, slik at samhandlingen i modell gjennomføres på best mulig måte i det aktuelle prosjektet.

Leveransene som leveres i forprosjektet vil være ulik med tanke på valgt entreprisform. Er det valgt å gjennomføre detaljprosjektet som en totalentreprise, vil ferdighetsgraden og detaljeringen være lavere enn ved en byggherrestyrt entreprisform. Uavhengig av valgt entreprisform skal det leveres en forprosjektrapport hvor RIB er ansvarlig for de kapitlene som omhandler konstruktive forhold. Det kan som i skisseprosjektet leveres et kostnadsestimat basert på avtalt nøyaktighetsgrad for bæresystemet.

Følgende skal leveres som konkurransegrunnlag for de ulike entreprisene.

Konkurransegrunnlag for totalentreprise:

- Kravspesifikasjoner med beskrivelse av laster og et tiltenkt gjennomførbart bæresystem uten angivelse av størrelser og mengder.
- Konstruktiv bygningsinformasjonsmodell levert av RIB eller tegninger som viser hovedbæresystemet.

Konkurransegrunnlag for byggherrestyrt entrepris:

- Anbudsgrunnlag iht NS 3420.
- Formtegninger av bærekonstruksjon, eventuelt BIM med høy grad av detaljering som viser prosjektert prinsipp med dimensjoner og mengder (RIF, 2019).

3.1.4 Detaljprosjekt – Utarbeidelse av produksjonsunderlag

Gjennomføringen av utarbeidelsen av produksjonsunderlaget i detaljfasen vil variere ut ifra valgt entreprisform. Detaljeringsgraden på det som er gjennomført i forprosjektet er ulik og dermed vil det innebære at omfanget på prosjektering vil være større i en totalentreprise tradisjonelt sett. Målet for denne fasen av prosjektet er å gjennomføre endelige beregninger og analyser med tilhørende dokumentasjon i henhold til krav gitt i Plan- og bygningsloven (RIF, 2019).

3.1.4.1 Detaljprosjekt med delte entrepriser iht. NS 3420

I detaljfasen for komplekse bygninger i tiltaksklasse 2 og 3, skal nødvendig dokumentasjon utarbeides og sammenstilles. Dokumentasjonen skal verifiseres og kontrolleres internt ved en faglig kontroll innenfor disiplinen (gjennomføres oftest i form av egenkontroll og sidemannskontroll). Samme underlaget skal også oversendes uavhengig kontroll som er et pålagt krav av myndighetene. For tegningsløse prosjekter utarbeides det BIM i henhold til

avtalte krav og parametere slik at det på en effektiv og god måte lar seg bygge etter modell. For tradisjonelle prosjekter utarbeides det arbeidstegninger, form-, armering- og nødvendige detaljtegninger i denne fasen. Da det i denne fasen skal lages og utarbeides endelig produksjonsunderlag til byggeplass, er samhandlingen og kollisjonskontrollene som gjennomføres i denne fasen svært viktig (RIF, 2019).

I tillegg til produksjonsunderlaget som skal produseres er det normalt at prosjekterende bistår byggherre i kontraheringen av entreprenør. I forbindelse med denne jobben vil det å utarbeide kriterier for evaluering av anbud, pris og teknisk innhold være en viktig jobb som vil være med på å sørge for at byggherre får det som ønskes i forhold til målet med prosjektet. I utformingen av disse kriteriene, vil det også være mulig å legge føringer i forhold til prosjekteringen som er gjort, slik at eventuelt merarbeid unngås.

3.1.4.2 Detaljprosjekt med totalentreprise

Den største forskjellen mellom utarbeidelsen av produksjonsunderlag i totalentrepriser kontra byggherrestyrte entrepriser er som nevnt tidligere at en større andel av selve prosjekteringen gjøres i detaljfasen. Dette gjøres for at totalentreprenøren som kontraheres skal kunne gjøre individuelle justeringer basert på egne ideer og ønsker. Justeringene som gjøres må fortsatt være i tråd med oppdragsgivers ønsker og krav, men det er rom for totalentreprenører til å gjøre egne valg med tanke på utførelsesprinsipp og produksjon. Siden prosjekteringen som skal gjøres vil avhenge av disse valgene, legges en større andel av denne jobben til detaljfasen. Øvrige ytelser og leveranser i denne fasen er som for delte entrepriser iht. NS 3420 (RIF, 2019).

3.1.5 Driftsfase

Før bygget overtas av byggherre og brukerne, er det viktig at det fra prosjekterende leveres FDV for gjennomført prosjektering, inkludert BIM. BIM underlaget vil på dette tidspunktet ha fått MMI status 500 (som bygget) og skal fremstå som en digital tvilling til ferdigstilt bygg. I enkelte tilfeller leveres også RIBs beregningsmodeller om dette er avtalt i innledende faser mellom byggherre og prosjekterende. Dette gjøres oftest i de prosjektene, hvor man i fremtiden ser for seg å bygge på flere etasjer eller eventuelle tilbygg i tilknytning til ferdigstilt bygningsmasse. Nivået og innhold i FDV dokumentasjon som overleveres avtales særskilt i hvert enkelt prosjekt. Denne dokumentasjonen er viktig med tanke på drift og vedlikehold av den ferdigstilte bygningsmassen (RIF, 2019).

3.2 Kontraktstyper og Entrepriser

Gjennomføring av prosjekter som omhandler større komplekse funksjonsbygninger vil som nevnt tidligere være avhengig av mange faktorer. Valg av entreprisform og påfølgende kontraktsstandard som benyttes vil være med på å legge mange føringer med tanke på hvordan prosjektene vil gjennomføres og hvordan ansvaret fordeles i prosjektet.

3.2.1 Kontraktstyper for prosjekteringsoppdrag

Det er i all hovedsak to kontraktsstandard som benyttes når det kommer til inngåelse av arbeidsforhold mellom byggherre og prosjekterende. Avtalen inngås på bakgrunn av forespørselen og tilbudet som ble levert.

3.2.1.1 NS 8401

NS 8401 er avtalestandard som benyttes for oppdrag som honoreres med fastpris. I dette avtaleformatet fremkommer det forpliktelser med tanke på tidsfrister, dagbøter og formelle varslingsrutiner. Denne kontraktsformen og fastprishonorar anbefales kun inngått i de prosjektene hvor ytelse, varighet og kompleksitet er klart definert. Eksempel på slike tilfeller vil kunne være utarbeidelse av prosjekteringsunderlag for entreprenør (-er).

