

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



## **I. Forord**

Denne masteroppgaven er utformet ved Institutt for matematiske realfag og teknologi (IMT) ved Universitet for Miljø- og Biovitenskap våren 2013. Oppgaven omfatter 30 studiepoeng og avslutter min mastergrad i industriell økonomi med byggeteknikk og økonomistyring.

Tema for oppgaven er bruk av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) i prosjekteringen av et byggeprosjekt. Oppgaven inneholder både teoretiske og praktiske aspekter ved bruk av BIM-gjennomføringen i et byggeprosjekt, med vekt på prosjekteringen. Jeg har vært i kontakt med ulike aktører i forbindelse med undersøkelsen, og ønsker å takke alle informantene som har stilt opp til intervju.

Masteroppgaven er et resultat av selvstendig arbeid, som til tider har vært utfordrende. Jeg vil takk alle nære og kjære som har gitt støttende og oppmuntrende innspill underveis i prosessen.

Jeg ønsker til slutt å takke min veileder førsteamanuensis Leif Daniel Houck for god hjelp underveis i arbeidet.

Universitetet for Miljø- og Biovitenskap  
Mai 2013

June Carlsen

## II. Sammendrag

Masteroppgaven har tittelen *BIM-prosjektering – med særlig fokus på de ulike aktørenes oppfatning av effektiv gjennomføring.*

Hensikten med oppgaven er å se hvordan de ulike aktørene i ett og samme prosjekt korrelerer i deres oppfatning av BIM. Undersøkelsen blir gjennomført på bakgrunn av litteratursøk, teori, caseprosjekt, diskusjon og analyse. I tillegg er det interessant å få klarhet i bruken av BIM i gjennomføring av prosjekteringen og hvordan det påvirker den totale gjennomføringen av et byggeprosjekt. Problemstillingen lyder som følgende:

Hvordan oppfattes BIM-gjennomføringen av et byggeprosjekt hos de ulike aktørene i prosjekteringen?

For å belyse og besvare problemstillingen har oppgaven tatt utgangspunkt i gjeldende litteratur og forskning. Videre ble det gjennomført dybdeintervjuer av ulike aktører på et byggeprosjekt. I lys av litteraturstudien og caseprosjektet er problemstillingen diskutert.

Resultatene fra analysen bærer preg av at de ulike aktørene har ulik formening om definisjonen av BIM, definisjonen av et BIM-prosjekt og hva BIM kan brukes til. Totalt sett er BIM-satsningen fragmentert og lite samordnet. BIM handler mer om måten man samhandler på, fremfor hvilke verktøy man bruker. BIM-prosjekter har ulike nivåer, de avhenger av hvor mye informasjon som skal legges inn i modellen og hva informasjonen skal brukes til. Til tross for ulike meninger om BIM, er det også noen faktorer som korrelerer hos aktørene.

Grunnlaget for prosjekteringen må være på plass, slik at det er en felles forståelse for resultatet. BIM kan bidra en rekke fordeler. For en effektiv BIM-gjennomføring er det nødvendig med følgende faktorer:

- ✓ Felles ambisjonsnivå for BIM-prosjektet
- ✓ ALLE fag må bidra, og inkluderes i prosjekteringen
- ✓ Strengere beslutningsplan gjennom prosjekteringsfasene
- ✓ Strengere prosjektstyring
- ✓ Tidligere samhandling og tettere samarbeid
- ✓ Kompetanseheving
- ✓ Fordele ansvar

### III. Abstract

The title of the master thesis is, *BIM-design – the various participants and their perception of efficient execution.*

The purpose of the exercise is to see how the various participants in the same building project correlates to their perception of BIM. On the basis of literature, theory, case project, discussion and analysis, the research is being conducted. In addition, it is interesting to clarify the use of BIM in the execution of the design and how it affects the overall completion of a construction project. The research question is:

How is BIM execution perceived in a construction project by various participants in the design phase?

Based on current literature and research, the problem and answer to the question is illustrated. It was conducted interviews with the various participants. The research is discussed based on the literature and a case study project.

The results of the analysis reflect the different participants have different opinions on the definition of BIM, the definition of a BIM-project and where to use BIM. The BIM initiative is overall fragmented and poorly coordinated. BIM is more about the way to interact, rather than what tools to use. BIM-projects have different levels, depending on the amount of information to put in the model and what information to use. Despite different opinions about BIM, there are also some factors that correlate with the participants.

The basis of the design phase must be in place so there is a common understanding of the result. BIM advantages are no secret. The following factors are required for an effective BIM execution:

- ✓ Shared ambitions for the BIM-project
- ✓ ALL subjects must contribute, and including in the planning
- ✓ Stricter decision plan through the design phases
- ✓ Stricter project management
- ✓ Interaction and closer cooperation from an early stage
- ✓ Higher demand of competence
- ✓ Distribute responsibility

---

## Innhold

|             |                                   |            |
|-------------|-----------------------------------|------------|
| <b>I.</b>   | <b>Forord</b> .....               | <b>I</b>   |
| <b>II.</b>  | <b>Sammendrag</b> .....           | <b>II</b>  |
| <b>III.</b> | <b>Abstract</b> .....             | <b>III</b> |
|             | <b>Innhold</b> .....              | <b>IV</b>  |
|             | <b>Figurliste</b> .....           | <b>VI</b>  |
|             | <b>Tabelliste</b> .....           | <b>VII</b> |
| <b>1.</b>   | <b>Introduksjon</b> .....         | <b>1</b>   |
| 1.1         | Bakgrunn.....                     | 1          |
| 1.2         | Problemstilling.....              | 2          |
| 1.3         | Avgrensning.....                  | 2          |
| 1.4         | Oppgavens oppbygging.....         | 2          |
| <b>2</b>    | <b>Metode</b> .....               | <b>5</b>   |
| 2.1         | Samfunnsvitenskapelig metode..... | 5          |
| 2.2         | Strategi for utvelgelse.....      | 7          |
| 2.3         | Gjennomføringen.....              | 8          |
| 2.4         | Datakvalitet.....                 | 9          |
| 2.5         | Feilkilder.....                   | 11         |
| <b>3</b>    | <b>Teori</b> .....                | <b>13</b>  |
| 3.1         | Prosjekt.....                     | 13         |
| 3.2         | Gjennomføringsmodeller.....       | 23         |
| 3.3         | BIM.....                          | 28         |
| <b>4</b>    | <b>Caseprosjektet</b> .....       | <b>37</b>  |
| <b>5</b>    | <b>Resultater</b> .....           | <b>39</b>  |
| 5.1         | Definisjon av BIM.....            | 39         |
| 5.2         | Prosjektstyring.....              | 45         |
| 5.3         | Prosjektering.....                | 47         |
| 5.4         | Prosjekteringsfaser.....          | 51         |
| 5.5         | Fremdrift.....                    | 53         |
| 5.6         | Tid, kostnad og kvalitet.....     | 57         |

-INNHold-

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.7      | Kommunikasjon og informasjonsflyt .....  | 62        |
| 5.8      | Erfaring og overføring av kunnskap ..... | 65        |
| 5.9      | Potensial og muligheter .....            | 67        |
| <b>6</b> | <b>Diskusjon .....</b>                   | <b>71</b> |
| 6.1      | Definisjon av BIM .....                  | 71        |
| 6.2      | Prosjektstyring .....                    | 73        |
| 6.3      | Prosjektering .....                      | 74        |
| 6.4      | Prosjekteringsfaser .....                | 76        |
| 6.5      | Fremdrift .....                          | 77        |
| 6.6      | Tid, kostnad og kvalitet .....           | 78        |
| 6.7      | Kommunikasjon og informasjonsflyt .....  | 79        |
| 6.8      | Erfaring og overføring av kunnskap ..... | 80        |
| 6.9      | Potensial og muligheter .....            | 80        |
| <b>7</b> | <b>Konklusjon .....</b>                  | <b>81</b> |
| <b>8</b> | <b>Veien videre .....</b>                | <b>82</b> |
|          | <b>Litteraturliste .....</b>             | <b>83</b> |

---

## Figurliste

|  |    |
|--|----|
| Figur 1 Oppgavens oppbygging. Illustrasjon: June Carlsen .....   | 3  |
| Figur 2 Styringsløyfen fritt etter (Westhagen et al. 2008).....  | 14 |
| Figur 3 Gjensidig avhengighet mellom styringsfaktorene. Fritt etter (Westhagen et al. 2008).....                                     | 15 |
| Figur 4 Totale kostnader og prosjekteringstid (Meland 2009) .....  | 16 |
| Figur 5 Byggeprosessen illustreres med funksjonelle faser. Fritt etter (Lædre 2009; Westgaard et al. 2010) .....                     | 17 |
| Figur 6 Prosjekteringsfaser. Fritt etter (Westgaard et al. 2010).....  | 18 |
| Figur 7 De ulike alternativer munner ut i en beslutning som danner grunnlag for rammesøknad. Illustrasjon: June Carlsen.....         | 20 |
| Figur 8 Ulike gjennomføringsmodeller. Illustrasjon: June Carlsen.....  | 23 |
| Figur 9 BIM inkluderer mye. Illustrasjon: June Carlsen.....  | 29 |
| Figur 10 Gjengivelse fra modellen kan forveksles med et fotografi. (Livingston 2008) .....   | 30 |
| Figur 11 BIM bidrar til synliggjøring av alle komponenter i et byggeprosjekt (Livingston 2008) .....                                 | 30 |
| Figur 12 buildingSmart standard fritt etter (buildingSMART 2012).....  | 31 |
| Figur 13 MacLeamy curve (Light 2011).....  | 34 |
| Figur 14 Byggherre om BIM som verktøy. Illustrasjon: June Carlsen .....  | 39 |
| Figur 15 PLT om BIM. Illustrasjon: June Carlsen.....   | 40 |
| Figur 16 BIM-koordinatoren om BIM. Illustrasjon: June Carlsen .....  | 41 |
| Figur 17 PREFAB om BIM-prosjektering. Illustrasjon: June Carlsen.....  | 42 |
| Figur 18 RIB: 3D er ikke det samme som BIM. Illustrasjon: June Carlsen .....   | 42 |
| Figur 19 RIB/RIE: 3D-modell med informasjon er ikke BIM. Illustrasjon: June Carlsen .....  | 43 |
| Figur 20 RIV/RIE om BIM-utviklingen. Illustrasjon: June Carlsen .....  | 43 |
| Figur 21 Ulike definisjoner om BIM. Illustrasjon: June Carlsen.....  | 44 |
| Figur 22 RIV/RIE er ikke inkludert i prosjekteringen. Illustrasjon: June Carlsen .....   | 47 |
| Figur 23 Bruk av BIM fra tidligfase, gjennom prosjektering, utførelse og videre bruk i driftsfasen. Illustrasjon: June Carlsen ..... | 51 |
| Figur 24 Fordeling over størst arbeidspress for aktørene gjennom prosjekteringsfasen. Illustrasjon: June Carlsen.....                | 53 |
| Figur 25 BIM-utvikling over tid. Illustrasjon: June Carlsen .....  | 72 |
| Figur 26 Styringsløyfen viser de grunnleggende faktorene for prosjektstyring. (Westhagen et al. 2008).....                           | 74 |
| Figur 27 MacLeamy curve illustrerer tidligere samhandling med BIM-prosjektering(Eastman et al. 2011) .....                           | 77 |

Figur 28 Styringsfaktorene, tid, kostnad og kvalitet. Fritt etter (Westhagen et al. 2008)  
..... 78

## Tabelliste

|  |    |
|--|----|
| Tabell 1 Kvantitativ og kvalitativ metode .....  | 6  |
| Tabell 2 Fordeler og ulemper ved utvelgelse .....  | 8  |
| Tabell 3 Separasjonsbasert- eller integrasjonsbasert strategi. (Lædre 2006) .....  | 24 |
| Tabell 4 Definisjon av BIM og BIM-prosjektering.....   | 44 |
| Tabell 5 Karakter for prosjektstyring.....   | 45 |
| Tabell 6 Oversikt over hvem som er fornøyd med prosjekteringen.....  | 50 |
| Tabell 7 Oversikt over hva som er viktig for god prosjektering.....  | 50 |
| Tabell 8 Bruk av BIM-manual i prosjekteringen .....  | 53 |
| Tabell 9 BIM-prosjektering fører til endringer i fremdriften.....  | 57 |
| Tabell 10 Aktørenes syn på prosjekteringskostnader med BIM.....  | 61 |
| Tabell 11 Oversikt over tid til prosjekteringen.....   | 61 |
| Tabell 12 Ifc-problemer og årsaker til problemene.....   | 65 |
| Tabell 13 Meninger om Prosjektlassen .....   | 65 |
| Tabell 14 Erfaring og overføring av kunnskap .....   | 67 |
| Tabell 15 Oversikt over potensial og muligheter for BIM-prosjektering .....  | 70 |
| Tabell 16 Sammenheng mellom informanter som ikke er fornøyd med prosjekteringen<br>og de som mener det må være strengere styring ..... | 75 |





## 1. Introduksjon

Første kapittel gir et innblikk i bakgrunn for valg av tema og presenterer problemstilling for masteroppgaven. Det kommer deretter en naturlig avgrensning for oppgave, før oppgavens oppbygging presenteres.

### 1.1 Bakgrunn

Bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) er en voksende næring i Norge, som får økende konkurranse fra utenlandske BAE-bedrifter. (Bygballe 2011) Aktørene blir presset til å gjennomføre prosjektene til en høy kvalitet på kortest mulig tid. Det gjør at næringen stadig må utvikle seg i riktig retning for å holde lønnsomheten oppe. Lønnsomhet i prosjekter handler om kunnskap, erfaring og verktøy for å lage en riktig gjennomføringsstrategi i tide, deretter drive prosjektet med tett oppfølging. (Advansia 2013)

Mange aktører i byggenæringen har innsett at evne til samarbeid er viktig for et godt resultat. BAE-bedriftene er svake på innovasjon, noe som kan forklares med næringens prosjektbaserte natur (Bygballe 2011): *"det skjer mye læring i prosjekter, men problemet er å dra nytte av denne læringen"*. BAE-bedriftene har mye å hente gjennom blant annet bedre samspill mellom leddene i verdikjeden. Næringen har behov for forskningsbasert kunnskap, kommersiell kunnskap og erfaringskunnskap. Driverne for utviklingen av denne type kunnskap er blant annet profesjonelle flergangsbyggheier og innovative entreprenører. (Bygballe 2011)

BIM er teknologi i utvikling, som i dag blir brukt på en lite konsistent måte. Aktørene i næringen har ulik erfaring og kompetanse med bruk av BIM i praksis. Ved riktig bruk kan BIM bedre forståelsen og gjennomføringen av byggeprosjekter. (Berg 2008) BIM kan sees på som en plattform for samarbeid i prosjekter gjennom hele prosjektets livssyklus. Det er derfor interessant å se hvordan de ulike aktørene oppfatter prosjektgjennomføringen med bruk av BIM.

Prosjektering er selve grunnlaget for gjennomføringen av et prosjekt. Nysgjerrigheten for hvordan BIM-prosjektering oppfattes i bransjen utgjorde grunnlaget for valg av tema for oppgaven. Hvordan ny teknologi blir tatt i mot for å øke lønnsomheten av prosjekter og hvordan det kan bidra til bedre samarbeid og tverrfaglig forståelse, ble utgangspunktet for den videre undersøkelse.

*"The best way to predict the future is to invent it"*.

– Alan Kay (Krygiel & Nies 2008)

## 1.2 Problemstilling

Med denne masteroppgaven ønsker forfatteren å se på gjennomføringen av prosjekteringsfasen knyttet opp mot prosjekter som gjennomføres med BIM. Ved bruk av dybdeintervjuer av aktuelle kandidater på et boligbyggeprosjekt er det ønskelig å se hvordan aktørene oppfatter effektiv gjennomføring av et BIM-prosjekt. På bakgrunn av dette, har oppgaven følgende problemstilling:

Hvordan oppfattes BIM-gjennomføringen av et byggeprosjekt hos de ulike aktørene i prosjekteringen?

Formålet med oppgaven er å se hvordan de ulike aktørene i ett og samme prosjekt korrelerer i deres oppfatning av BIM. Undersøkelsen blir gjennomført på bakgrunn av litteratursøk, teori, caseprosjekt, diskusjon og analyse. I tillegg er det interessant å få klarhet i bruken av BIM i gjennomføring av prosjekteringen og hvordan det påvirker den totale gjennomføringen av et byggeprosjekt.

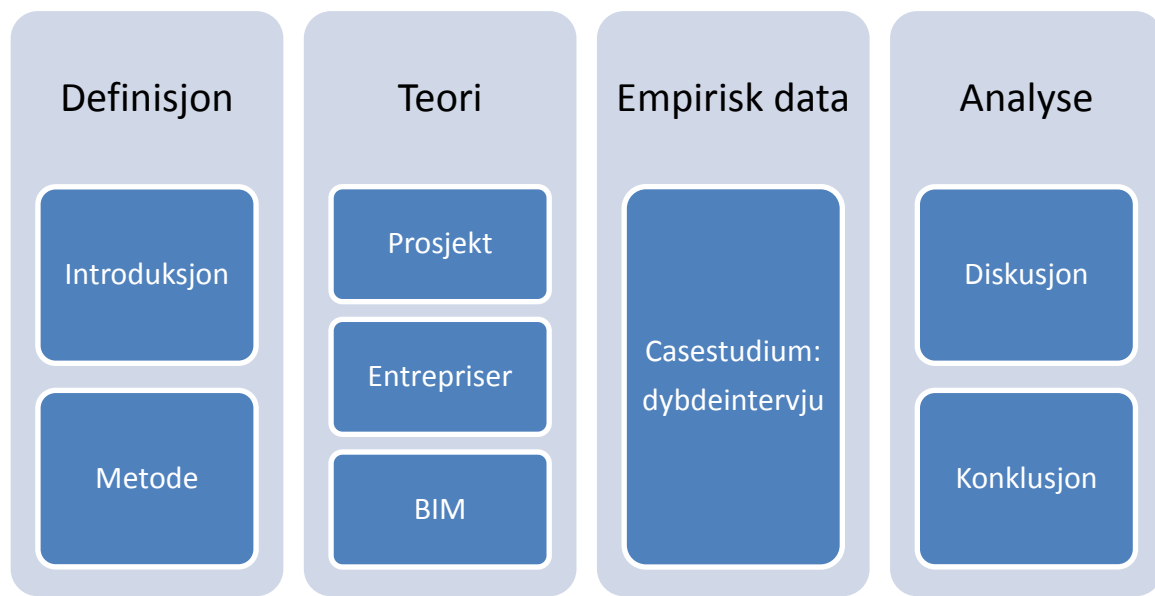
## 1.3 Avgrensning

En masteroppgave ved sivilingeniørutdanningen ved UMB innebærer 30 studiepoeng og gjennomføres i denne oppgaven av en masterstudent. På bakgrunn av dette er følgende avgrensninger gjort:

- Masteroppgaven avgrenses til å ha hovedfokus på prosjekteringsfasen i byggeprosjekt.
- Oppgaven tar utgangspunkt i ett boligbyggeprosjekt.
- Oppgaven tar utgangspunkt i et begrenset antall aktører.
- Oppgaven tar utgangspunkt i norske prosjekter og norsk byggeskikk.

## 1.4 Oppgavens oppbygging

Oppgaven består av en definisjonsdel, en teoridel, en empirisk del og til slutt en analysedel. De er igjen delt inn i flere kapitler, se figur 1. Illustrasjonen viser oppgavens oppbygging, med tilhørende forklaring for hvert kapittel under.



Figur 1 Oppgavens oppbygging. Illustrasjon: June Carlsen

**Kapittel 1 Introduksjon**

**Kapittel 2 Metode**

**Kapittel 3 Teori**

**Kapittel 4 Caseprosjekt**

**Kapittel 5 Resultat**

**Kapittel 6 Diskusjon**

**Kapittel 7 Konklusjon**

**Kapittel 8 Veien videre**

**Kapittel 9 Litteraturliste**

**Vedlegg**



## 2 Metode

I andre kapittel blir valg av metode belyst. Først blir samfunnsvitenskapelig metode introdusert, deretter blir kvalitativ og kvantitativ metode beskrevet. Videre blir metode og fremgangsmåte forklart for å kunne belyse valgt problemstilling best mulig. Til slutt blir undersøkelsens kvalitet i form av pålitelighet og troverdighet diskutert.

### 2.1 Samfunnsvitenskapelig metode

*"Metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder". – Vilhelm Aubert 1985*

(Dalland 2012;s. 196)

Metode kommer av det greske ordet *methosos*, og betyr å følge en bestemt vei mot et mål. Metode dreier seg om å undersøke om teoretiske antagelser kan stemme overens med den virkelige verden eller ikke. Det handler om å samle inn, tolke og analysere data, som er en sentral del av empirisk forskning. Samfunnsvitenskap handler om mennesker, som kan ha meninger om seg selv og andre. Det er derfor viktig å være grundig, systematisk og åpen. Oppfatninger og meninger er stadig i endring, noe som gjelder forskeren og deltakerne. Samfunnsvitenskapens studieobjekt er svært komplekst og består av kommuniserende og tolkende mennesker. (Johannessen et al. 2010)

#### 2.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Samfunnsvitenskapen skiller ofte mellom to hovedformer for metodisk tilnærming, kvantitative og kvalitative. Hovedforskjellen mellom dem er bruken av tall. (Johannessen et al. 2010)

Kvantitativ metode forholder seg til data i form av kategoriserte fenomener som måles i tall og enheter. Metoden er basert på få opplysninger om *mange* objekter. Det vil si at det er få variabler og et større antall undersøkelsesenheter. (Dalland 2012) Kvantitative data samles ofte inn ved spørreskjema med svaralternativ, og dataene analyseres *statistisk* hvor hensikten er å kartlegge utbredelse. Graden av formalisering og struktur er høy. Fordelen med forskningsmetoden er at man får en stor dybdekunnskap om enkeltforhold, i tillegg til at resultatene er målbare. Analyse og presentasjon av data illustreres visuelt med grafer, tabeller og figurer. (Johannessen et al. 2010)

Kvalitativ metode kjennetegnes ved at man ønsker å gå i dybden og danne seg et helhetlig bilde av det man ønsker å forske på. Fra et mindre antall personer, som kan betegnes som informanter, ønsker man å få mye informasjon eller data fra. Direkte observasjon, forskningsintervju, skrevne dokumenter og lyd- og bildematerialet er de vanligste formene for innsamling av kvalitativ data. Data fra observasjoner er ofte detaljerte beskrivelser av menneskers aktiviteter, handlinger og atferd samt mellommenneskelige samhandling og organisatoriske prosesser. Observasjon er vanligvis en ressurs- og tidkrevende metode. I situasjoner hvor kunnskap ikke er formulerbar kan observasjon være nødvendig for å skaffe gyldig kunnskap. (Johannessen et al. 2010) Forskningsintervjuet defineres som en samtale med struktur og formål, med mer eller mindre systematiske spørremetoder. Temaet for intervjuet er gitt av forskeren, og svar fra informanten blir kritisk fulgt opp. Ofte er det mer en dialog enn rene spørsmål og svar. Formålet med forskningsintervju er å innhente innsikt om intervjupersonens verden fra informantens eget perspektiv. (Kvale 1997) Analyse og presentasjon er i fortolkning av data i form av tekst, lyd og bilde. Det er hensiktsmessig å benytte dersom man ikke kjenner fenomenet særlig godt eller som det er forsket lite på. (Johannessen et al. 2010)

Tabell 1 Kvantitativ og kvalitativ metode

| <b>Kvantitativ metode</b>                       | <b>Kvalitativ metode</b>                  |
|---|---|
| Bredde  | Dybde                                     |
| Mange enheter                                   | Få enheter                                |
| Få variabler                                    | Mange variabler                           |
| Kunnskap om enkeltforhold                       | Helhetlig bilde                           |
| Forskeren finner kunnskap til slutt             | Forskeren finner kunnskap underveis       |
| Statiske mål fra tallmaterialet                 | Forskerens vurdering bestemmer resultatet |
| Resultatet presenteres i tallbasert informasjon | Resultatet presenteres som tekstformat    |

Tabell 1 viser forskjeller mellom kvantitativ og kvalitativ metode. De to hovedformene kan også kombineres.

### 2.1.2 Casestudier

En casestudie er i følge den svenske metodelitteraturen et fallstudium, noe som understreker betydningen av at det er ett eller noen få tilfeller som studeres grundig. Casestudier kjennetegnes, i følge Yin, ved at forskeren henter inn masse informasjon fra noen få enheter eller caser over kortere eller lengre tid, gjennom detaljert eller omfattende datainnsamling. Casestudier gjennomføres ofte ved kvalitative tilnærminger og gir innsikt i dybden. (Johannessen et al. 2010)

### 2.1.3 Kvalitative intervjuer

Fordelen med et kvalitativt intervju er åpenheten. Det finnes ingen standardmodeller eller regler for en intervjuundersøkelse basert på ustandardiserte, kvalitative intervjuer. Svarene formuleres av informantene med egne ord. De siste årene er også signifikant kunnskap fra enkeltpersoner godkjent som generaliserbar forskning. (Kvale 1997)

Temaet for det kvalitative forskningsintervjuet er informantens verden og dens eget forhold til den. Intervjuet har som formål å tolke meningen med sentrale temaer i informantens verden. (Kvale 1997) Den mest utbredte formen for kvalitative intervjuer er semistrukturerte intervjuer. Begrepet semistrukturert betyr halvstrukturert eller delvis strukturert. Intervjuet baseres på intervjuguider. En intervjuguide er en liste over temaer og generelle spørsmål som skal gjennomgås i løpet av intervjuet. De ulike temaene gjenspeiler problemstilling som undersøkelsen skal belyse. Delvis strukturerte intervjuer kan gi god balanse mellom standardiseringen og fleksibilitet. (Johannessen et al. 2010; Kvale 1997)

### 2.1.4 Induktiv og deduktiv tilnærming

Litteraturen skiller mellom induktiv og deduktiv tilnærming, som beskriver forholdet mellom empiri og teori.

#### Induktiv tilnærming

”Fra empiri til teori”

Induktiv tilnærming har en strategi om å samle inn data, uten noe teoretisk utgangspunkt, for å komme frem til generelle mønstre som kan gjøres til teorier eller generelle begreper. Kortfattet kan man si at induktiv tilnærming går ut på å trekke slutninger fra det spesielle til det mer allmenne. (Johannessen et al. 2010)

#### Deduktiv tilnærming

”Fra teori til empiri”

Deduktiv tilnærming betyr rettete sagt en utledning fra det generelle til det konkrete. Generelle hypoteser testes ved hjelp av empiriske data. (Johannessen et al. 2010)

Erfaringen viser at det nødvendigvis ikke er like lett å smelte sammen teori og empiri, da mye empirisk forskning er teorifattig. Det er viktig å ha en pragmatisk tilnærming, der man gjennomfører undersøkelsen med sikte på best mulig å kunne besvare undersøkelsens problemstilling. (Johannessen et al. 2010)

## 2.2 Strategi for utvelgelse

*”Hvis du vil vite hvordan folk oppfatter verden og livet sitt, hvorfor ikke spørre dem?”*

(Dalland 2012: s. 150)



Med utgangspunkt i oppgavens problemstilling vil det være naturlig å benytte seg av en kvalitativ forskningsmetode. Oppgaven har som formål å se et fenomen, BIM-gjennomføringen av byggeprosjekter, sett fra ulike aktørers øyne. Oppgaven søker å skape et helhetlig bilde omkring problemstillingen. Forfatteren har valgt å konsentrere seg om en case, og gjennomføre kvalitative intervjuer av byggherre, arkitekt, rådgivere og totalentreprenør i et prosjekt, som ble utgangspunkt for utvelgelse av informanter.

Undersøkelsen krever flere synspunkter fra aktørene, og det ble viktig å gå i dybden for å få tilstrekkelig informasjon av informantene. Et caseprosjekt ble valgt og sentrale nøkkelpersoner ble kontaktet for å høre om de var villige til å stille til intervju. To personer avslo, mens syv hadde positiv respons. Tidspunkt for intervju ble avtalt, og alle intervjuene ble gjennomført innen et kort tidsrom. Det er både fordeler og ulemper ved en slik utvelgelse. Disse presenteres i tabell 2.

**Tabell 2 Fordeler og ulemper ved utvelgelse**

| <b>Fordeler</b>   | <b>Ulemper</b>  |
|---|---|
| Spisser oppgaven<br>Aktørene er engasjert i prosjektet<br>Alle aktører er tilgjengelig for intervju | Prosjektet pågår, kan være stressende<br>Kan ikke måle hvordan prosjektet er ved avslutning<br>Kan ikke generalisere fra ett prosjekt |

Tabell 2 viser fordeler og ulemper ved en slik utvelgelse. Det var sentralt for oppgaven å få med aktører i et caseprosjekt, slik at alle hadde samme utgangspunkt. Informantene har dermed innsikt i samme prosjekt, samtidig som de har mulighet til å snakke på et generelt grunnlag. Casen som ble valgt var ikke ment for å være et pilotprosjekt, men det var ønskelig å finne status på et hvilket som helst byggeprosjekt. Undersøkelsen er anonym, dette for å få informantene til å fremstå ærlige og troverdige.

## **2.3 Gjennomføringen**

Forskningsprosessen for mastergradsarbeidet går over fire faser: (Johannessen et al. 2010)

1. Forberedelse
2. Datainnsamling
3. Dataanalyse
4. Rapportering

### **2.3.1 Forberedelse**

I begynnelsen av prosessen ble tema, formål og problemstilling valgt. Det ble foretatt litteraturstudium for å finne bakgrunnsinformasjon for oppgaven. Litteratursøket er gjennomført i databaser til UMB, gjennom anbefalinger fra veileder og google scholar. Søkene har i hovedsak dreid seg om emneord som gjennomføring, faser, BIM, entreprise, prosjekt og prosjektering. Litteratursøket har resultert i flere gode kilder, men enkelte tema er det mindre tilgjengelig litteratur.

Før intervjuene ble en intervjuguide utarbeidet og sendt til informantene i forkant av intervjuene.

### **2.3.2 Datainnsamling**

Det er gjennomført totalt syv semistrukturerte dybdeintervju. Alle intervjuer ble tatt opp for et mest mulig pålitelig gjengivelse. Formålet med det kvalitative forskningsintervjuet er å samle informasjon om intervjupersonens verden, spesielt med hensyn til tolkninger av meninger med fenomenene som blir beskrevet.

### **2.3.3 Dataanalyse**

Data som ble samlet inn, ble analysert og tolket av forfatter. I analyse av kvalitativ data bearbeides tekst flere ganger. I og med at analysene baserer seg på et utvalg, vil det være usikkerhet knyttet til resultatene, og usikkerheten kan beregnes ved hjelp av forskjellig slutningsstatistikk.

### **2.3.4 Rapportering**

Masteroppgaven er selve rapporten av undersøkelsen. Der formidles resultatene og presenteres i forskjellige kapitler.

## **2.4 Datakvalitet**

Ved innhenting av informasjon er det viktig å vurdere informasjonen med tanke på reliabilitet og validitet. Innen kvalitative undersøkelser er det begrep som pålitelighet, troverdighet, overførbarhet og bekreftbarhet mål på kvalitet. (Johannessen et al. 2010)

### **2.4.1 Reliabilitet (Pålitelighet)**

Reliabiliteten i litteraturstudien anses som god ettersom utvalget av litteratur er sporbar. Kildehenvisningene gjør det mulig å spore opp kildene ved en eventuell etterprøvbarehet. Litteraturen må sees i sammenheng med problemstillingene for oppgaven. Kildene anses som pålitelige ettersom store deler av litteraturen er hentet fra fagbøker, forskningsrapporter og – artikler, og bedriftsmodeller.

Det er stor sannsynlighet at informantene vil tilegne seg nye erfaringer ved en eventuell etterprøving da bransjen er i kontinuerlig utvikling. Svarene kan da avvike noe fra det som kommer frem i denne oppgaven. Jo lengre tid det tar før en eventuell etterprøver dess større er sannsynligheten for synkende reliabilitet. Bortsett fra dette er det grunn til å tro at informantene omtrent vil gi samme informasjon ved en eventuell etterprøving. Det er vanskelig å måle om informantene har vært ærlige på de spørsmålene som ble stilt under intervjuene. Det er prøvd å legge til rette for ærlighet og åpenhet ved å anonymisere svarene som ble gitt, slik at informantene kunne komme med personlige meninger.

Det har vært fokus på å stille noe av de samme spørsmålene til de ulike informantene, selv om spørsmålene er tilpasset til ulike aktørene. Reliabiliteten kunne vært bedre dersom utvalget av informantene hadde vært større, og hvis spørsmålene ikke hadde vært åpne. Ved å ha åpne spørsmål er det en risiko for å få ulike svar ved en eventuell etterprøving. Det er en fordel ved å gjennomføre intervjuene muntlig, da det gir kontroll på om spørsmålene oppfattes riktig.

#### **2.4.2 Troverdighet (intern validitet)**

I forskningslitteraturen brukes begrepet validitet om hvor godt eller relevant data representerer fenomenet. (Johannessen et al. 2010) Den kvalitative forskningen kan gi valid, vitenskapelig kunnskap ved å måle hvilken grad en metode undersøker det den er ment til å undersøke. (Kvale 1997)

Validitet i kvalitative undersøkelser dreier seg om i hvilken grad forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten. (Johannessen et al. 2010) Det er foretatt intervjuer, samtidig som forskeren har deltatt på seminarer og presentasjoner om ulike tema av fenomenet for å frembringe troverdige resultater. Troverdigheten handler også om den grad intervjuobjektene har relevant kunnskap om temaet for intervjuet. Informantene jobber daglig med tematikken, noe som minimerer risiko og forskeren mener å ha kommet nær relevant kompetanse. Spørsmålene under intervjuet kan også være feil formulert, noe som kan føre til at en ikke har fått svar på det som etterspørres. Begreper ble introdusert i begynnelsen av hvert intervju for å minimere feil begrepsoppfatning.

Informantene hadde mulighet til å få avklart uklarheter både før, under og etter at intervjuet var gjennomført. Fysisk tilstedeværelse og direkte dialog med informantene gir høy validitet. Validiteten er forsøkt styrket ved å benytte lydopptak under intervjuene. I tillegg er det prøvd å oppnå høy validitet ved å fremstille oppgaven strukturert og ryddig.

### 2.4.3 Overførbarhet (ekstern validitet)

Ved kvalitative undersøkelser snakker man om overføring av kunnskap i stedet for generalisering, fordi det siste gir assosiasjoner til statistisk generalisering og kvantitative studier. En undersøkelses overførbarhet dreier seg om hvorvidt det lykkes å etablere beskrivelse, begreper, fortolkninger og forklaringer som er nyttige på andre områder enn det som studeres. (Johannessen et al. 2010)

Opplysningene fra undersøkelsen er systematisert og analysert. Det dreier seg om et forenklet, men typisk bilde av den opprinnelige virkeligheten. Undersøkelsen er et boligbyggeprosjekt, som kan overføres til lignende tilfeller.

### 2.4.4 Bekreftbarhet (objektivitet)

Resultatet av forskningen er objektive. Resultatene fra den kvalitative undersøkelsen kan bekreftes i noen grad av andre forskere gjennom tilsvarende undersøkelser. En svakhet ved denne undersøkelsen er at det kun er én case, dersom det hadde vært flere prosjekter ville resultatene vært enda mer objektive. Undersøkelsen er foretatt i et kort tidsrom, slik at fremdriften i prosjekteringen ikke skal kunne påvirke resultatene.

## 2.5 Feilkilder

Det er viktig å merke seg at det finnes flere potensielle feilkilder i grunnlaget som er benyttet i ulike oppgaver. Undersøkelser vil omtrent alltid ha feilkilder som kan være knyttet til litteraturstudien og til intervjuene. Litteratur som er hentet fra forelesningsnotater, forskningsrapporter og forretningsmodeller er en viktig del av oppgaven. Kildene er sporbare, men reliabiliteten kan være noe lavere enn faglitteratur.