3.2.1.2 NS 8402

NS 8402 er den mest brukte og vanligste formen for avtale mellom byggherre og prosjekterende, spesielt i tidlige fasene (programmering, skisse- og forprosjekt) av prosjekter hvor omfang og kompleksitet er uklart. Denne kontraktsformen er honorert etter medgått tid og tar høyde for eventuelle endringer og tillegg uten at det behøves å skrives endringsmeldinger og tillegg som medfører en ekstrakostnad. Honorar etter medgått tid anbefales også ved kontrahering, oppfølging ved bygging, ved overtakelse og i garantiperioden, da behovet og omfang av oppfølging er svært varierende (RIF, 2019).

3.2.2 Kontraktstyper mellom byggherre og utførende

3.2.2.1 NS 8405

NS 8405 er den standarden som i all hovedsak benyttes i de prosjektene hvor man har å gjøre med en byggherrestyrt entrepris. Denne standarden legger mye av både krav og ansvar på byggherren. Det er byggherren som forplikter seg til å levere underlag i henhold til underskrevet avtaledokument, og som vil stå med ansvaret ved eventuelle forsinkelser eller mangler som medfører ekstra utgifter for kontrahert entreprenør. Eksempler på mangler som entreprenør kan kreve tillegg for er ved uoverensstemmelser mellom beskrivelse og tegninger. Om utførelse bare er angitt på tegning og ikke inkludert i beskrivelsen, omfattes det manglende forholdet

ikke under ordinær kontrakt og entreprenør har krav for tillegg for denne mangelen. Det er også byggherre som er ansvarlig for prosjektledelsen og koordineringen av andre sideentreprenører (kontrahert under egen kontrakt) slik at planlagte prosesser kan gjennomføres til planlagt tid. Ved forsinkelser eller mangler som følge av kontraherte underentreprenører som utfører en tjeneste for hovedentreprenør og er omfattet av deres kontrakt med byggherre, vil hovedentreprenør stilles ansvarlig for disse forholdene (Norsk standard, 2008).

3.2.2.2 NS 8407

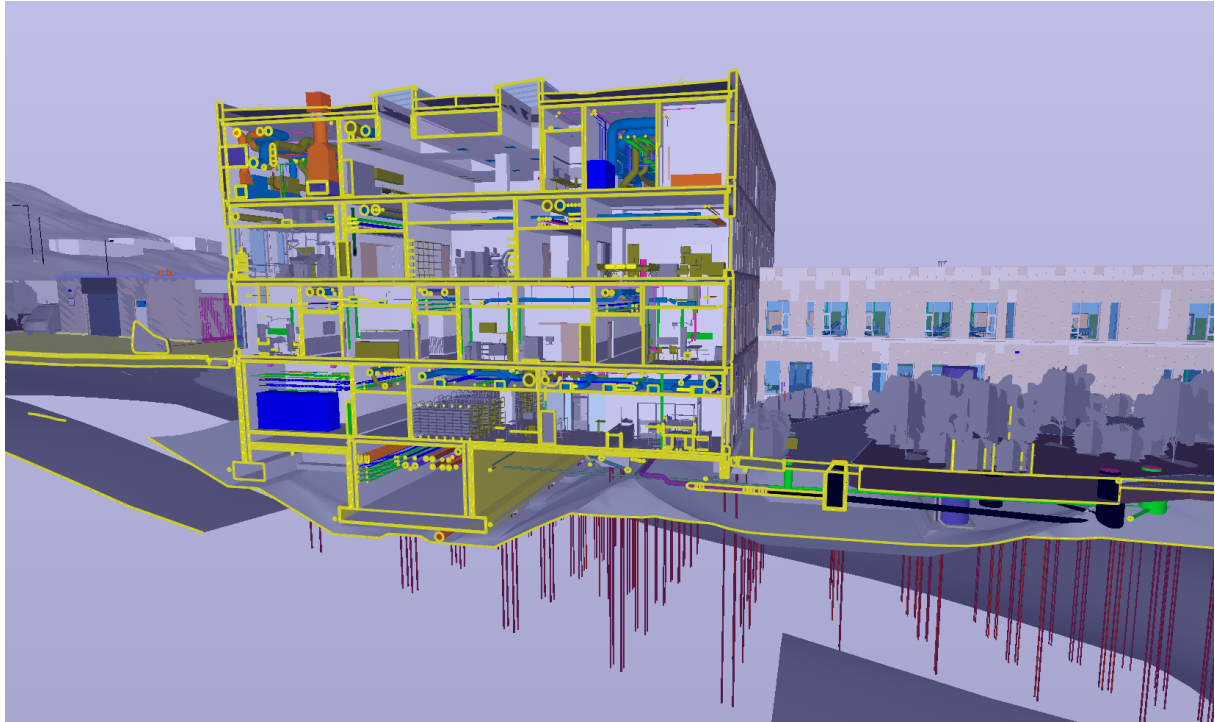
NS 8407 er den standarden som benyttes for å regulere kontraktsforholdet mellom en totalentreprenør og byggherre. Totalentreprenøren i prosjektene påtar seg hele eller vesentlige deler av prosjekteringen og selve utførelsen på byggeplass. Ved bruk av denne standarden som avtaledokument legges mye mer av ansvaret over på totalentreprenøren. All risiko for skade på materiell og prosjekteringsdokumenter vil ligge på totalentreprenøren før overtakelse, så fremst skaden ikke er forårsaket av byggherren eller noen av hans kontraktsmedhjelpere under utførelsen. Totalentreprenøren vil stå for både prosjekt- og prosjekteringsledelsen i prosjektet og eventuelle forsinkelser i fremdrift som ikke skyldes forsinkede ytelser fra byggherre, vil kunne medføre dagmulkt. Om det prosjekteres og utføres en løsning som er i strid med det avtalefestede objektet, eller at det konstateres skader på kontraktsgjenstanden er det totalentreprenøren som bærer risikoen. I slike tilfeller skal byggherre varsles umiddelbart, hvor løsning og tidsplan for tiltenkt løsning på avviket forelegges så snart den er fastsatt (Norsk standard, 2011).