Definisjonene som forfatteren benytter er ikke nødvendigvis gjeldene. Det er prøvd å finne god litteratur ved å velge riktige databaser, søkeord og søkestrategi. Intervjuguiden ble innledet med en presentasjon av oppgavens problemstilling og tematikk. Det kan ha ført til at intervjuobjektene forteller det forfatteren ønsker å høre. I et intervju ligger det selvsagt en mulig feilkilde i selve kommunikasjonsprosessen. Tolkning av både spørsmål og svar er en mulig feilkilde. Intervjuobjektene kan ha oppfattet begreper og definisjoner ulikt enn hva forfatteren mente. Forfatteren sendte intervjuguiden på forhånd, det kan likevel være vanskelig å kreve at informantene skulle lese intervjuguiden og forberede seg på forhånd. Det kan også hende at tema fra intervjuguiden ble tatt opp i lunsjen på forhånd, slik at andres meninger kommer før ens egne meninger.

Informantene har et stort ansvar i forbindelse med sine stillinger i prosjekter, og er med det opptatt av prosjektets suksess. Det kan være en fare for at informantene

ønsker å representere sin bedrift og rolle på en positiv måte, og det kan påvirke svarene i intervjuene. Faren er redusert gjennom å informere at resultatene av intervjuet vil presenteres anonymt.

Intervjuene er begrenset til et mindre antall informanter. Det kunne med fordel vært valgt flere typer case. Sannsynligheten er lav for at svarene som er gitt er gjeldene for hele bransjen, men ved å intervju i dybden av konkrete aktører kan det være en god indikator på situasjonen i bransjen i dag. Det er prøvd å finne aktører som kan gi en generell formening om hva som skjer i deres hverdag.

## 3 Teori

I tredje kapittel blir relevant teori for oppgaven presentert for å bedre forståelsen for oppgaven. Prosjekt, prosjektering og prosessen i byggeprosjekter blir introdusert til å begynne med. Deretter blir det gjort rede for ulike gjennomføringsmodeller. Til slutt blir bygningsinformasjonsmodellering(BIM) introdusert for å gi grunnlag for den videre undersøkelse.

### 3.1 Prosjekt

*"Et prosjekt er et midlertidig tiltak etablert for å skape et unikt produkt eller en unik tjeneste"*

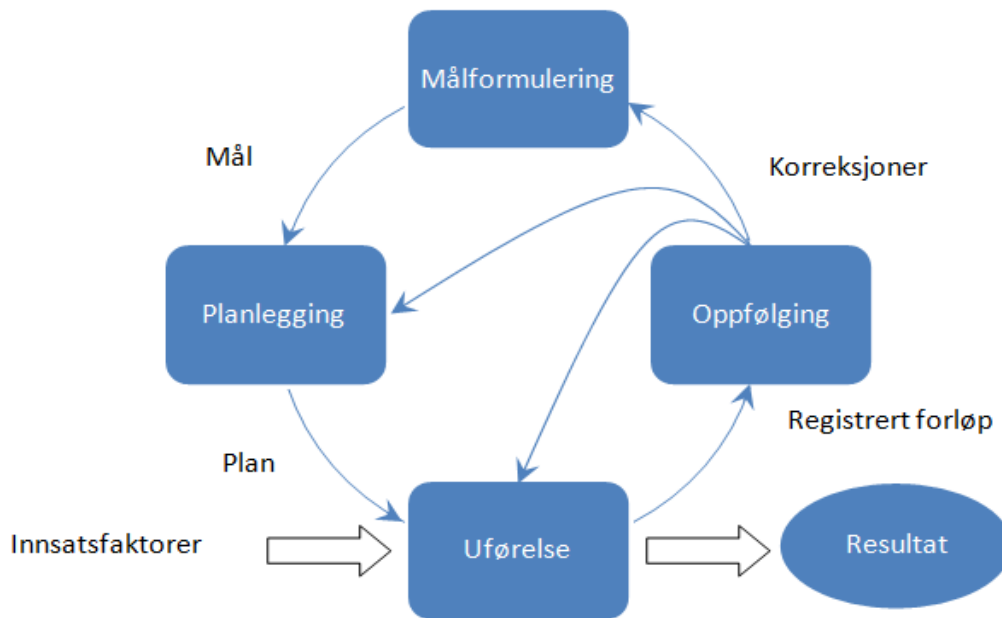
- Project Management Institute, USA (Samset 2008)

Ordet prosjekt kommer av det latinske ordet *projectum*, og betyr forslag til, plan for etc. (Kolltveit et al. 2009) Et prosjekt defineres altså som en engangsoppgave med en definert start og slutt, med definerte mål. Prosjektet gjennomføres av en midlertidig organisasjon hvor oppgavene kan være komplekse og tverrfaglige, og gjennomføres innenfor gitte tidsrammer. Et prosjekt vil ha en prosjektmodell for hvordan prosjektet skal gjennomføres. Byggeprosjekter er en velkjent type av prosjekter. (Rolstadås 2011; Westhagen et al. 2008) Hvert byggeprosjekt er unikt, og det kan være nyttig å merke seg at oppgaven som skal løses, ikke er løst før, og løsningen ikke er kjent. I prosjektet vil det være et stort antall aktører som er involverte, og oppgaven skal løses innenfor forutbestemte ytre betingelser. (Houck 2011)

#### 3.1.1 Prosjektstyring

Å styre vil si å planlegge og utføre det man ønsker å gjennomføre eller oppnå som resultat. Se figur 2 for hvordan prosessen er til et prosjekts endelige resultat.

Styringsløyfen viser hvordan de ulike styringsfunksjonene henger sammen, se figur 2. **Målformuleringen** beskriver hva prosjektet skal resultere i. **Planlegging** innebærer å utarbeide en plan for å gjennomføre prosjektet med minst mulig ressurser, brytes målene ned i delmål og oppgaver, samtidig som aktiviteter og ressurser samordnes over tid. Underveis i prosjektet er det behov for **oppfølging** for å sikre at de mål disse planene innebærer, oppnås. Det kan være nødvendig med korrigerende tiltak for mål, utførelse eller planen. Avhengig av innsatsfaktorer vil **utførelse** gi et **resultat**. Dette er en prosess som er et helt grunnleggende prinsipp for styring. (Rolstadås 2011; Westhagen et al. 2008)

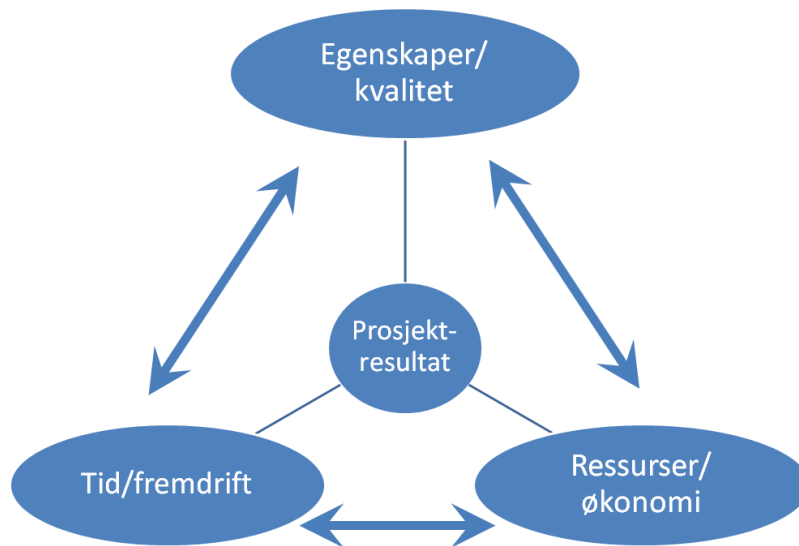


Figur 2 Styringsløyfen fritt etter (Westhagen et al. 2008)

I tillegg til beskrevet prosess er det i et hvert prosjekt sentrale styringsfaktorer som er avhengige av hverandre og som må balanseres mot hverandre (Westhagen et al. 2008):

- **Kvalitetsstyring**  
Resultatet skal ha visse egenskaper som holder krav og spesifikasjoner som er satt.
- **Fremdriftsstyring**  
Underveis i prosjektet er det delresultater som skal foreligge innen visse tidsfrister, samtidig som endelig resultat har en tidsfrist.
- **Ressursstyring**  
I løpet av prosjektet vil det være ulike behov for ressurser, av for eksempel personell og utstyr, til ulike tider.
- **Økonomistyring**  
Bruken av ressurser koster penger

Alle disse faktorene påvirker prosjektresultatet, og det er nødvendig å vite hvilken størrelse som er viktigst for å gjøre riktige prioriteringer for å få et resultat som reflekterer målet med prosjektet. (Lædre 2009)



Figur 3 Gjensidig avhengighet mellom styringsfaktorene. Fritt etter (Westhagen et al. 2008)

Bruken av disse faktorene påvirker resultatet og løsningen av prosjektet. En av disse faktorene kan justeres underveis slik at de andre kan holdes innenfor den ramme som er lagt i en plan. For eksempel kan økte kostnader tillates dersom tidsplan holdes for et bestemt prosjekt. Kvalitet kan tillates redusert for å unngå kostnadsoverskridelser. (Rolstadås 2011) For knappe ressurser til prosjektstyring vil uunngåelig øke sannsynligheten for at feil og mangler oppstår. Det vil derfor kreves samsvar mellom faktorene i figur 3. (Meland 2009)

For byggeprosjekt har bevisst valg av styringsstrategi stor betydning som hvordan prosjektene gjennomføres. Det er også andre hensyn enn hva faktorene i figur 3 viser. Faglig og solid prosjektstyring som er tilpasset behovene i prosjektet er en vesentlig forutsetning for å kunne fullføre store byggeprosjekt på en god måte. Det vil være riktig å velge styringsstrategier som er litt mer omfattende enn strengt tatt nødvendig, fra et økonomisk synspunkt. Det bør være en strategi for prosjektstyringen utviklet at erfarne og faglig godt kvalifiserte byggherre. Som regel vil man bruke erfaringer og modeller for styring fra tidligere prosjekter som kan tilpasses. Likevel er det nødvendig å sjekke at det verken er tomrom eller overlapp i ansvar og myndighet for beslutninger. Det må legges opp rutiner, skjema og instruksjoner som skal sørge for at all informasjon registreres, formidles og arkiveres. Det forutsetter også at alle forhold i de ulike fasene, som vil belyses senere, er dekket av kvalifiserte beslutningstakere. (Meland 2009)

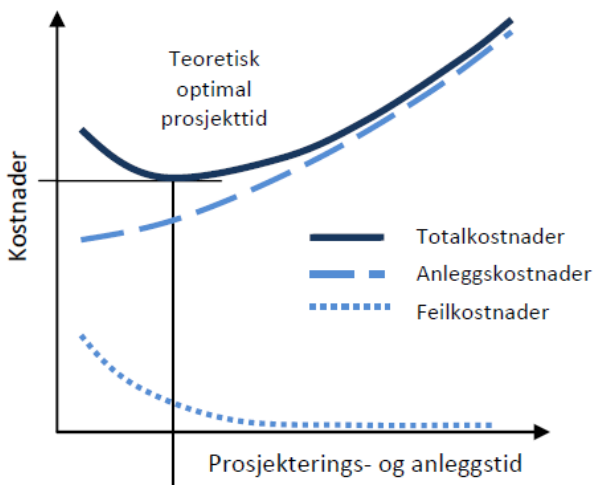


### 3.1.2 Prosjektering

Prosjektering har som formål å definere sluttresultatet i detalj og angi hvordan det teknisk skal gjennomføres. (Rolstadås 2011) Prosjektering er et innarbeidet uttrykk i byggebransjen. Begrepet kan oppfattes forskjellig da definisjonen kan være upresis. I prosjekteringen skal byggverkets form og egenskaper avklares, samtidig som forberedelser til bygging og til drift og vedlikehold av det fremtidige byggverket. (Meland 2000)

Før man setter i gang byggingen er det hensiktsmessig å prosjektere og legge fast løsninger for et bygg. Det omfatter utvikling av detaljerte produkt- og produksjonsspesifikasjoner. Beskrivelsen er både i form av tekst og tegninger. Prosjektenes ulike karakter vil påvirke hva som er overordnede spørsmål og hva som er detaljspørsmål. (Rolstadås 2011; Westgaard 2010)

God prosjektering er grunnlaget for et vellykket byggeprosjekt. Det kan få store konsekvenser for prosjektgjennomføringen med mangelfull gjennomarbeiding av de prosjekterende før byggestart. Prosjekteringsfeil kan føre til betydelige store ekstrakostnader ved endringsarbeider, tilpasninger og oppretting i byggefasen. Det er ikke bare økte kostnader i byggefasen, men det påvirker alle fasene av et byggeprosjekt. Det er en sammenheng mellom prosjekteringskostnader i et prosjekt og endringskostnader i et prosjekt. Dersom det er brukt for lite ressurser i prosjekteringen kan det medføre store endringskostnader, likevel er det ikke lett å finne balanse. For mye prosjektering vil føre til økte totalkostnader. Kurven som viser de totale kostnadene har et U-format forløp med et teoretisk optimalpunkt der kostnadene er lavest, se figur 4. (Grimsmo 2008)



Figur 4 Totale kostnader og prosjekteringstid (Meland 2009)

Det vil være umulig å beregne optimal varighet for et byggeprosjekt. Det er mange faktorer som påvirker tidsforbruk og kostnader, og svaret er ikke entydig. Likevel viser figuren noen generelle forhold. Totalkostnadene har en kurve som er forholdsvis flat i bunnen, og i et teoretisk perspektiv vil det ikke spille så stor rolle om man treffer nøyaktig på den optimale prosjektiden. Likevel vil det i det lange løp lønne seg å ha litt for lang fremfor litt for kort prosjektid, kostnadsmessig. Riktig tid kan være nødvendig, men det er likevel ikke en tilstrekkelig forutsetning for å utelukke feil. Samtidig er det viktig å merke seg at dersom det *ikke* er tilstrekkelig med tid, er det ikke mulig å bruke planlegging for å *unngå feil*. (Meland 2009)

### 3.1.3 Byggeprosessen

Det er viktig å huske på at de fleste byggverk realiseres i ett eksemplar. Byggeprosessen kan beskrives med en livssyklus som byggverket gjennomlever. I praksis er det mer eller mindre et kretsløp med koblinger mellom tidlige og senere faser i prosjektet. (Meland 2000) Gjennomføringen vil kreve en kontraheringsdesign og vil foregå i ulike faser.

Det finnes ingen beste måte å organisere byggeprosessen på, likevel vil det alltid være noen fremgangsmåter, under gitte forhold og prioriteringer, som gir bedre resultater enn andre. I generell prosjektteori er det gjerne tre faser et prosjekt gjennomgår: oppstartsfasen, gjennomføringsfasen og avslutningsfasen. For å beskrive byggesakens forløp er det hensiktsmessig å bruke flere faser, de er ikke normert, men de ulike aktørene har sin innarbeidete praksis. (Westgaard 2010) Alle byggeprosjekt gjennomgår de samme "funksjonelle" faser. (Meland 2009) Ulike prosjekter velger faseinndeling etter slik det passer prosjektet best. Forfatteren har derfor valgt å bruke en modell som passer til caseprosjektet og som man gjerne finner igjen i bransjen. Figur 5 viser en tidligfase, en prosjekteringsfase, en gjennomføringsfase og en driftsfase.



Figur 5 Byggeprosessen illustreres med funksjonelle faser. Fritt etter (Lædre 2009; Westgaard et al. 2010)

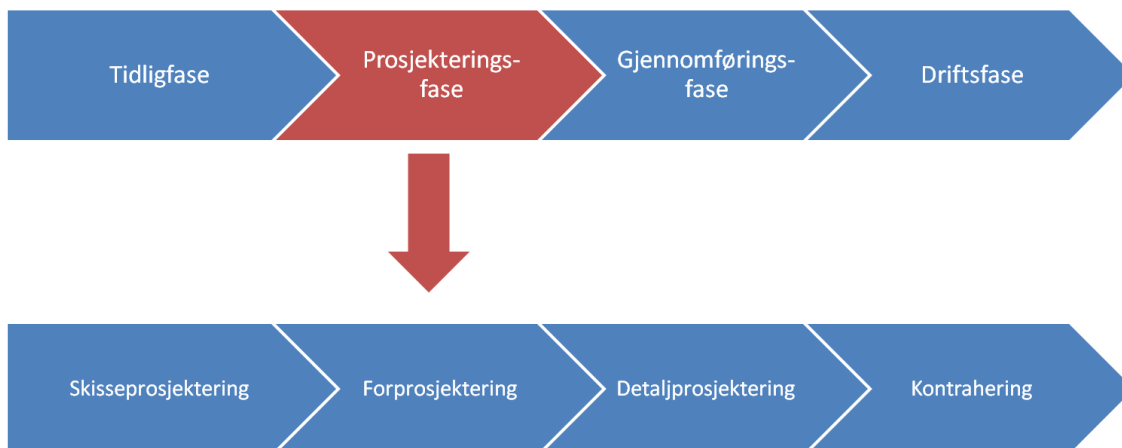
Det er ikke alltid prosjektene følger fasene fortløpende når det gjelder fremdrift, derfor kan de kalles funksjonelle faser. Underveis i prosjekteringen er det mulig å endre på behov eller funksjonskrav. I prosjekters tidligfase eksisterer prosjektene på et konseptuelt stadium, hvor premissene for prosjektet defineres. (Samset 2008) I begynnelsen fastlegges behov, funksjonskrav ut fra de muligheter som finnes eller kan utvikles. En strategi for prosjektet og valg av kontraktsform fastlegges før

prosjekteringen kan starte. (Meland 2009) Prosjekteringsfasen utvikler prosjektet til detaljerte løsninger og anvisninger for utførelse. Gjennomføringsfasen innebærer utførelsen av byggingen, mens i driftsfasen tas bygget i bruk og settes i ordinære drift. (Westgaard et al. 2010)

En formell faseinndeling kan være et viktig hjelpemiddel til å organisere og styre et prosjekt. Inndeling og innhold varierer fra bransje til bransje. Inndelingen er heller ikke fast fra byggeprosjekt til byggeprosjekt. Det som er spesielt med byggeprosessen er aktørskiftene mellom fasene. Aktørene kommer på banen til forskjellige tidspunkter i prosessen. Aktørene kommer fra ulike bedrifter og engasjementet er ofte basert på priskonkurranse med andre aktører i markedet. Organisasjonen er ofte bundet sammen gjennom et sett av kontrakter mellom byggherre og de øvrige aktørene. (Meland 2000) Noe av tidligfase kan gå over i prosjektering, likevel velger forfatteren denne inndelingen for visuelt skille mellom fasene. Denne masteroppgaven avgrensers seg til prosjekteringsfasen, derfor vil de neste kapitlene omhandle det temaet.