3.3 BIM – bygningsinformasjonsmodellering

En bygningsinformasjonsmodell, heretter kaldt en BIM inneholder enorme mengder med informasjon og data. Det er i all hovedsak fantasien, ønsker og behov som setter grenser for hvilken informasjon som legges inn i de ulike modellene som utarbeides. Det er viktig å skille mellom 3D og BIM. BIM tar utgangspunkt i 3D objekter, men er så mye mer. I tillegg til at det modelleres bygningselementer bestående av en nøyaktig 3D geometri, vil det samme elementet kunne tilføres all nødvendig informasjon for både bygging og FDVU. Informasjon som tidligere måtte beskrives i detalj med tanke på utforming og oppbygging, vil nå kunne være tilgjengelig ved å klikke på det aktuelle elementet.

For byggetekniske modeller består disse i all hovedsak av strukturelt bærende elementer. Disse tilføres nødvendig informasjon med tanke på eksempelvis overdekning til armering for betongkonstruksjon, brannklasse og mye, mye mer. Det er likevel viktig at informasjonen som

legges inn i modellen er relevant for det aktuelle elementet. Det stilles derfor ulike krav til informasjonen som skal påføres et ventilasjonsaggregat kontra en betongsøyle. Armeringsoverdekningen for et ventilasjonsaggregat er ikke relevant i det heletatt, og dette er dermed informasjon som heller ikke burde tilføres modellene.



Figur 3-2 - Eksempel på hvordan en BIM-modell kan se ut, illustrert gjennom et snitt i prosjektets samlemodell.

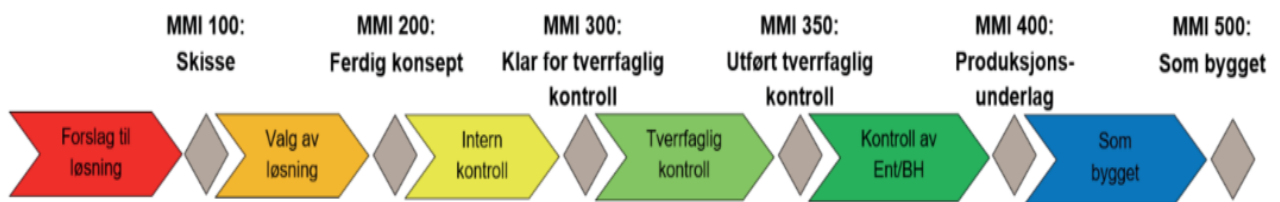
BIM vil være med på å gi bedre samhandling på tvers av prosjekteringsgruppen, da man får en nøyaktig og visuell fremstilling av hva som skal inn i det aktuelle området fra ulike fag. Dette gjør det enklere å koordinere og kommunisere rundt problematiske områder, som igjen vil være med på å sørge for at underlaget som leveres til produksjon er bedre koordinert og mer bygbart. Tegningsproduksjon og revisjonshåndtering er tidkrevende prosesser, som reduseres i omfang ved riktig bruk av BIM.

BIM finnes også i flere versjoner basert på tiltenkt bruksområde. SlimBIM er modeller som har større fokus på geometriske forhold i modellen. Denne versjonen av BIM vil kunne være en kostnadseffektiv måte å komme i gang med BIM-modelleringen av en bygning, om målet er å sette opp en digital tvilling for vedlikehold av bygget. Mulighetene er mange og det er den tiltenkte bruken av modellen som legger føringer i forhold til hvilken informasjon som burde tilegnes modellene.

3.4 MMI – Modell modenhetsindeks

For at modellbaserte prosjekter skal lykkes, er det viktig at alle parter som er involvert i prosjektene forstår hverandres leveranser og bidrag mot et felles mål. Et viktig moment for å skape denne forståelsen og for å sikre god samhandling innenfor disse prosjektene, er at det stilles det krav til MMI i prosjekteringsprosessen. MMI benyttes som en parameter for å formidle statusen på objektene som er lagt inn i de ulike modellene, og gir øvrige i prosjekteringsteamet en god forståelse av ferdighetsnivået på de aktuelle objektene (RIF, 2022).

MMI nivået på ulike objekter fastsettes både på bakgrunn av innlagt informasjonsinnhold og objektenes geometri. Før selve prosjekteringen går i gang, er det viktig at omfang av modelleringen defineres. Hvilken informasjon det i form av parametere skal stilles krav til ved de ulike ferdighetsnivåene, samt hvilken kvalitetssikring som skal gjennomføres før de aktuelle objektene justeres opp med tanke på ferdighetsnivå (RIF, 2022).



Figur 3-3 - MMI-prosessen, med tilhørende prosjekteringsaktiviteter som leder frem til de ulike MMI-verdiene. (RIF,2022)

I enkelte prosjekter vil det også være behov å benytte ytterlige nivåer og kan derfor utformes en prosjektilpasset MMI inndeling for det aktuelle prosjektet. Det er likevel nivåene som er vist over som er mest brukt (RIF, 2022).

3.5 VDC – Virtual Design and Construction

VDC er en gjennomføringsprosess som benyttes i større tverrfaglige prosjekter som baserer seg på BIM. Hensikten med denne prosessen/modellen er å forbedre og optimalisere samhandlingen og forståelsen mellom ulike parter i prosjekter. Ved å legge opp til en slik gjennomføringsmodell er hensikten å skape merverdi for kunden gjennom å effektivisere prosjekteringsprosessen, legge til rette for en optimalisert bygging og økt kvalitet på sluttproduktet (Nordconsult, 2022).

VDC bygger på fire sentrale prinsipper og de er som følger:

- Definere mål - Definere både sluttbruker og prosjektets mål og hele tiden vurdere valgene som tas opp imot de aktuelle målene.
- BIM som leveranse og verktøy – BIM benyttes for informasjonsdeling og kommunikasjon, samt danner grunnlaget for beslutninger.
- ICE (samtidig prosjektering) – målbasert møtemetodikk som bærer fremdriften av prosjektet.
- Project Production Management – Samling av ulike teknikker for å planlegge og styre prosessene i prosjektet og er basert på Lean-prinsipper (Nordconsult, 2022).