### 3.1.4 Prosjekteringsfaser

I Norge er det normalt å dele prosjekteringen inn i fire faser, skisseprosjekt, forprosjekt, detaljprosjekt og kontrahering, se figur 6.



Figur 6 Prosjekteringsfaser. Fritt etter (Westgaard et al. 2010)

Kort sagt er formålet med skisseprosjektering valg av fysisk og funksjonelt konsept, forprosjektering innebærer valg av teknisk, funksjonell og fysisk struktur, detaljprosjektering gjennomføres valg av løsninger, mens kontrahering innebærer valg av leverandører og produkter.

### Skisseprosjekt

Skisseprosjektet er en kreativ og innovativ prosess. Hovedformålet er å undersøke muligheter og foreslå løsninger. Det innebærer ofte ny teknologi, nye løsninger og en ny tilnærming til oppgaven. Eksperter innen alle fagdisipliner tillates å medvirke i analyse av muligheter og begrensninger, og de første beregningene og tegningene utarbeides. (Westgaard 2010)

I denne fasen skal det utvikles tekniske krav på overordnet nivå, og det skal utarbeides et tilhørende kostnadsoverslag basert på erfaringer. I tillegg utarbeides det alternative løsninger som for å sikre valgmulighetene i beslutningsprosessen. Det er viktig at byggherrens representanter deltar aktivt i denne fasen. Dokumentasjon som normalt utarbeides er:

- Planer (situasjons-, utomhus-, etasjeplaner med hovedelementer)
- Fasader og snitt
- Perspektiv/3D-visualisering
- Planer for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)
- Beskrivelser (arkitektonisk utforming, overordnet materialbruk, konstruksjonsprinsipp, brannkonsept, lyd/akustikk, energi- og miljøløsninger)
- Universell utforming
- Arealer, kostnader
- Fremdriftsplan for videre prosess
- Grunnundersøkelser dersom dette ikke er gjort tidligere
- Tilstandsvurderinger dersom dette ikke er gjort tidligere

I enkelte prosjekter velger noen å utvikle bygningsinformasjonsmodeller i denne fasen, men det kreves grunnlagsinvestering for å bygge opp en slik modell.

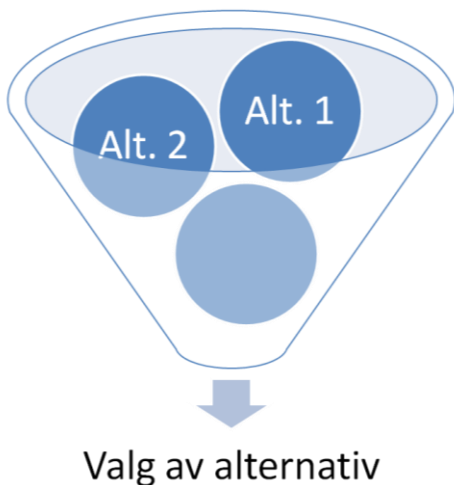
### Forprosjekt

Med utgangspunkt i skisseprosjektet skal tegninger og beskrivelser ferdigstilles og kvalitetssikres. Denne fasen innebærer i tillegg til funksjonell og fysisk struktur, teknisk struktur samtidig som prosjektets endelige form skal klarlegges. En viktig del av forprosjektet er å vurdere alternativer. Beslutningene skal være basert på grundig evaluering av alternativer. (Westgaard et al. 2010) De profesjonelle partene må være proaktive med hensyn til at de riktige beslutningene blir tatt av byggherre og det innebærer tilstrekkelig informasjonsflyt i prosjektet. (Grimsmo 2008) Forprosjektet er normalt grunnlaget for rammetillatelsen. For å sikre en effektiv gjennomføring av detaljprosjekteringen er det viktig at grunnlaget er tilstrekkelig. Det kan få store konsekvenser for både økonomisk og fremdriftsmessig dersom noe skulle utelates i denne fasen. (Grimsmo 2008; Westgaard 2010)

Dokumentasjon som normalt utarbeides i forprosjektet:

- Planer (situasjons- utomhus-, etasjeplaner med fast inventar)
- Himlingsplaner
- Fasader og snitt
- Rombehandlingsskjema (forenklet)
- Eventuell perspektiv/3D-visualisering
- Planer for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)
- Beskrivelse av arkitektonisk utforming, materialbruk, konstruksjonsprinsipp, brannsikkeringskonsept, lyd og akustikk, energi- og miljøløsninger og universell utforming
- Arealer, volumer, kostnader
- Fremdriftsplan for videre prosess

I forprosjektet er videreutvikling av bygningsinformasjonsmodeller en viktig aktivitet dersom dette ble valgt i skisseprosjektet. Kvalitetskontroll er nødvendig for å sikre at byggherrens krav er ivaretatt. Figur 7 illustrerer hvordan de ulike alternative for løsningen munner ut i et alternativ, som det videre skal arbeides videre med i detaljprosjekteringen.



Figur 7 De ulike alternativer munner ut i en beslutning som danner grunnlag for rammesøknad.  
Illustrasjon: June Carlsen

### Detaljprosjekt

I detaljprosjekteringen bygger man videre på de forutsetninger fra forprosjektet. Fasen skal gi detaljert informasjon om hvordan forprosjektets utforming skal føre til konkret bygging. Detaljprosjekteringen omfatter alle fag for å få en samlet oversikt over tekniske løsninger, material, mengder og kostnader. Det innebærer tverrfaglig kontroll og faglig sikret løsninger. Dette skal gi en entydig definisjon av alle deler i

byggeprosjektet. Ytre rammer eller prosjektets form skal ikke endres eller videreutvikles. Det skal utarbeides detaljerte og presise detaljer, skjema og beskrivende mengde- og kostnadsberegninger. Fasen preges i noen grad av hvilken entreprisemodell byggherre har valgt. (Westgaard et al. 2010) Uansett skal fasen gi resultater som gir tilstrekkelig grunnlag for korrekt og effektiv bygging. (TBA 270)

### **Kontrahering**

En kontraheringsfase innebærer valg av leverandører. Planleggingen avhenger av valgt entreprisform, og må tilpasses deretter. (Westgaard 2010)

#### **3.1.5 Fordeler ved faseinndeling**

Faseinndelingen har sine fordeler, og hver av fasene har en viktig funksjon i forhold til felles forståelse av hvor man er i prosjekteringen og hva som kreves av leveranse. En tidsavgrensning av en oppgave kan føre til økt mestringsgrad hos de ulike aktørene. Fasen avsluttes med en leveranse som skal godkjennes og aksepteres før oppstart av neste fase. Med klare mål og frister kan mestringsgraden økes. I tillegg er disse faseskiftene sentrale milepæler for overordnede beslutninger om videreføringen av prosjektarbeidene. (Meland 2000)

#### **3.1.6 Beslutningsplan**

For å sikre og ivareta en sikker fremdrift av prosjektene kan det være, i store og komplekse byggeprosjekter, helt nødvendig med en beslutningsplan for å planlegge aktiviteter i riktig rekkefølge. Beslutningsplanen må være knyttet til prosjektets fremdriftsplan og kvalitet. En sjekklister kan være et eksempel på en beslutningsplan, som både gir påminning og mulighet til å kvittere ut at beslutningene er fattet. (Meland 2009)

#### **3.1.7 Vellykkede prosjekter**

Det finnes ikke en enkel definisjon på ordet vellykket og folk har svært ulike oppfatninger om hva som karakteriserer et vellykket prosjekt. Prosjekter er mer eller mindre vellykket. Underveis i et prosjekt kan det oppstå både kortvarige og langvarige problemer. De to vanligste problemene er at prosjektet forsinkes eller blir dyrere enn planlagt. (Meland 2000)

En kompliserende faktor er at kravene og forventningene til det ferdige bygg ikke alltid er like klart og entydig beskrevet. Brukernes behov og forventninger er ikke alltid like godt formidlet inn i prosjektet, og konsekvensene av teknisk utforming er ikke alltid tilstrekkelig utredet og formidlet. I tillegg kan strenge rammer for tid eller kostnader fra byggherre føre til feil eller mangler i prosjekteringsprosessen. Dette kan igjen føre til feil under bygging. (Meland 2000) Det kan være vanskelig å peke på en enkelt årsak til feil eller mangler. For å unngå behov for endringer sent i

prosjekteringen må det være tilstrekkelig og presis oversikt over behov fra byggherre. Endringer vil alltid være en kompliserende faktor, og medfører økte kostnader og kan svekke helheten i prosjektet. (Meland 2009)

Det er mange som mener det er de prosjektene med mest problemer man lærer mest av. For å oppnå suksess i prosjekter er det visse faktorer som må ligge til rette, som både kan observeres og påvirkes underveis i prosjektet. Meland (2009) har kommet frem til seks kritiske suksessfaktorer som må ligge til rette for de fleste byggeprosjekt:

1. Byggeprosjektet må organiseres slik at alle funksjonelle ansvarsområder i byggeprosjektet er dekket. Når enkelte personer dekker flere funksjoner i prosjektet, er det spesielt viktig at ansvar og oppgaver er entydig og fullstendig beskrevet og forstått.
2. Byggherrens rolle og ansvar må ivaretas av en person eller organisasjon som har de nødvendige faglige kvalifikasjoner for byggeprosjektet.
3. Ved prosjektoppstart bør byggherren bruke tilstrekkelig tid til at alle deltakere i prosjektorganisasjonen blir kjent med hverandre, de ulike rollene og samarbeidsformene.
4. Prosjekteringen må starte med overordnede forhold og ikke starte prosjektering av detaljer før alle overordnede parametre er endelig fastlagt. Det må settes av tilstrekkelig tid til detaljprosjektering kan fullføres og kontrolleres før arbeidet på byggeplassen starter.
5. Det er ikke hensiktsmessig å ha så streng styring av byggeprosjekt at det ikke kan oppstå avvik i form av feil eller mangler. Det er derfor viktig å ha systematiske rutiner for å oppdage og korrigere avvik før de får kritiske konsekvenser. Avviksbehandling må også avdekke og fjerne årsakene til avvikene. Kontroll av prosjekteringen før bygging og en systematisk overtakelsesprosess er sentrale elementer i dette.
6. Riktig og tilstrekkelig informasjon er avgjørende for at riktige og nødvendige beslutninger skal bli tatt. Et hensiktsmessig opplegg for kommunikasjon og formidling av informasjon er derfor helt påkrevd.

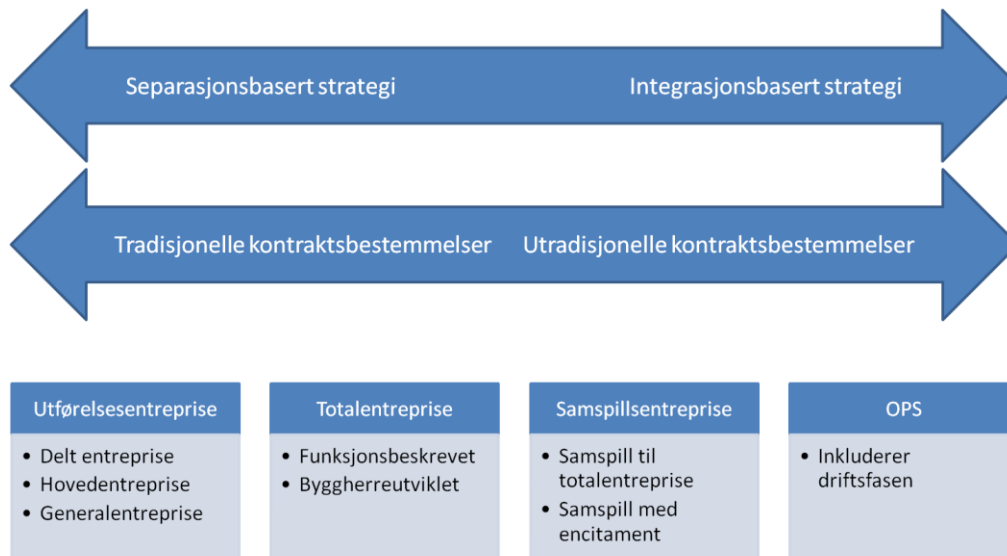
Det er i tillegg noen faktorer for generell prosjektteori som må ligge til grunn for suksess. I kapittel 3.1.1. ble de grunnleggende styringsfaktorene prosjektmål, prosjektplanlegging, prosjektoppfølgning introdusert som grunnleggende styringsfaktorer. Dette er også faktorer som må ligge til grunn for suksess, samtidig med kommunikasjon internt og eksternt, samt forståelse for tekniske forhold. Til slutt er det nødvendig med god problemhåndtering dersom det skulle dukke opp, noe det alltid vil gjøre. (Rolstadås 2011; Winch 2010)

### 3.2 Gjennomføringsmodeller

Det er mange forskjellige gjennomføringsmodeller for bygge- og anleggsarbeider. Det er byggherren som velger hvilken kontraktstrategi som er ønskelig for gjennomføring av et byggeprosjekt. Det er to ytterpunkter av kontraktstrategi, integrasjonsbasert strategi og separasjonsbasert strategi. Byggherre må velge mellom de virkemidler som virker mellom integrasjonsbasert og separasjonsbasert strategi. Grensene mellom dem kan være flytende, og det finnes en mellomting av ytterpunktene. Virkemidlene for prosess omhandler insentiver og kontraktsbestemmelser. For kontraktsbestemmelser skiller man mellom utradisjonelle kontraktsbestemmelser og tradisjonelle kontraktsbestemmelser. Kontraktstrategiene kan kategoriseres etter fordeling av ansvar, og da for deler eller hele livssyklusen til byggeprosjektet. Hovedforskjellen mellom de tradisjonelle og de utradisjonelle kontraktsbestemmelsene er om de følger de standardiserte kontraktsbestemmelsene i Norsk Standard. (Lædre 2009)

I Norge skiller man ofte mellom fire gjennomføringsmodeller (Difi 2013):

- Utførelsesentreprise
- Totalentreprise
- Samspillsentreprise
- Offentlig Privat Samarbeid (OPS)



Figur 8 Ulike gjennomføringsmodeller. Illustrasjon: June Carlsen



Figur 8 illustrerer sammenhengen mellom strategi, kontraktsbestemmelser og gjennomføringsmodell. Det er en viktig avgjørelse for valg av riktig modell for prosjektet. Ofte skiller man mellom utførelsesentreprise, totalentreprise, samspillsentreprise og Offentlig Privat Samarbeid(OPS). (Difi 2013)

### 3.2.1 Separasjons- eller integrasjonsbasert strategi

Valg av kontraktstrategi er avhengig av valg av virkemidler for utvelgelse, virkemidler for fordeling av ansvar og virkemidler for valg av prosess. Virkemidlene kan være separasjonsbasert eller integrasjonsbasert. Virkemidlene for utvelgelse kan være prekvalifisering, tildelingskriteriet og kontraheringsform, som bestemmer hvordan byggherren velger ut leverandøren. Virkemidlene for fordeling av ansvar avhenger av ytelsesbeskrivelsen, avtale-/entrepriseformen og kontraktstypen. Virkemidlene for prosessen er eventuelle insentiver og kontraktsbestemmelser. (Lædre 2009) Tabell 3 oppsummerer hovedforskjellene mellom strategiformene.

Tabell 3 Separasjonsbasert- eller integrasjonsbasert strategi. (Lædre 2006)

| <b>Virkemiddel for</b>     | <b>Separasjonsbasert strategi</b>  | <b>Integrasjonsbasert strategi</b>   |
|----------------------------|--|--|
| <b>Utvelgelse</b>          | Konkurrans om lavest mulig pris.<br>Sikrer åpen og rettferdig konkurranse mellom tilbydere.                                      | Flere forhold enn lavest mulig pris.<br>Langsiktige relasjoner til leverandører.   |
| <b>Fordeling av ansvar</b> | Byggherre har intern kompetanse og beholder ansvar.<br>Ansvar for usikkerhet hos byggherre.<br>Byggherre står for prosjektering. | Entreprenør har kompetanse og overtar ansvar.<br>Ansvar for usikkerhet hos entreprenør.<br>Administrasjon for koordinering av de prosjekterende ligger hos entreprenør.<br>Leverandørene deltar i større grad. |
| <b>Prosess</b>             | Partene skal ha hver sine klart avgrensede ansvarsområder.<br>Tradisjonelle kontraktbestemmelser.                                | Partene skal ha samarbeidsorienterte holdninger til gjennomføring.<br>Utradisjonelle kontraktbestemmelser.   |

### 3.2.2 Tradisjonelle og utradisjonelle kontraktbestemmelser

Tradisjonelle kontraktbestemmelser er bruk av standardiserte kontraktbestemmelser som er beskrevet i for eksempel NS3431, NS8405 eller NS8406. For offentlige byggherrer er det en klar anbefaling om å bruke tradisjonell kontraktsbestemmelse. Utradisjonelle kontraktbestemmelser har en økende grad av integrasjon mellom byggherre og leverandør. Det vil si at entreprenøren i større grad deltar i prosjekteringen, tidligere og i en lengre periode enn ved bruk av tradisjonelle kontraktsbestemmelser. Når integrasjonsgraden øker, øker samtidig behovet for tillitt mellom partene. (Lædre 2006)

Vi kan skille mellom to hovedformer for tradisjonell kontraktsform, utførelsesentreprise og totalentreprise. (Difi 2013) Hovedforskjellen ligger i om byggherre selv har ansvaret for den operasjonelle prosjektledelsen, eller om det settes bort til en totalentreprenør. (Meland 2009) Det finnes flere former for utradisjonell kontraktsbestemmelse, normalt skiller man mellom Samspillsentreprise og OPS, hvor hovedforskjeller ligger i finansiering av driftsperioden. (Lædre 2009)

### 3.2.3 Utførelsesentreprise

Det er tre hovedformer man kan skille mellom for utførelsesentreprise:

- Delt entreprise
- Hovedentreprise
- Generalentreprise

Felles for utførelsesentrepriser er de kjennetegnes ved at byggherren koordinerer både prosjektering og utførelse. (Difi 2013) Prosjekteringen kan være samlet i én kontrakt eller eventuelt være delt opp i flere kontrakter. Utførelsen er normalt delt opp i flere kontrakter, og byggherren har mulighet til å legge sterke føringer for detaljene i prosjektet. Byggherren beholder dermed styringen i prosjektet og kan velge fritt ønsket underentreprenør og leverandør. Utførelsesentrepriser sparer byggherren for å betale risikopremie til eventuell totalentreprenør, men det krever desto mer kompetanse hos byggherre for å håndtere grensesnitt mellom kontraktene og samtidig belage seg på omfattende ansvar. (Lædre 2009)

### 3.2.4 Totalentreprise

I en totalentreprise er prosjektering og utførelse samlet i én kontrakt. Det betyr at en totalentreprenør har ansvar for både prosjektering og utførelse. Som regel overlates prosjekteringsansvaret til totalentreprenør etter skisse- eller forprosjektet. Dermed er detaljprosjekteringen overlatt til totalentreprenør. Usikkerheten tilknyttet tid, kostnad, kvalitet og omfang er overført fra byggherre til totalentreprenør. Totalentreprenøren tar derfor et risikotillegg for usikkerheten knyttet til ansvaret.