3.6 IFC

IFC som står er forkortelsen for "Industry Foundation Classes" er åpent filformat som er utarbeidet i henhold til ISO 16739-1:2018 og benyttes som leveranseformat for de aller fleste BIM-modellene som utarbeides. Siden IFC er et standardisert og åpent format utviklet av en nøytral aktør (buildingSMART International), vil de aller fleste CAD programmer støtte en eksport til dette filformatet. IFC filene som leveres fra ulike prosjekteringsverktøyene, sammenstilles og er svært godt egnet for koordinering og gjennomføring av ulike tverrfaglige kollisjonskontroller. Bruken av IFC som både leveranse og sammenstillingsformat, gjør det mulig å koordinere og validere de ulike modellene opp imot hverandre, noe som er med på å sørge for at samhandlingen som er helt nødvendig i større BIM prosjekter lar seg gjennomføre. IFC er også det filformatet som benyttes med tanke på lagring av prosjektinformasjon i modell (BuildingSMART, 2022).

3.7 Leveranseformat og samhandlingsplattformer

Da de aller fleste større prosjekter i dag baserer seg på BIM i en eller annen grad, er det behov for en god og effektiv lagringsplattform som både kan lagre og håndtere ulike formater med stor størrelse. Etterhvert som prosjekterings- og prosjektforløpet utarter seg, vil mengden av informasjon og antall elementer i modellen øke drastisk, noe som medfører at størrelsen på sammenstillingsmodellen ofte fort blir veldig stor. Det at det velges et prosjekthotell som innehar nødvendige funksjonaliteter og som kan bidra til god informasjonsflyt i prosjektet, vil være viktig for å sikre en effektiv og god samhandling i prosjektet.

4 Resultater og drøfting

Resultatene som fremkommer av denne delen av oppgaven er basert på en detaljert gjennomgang av både standardverk med tilhørende krav med tanke på BIM, samt krav som kommer fra større byggherrer med god kompetanse innenfor BIM. Disse kravene er igjen sett opp imot COWIs prosedyrer og prosesser innenfor byggeteknikk i gjennomføringen av tegningsløse byggeprosjekter, og har dannet grunnlaget for vurderingen som er gjort med tanke på hvilke prosesser og prosedyrer som vil være hensiktsmessig og standardisere eller optimalisere. Da det ikke er noen fasit på hva som anses som den beste måten å gjennomføre valgte prosesser og prosedyrer, er det medtatt drøftinger og argumenter i resultatdelen av oppgaven for å understøtte valgene som er gjort.

Referansene benyttet er benyttet som grunnlag for presenterte resultater er standardverket som det refereres til i etterfølgende underoverskrifter, samt vedlegg 1 og 2. Ut over det er det gjennomgått ulike prosess- og prosedyredokumenter utviklet av COWI som ikke er vedlagt for å bevare og sikre forretningshemmeligheter innenfor området.

4.1 Standardverk og krav

For å vurdere hvilke prosesser og prosedyrer som kan standardiseres, har det vært viktig og nødvendig å kartlegge hvilke krav og føringer som omfattes av gjeldende standardverk på området. Det har blitt sett på både den internasjonale standarden for BIM og den nasjonal.

4.1.1 NS-EN-ISO 19650

Den internasjonale standarden som omhandler BIM, ISO 19650 inneholder mange overordnede føringer med tanke på funksjoner og prosesser som skal gjennomføres i forbindelse med forvaltning av informasjon for prosjekter og byggverk på et fastsatt modenhetsnivå. Den omtaler prinsipper og krav som stilles til informasjonsforvaltning gjennom hele livssyklusen til prosjekter og bygg og hvilken informasjon som skal leveres og tilføres fra de ulike aktørene i prosjektet.

Det beskrives funksjoner og prinsipper for oppbygningen av informasjonsmodeller for byggverk (AIM – asset information model) og prosjektinformasjonsmodeller (PIM – project information model). De ulike informasjonskravene er strukturert i 4 ulike grupper og er utformet slik:

- Organisasjonens informasjonskrav (OIR- organizational information requirements)
- Byggverks informasjonskrav (AIR – asset information requirements)
- Prosjektets informasjonskrav (PIR- project information requirements)
- Krav til informasjonsutveksling (EIR- exchange information requirements)

4.1.2 NS-8360

Den nasjonale standarden innenfor BIM er utviklet for å forenkle samhandlingen i prosjekter hvor BIM benyttes. Ved å stille krav til hvordan ulike parametere og egenskaper skal inkluderes i BIM, samt en standardisert modellpraksis vil automatisk valideringer og gjenkjenninger av objekttyper kunne gjennomføres. Standarden omfatter beskrivelser og informasjon i forhold til hvilke regler og prinsipper som legges til grunn for objekter med tanke på modellpraksis. Eksempler på slike føringer og prinsipper vil kunne være alt ifra hvordan typer skal inndeles til hvordan nullpunkt og georefereringen skal gjennomføres. Hvordan det skal etableres egenskapssett og egenskaper i modell, samt navngivingen av disse er også omfattet av standarden.

Den første delen av de nasjonale standardene innenfor BIM (flere deler) inneholder også 4 tilleggsdeler som omhandler følgende forhold.

- Tillegg A – Navngivning, objekttypekoding og klassifisering av objekttyper og objektforekomster
- Tillegg B – Særskilte regler og prinsipper for bruk av klassifisering for samsvarsnivå 2
- Tillegg C – Kvalitetssikring av modeller
- Tillegg D – Norske egenskaper

Tillegg C som omhandler kvalitetssikring av modeller og stiller krav til at det gjennomføres en mer formell kontroll av de ulike fagmodellene for å kontrollere at de er tilstrekkelig koordinert og at de tilfredsstillende avtalte kravparametere når man nærmer seg fastsatte milepæler i prosjektet.

4.2 Byggherrer med godt kunnskapsnivå og kompetanse knyttet til BIM

4.2.1 Statsbygg

Statsbygg er en av de største bygg og mest profesjonelle byggherrene i Norge. På vegne av staten forvalter de 2300 bygninger i Norge og enkelte i utlandet, med en total bygningsmasse på ca. 2,9 millioner kvm. De har til enhver tid over 100 pågående byggeprosjekter, noe som gjør at de har opparbeidet seg gode rutiner og krav med tanke på prosjektgjennomføring. De har vært en ledende aktør innenfor digitalisering, med stort fokus på BIM i flere år. Dette fokuset har medført at de utformet tydelige BIM manualer og kravdatabaser som skal benyttes i deres prosjekter. Siden 2011 når Statsbygg startet med å stille krav til BIM i alle sine prosjekter, har de utviklet 5 ulike publikasjoner av egne BIM-krav/ BIM-manualer som har blitt krevd benyttet i deres prosjekter. Siste versjon SIMBA 2.1 er nylig ferdigstilt og vil tas i bruk i prosjekter fra og med 01.07.2022 (Statsbygg, 2022).

Nåværende gjeldende versjon av Statsbyggs BIM-krav er SIMBA 2.0 som består av 3 hoveddeler:

- Del A – Maskinvaliderbare krav → hvilke krav som er maskinvaliderbare kan undersøkes i utarbeidet kravdatabase.
- Del B - Ikke-maskinvaliderbare krav
- Del C – Veiledning til krav

Utover de 3 hoveddelene inkluderer SIMBA 2.0 3 tilleggsdeler som omhandler tverrfaglig merkesystem (tillegg A), modellmodningsprosessen (tillegg B) og detaljer ifm. krav til premissfag (tillegg C). Etterfølgende figurer illustrere hvilke kategorier/tema som er inkludert i del A og del B.

Ref.#	Tema	Krav
A-1	Modellpraksis	Presisering av krav til modellpraksis.
A-2	Tverrfaglig merkesystem	Alle entiteter i BIM-modell skal merkes i henhold til Statsbyggs tverrfaglige merkesystem. Se også Tillegg A.
A-3	Prosesstatuskoding	Alle entiteter skal merkes med prosessstatuskoding iht. avtalt standard. Se også Tillegg B.
A-4	Global Trade Item Number (GTIN)	Det skal i det enkelte prosjekt bestemmes omfang av bruk av GTIN som en del av produktdokumentasjon i BIM-modellen.
A-5	Krav til landskapsmodell	Krav til landskapsmodeller er gjort entydig i Statsbyggs kravdatabase.
A-6	Triggers	Metode og kravsett for å kunne synliggjøre behov for at bygningskomponenter kobles til tekniske installasjoner og eventuelt stille ytterligere krav.
A-7	Krav for premissfag	Metode og kravsett for at premissfag kan stille krav i modell.
A-8	Soneobjekter	Krav til bruk av soneobjekter for å angi bruksareal og bruttoareal.

Figur 4-1 - Maskinvaliderbare krav til BIM i SIMBA 2.0

Ref.#	Tema	Krav
B-1	Maskinell validering	For alle prosjekter hvor det stilles maskinvaliderbare krav på mvdXML-format, skal IFC-leveransen, før avtalte milepæler, valideres maskinelt i forhold til gjeldende krav og avvik skal rettes.
B-2	Modelleveranse til arkiv	Ved avslutning av hver prosjektfase skal komplette og kvalitetssikrede BIM-modeller leveres iht. gjeldende prosedyre for arkivering av BIM-modeller i Statsbygg.
B-3	Leveranse av som-bygget modell	Ved ferdigstillelse av prosjektet skal det leveres som-bygget modell korrigeret for alle faktiske endringer i bygget i forhold til ferdig godkjent prosjektert modell.
B-4	Leveranse på IFC4	Modeller skal utveksles og leveres på formatet IFC4 med buildingSMART International sertifisert programvare for Reference View (RV) export.

Figur 4-2 – Ikke-maskinvaliderbare krav til BIM i SIMBA 2.0

Kravene som er utarbeidet av statsbygg, tilfredsstillende alle krav og føringer fastsatt i NS-8360. I tillegg til kravene som fremkommer av standardverket, har statsbygg flere områder hvor de både stiller flere og strengere krav til hvordan BIM-modellene skal utarbeides og håndteres. SIMBA 2.0 er den første versjonen av krav fra Statsbygg som bygger på IFC4 (spesifikk versjon av IFC-formatet).

4.2.2 Sykehusbygg

Sykehusbygg er som Statsbygg en stor og profesjonell byggherre som forvalter store bygningsmasser. Kravene de stiller til modellering og BIM er litt annerledes enn hvordan statsbygg har valgt å gå frem. Generelt stiller de krav til at BIM modeller og BIM objekter som benyttes i deres prosjekter skal tilfredsstillere kravene som fremgår av NS 8360. Istedenfor å utforme sin egen kravdatabase, refererer sykehusbygg til statsbyggs BIM-manual og BIM-krav og stiller i utgangspunktet samme krav til sine modeller. Modeller og leveranser som skal utarbeides og leveres i Sykehusbygg sine prosjekter vil som for statsbygg sine prosjekter basere seg på SIMBA 2.0. Eneste forskjellen er at Statsbyggspesifikke krav til prosjekteringsnummerering, etasjenummerering og annen navngivning endres. Disse skal erstattes av krav som er utarbeidet spesifikk for Sykehusbygg. I tillegg til dette stilles det krav til rom, lokalisering og soner.