Byggherren vil kunne spare tid og ressurser som ved andre entrepriseformer ville gått med til planlegging. Entreprenører har den fordel at den er kjent med prosjektgjennomføringen, noe byggherren nødvendigvis ikke er. Etter byggherrens krav til det ferdige bygget bestemmer totalentreprenøren selv hvordan det skal gjennomføres. Denne formen for overføring av ansvar for detaljprosjektering er ofte svært kostnadsbesparende. Entreprenøren vet ofte bedre enn byggherren hvordan egne fortrinn kan utnyttes i gjennomføringen av prosjektet. Det er ikke lett for byggherren å kjenne til den enkelte entreprenørens fortrinn på tidspunktet for utforming av konkurransegrunnlaget, og det er gjerne entreprenøren som vet hvordan prosjekteringen best kan tilpasses materialer, utstyr og kompetanse. (Lædre 2009) Difi (2013) skiller mellom to ulike former for totalentreprise, funksjonsbeskrevet og byggherreutviklet totalentreprise.

I en *funksjonsbeskrevet totalentreprise* utvikler byggherre en funksjonsbeskrivelse for de viktigste forholdene ved prosjektet. Hver av de konkurrerende entreprenørene med valgte arkitekt og rådgivere (Difi 2013)

I den *byggherreutviklede totalentreprisen* gjennomføres noe prosjektering før entreprenør videreutvikler prosjektet. Noe prosjektering innebærer skisser til ferdig bygg eller anlegg som grunnlag. I tillegg til det som er beskrevet i skisseprosjekteringen kan byggherren åpne for alternative forslag. (Difi 2013)

Det er viktig at byggherre forstår hva det innebærer ved valg av totalentreprise. Manglende kunnskap kan føre til misforståelser, konflikter og dårligere bygg. Byggherren må også godta at rådgiverne jobber for entreprenøren, og er lojal mot sin kontraktspart. For totalentreprenøren vil innkjøp være en sentral del av prosjektet. Da kan det virke lønnsomt å velge billige løsninger, som kan gå på bekostning på kvalitet. For å unngå dette kan det være hensiktsmessig å legge inn ansvar for vedlikehold en periode etter ferdigstillelse. (Lædre 2009)

### **3.2.5 Samspillsentreprise**

I en samspillsentreprise utvikles prosjektet i et samspill mellom byggherre, samspillsgruppen, brukerne og eventuelle interne faglige avdelinger. Samspillsgruppen består av de viktigste prosjekterende og utførende entreprenør, etter kontrakt med byggherre. Det dannes dermed en allianse som skal forenes om et forprosjekt. Dersom det avsluttes etter forprosjekt kan man kalle modellen "Samspill til totalentreprise". Samarbeidet kan også fortsette gjennom utførelsesfasen og de første bruksårene, da vil modellen kalles "Samspill med incitament". (Difi 2013) Det legges til rette for tettere samarbeid mellom byggherren og leverandørene, og det legges til rette for at leverandørene skal involvere seg mer og delvis ta ansvar i livssyklus-kostnadene. (Lædre 2009)

### 3.2.6 Offentlig Privat Samarbeid (OPS)

Offentlig Privat Samarbeid (OPS) baseres på tidlig involvering av leverandørene i likhet med samspillsentreprise. I tillegg til å utføre prosjektering og bygging skal et OPS-selskap ta ansvar for finansiering og drift og vedlikehold i en definert periode. (Difi 2013) Denne prosjektorganiseringen har ikke slått helt an i Norge, men flere andre land med noe svakere offentlige finanser har utbredt bruk av OPS. Prosjekterings og gjennomføringsfasen har ofte flere likhetstrekk med totalentreprise. Målet med denne entreprisformen er å optimalisere forholdet mellom investeringskostnad og driftskostnad. (Lædre 2009)

### 3.2.7 Valg av entreprisemodell

Byggherren avgjør valg entreprisform, som bestemmer hvem som inngår kontrakter med hvem, hvordan prosjektet blir organisert og hvordan ansvaret skal organiseres. (Lædre 2009) Det kan være fordelaktig at entreprenør er med tidlig i prosjekteringen, noe som kan tale for en mer integrert strategi med en utradisjonell kontraktsmodell. Det er nettopp for å dra nytte av erfaringsoverføring mellom fasene i prosjekteringen, og fra prosjektering til utførelse, og videre fra utførelse til driftsfasen. Informasjonsoverføringen mellom fasene og grensesnittproblematikken blir dermed lettere når entreprenøren deltar i flere faser. (Lædre 2009)

Valg av totalentreprise er utbredt i Norge. Prosjekteringen kan ofte foregå parallelt med byggingen. Det kan forkorte tiden fra detaljplanleggingen starter til den fysiske byggingen kan starte. Dermed blir tiden fra prosjekteringen starter til gjennomføringen er ferdig kortere, enn om all prosjektering skal ferdigstilles før gjennomføringen kan starte. Det er muligens lettere å prosjektere og bygge parallelt når det er entreprenøren som har ansvaret. Totalentreprenøren har mulighet til å knytte til seg underentreprenøren og leverandører de har samarbeidet med tidligere. Det er i hovedsak totalentreprenøren som velger underleverandører, og det kan være lettere å samarbeide med kjente enn med ukjente underleverandører. Dermed kan de ytterligere forbedre relasjonene til underleverandørene sine, noe som også kan komme til nytte ved gjennomføring av senere prosjekter. Likevel ser man at ikke alle aktører er like flinke til å bygge tette relasjoner mellom hverandre. En totalentreprenør bør også ha bedre forutsetninger for å samordne aktivitetene i et stort prosjekt, enn hva mange mindre entreprenører på det samme prosjektet vil ha. En totalentreprenør vil ha muligheten til å foreta større innkjøp og kan dermed forhandle seg frem til gunstigere betingelser og foreta mer rasjonelle kjøp, og totalt sett kan gjøre bedre innkjøp enn det småentreprenører vil klare.

### 3.2.8 Ansvarsfordeling

Det er viktig at prosjektorganisasjonen er klar og vel definert. Når firma eller personer har flere roller, ikke utfører det som rollen krever eller går ut over rollene som de forutsettes å fylle, er det stor fare for at roller og ansvarsfordelinger i prosjektorganisasjonen blir uklare. Det øker igjen faren for at det skal oppstå feil og mangler med ulike årsaksrekker. Ved upresis avgrensning vil det lett oppstå overlapp eller tomrom i ansvarsområdene som igjen kan føre til misforståelse eller uoppdaget mangler både når det gjelder igangsettelse og oppfølging. Man kan også lett få tilfeller der beslutninger blir fattet av personer som ikke har nødvendig kompetanse eller informasjon. I beste fall vil dette gi forsinkelser og økte kostnader totalt sett. I de fleste tilfeller vil det også være kilder til feil eller mangler. (Meland 2009)

## 3.3 BIM

Det kan ofte være forvirring når man snakker om BIM. Uttrykket "BIM" er velkjent i bransjen, men når man skal forklare begrepet og hvilken betydning BIM har for gjennomføring av prosjekter er det mer usikkerhet. Spesielt i hvilken grad det skal foreligge informasjon tilknyttet modeller for at det skal kunne betegnes som BIM.

### 3.3.1 Definisjon av BIM

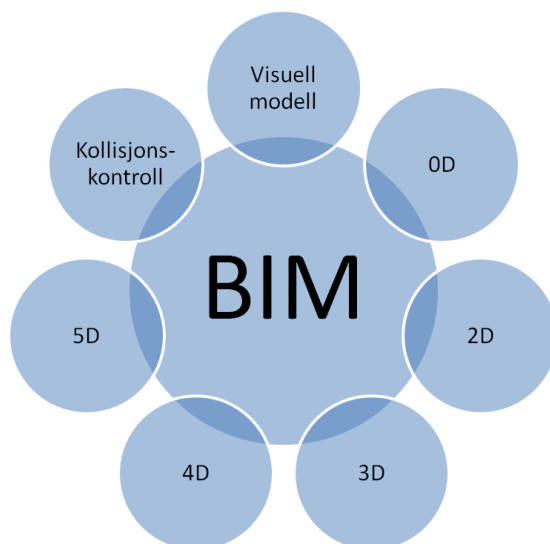
Begrepet BIM står for *BygningsInformasjonsModell* eller *BygningsInformasjonsModellering*. (Statsbygg 2013) Noen mener også at BIM kan stå for *BuildingInformationManagement*, hvor ledelse beskriver management. (Granholm 2010) Når man snakker om produktet mener man bygningsinformasjonsmodell, og når man snakker om prosessen er det bygningsinformasjonsmodellering. De to viktigste bokstavene er I og M, informasjonsmodellering. Det man ønsker å modellere opprettes som objekter som kan tildeles egenskaper og ha relasjoner mellom seg. (buildingSMART 2012) Det betyr at man kan fjerne en dør fra modellen, da vil samtidig umiddelbart den døren fjernes fra alle planer og dørskjemaet vil oppdateres. (Krygiel & Nies 2008) Modellene som er laget for BIM er ikke bare 3D-geometri, men inneholder datarike objekter som er:

- **Intelligente**  
Modellen hjelper med å definere relasjoner mellom objekter og holder endringene koordinert og konsekvent.
- **Kunnskapsbaserte**  
Modellen kan være begrenset ved standarder, koder og kriterier.
- **Skalerbare**  
Modellen er i stand til å samle store mengder data fra flere kilder.
- **Visuelle**  
Modellen muliggjør bedre analyse, samarbeid og kommunikasjon.

BIM er dermed en prosess som bruker den intelligente modellen som legger til rette for samordning, kommunikasjon, analyse og simulering, prosjektledelse og samarbeid, i tillegg til forvaltning, drift og vedlikehold. (Autodesk 2012b)

Autodesk bruker følgende definisjon om BIM: *Building Information Modeling (BIM) is an intelligent model-based process that provides insight for creating and managing building and infrastructure projects faster, more economically, and with less environmental impact. Autodesk BIM software includes a comprehensive portfolio of solutions for design, visualization, simulation, and collaboration that uses the rich information in the intelligent model to inform better decision-making and break down the barriers to better business.* (Autodesk 2012a)

BIM er i ferd med å sette sitt preg på måten byggeprosjekter blir designet og utformet. Dette gir både synergier og gevinster i byggeprosessen som det er viktig å ta en del i. BIM gir informasjon om hele bygget. I prosjekteringsfasen utvikles en 3D-modell av bygningen eller andre byggverk, med alle detaljer om objektene. Objektene kan tildeles egenskaper og har relasjoner mellom seg. Dersom det blir gjort endringer, forteller programmet hvordan dette påvirker relasjonen til andre objekter. Etter hvert som man prosjekterer med BIM, kan man hele tiden berike modellen med ny informasjon. Som rapport fra modellen kan man hente ut for eksempel 2D-plantegninger, 3D-visualisering, 4D-fremdrift, 5D-kostnad-fremdrift, men også 0D-mengdelister, dørskjemaer osv.

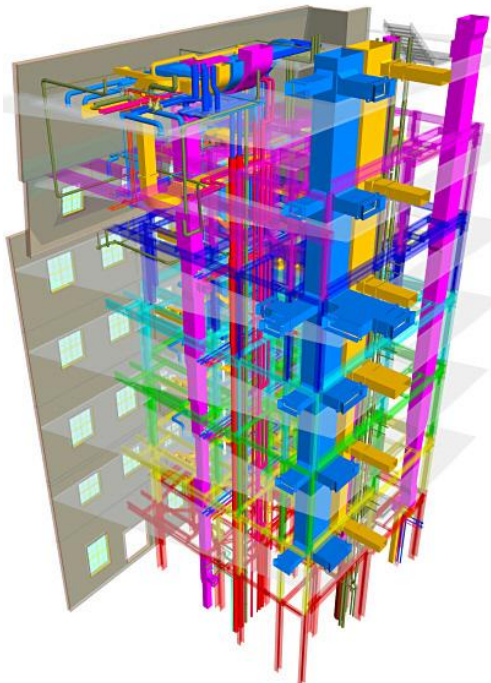


Figur 9 BIM inkluderer mye. Illustrasjon: June Carlsen

Figur 9 viser hva man kan hente ut av rapport fra modellen. BIM visualiserer en digital presentasjon av bygningen og kan bidra til å gjøre kommunikasjonen mellom interessenter, aktører og beslutningstakere lettere. Modellen kan oppdage feil og mangler som kan oppstå under bygging allerede i prosjekteringsfasen, og kan dermed rettes før byggestart. (buildingSMART 2012) *BIM er ikke teknologi, men det krever teknologi for å bli effektivt gjennomført.* (Solibri 2013) Utover 3D-modellering representerer BIM dermed en ytterligere digitalisering, med informasjon som nevnes ovenfor som kan brukes i prosjekteringen, byggingen og FDVU-fase (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling). (Moen & Moland 2010)



Figur 10 Gjengivelse fra modellen kan forveksles med et fotografi. (Livingston 2008)

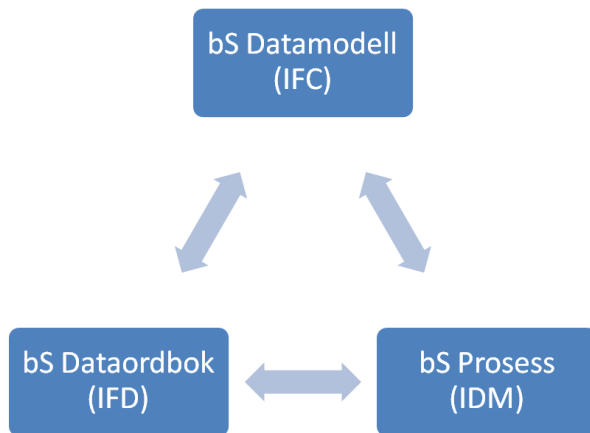


Figur 11 BIM bidrar til synliggjøring av alle komponenter i et byggeprosjekt (Livingston 2008)

### 3.3.2 buildingSMART

buildingSMART er en internasjonal organisasjon med nasjonale avdelinger som jobber for å utvikle og vedlikeholde standarder for digitalisering av byggenæringen på åpne formater. (buildingSMART 2013) buildingSMART har tre åpne standarder, som skal sikre dataflyt i hele verdikjeden, fri konkurranse og en mer effektiv byggenæring (buildingSMART 2012):

- buildingSMART Datamodell
- buildingSMART Dataordbok
- buildingSMART Prosess



Figur 12 buildingSmart standard fritt etter (buildingSMART 2012)

Disse tre hovedelementene må foreligge for en mest mulig effektiv bruk av åpenBIM, og disse må på plass for å kunne bruke BIM i praksis. Alle buildingSMART standardene er ISO standarder. Det må være et filformat som bruker terminologi som er presis og entydig, samtidig som man kan koble BIM opp mot relevante forretningsprosesser. åpenBIM gir aktørene mulighet til å benytte og utveksle 3D modeller med essensiell informasjon, entydige beskrivelser av bygningsobjekter og støtteprosesser som kvalitetssikrer prosjekter. (buildingSMART 2012)

Hovedelementene kan bygges på åpne internasjonale standarder og spesifikasjoner. Man benytter da et omforent lagringsformat der det er enighet om terminologi og det man kan koble BIM opp mot relevante forretningsprosesser. Building Smart utvikler og vedlikeholder standarder for digitalisering av byggenæringen på åpne formater og har tre internasjonale standarder som beskriver og støtter byggeprosjekter. Disse er vesentlig for å klare og bruke åpenBIM i praksis og er visualisert i åpenBIM-trekanten, se figur 12. (buildingSMART 2012)



### IFC Datamodell

"Får datamaskiner til å snakke sammen". IFC står for "Industry Foundation Classes", og er et filformat som gjør at aktørene i byggenæringens verdikjede kan utveksle komplekse modeller med hverandre, uavhengig av programvaren som benyttes. buildingSMART Datamodell muliggjør, sammen med buildingSMART Dataordbok og buildingSMART Prosess, bruken av åpenBIM. (buildingSMART 2012)

### IFD Dataordbok

"Får datamaskiner til å forstå hverandre". Entydig tolkning av egenskaper og produktspesifikasjoner er viktig slik at programvarene automatisk skjønner innhold og egenskaper i modellene som utveksles. IFD Dataordbok gir grunnlag for felles terminologi i bruken av åpenBIM slik at modeller tolkes entydig av aktører og forhandlere. Det automatiserer og effektiviserer en rekke prosesser som produktsøk, produktspesifikasjon, varehandel og FDV-dokumentasjon. De ulike medlemslandenes dataordbøker er definert mot hverandre, slik at åpenBIM informasjon oversettes automatisk fra land til land uten feil og tap av data. (buildingSMART 2012)

### IDM Prosess

"Får fagene til å jobbe effektivt sammen". buildingSmart Prosess er en standardisert prosess og leveranse spesifikasjon som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter. Beskrivelsene er viktig for å få alle fag tilknyttet et prosjekt til å jobbe effektivt sammen. Standardiserte prosessbeskrivelser definerer ytelsene fra, og grensesnittene mellom fagene i prosjekter. Standardiserte prosessbeskrivelser er viktig for å kommunisere brukerens behov til programvareutviklere. (buildingSMART 2012)

Standarden for prosesser angir når visse typer informasjon er nødvendig under bygging av et prosjekt. Det gir også detaljert spesifikasjon av informasjon som en bestemt bruker(ARK, RIB etc) må gi på et punkt i tid og grupper sammen informasjon som er nødvendig i tilknyttede aktiviteter. Det kan være kostnadsestimering, mengder og planlegging av naturlige samarbeidspartnere. Standarden tilbyr en felles forståelse for alle parter, når man skal utveksle informasjon og akkurat hva som trengs. (buildingSMART 2012)

IDM definerer i språk og perspektiv av den profesjonelle deltaker hvilke opplysninger som må ligge i «avtalte utveksling». Begrepet referer også til prosessen til å utvikle og dokumentere brukerkravene som kan være en del av buildingSmart Aquarium, eller som en bruker gruppeaktivitet. (buildingSMART 2012)

### 3.3.3 Prosjektering

Prosjektering med BIM forutsetter at prosjektorganisasjonen klarer å håndtere den nye teknologien og løse problemer som dukker opp. Arbeidsrollene må være klare slik at hver enkelt forstår hvordan teknologien skal brukes. Man får ikke automatisk bedre samspill og færre feil når BIM innføres som en del av prosjekteringen. Et godt fungerende samspill og informasjonsflyt betinges av prosesser man finner i prosjekteringen både med BIM og uten BIM. BIM forutsetter bedre kommunikasjon og økt presisjon hos deltakerne og av de ulike programmene. (Krygiel & Nies 2008)

BIM er en prosess, understøttet av teknologi og samhandling. Det er i mange tilfeller bruk og gjenbruk av data gjennom hele livssyklusen til et byggeprosjekt ikke brukes effektivt. Mye informasjon er bortkastet på grunn av mistillit, informasjon som ikke er komplett, mangel av prosess og standarder, så vel som mangel på forståelse av hvilke data som er tilgjengelig. BIM-prosessen forsøker å maksimere avkastningen på investeringen ved å definere en strømning av databruk. For å underbygge dette er en strategi for å sikre levering av informasjon og data som er definert på en måte som er brukbar under hele prosjektets livssyklus. Denne mer utfyllende informasjonen skal forbedre kvalitet, effektivitet og bærekraft av bygninger som leveres til kundene. (Light 2011)

Det vil kunne foregå BIM i alle faser av prosjektet. Både Statsbygg og buildingSMART har definert hva en modell bør inneholde og hvordan modelleringen bør foregå i de forskjellige fasene:

1. Konseptmodell: Skisseprosjekt
2. Koordinert modell: Forprosjekt
3. Detaljmodell: Detaljprosjekt

I skisse- og forprosjekt omformes definerte behov til konkrete forslag til løsninger. Konsekvensen av beslutninger på en lang rekke perspektiver skal avklares i fasen, for eksempel energiforbruk i drift, projektkostnad, samsvar mellom krav og design etc. Sannsynligheten for at den positive effekten av prosjektet øker, dersom flere ressurser brukes på å avklare konsekvenser av beslutninger for å redusere risikoen for avvik. I tillegg gir åpenBIM mulighet for å betrakte konsekvensen av beslutninger mye tidligere enn ved tradisjonell gjennomføring, og er mye mer detaljert. Erfaringer viser at det er hensiktsmessig å ha alle de fire rådgivende fag med i skisse og forprosjekt, og jobbe parallelt i tidlig vurdering av alternativer. (buildingSMART 2011)

I detaljprosjekt bearbeides det valgte konsept til et reelt forslag til bygg. Konkrete krav til alle objekter i henhold til byggherrens og myndighetenes krav defineres, og kvalitetssikring av at alle fag er koordinert gjennomføres. Anbudsgrunnlaget er klart

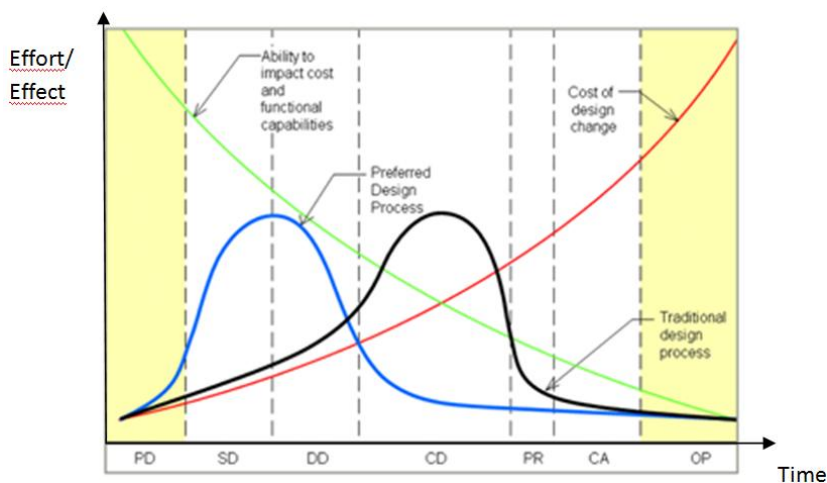
tidligere enn ved tradisjonell gjennomføring, slik at entreprenører kan kontraheres på et tidligere tidspunkt, årsaken er åpenBIM. Tidligere deltakelse fra entreprenør i prosjekteringen vil målrette prosjekteringen mot konkrete løsninger, noe som kan redusere risiko for prisavvik og sikre at informasjon er dokumentert mest mulig hensiktsmessig for produksjon. (buildingSMART 2011)

### 3.3.4 Fremdrift og prosess

Mange organisasjoner utvikler egne retningslinjer for bruk av BIM i prosjektgjennomføringen, de kan inneholde følgende nøkkelinformasjon (Eastman et al. 2011):

- Identifikasjon av mål for bruk av BIM
- Omfang og bruk av BIM gjennom faser av prosjektet
- Omfang av standarder eller formater relatert til BIM og utveksling av BIM
- Roller til deltakere i BIM-prosessen og overlevering av BIM mellom alle deltakere i prosjektet

BIM-gjennomføringen av prosjekter krever en grunnleggende endring i arbeidsrutiner sammenlignet med tradisjonell gjennomføring og samarbeid mellom aktørene. Det kan være at det innebærer å bevege seg ut av folk sine komfortsoner til nye måte å tenke og jobbe på. Patrick MacLeamy, grunnleggeren av buildingSMART, har utviklet "MacLeamy curve". Den illustrerer at økende kostnader ved endringer og betydningen av at BIM-prosessen trekker aktørene i prosjektet sammen tidligere, for å oppmuntre til integrert prosjektering og levering. Se figur 13. (Light 2011)



Figur 13 MacLeamy curve (Light 2011)

PD, Predesign: Tidligfase

SD, Schematic design: Skisseprosjekt

DD, Design Development: Forprosjekt

CD, Construction Detailing: Detaljprosjekt

I prosjekteringsfasen defineres det meste av informasjon for et prosjekt. Tidligere i teorikapitlet ble prosjekteringsfasene definert med skisseprosjekt, forprosjekt, detaljprosjekt og kontraheringsfase. Tradisjonell distribuering av arkitekt- og konstruksjonstegninger viser en fordeling av kostnader til 15 % til skisseprosjekt, 30 % til forprosjektet og 55 % til detaljprosjektet. (Eastman et al. 2011)

På grunn av sin evne til å automatisere standardformer for detaljering, reduserer BIM betydelig mengde tid som kreves for å produsere byggedokumenter. Figur 11 illustrerer det generelle forholdet mellom innsats og tid. Svart linje viser hvordan innsatsen tradisjonelt fordeles gjennom prosjektet. Blå linje viser hvordan innsatsen kan fordele seg ved bruk av BIM. Grønn linje viser muligheten for å påvirke beslutninger i løpet av prosjekteringen, mens rød linje viser økte kostnader ved endringer ut over i prosjektet. Ved bruk av BIM justeres dette forholdet til tidligere enn ved tradisjonell gjennomføring. Honorarfordelingen i noen prosjekter er allerede i endring for å reflektere verdien av vedtak fattet i løpet skisseprosjekt og redusert innsatsen som kreves for å produsere byggedokumenter. Endringen i fordelingen av innsats gjør også antagelser om leveringsmåte og entreprenørselskap. (Eastman et al. 2011)

*«En innovativ måte å arbeide i et virtuelt miljø med intelligente objekter i en modellserver, slik at design, bygging, drift og vedlikehold er testet og optimalisert før arbeidet starter på området».*

Det er viktig å merke seg at BIM ikke noe annerledes enn andre datasystem, *hvis du putter søppel inn, får du søppel ut*. For prosjekter som skal gjennomføres med BIM er det, i tillegg til fundamentale prosjektkrav, nødvendig med (Light 2011):

- Sikre at hele prosjekteringsgruppen er justert til BIM-strategi
- Prosjekteringsgruppen må godta en felles programvareplattform
- Tillate prosjekteringsgruppen å sette klare BIM mål og forventninger
- Klart definerte leveranser
- Involvere entreprenøren så tidlig som mulig
- Roller og ansvar må være klart definert, spesielt hvis modellen skal deles eller arves av andre

Det er en rekke fordeler som følger bruken av BIM. Det krever store investeringskostnader i programvare, maskinvare og opplæring av ansatte. For at gjennomføringen av BIM skal kunne få et positivt utfall, er det nødvendig med ovenfra

og ned lederskap. Bare gjennom denne formen for ledelse vil BIM fungere vellykket. Det betyr at byggherrer må sette krav slik at resten av bransjen vil følge etter. (Light 2011)

### **3.3.5 Kollisjonskontroll**

Kollisjonskontroll er en digital kvalitetssikring av fagmodellene på objektnivå. Kontrollen finner feil i den tverrfaglige koordineringen før det bestilles og bygges. Den viktigste type feil, som kollisjonskontrollen brukes til å finne, er hvis to eller flere objektet sitter på samme plass i BIM'en. Kollisjonskontrollerte fagmodeller gir et mye bedre grunnlag for å produsere koordinerte arbeidstegninger. I det omfang entreprenør bygger disiplinert etter tegninger kan det bygges med vesentlig færre feil funnet på byggeplassen. Det øker effektivitet i bygging og kvalitet på ferdig resultat. Kollisjonskontroll kan brukes i skisse- og forprosjekt i prosjekteringen til å sjekke hovedføringer mot overordnet geometri i bygget. I detaljfasen brukes kollisjonskontrollen til å kvalitetssikre på detaljnivå. Prosessen kan gjøres til en fast rutine i prosjekteringsmøtene, hvor prosjekteringsgruppeleder bruker verktøyet til å sikre at alle fagene er geometrisk koordinert. (buildingSMART 2011)

## 4 Caseprosjektet

Caseprosjektet er et leilighetsprosjekt planlagt i fire byggetrinn over 10 boligblokker, med én felles parkeringskjeller. Prosjektet gjennomføres med totalentreprise. Totalentreprenøren har kommet i gang med byggingen av byggetrinn 1, som skal stå ferdig sommeren 2014. Detaljprosjekteringen av byggetrinn 2 er i gang, mens realiseringen av de neste byggetrinnene er avhengig av når boligene blir solgt. Prosjektet gjennomføres av store aktører, hvor både totalentreprenør og byggherre er samme firma, og rådgiverne kommer fra samme firma. Samtlige intervjuobjekter er deltakere i et og samme boligbyggeprosjektet som er prosjektert med BIM. Aktørene som deltok i undersøkelsen var prosjektleder fra byggherre, prosjekteringsleder fra totalentreprenør, BIM-koordinator fra totalentreprenør, arkitekt, konstruksjonsansvarlig prefab, BIM-koordinator fra RIB og fra tekniske fag (RIV/RIE). Undersøkelsen ble gjennomført i et kort tidsrom, det vil si innen 8 dager

### Nøkkelinformasjon

- Byggherre (BH)  
Profesjonell flergangsbyggherre i et firma med sterk markedsposisjon som boligutvikler i Norges største byer.
- Prosjekteringsleder for totalentreprenør (PLT)
- BIM-koordinator for totalentreprenør  
Begge informantene jobber i en av landes største entreprenører med virksomhet over hele landet.
- Arkitekt  
Informanten har lang erfaring og har mye kompetanse med BIM. Tegner og modellerer alt selv. Firmaet har en virksomhet som er rettet mot et profesjonelt marked.
- Konstruksjonsansvarlig prefab(KA prefab)  
Tegner og modellerer alt selv og har lang erfaring i bransjen. Firmaet er en ledende leverandør av prefabrikkerte totalløsninger.
- BIM-ansvarlig fra rådgivende ingeniør bygg (RIB)
- BIM-ansvarlig fra rådgivende ingeniør ventilasjon og elektro (RIV/RIE)  
Begge informantene jobber i et av landets ledende aktører innen prosjektering og rådgivning



## 5 Resultater

I femte kapittel blir resultatene fra intervjuene presentert. For hvert tema kommer det en kort introduksjon, før resultatene for de respektive tema blir fra hver informant blir presentert. Til slutt kommer en liten oppsummering for hvert tema.

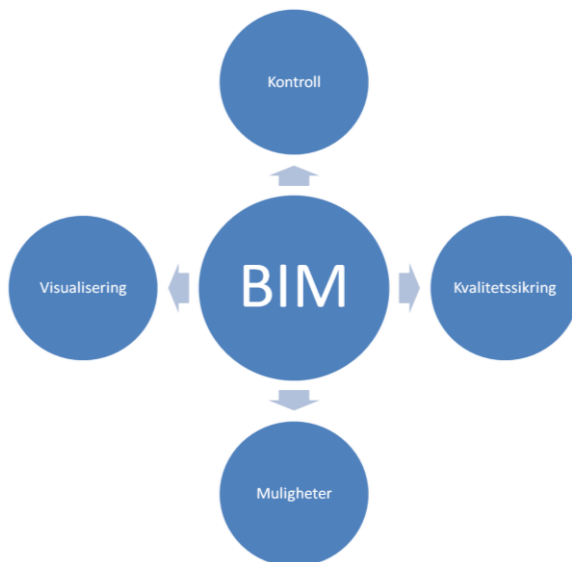
### 5.1 Definisjon av BIM

Det er ulik oppfatning om hvordan BIM defineres og hva det innebærer å bruke BIM i prosjekteringen. Det kommer frem at BIM-prosjekt har ulike nivåer, og det er ulike meninger om hvorvidt prosjektet er et BIM-prosjekt. Forventningene til BIM er store, men de varierer fra person til person og fra aktør til aktør.

#### 5.1.1 Byggherre

BIM er bare en slags "bank", det er kun er verktøy eller et hjelpemiddel. Byggherre definerer BIM med fire stikkord:

- Kontroll
- Visualisering
- Kvalitetssikring
- Muligheter



Figur 14 Byggherre om BIM som verktøy. Illustrasjon: June Carlsen

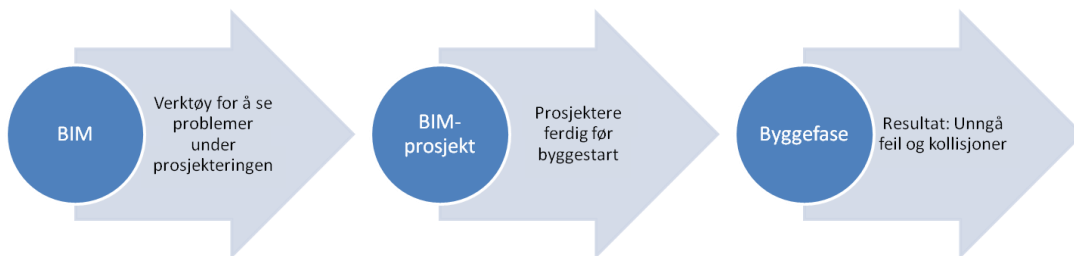
Byggherre har god erfaring med BIM, mener programvaren blir bedre og bedre, og at den er brukervennlig for alle prosjekterende. Informanten har tidligere jobbet som arkitekt, og har lang erfaring i bransjen. Informanten definerer dette prosjektet som "industriell boligbygging", hvor det prosjekteres lang tid i forveien, hvor bygget skal



være klart og er ferdig modellert opp innen det skal selges og begynner salg av boliger til kunder. For å definere et BIM-prosjekt trekker informanten frem prosjektet.

### 5.1.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

*"BIM er 3D-modellering av det vi skal bygge. Det er veldig godt verktøy for å se problemer i tidligfasen, istedenfor å oppdage problemer mens vi bygger. Et BIM-prosjekt er rett og slett er å prosjektere ferdig før vi begynner å bygge."* Forventningene er store, og informanten mener at resultatet faktisk er bedre enn forventet.



Figur 15 PLT om BIM. Illustrasjon: June Carlsen

### 5.1.3 BIM-koordinator totalentreprenør

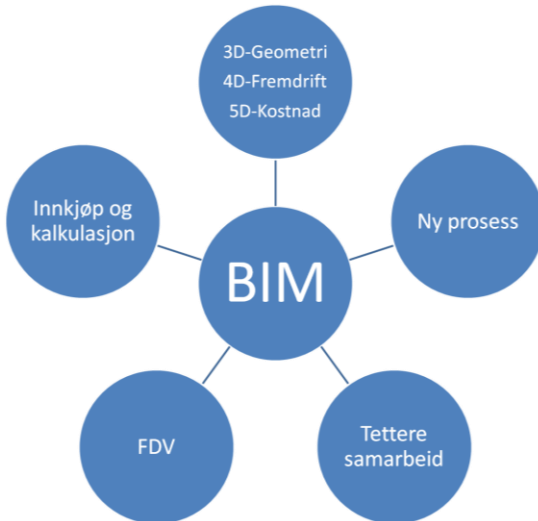
*"Tenker at BIM er ny måte å jobbe på, en ny prosess. Begrepet står for informasjonsmodell eller informasjonsmodellering, men jeg tenker mer på viktigheten med å samarbeide bedre, tettere dialog og bruke hverandres underlag. Det er en ny prosess, med samhandling og fokus på det".*

Informanten opplyser om at det er flere nivåer av et BIM-prosjekt. Det kan være et godt BIM-prosjekt og et mindre godt BIM-prosjekt. Utgangspunkt er 3D-modell med informasjon. Videre er det snakk om hvor mye informasjon som legges inn i modellen. Mulighetene er 4D, hvor den fjerde "D" står for fremdrift. Riggplanlegging, sikkerhetsplanlegging. Informanten vil definere caseprosjektet som et BIM-prosjekt. I USA brukes såkalte "Big Rooms" hvor rådgivere, arkitekter og entreprenører sitter i samme rom og planlegger sammen, og sparer inn flere ukers arbeid. Dette er en ny samhandling hvor man slipper å sitte og vente på mail som sendes frem og tilbake, tettere samarbeid rett og slett. Det er en teori om at det kun er entreprenøren som tjener på BIM, det er feil. Informanten mener det må komme krav til bruk av BIM, spesielt i forhold til miljø. I tillegg må prosessen effektiviseres. Hvis alle hadde fått en mer effektiv hverdag hadde det blitt et billigere produkt.