4.3 Utvalgte prosesser og prosedyrer

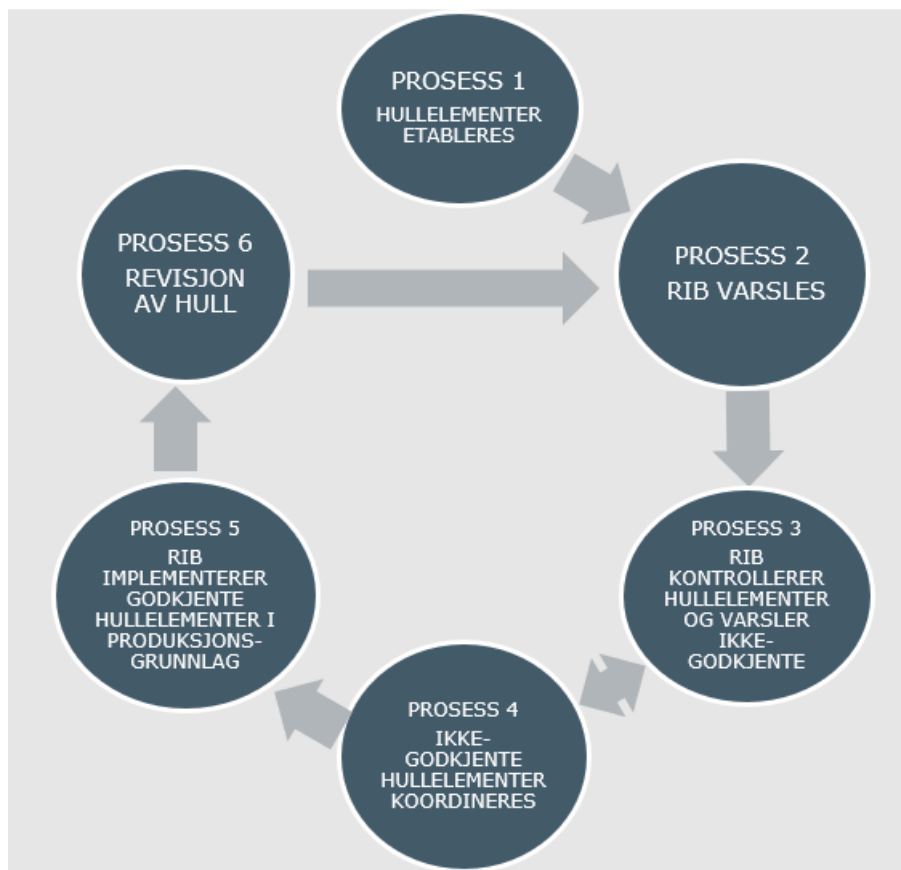
Denne delen av resultatene presenterer utvalgte prosesser og prosedyrene, som anses som mest sentrale i forhold til en effektiv og god samhandling i BIM prosjekter basert på gjennomgåtte dokumenter.

4.3.1 Optimalisering og standardisering basert på standardverk og krav fra byggherre

Basert på kravene som fremkommer av den nasjonale standarden og standarden for IFC med tanke på parametere og prosesser, vil det å utforme og gjenbruke et standard maloppsett for parametere i Revit som inkluderer disse være hensiktsmessig. I tillegg til maloppsett for parametere i Revit, vil et standardisert eksportskript til IFC også være med på å effektivisere denne jobben.

4.3.2 Hulltakingsprosedyre

Den største tverrfaglige koordineringsprosessen som skal gjennomføres i detaljprosjektfasen av prosjekteringen er godkjenning og vurdering av tekniske fags behov for utsparinger. Basert på erfaringer fra tidligere prosjekter har denne samhandlingsprosessen blitt gjennomført på best måte, når koordineringen gjennomføres i en egen hullmodell. Hvordan prosessforløpet for denne samhandlingen har blitt utført har variert i tidligere gjennomførte prosjekter. Prosedyren bestående av 6 prosesser som er illustrert i etterfølgende figur, har resultert i en effektiv og trygg samhandling knyttet til tekniske hullbehov i konstruktive elementer.



Figur 4-3 - Arbeidsflyt for koordinering av hullelementer

Aktivitetene som inkluderes i hver enkelt prosess er presentert i etterfølgende punkter. I presenterte prosesser er tekniske fag (RIV og RIE) omtalt som premissgivere.

Prosess 1 - Etablering av hullønsker

- Hullønsker legges inn i aktuelle områder i henhold til avtalt fremdriftsplan.
- Premissgiver hensyntar overdimensjoner/toleranser for montasje for hullønsker.
- Ved sammenfallende hulltakingsbehov fra flere premissgivere, slås hulltakingselementer sammen til ett element.

Prosess 2 – Premissgiver varsler RIB

- Det kommuniseres til RIB at hull venter godkjenning.
- Om godkjenningsprosessen skal gjennomføres av RIB i Tekla, er det viktig at godkjenningsområdet låses og ikke endres av tekniske fag i avtalt godkjenningsperiode. Området som er sendt til godkjenning er ansett som låst, til RIB varsler tekniske fag om at godkjenningsprosessen er ferdigstilt.

Prosess 3 – RIB kontrollerer hullelementer

- RIB går gjennom hullelementer fra premissgiver og vurderer om disse kan aksepteres.
- Eventuelle hullelementer som ikke godkjennes kommenteres med forslag til endring og/eller videre koordineringsprosess i kommentarparameter.

- Godkjente hullelementer gis MMI 350 av RIB. Ved utsendelse av arbeidsunderlag RIB for det aktuelle området som hullobjektene er plassert i, oppgraderes hullobjektene MMI til 400, tilsvarende formobjektene i området.
- RIB kommuniserer til premissgiver at leveransepakken er gjennomgått og klar til videre bearbeidelse.

Prosess 4 - Koordinering av ikke godkjente hullelementer

- Premissgiver flytter de hullelementene og tilhørende tekniske føringer som er mulig å flytte etter kommentarer fra RIB.
- Premissgiver kommenterer tilbake i egen kommentarparameter hvis RIB sitt forslag ikke kan benyttes.
- Premissgiver og RIB samles eventuelt til et møte for å koordinere øvrige hulltakinger som ikke kan løses direkte ved utveksling av hulltakingsgrunnlag.
- Ved enighet endrer RIB status til godkjent på resterende hullelementer

Prosess 5 - Godkjente hulltakingsbehov innarbeides.

- Premissgiver beriker alle hullelementer i hulltakingsmodell med nødvendig info for aktuell prosjekteringsfase.
- Når hullelementer har **MMI 350**, lager RIB åpninger i egen modell for hulltakingsbehov. Generelt gjelder dette kun for utsparinger, ikke hullboringer.
- Gjelder kun for hulltaking (Utsparing eller Hullboring). Gjelder ikke Oppstikk, Sluk og innstøpningsgods.

Prosess 6 - Endring av godkjente hullelementer

Hvis hullelementer som er godkjent må flyttes eller endres gjentas prosess 2 til 5.

Avhengig av prosjekteringsfase skal flytting, endring eller sletting av godkjente hullelementer varsles på ulike måter:

- **Status MMI 300:** Premissgiver varsler RIB ved større endringer i plassering og/eller dimensjon. Dette gjelder hulltakinger som skal inn i RIB-modell ved høyere status. Mindre endringer kontrolleres samlet i hulltakingsmodellen med jevne mellomrom, for eks. før tverrfaglig modellgjennomgang.
- **Status MMI 350:** Premissgiver varsler RIB ved flytting, endring eller sletting av hulltakinger som er innarbeidet i RIB modell. Hullelementet skal gis en revisjon iht. BIM-manual. Endringer *skal* beskrives i kommenteringsparameter i hulltakingsmodell.

For status **MMI 400** gjelder det særlige forhold:

- Premissgiver må vurdere kost-/nytte ved å revidere allerede godkjente hulltakinger. Revideres godkjente hullelementer betyr det merkostnader ved at flere aktører må involveres i en ny, uplanlagt godkjenningsprosess og evt. revidere arbeidsgrunnlag. Premissgivere må derfor vurdere om det er mer formålstjenlig å la hullet beholde sin opprinnelige posisjon og tilpasse føringene.
- Før premissgiver flytter på et hullelement må det kontrolleres at hullet ikke er etablert på byggeplass. Dersom hullet allerede er etablert må hullelementet bli liggende. Videre opprettes et nytt hullelement i flyttet posisjon. RIB gjør evt. tiltak for å tette hullet som ikke er ønsket.

4.3.3 Koordinering av bærende konstruksjoner opp imot ARK

For å hindre kollisjoner og uoverensstemmelser mellom ARKs modellerte betongelementer og stålkonstruksjoner er det også viktig at er fastsatt klare prosesser på hvordan denne samhandlingen skal gjennomføres. Denne samhandlingen med ARK har i COWIs tidligere prosjekter ikke vært fastsatt i en egen prosedyre. Basert på aktivitetene som gjennomført og hvordan samhandlingen har blitt utført, er det forsøkt satt opp en hensiktsmessig prosedyre med det som anses som hensiktsmessige stegvise prosesser.

Prosess 1 – Fastsettelse av standardisert prinsipp

- ARK og RIB møtes for å vurdere hensiktsmessige prinsipper og løsninger med tanke på plassering av bærende konstruksjoner.
- ARK fastsetter endelig plassering av dekkeforanker, vegger, ringmurer, kotehøyder på dekker og søyler i forhold til etablert aksesystem.

Prosess 2 – Innarbeidelse av fastsatte plasseringer

- RIB justerer konstruktive komponenter basert på tilbakemeldingen fra ARK.
- Nødvendige utsparinger i vegger og dekker tas, og dimensjoneringen av de ulike elementene gjennomføres.
- Dimensjoner og størrelser tilpasses i henhold til gjennomførte beregninger.

Prosess 3 – ARK vurderer RIBs endringer etter gjennomførte beregninger

- ARK gjennomgår endelige fastsatte dimensjoner på søyler, bjelker, vegger og dekker og vurderer behov for eventuelle forflytninger og utfordrende områder.
- ARK justerer modell i henhold til RIBs endringer, og justerer størrelser på sjakter i forhold til behov med tanke på netto mål.
- Eventuelle forflytninger og behov for tilpasninger koordineres og løses i et tofaglig møte mellom ARK og RIB
- Når alle forhold er omforent justeres MMI nivået på elementene til MMI 300 og anses som låst med tanke på plassering i videre prosjektering.

Prosess 4 – Eventuelle behov for endringer etter låst underlag

- Ved behov for endringer av plassering på konstruktive elementer etter ferdigstilt koordinering, må RIB varsles og eventuelle endringer må kontrolleres i forhold til gjennomførte beregninger og andre statiske forhold.
- Om gjennomført kontroll tillater det, justeres både ARK og RIB sine respektive modeller.

4.3.4 Automatisk opplasting av modeller som innehar objekter og områder som tidligere er levert som arbeidsunderlag.

Gjennomføringsmetodikken som har blitt benyttet i flere større BIM prosjekter tidligere i COWI for RIB har basert seg på leveranser av en sammenstilt fagmodell med både stortegninger (tegning i et stort format med lav detaljeringsgrad som inneholder strategiske målsettinger), armeringsmodeller og formmodeller. Disse har kun blitt levert med oppdatert underlag når det i henhold til leveranseplanen skal leveres arbeidsunderlag for en ny prosjekteringspakke. I tidsrommet mellom disse leveransene foregår prosjekteringen kontinuerlig, og enkeltområder er ferdigstilt som arbeidsunderlag før avtalte frister. Disse områdene leveres likevel, før alt tilhørende den aktuelle prosjekteringspakken er ferdigstilt.

Prosedyren for innlevering av leveransene gjennomføres per i dag manuelt, for å kontrollere at underlaget som lastes opp ikke innehar utilsiktede endringer. Slik utviklingen innenfor BIM er i dag, vil mulighetene for å automatisere denne prosessen bli mer og mer aktuell i fremtidige prosjekter. Det er per i dag satt opp nattlige automatiske eksporter av arbeidsmodellene til de ulike fagene. Oppdaterte modeller tilføres prosjektenes samlemodell, som gjør at tverrfaglige koordinering innad i prosjekteringsgruppen kan gjennomføres på en bedre måte. Den samme rutinen vil også kunne implementeres for den faglige leveransemodellen. Det har derfor blitt vurdert hvilke automatiske prosesser som må etableres og gjennomføres, før man kan ta i bruk en automatisk opplasting av arbeidsunderlag hver natt.

For å sikre at tidligere levert arbeidsunderlag ikke oppdateres med utilsiktede endringer foreslås en automatisk prosess med følgende prosedyrer og steg.

1. Sammenstilling og kjøring av en automatisk kollisjonskontroll hvor oppdatert modell kontrolleres mot forrige versjon.

Basert på resultatet av denne kollisjonskontrollen vil følgende steg kunne gjennomføres.

- Ingen endringer fra forrige versjon → ny opplasting av oppdatert arbeidsmodell.
- Endringer i modell med tilført revisjonsdato → godkjennes og ny opplasting gjennomføres.
- Endringer uten revisjoner → medfører at de aktuelle elementene ikke godkjennes, og det er behov for en manuell kontroll og godkjenning før ny arbeidsmodell lastes opp.

Ved å få implementert en slik automatisk rutine, vil man sørge for at ferdigstilte områder og komponenter vil kunne videreformidles til byggeplass.