Informanten synes det fortsatt er mange som prosjekter på "gamlemetoden" og prosjekterer med BIM på siden. De har ikke skjønnet at BIM-prosjektering er vanlig prosjektering. De tegner fortsatt i 2D, og får andre til å utarbeide en 3D-modell eller

BIM. Det varierer også veldig mye. Dette prosjektet har fungert veldig bra. ARK og PREFAB har brukt hverandres modeller hele tiden.

*"Jeg lever med BIM hver dag og forventer enda flere prosesser til å samhandle med én BIM-modell. I dag er det ingen system som binder alt sammen. Utover planleggingen og bygging kan kalkulasjon, innkjøp, fdv osv. kobles til modellen".*



Figur 16 BIM-koordinatoren om BIM. Illustrasjon: June Carlsen

#### 5.1.4 Arkitekt

*"BIM er en intelligent modell, med intelligente objekter som inneholder informasjon som en annen type modell ikke inneholder".* Ramser opp:

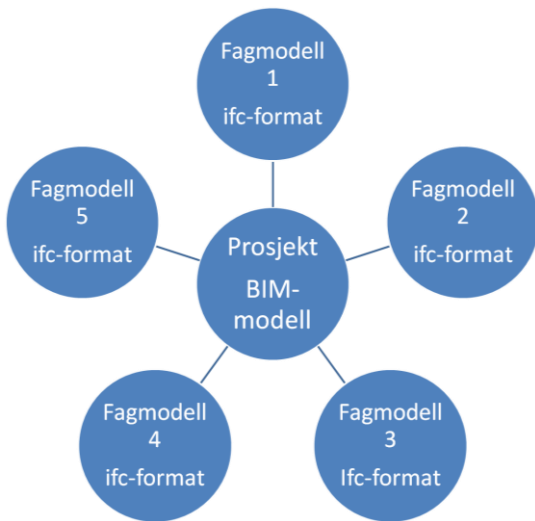
- Sjøkt
- Klima
- Mange nivå
- Fremdrift
- Material og konstruksjon
- Tidsperspektiv
- Miljødata

BIM-prosjektene er forskjellige etter detaljeringsgrad fra byggherre. Forventningene til informanten er høye, men mener samtidig at vi ikke har kommet helt i mål enda, men etter hvert vil det bli vanlig i alle typer prosjekter. Mindre byggherrer er ikke like profesjonelle som større byggherre, og mener Statsbygg har den mest detaljerte BIM-manualen. Informanten mener det er kjedelig uten BIM, det er ingen utfordring, og mener det er mer interessant å prosjektere med BIM da samarbeidet er mye bedre.

### 5.1.5 Konstruksjonsansvalig prefab

BIM er bygningsinformasjonsmodellering. Ikke bare en 3D-modell i skall, men informasjon om betong, armering og annen relevant informasjon for elementene som leveres. Et BIM-prosjekt betyr at alle aktører gjør det samme og har en BIM-kordinator som sammenstiller én komplett modell, i for eksempel Solibri. Dette prosjektet er et BIM-prosjekt, hvor alle bruker 3D-modellering.

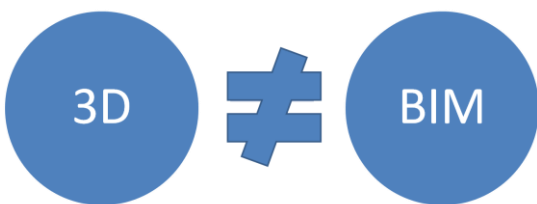
Forventningene til BIM er at man skal unngå grove feil, få bedre oversikt over høyder, og se ting på tidlig stadiet. Det er sagt at en god ingeniør ser ting tidlig, før det er for sent, og det tar mange år. Med BIM blir man en god ingeniør.



Figur 17 PREFAB om BIM-prosjektering. Illustrasjon: June Carlsen

### 5.1.6 RIB

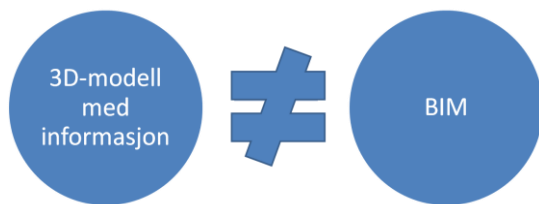
BIM står for bygningsinformasjonsmodellering. *"Mange setter likhetstegn mellom BIM og 3D, det er det ikke. BIM er det man kan hente ut av dokumentasjon og informasjon fra modellen. Hvert objekt i modellen inneholder informasjon som ikke kan vises på tegning"*. Et BIM-prosjekt blir definert som et prosjekt hvor man bruker 3D-modeller med forskjellige plattformer og samhandler alle fag i én felles modell. Dersom det brukes flere plattformer må man benytte utvekslingsformat, det er et viktig moment. IFC er standard. Forventninger til BIM er at tverrfaglig samarbeid skal føre til mindre feil. Informanten synes også forventningene har innfridd.



Figur 18 RIB: 3D er ikke det samme som BIM. Illustrasjon: June Carlsen

### 5.1.7 Tekniske fag

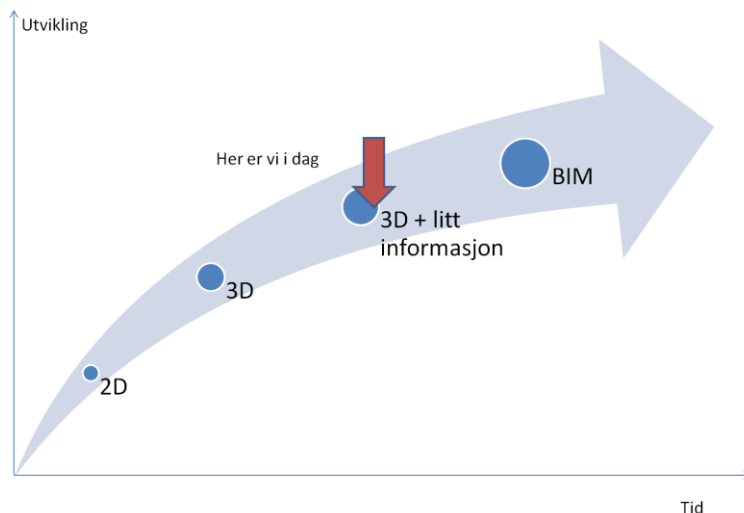
"Det er like mange meninger om BIM som det fins folk. For meg er BIM et hav av informasjon og muligheter til å ta i bruk denne informasjonen som legges inn. Informasjonen må brukes til noe fornuftig. For meg virker det som om mange blander inn 3D, med kun litt informasjon, men det er ikke BIM". Det er et problem at man snakker om BIM, når det egentlig er 3D-geometri med informasjon. Det er det samme som det har vært de siste 10 årene, selv om det er nytt for entreprenøren som skal bruke noe informasjon på plassen.



Figur 19 RIB/RIE: 3D-modell med informasjon er ikke BIM. Illustrasjon: June Carlsen

Informanten presiserer at informasjonen må brukes til noe fornuftig. BIM inkluderer *hele livsløpet* og bruk av BIM i hele prosjektets prosess. Det inkluderer fremdriftsplan, kostnader og fdv, og *alle* fag.

Informanten mener det er veldig få som har hatt et BIM-prosjekt. De fleste prosjekter er 3D-prosjekter med litt ekstra, og mener derfor at prosjektet er nettopp det. Likevel tror informanten at andre i prosjektet vil definere dette som et BIM-prosjekt. De tekniske fagene er ikke kommet like langt ved bruk av informasjon, selv om filene som levers er ifc-filer, er det ikke mye informasjon, det er kun geometri for å se hva det er.



Figur 20 RIV/RIE om BIM-utviklingen. Illustrasjon: June Carlsen

Figur 20 viser hvordan forskeren oppfatter informanten fra tekniske fag sitt inntrykk av BIM og BIM-prosjekter.

### 5.1.8 Oppsummering om definisjon av BIM

Det er delte meninger om hva BIM egentlig er, 3D-modellering, 3D-modell med informasjon, informasjonsmodellering, intelligent modell, eller om det kun er et visuelt verktøy som kan oppdage kollisjoner før byggingen starter. De ulike aktørene bruker BIM på ulike områder, se figur 20.



Figur 21 Ulike definisjoner om BIM. Illustrasjon: June Carlsen

Bruk av BIM er forskjellig fra aktør til aktør, likevel er alle enige om at det til nå ikke er fullt utnyttet. Ikke alle er enige om at caseprosjektet er et BIM-prosjekt, da det avhenger av definisjonen av BIM. Se figur 21. Det er enighet om at det er flere nivåer av BIM-prosjekt og BIM-prosjektering, hva man skal bruke informasjonen til og hvor mye informasjon som skal legges inn.

Tabell 4 Definisjon av BIM og BIM-prosjektering

|                 | Definisjon av BIM |                |                           |                         |                    | Case:        |
|-----------------|-------------------|----------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|--------------|
|                 | Verktøy           | 3D-modellering | 3D-modell med informasjon | Informasjonsmodellering | Intelligent modell | BIM-prosjekt |
| Byggherre       | X                 |                |                           |                         |                    | JA           |
| PLT             |                   | X              |                           |                         |                    | JA           |
| BIM-koordinator |                   |                | X                         |                         |                    | JA           |
| Arkitekt        |                   |                |                           |                         | X                  | JA           |
| PREFAB          |                   |                | X                         |                         |                    | JA           |
| RIB             |                   |                |                           | X                       |                    | JA           |
| RIV/RIE         |                   |                |                           | X*                      |                    | NEI          |

\*Informanten mener informasjonen må brukes til noe fornuftig, samt inkludere hele livsløpet til prosjektet og inkludere alle fag.

Tabell 4 viser at det er flere meninger om BIM og BIM-prosjektering, samt at det er uenighet om prosjektet er et BIM-prosjekt.

## 5.2 Prosjektstyring

Aktørene er over middels fornøyd med prosjektstyringen, og mener det er rom for forbedringer. Tabell 5 viser hva de ulike aktørene vil gi i karakter for prosjektstyringen fra 1-6. I resultatene for hver aktør kommer begrunnelsene.

Tabell 5 Karakter for prosjektstyring

|                        | <b>Prosjektstyring i karakter fra 1-6:</b> |
|------------------------|--|
| <b>Byggherre</b>       | 5  |
| <b>PLT</b>             | 10   |
| <b>BIM-koordinator</b> | 4-5  |
| <b>Arkitekt</b>        | 5-4  |
| <b>PREFAB</b>          | 5  |
| <b>RIB</b>             | 4  |
| <b>RIV/RIE</b>         | 4  |

### 5.2.1 Byggherre

Det er ønskelig med enda større grad av tverrfaglig samarbeid. For byggherre er det ønskelig med enda mer kompetanse og potensial for bruk av BIM for salg og markedsføring. Det handler om å få alt til å fungere mer effektivt. Nå jobbes det med å få bilder fra 360 grader, slik at kjøperne får enda mer forståelse for hvordan bygget skal bli. De kan zoome inn og ut, og få en helhetlig forståelse av bygget og området rundt. Samtidig er det viktig at man skjønner at dette er en modell, og ikke bilder fra virkeligheten.

### 5.2.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Som prosjekteringsleder kan prosjektstyringen måles i hvordan det føles på byggeplassen. Informanten er veldig fornøyd og forklarer at det har mye å gjøre med at det er rolig i prosjektet, med et lavt stressnivå. Det tyder på at prosjekteringen på forhånd er grundig og at alle fag har gjort en god jobb. Informanten har hatt gjennomgang med alle de tekniske underentreprenørene og det er svært lite som ikke er avklart. Som regel er det veldig mye spørsmål på en slik gjennomgang, men det er svært lite som ikke er avklart. Det kommer veldig godt frem i prosjekteringsunderlaget hva som skal gjennomføres. Modellen er bra.

### 5.2.3 BIM-koordinator totalentreprenør

*"Hvis vi skal få brukt BIM-modellen til det vi ønsker må vi styre mye mer enn det vi har gjort før".*

Informanten savner strengere krav og mener man har vært alt for snill når det gjelder styringen. Dette prosjektet har gått veldig bra, men det er mange som ikke tar prosjekteringen på alvor. Det skjer ingen ting hvis ingen tar grep, det er ledelsen sin jobb.

### 5.2.4 Arkitekt

Informanten synes det er behov for strengere styring. Det er nødvendig å følge opp tidsfrister for å få alle til å levere innen fristen, det må følges opp.

### 5.2.5 Konstruksjonsansvalig prefab

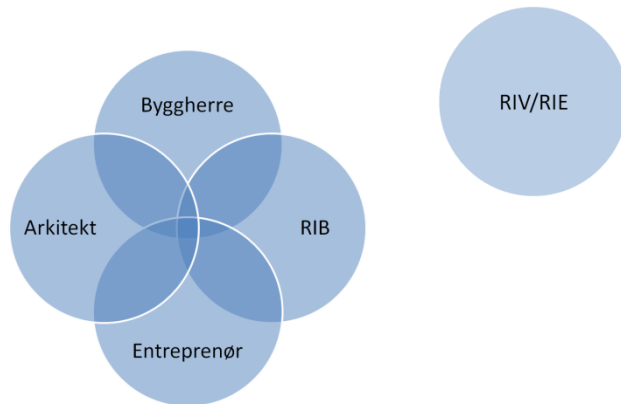
Prosjektstyringen er veldig bra, likevel er det alltid forbedringspotensial. Det er frihet under ansvar, men det er også forventet at ting skal være gjort til tidsfrister som er satt. Det er viktig å ha en god stemning i prosjekteringen, for å jobbe godt sammen.

### 5.2.6 RIB

Boligprosjekter er avhengige av salg. Informanten savner likevel en enda mer presis plan for når ting skal gjøres i fremdriftsplanen.

### 5.2.7 Tekniske fag

Informanten savner en holdningsendring i bransjen, og sikter til forholdet mellom tekniske fag og "den andre siden". Det er mange som ikke forstår hvor mye det tekniske arbeidet kan ha å si for bygget. Dersom tilstrekkelig informasjon hadde blitt gjort rede for til riktig tid, ville mye dobbeltarbeid vært unngått. Det er ikke en selvfølge at arkitekter har teknisk forståelse for et bygg, derfor er det nødvendig med tidlige medvirkning fra tekniske fag. Det settes stadig tøffere krav til miljø og energi, samtidig som bygg blir mer kompliserte, noe som kan gjøre jobben vanskeligere. Krav til ventilasjon skal samkjøres med krav til energiregnskap, da hjelper det lite å se om det er byggbart ved hjelp av BIM.



Figur 22 RIV/RIE er ikke inkludert i prosjekteringen. Illustrasjon: June Carlsen

Figur 22 illustrerer at informanten fra tekniske fag ikke føler seg inkludert i prosjekteringen til en hver tid.

### 5.2.8 Oppsummering prosjektstyring

Det er ønskelig med strenger styring og ledelse, samt at grunnlag for beslutninger må være på plass til riktig tid. Informanten fra tekniske fag er minst fornøyd med prosjektstyringen. Informanten føler seg oversett og mener det er på tide med en holdningsendring. Det er flere som savner tettere oppfølging av planene.

## 5.3 Prosjektering

Det er enighet om at det er å foretrekke å være ferdig med all prosjektering før byggestart. Tverrfaglig forståelse, samarbeid og ferdig riktig prosjektert prosjekt før byggestart er viktig for prosjekteringen. Samtlige av informantene er enige om at man lærer av det første byggetrinn, og at det er en fordel med flere byggetrinn i større boligprosjekter.

### 5.3.1 Byggherre

For gjennomføringen er det viktig med mål om samstemthet og en tverrfaglig forståelse for prosjektet. Det er viktig at alle skjønner sin oppgave, og hva det spesifikke prosjektet krever. Dersom alt er smeltet sammen, vil man oppnå dette. I dette prosjektet er det boliger som skal prosjekteres, andre ganger vil det være sykehus, skoler eller kontorlokaler, og det krever sine ting av innhold og oppgave.

I prosjekteringen kan det bli gjort endringer, om det er mulig å få til noe bedre, det betyr at prosjektet ikke er låst. Det er alltid rom for forbedringer og selvfølgelig også for feil. Informanten presiserer at man må håpe på å fange med det meste, og at BIM hjelper dersom noe skulle være utelatt. Prosjektering er prosjektering, hvert prosjekt er unikt, og det er vanskelig å gjøre noe strømlinjeformet. Det er potensialet for alt, men den prosjektmodellen vi kjører her er på et ganske høyt nivå, det er



kostnadseffektivt og tidseffektivt, men det vil alltid være noe, men det er i prosjektets natur. I et prosjekt kan man aldri være sikker, det er alltid endringer som dukker opp og ting man kan forbedre.

### 5.3.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Målsetting for ferdiggraden for modellen bør være satt. Det er en fordel å bli ferdig med all prosjektering før byggingen begynner, da er det ro i organisasjonen og man slipper å oppdage feil når man bygger. Likevel er det småting som korrigeres underveis.

### 5.3.3 BIM-koordinator totalentreprenør

Det må være et mål om et ferdig prosjektert prosjekt, før byggingen starter. *Alt* trenger nødvendigvis ikke å være ferdig, men det som skal bygges må være ferdig. Jo mer som er prosjektert ferdig, dess mindre problemer og konflikter blir det på byggeplassen. Dominoeffekten er viktig, det er en fordel å komme i gang tidlig med BIM for kollisjoner. Dersom folk mer bevisste på at ting henger mer sammen, og man kan rette opp i feil eller mangler mye tidligere, men det er forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Nybygg bør prosjekteres ferdig før byggestart, mens rehabilitering har andre utfordringer. Det er ikke så lett å komme bort i fra parallell prosjektering, selv om det ikke er ønskelig.