4.3.5 BGB – BIM gjennomføringsplan for bygging

Det eksisterer per i dag ingen standard som sier noe om hvordan BIM modellene som produseres skal benyttes med tanke på bygging. Det blir bare mer og mer vanlig at både konkurranse-, bygge- og driftsfasen baserer seg på modellunderlag. Det er nesten ingen grenser for hvor mye informasjon som kan legges inn i modellen med tanke på detaljeringsnivå på hvert enkelt objekt, både med tanke på geometri, parametere og FDV. Mulighetene er nærmest ubegrenset, men kan både skape forvirring og mangler om ikke de rette verktøyene benyttes og man ikke forstår hvordan man skal forstå og tolke det som er lagt inn av informasjon. Det er derfor svært viktig at det etableres førende dokumenter som både forklarer og setter krav til gjennomføringen av byggingen med tanke på bruk av modell.

Selv om det ikke foreligger noen standard på hvordan modellen skal benyttes på byggeplass, vil rådgiverfirmaer kunne hjelpe byggherrer med å utforme en gjennomføringsplan for bygging før entreprenørene i prosjektet kontraheres. Denne planen vil være med å på å legge tydelig føringer til utførende entreprenører, og vil på den måten kunne være med på å standardisere denne fasen. Ved å inkludere gjennomføringsplanen som et kravdokument i entreprenørens kontrakt, vil BIM-modellene og byggingen måtte brukes og utføres i henhold til denne.

5 Konklusjon

Etter et dypdykk i både kravdokumenter fra byggherrer med god kompetanse innenfor BIM, samt standardverk innenfor samme område vil problemstillingen som er utformet i forbindelse med oppgaven anses delvis ubesvart. Hva som er best mulig prosjektgjennomføring vil være en definisjonssak, men basert på funnene som er gjort kan man konkludere på enkelte områder. Både kravdokumentene fra byggherrer og standardverk sier mye om hvordan selve BIM-modellen skal utarbeides, og hvilke krav som stilles i forhold til parametere og informasjon som skal tilføres. Det å utforme standardiserte maloppsett for parametere i Revit som inkluderer de det stilles krav til i standardverket vil være hensiktsmessig og tidsbesparende for fremtidige prosjekter. Disse vil igjen kunne videreutvikles og tilpasses for å tilfredsstille øvrige krav som kommer fra eksempelvis Sykehusbygg og Statsbygg i prosjekter hvor de er byggherre. I tillegg til maloppsett for parametere i Revit, vil et standardisert eksportskript til IFC også være med på å effektivisere og standardisere jobben som skal gjøres opp imot nåværende krav i standardverk.

Når det kommer til selve gjennomføringen av prosjekteringsprosessen og hvordan BIM skal benyttes på byggeplass er kravene færre, noe som medfører at disse prosessene ofte er ulike fra prosjekt til prosjekt. Fastsettelse av gode rutiner på dette området vil derfor være viktig slik at prosesser og prosedyrer som krever samhandling gjennomføres på en effektiv og hensiktsmessig måte og som medfører gode resultater, og som igjen vil kunne videreføres til nye prosjekter. Det å hjelpe byggherre med å utforme en gjennomføringsplan for bygging før entreprenørene i prosjektet kontraheres, vil skape verdi og vil være med på å standardisere denne fasen. Om gjennomføringsplanen inkluderes som et kravdokument i entreprenørens kontrakt, vil den være med på å legge føringer for hvordan BIM og modellen er nødt å brukes på byggeplass.

Selv om man ønsker å standardisere prosessene for å effektivisere prosjekteringsprosessen, er det viktig at disse hele veien vurderes og revideres i takt med utviklingen som skjer i bransjen og i verktøyene som er tilgjengelig. Gjøres ikke dette vil denne standardiseringen ha motsatt effekt og vil hindre utvikling innenfor BIM og medføre at prosjekter ikke gjennomføres så effektivt som de potensielt kunne blitt gjennomført.

5.1 Videre arbeid

Da denne oppgaven har blitt utformet gjennom en begrenset tidsperiode, er det mange andre sentrale momenter knyttet til gjennomføringen av BIM prosjekter som kunne vært vurdert. Det å se på forskjellene i forhold til prosjektgjennomføringen med tanke på entreprisform, samt bredere tverrfaglige prosedyrer hvor behovet for samhandling eksisterer, ville vært naturlige områder og sett nærmere på om tiden hadde strukket til.

6 Referanser

Dalland, O (2007). Metode og oppgaveskriving for studenter (4 utgave). Gyldendal akademisk, ISBN 978-82-05-34818-9

RIF (2022). 9805 MMI – Modell modenhets indeks (digitalt produkt)
<https://rif.no/product/9805-modell-modenhets-indeks-mmi/> (12.02.2022)

RIF (2019). RIB – Rådgivende ingeniør byggeteknikk, ytelser fra rådgiver
<https://rif.no/wp-content/uploads/2019/11/RIF-veileder-om-r%C3%A5dgiverytelser-og-grensesnitt-RIB-oppdateret.pdf> (28.02.2022)

Norsk standard (2008). NS 8405:2008 - Norsk bygge- og anleggskontrakt, utgave 2,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=347202>

Norsk standard (2011). NS 8407:2011 - Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser, utgave 1,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=489899>

Norsk standard (2018a). NS-EN ISO 19650-1:2018 - Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) - Informasjonsforvaltning med BIM — Del 1: Begreper og prinsipper, utgave 2018-12,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1131728>

Norsk standard (2018b). NS-EN ISO 19650-2:2018 - Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) - Informasjonsforvaltning med BIM — Del 2: Prosjektfasen, utgave 2018-12,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1132002>

Norsk standard (2021a). NS 8360-1:2021 - BIM-objekter for byggverk - Del 1: Modellpraksis, navngivning, typekoding og egenskaper, utgave 1.0,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1387601>

Norsk standard (2021b). NS 8360-2:2021 - BIM-objekter for byggverk - Del 2: Egenskaper for identifikasjon i digitale modeller og merking i byggverk, utgave 1.0,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1387604>

BuildingSMART (2022). Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction,
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>

Nordconsult (2022). VDC, <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/vdc/>

Statsbygg (2022). BIM, <https://www.statsbygg.no/bim>

7 Vedlegg

Vedlegg 1: SIMBA- Statsbyggs BIM-krav 2.0, Veiledning

Vedlegg 2: Krav til BIM (4 dokumenter samlet), Sykehusbygg