I tillegg til strengere ledelse, mener informanten at man kan bli mer effektive, og utdyper at det er alt for mye e-poster og møter frem og tilbake. Det burde vært enda bedre samarbeid, for eksempel "big rooms" i hele prosjekteringsfasen.

### 5.3.4 Arkitekt

Arkitekten mener ledelsen må være strengere når det gjelder frister for levering. Byggherre etterspør ferdige modeller før byggestart, men det er kun i teori etter hva arkitekten opplever. Parallell prosjektering foregår selv om det burde være ferdig prosjektert før byggestart. Modellen blir ikke ferdig før alle er ferdig kontrahert. Prosjektet låses ikke på grunn av at totalentreprenør hele tiden skal spare penger, og dermed er det tillatt med omprosjektering og endringer underveis, dersom de kan spare penger.

*"Det burde vært mer fokus på kvalitet, og ikke tjene mer og mer penger, kjøperen får mindre kvalitet, mens totalentreprenøren tjener mer og mer. Dette prosjektet har gått veldig bra for salg".*

Det er mindre overraskelser nå enn før, for BIM hjelper til med bedre forståelse, og beslutninger blir tatt i rett tid. Det har skjedd en prosessendring ved å jobbe med BIM. Det er en annen arbeidsform, man jobber tettere sammen med de andre aktørene,

som er både spennende og lærerikt. Ved kollisjonskontrollmøter legges de ulike ifc-filene over hverandre, slik at man får et innblikk i hverandres fag på en helt annen måte enn før.

### 5.3.5 KA prefab

For prefab er det ekstremt viktig med nok tid til prosjektering, da støpingen skjer lenge før montering, i motsetning til plasstøpt betong hvor prosjekteringen omtrent kan endres til dagen før støping. Derfor er det nødvendig at rammene er klare, og en plan på når ting skal være ferdig er på plass. Prosjektering parallelt med bygging tar utrolig mye tid, noe som er veldig utfordrende. Da blir det mindre tid til produksjonstegninger, eller lengre dager.

*"Det vil alltid være endringer, og jeg stoler ikke på at noe er låst før prosjektet er ferdig".*

### 5.3.6 RIB

Informanten er ikke helt fornøyd med prosjekteringen. Det er ofte at endringer kommer etter deadline, slik at ingenting er låst, det forplanter seg kun til en mer hektisk hverdag til leveranse. Byggherre ønsker å selge en viss del av boligene før de setter i gang prosjekteringen, da alle boligprosjekt er avhengig av salg. RIB er mest avhengig av arkitekt og prefab i prosjekteringen.

Dersom prosjekteringen foregår parallelt med prosjekteringen kan det føre til et enormt tidspress i enkelte perioder, med både prosjektering, produksjon av tegninger og bygging. Dersom man blir tatt igjen av fremdriften på byggeplass, kan det være veldig uheldig.

### 5.3.7 Tekniske fag (RIV/RIE)

Oppstart er utrolig viktig for resten av prosjektet, da *må* målene være klare. I totalentreprise gjøres alt for å spare penger, og dersom det er mulig å spare noen hundre tusen kroner, gjennomføres det endringer underveis. Det er ønskelig med strengere rammer for endringer og omprosjektering for alle sin del. Dette handler om at hele prosessen i begynnelsen av prosjektene som må endres. Mye handler om at byggherre må forstå konsekvensene av hva som blir gjort.

Informanten er ikke fornøyd med prosjekteringen, og mener det mangler kompetanse hos lederne. De mangler erfaring med DAK og BIM, og dermed ser de ikke hvordan det kan gjennomføres med BIM. Parallell prosjektering og bygging er *galskap*. Det påvirker likevel ikke hvordan tekniske fag jobber, bortsett fra at arbeidspresset blir større og at overtidsarbeid kreves.

### 5.3.8 Oppsummering prosjektering

Informantene er mer eller mindre fornøyd med prosjekteringen slik den forgår i dag. Tabell 6 viser en oversikt over hvem som er fornøyde og hvem som ikke er helt fornøyde.

Tabell 6 Oversikt over hvem som er fornøyd med prosjekteringen

|                 | Fornøyd med prosjekteringen | Ikke helt fornøyd med prosjekteringen |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Byggherre       | X                           |                                       |
| PLT             | X                           |                                       |
| BIM-koordinator |                             | X                                     |
| Arkitekt        |                             | X                                     |
| PREFAB          |                             | X                                     |
| RIB             |                             | X                                     |
| RIV/RIE         |                             | X                                     |

Samtlige av informantene mener det er forhold som må ligge til rette for god prosjektering. I tabell 7 sammenstilles en oppsummering av hva de ulike aktørene mener er viktig for god prosjektering, og hva som kan forbedres.

Tabell 7 Oversikt over hva som er viktig for god prosjektering

|                 | Tverrfaglig forståelse | Målsetting for BIM | Strengere ledelse | Bedre samarbeid | Strengere rammer for endringer | Unngå parallell prosjektering |
|-----------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Byggherre       | X                      |                    |                   |                 |                                | X                             |
| PLT             |                        | X                  |                   |                 |                                | X                             |
| BIM-koordinator |                        | X                  | X                 | X               |                                | X                             |
| Arkitekt        |                        |                    | X                 |                 | X                              | X                             |
| PREFAB          |                        |                    | X                 |                 |                                | X                             |
| RIB             |                        |                    | X                 |                 | X                              | X                             |
| RIV/RIE         |                        | X                  | X                 |                 | X                              | X                             |

Ingen av aktørene liker at det er tillatt med mye endringer underveis, og ansvaret for endringene må plasseres. Byggherre mener likevel det må være rom for endringer for et bedre resultat. Parallell prosjektering får størst konsekvenser for tekniske fag, da fristene gjerne ikke blir flyttet på. Samtidig kan det være svært uheldig med parallell prosjektering dersom produksjonen henter inn planleggingen. Arkitekt mener byggherre etterspør ferdig prosjektering før byggestart, men at det aldri vil skje i praksis.

## 5.4 Prosjekteringsfaser

Ingen prosjekter er like og det varierer fra prosjekt til prosjekt hvor stort arbeidspresset er i de ulike fasene. De ulike aktørene kommer inn til forskjellige tider og faser i prosjekteringen. For informantene er det ikke alltid definerte skiller mellom fasene, samtidig mener de at de vet hva som skal gjøres til en hver tid.

### 5.4.1 Byggherre

I forprosjekt er det satt av godt tid, og byggherre mener det er en lang prosjekteringsfase. Det jobbes aktivt for å få et best mulig produkt, men man skal ha kontroll på kostnader og tid. I detaljprosjektet overtar totalentreprenør ansvar for prosjekteringen, selv om byggherre fortsatt sitter med ansvar som utbygger, og samarbeidet er fortsatt nært. Tilbud blir gitt fra entreprenør og det blir sammenlignet med hva byggherre har beregnet.

*"Arbeidspresset er størst i alle faser!"* Informanten mener at arbeidsfordelingen har ikke endret seg etter implementering av BIM.

### 5.4.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Ved hjelp av BIM manualen vet man hva som er kravet til detaljering i de ulike fasene. Arbeidspresset var størst ved forprosjekt i byggetrinn 1. Det var veldig krevende, og det fikk konsekvenser for detaljprosjekteringen i byggetrinn 1.

### 5.4.3 BIM-koordinator totalentreprenør

Totalentreprenøren kommer inn i prosjekteringen til ulike faser avhengig av om byggherreen er intern eller ekstern. Ved samarbeid med intern byggherre deltar informanten i prosjekteringen allerede i skisse-forprosjekt, før de overtar ansvaret i detaljprosjekteringen. Det er alltid en fordel å være med tidlig i prosjektet for å få prosjektet opp på ønskelig BIM-stadiet med en gang. Dersom vi jobber med eksterne byggherree kommer vi dessverre inn sent i forprosjekt eller i detaljprosjekt. Da er allerede skisse- og/eller forprosjekt utarbeidet og det er tungt å komme inn. Detaljprosjektet har ofte størst press, for da haster det for å få ting ferdig.



Figur 23 Bruk av BIM fra tidligfase, gjennom prosjektering, utførelse og videre bruk i driftsfasen. Illustrasjon: June Carlsen

*”Det er ingen klar forskjell på fasene, det kun datoer som er en formell greie for å avslutte kontrakter. Prosjektering er prosjektering, det glir over hverandre”.*

#### **5.4.4 Arkitekt**

Arkitekt mener ”tidligfasen” burde være lengre. I tillegg mener arkitekt at de andre aktørene må begynne tidligere å tegne enn hva som er vanlig uten BIM. Byggetrinn 1 ble forsinket på grunn av at konstruksjonsansvarlig fra prefab ikke kom i gang tidlig nok. I byggetrinn 2 er det tatt lærdom av hva som skjedde i byggetrinn 1, det er en fordel. Da kan prosjekteringen ferdigstilles før byggestart. Informanten har kontroll på detaljeringsgrad i alle faser. En BIM-manual er likevel nyttig for uerfarne, som kan dra mer nytte av den.

Det er mye endringer underveis, gjerne før rammesøknad, og da kan det bli dårlig tid. *Arbeidspresstet er størst i overgang kontrahering med leverandør, skjemaer fra ARK, samtidig som ikke alt er helt bestemt, detaljprosjektering. Nå skal det gå fort.*

#### **5.4.5 Konstruksjonsansvalig prefab**

Detaljprosjekteringen er mest interessant for prefab, det er denne fasen det meste av arbeidet gjennomføres, men det kan også variere fra prosjekt til prosjekt. Alt modelleres selv, først med litt grov prosjektering, deretter følger detaljmodellering opp før tegninger for produksjon produseres. Alt modelleres, og tegningene hentes ut fra modellen.

Informanten mener forprosjektet er en viktig fase i prosjekteringen. Det må være gjennomtenkt, og for å unngå senere problemer bør det være mer som er avklart, før detaljprosjekteringen starter.

#### **5.4.6 RIB**

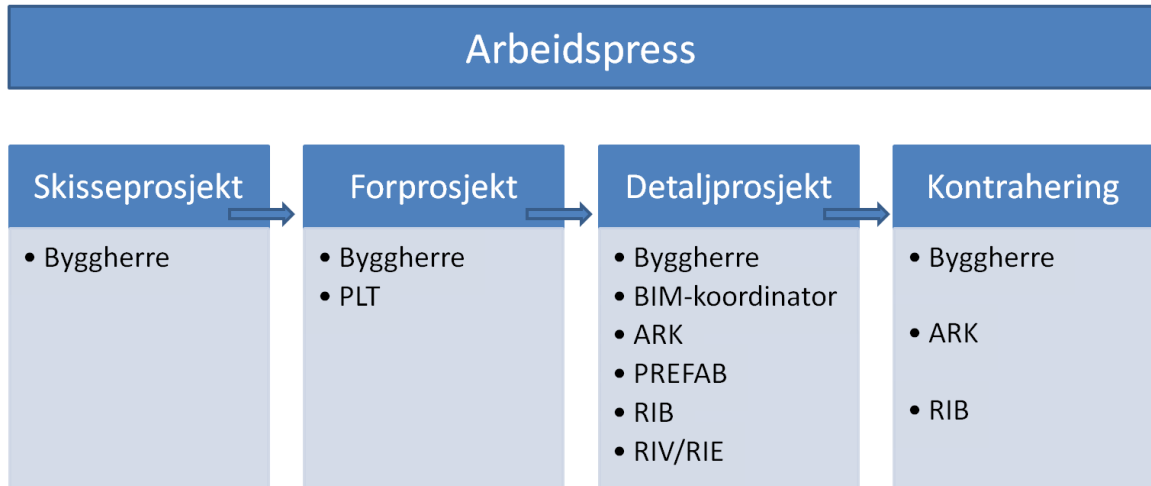
I skisseprosjekt er det kanskje ikke leveranse av tegninger en gang. I forprosjekt er gjennomgang av de grunnleggende statiske systemene på enkelt nivå. Detaljprosjekt er den fasen som tar mest tid. Detaljerer, beregner og får mer nøyaktighet av modellen. Det er ikke alltid grensene er definert. Kravene kan variere fra prosjekt til prosjekt. Vet stort sett hva som er kravet til detaljeringskrav. Man kan detaljere enormt hvis man vil, men det er ikke alltid det er nødvendig. De fleste prosjekter, inkludert dette prosjektet har egen BIM-manual, med krav til hvert fag hva som skal vises i modellen. Presset har vært størst i detaljprosjekteringen tett opp mot leveransefrist.

#### **5.4.7 Tekniske fag**

Tekniske fag kommer med i prosjekteringen i detaljprosjektet. Det er viktig at ting er på plass slik at tegninger blir produsert og forsinkelser på byggeplass unngås.

### 5.4.8 Oppsummering prosjekteringsfaser

De ulike aktørene kommer med til ulike faser i prosjekteringen. I figur 24 fremstilles hvor aktørene selv mener de har størst arbeidspress.



Figur 24 Fordeling over størst arbeidspress for aktørene gjennom prosjekteringsfasen. Illustrasjon: June Carlsen

Detaljprosjekteringen tar mest tid, og de fleste aktørene mener arbeidspresset er størst i denne fasen. Det er ikke nødvendigvis klare skiller mellom fasene, og aktørene fra entreprenøren understreker at "prosjektering er prosjektering". Tabell 8 viser en oversikt over bruken av prosjektets BIM-manual.

Tabell 8 Bruk av BIM-manual i prosjekteringen

|                        | Bruk av BIM-manual                                       |
|------------------------|--|
| <b>Byggherre</b>       | Setter krav  |
| <b>PLT</b>             | Utarbeidet   |
| <b>BIM-koordinator</b> | Utarbeidet   |
| <b>Arkitekt</b>        | Ikke mye   |
| <b>PREFAB</b>          | Noe, leser igjennom og formidler, men bruker egen manual |
| <b>RIB</b>             | Ikke mye   |
| <b>RIV/RIE</b>         | Noe, men de ulike forma bruker gjerne egne manualer      |

Tabell 8 viser at bruken av BIM-manualen for prosjekteringen ikke er like aktivt brukt av aktørene.

### 5.5 Fremdrift

Prosjektet spikres eller låses ikke underveis, det er alltid rom for forbedringer. Det er uenighet om det er slik det burde være. Det kommer frem at beslutningene blir tatt tidligere nå enn før, og at BIM-prosjektering fører til endringer i fremdriften.

### 5.5.1 Byggherre

Alle skal inn til riktig tid, så alle skal inn sammen første gangen, så kanskje de er litt ute, før de kommer inn igjen. For eksempel er brann veldig vanskelig, men det er utrolig viktig at brannkonsulenten er med på prosjekteringsmøtene, sånn at prosjektet forstås og kjennes godt til å gjøre de kvalifiserte vurderingene og finne de riktige løsningene for dette prosjektet. Det kan være viktig å være litt tung i prosjekteringen av og til, for å sikre et godt prosjekt, da tenger man ikke all støtten i en senere del av prosjektet om man senere har gått en blindvei.

Informanten håper beslutningene tas i rett tid, men presiserer at boligutviklere stadig jobber for å få et best mulig produkt. I dette prosjektet var det ønskelig med å bygge lavenergi, men grunnlaget kom for sent i byggetrinn 1, men i rett tid i byggetrinn 2. For noen endringer underveis har toget gått, men andre ganger er det gjennomførbart. Informanten mener det kan føre til forsinkelser i små prosesser, men ikke mye. BIM kan hjelpe med å få beslutninger til å bli tatt i rett tid til en viss grad, men det ikke i det generelle, kun i store avgjørelser er det med på å hjelpe prosessen.

Beslutningene tas tidligere nå enn før, noe som kommer av at man ser ting tidligere, både på grunn av erfaring fra byggetrinn 1 og erfaring generelt. Det er spesielt positivt for tekniske fag.

*”Når det krasjet før i tiden, kunne det føre til veldig tunge nedføringer for å si det sånn”.*

På grunn av noen høyder måtte kjelleren omprosjekteres, noe som var kritisk for prosjektet, og dermed måtte vi søke om dispensasjon fra kommunen om fri takhøyde og håpet å få godkjent 2,20 meter, men vi fikk avslag og måtte ha 2,40 meter. Da var 3D-modellen veldig bra å ha, og da gjennomførte BIM-koordinatoren et felles møte med ganske mange, hvor alle kollisjoner måtte gås gjennom bit for bit. I ettertid ser man at uten BIM hadde man hatt en helt annen utfordring. Så da har vi per teori nå, høyde 2,40. Per teori.

### 5.5.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Aktørene er med til rett tid i byggetrinn 2, men det er ikke en standard som gjelder alle prosjekter, det passer i dette prosjektet. Får det mer riktig med en gang. Informanten mener beslutninger blir tatt i riktig tid.

### 5.5.3 BIM-koordinator totalentreprenør

Det mangler en struktur for hvem som skal komme inn til en hver tid i prosjekteringen. Tekniske fag er en aktør som burde komme med meninger om sjakter, trapper og hovedføringer i en tidligere fase. Det er kanskje ikke nødvendig med modellering på et tidlig tidspunkt, men det er viktig å samhandle tidligere enn

før. Dette prosjektet har en arkitekt som har kontroll og er veldig strukturert, men alt for ofte er det åpent og etter informantens mening et for stort spillerom for arkitekten. Det vil gagne prosjektene å ha klare datoer for milepæler for de ulike fagene, men det er det ikke per dags dato.

I byggetrinn 1 ble det en for tung prosjektering da alle aktørene hadde samme frist for kollisjonskontroll. Tekniske fag burde levere senere enn arkitekten for å få med seg alle endringene, og dermed slippe å gjøre ytterligere endringer. Det må være et samsvar mellom alle aktører, arkitekt, RIB og prefab må gjøre ferdig sine modeller før tekniske fag skal begynne på sine. Det vil være en mer effektiv prosess dersom sjakter allerede er bestemt. Prosjekteringsleder har tatt denne beslutningen, og det kommer til å gagne dette prosjektet. Byggene er ganske like, og derfor kan tekniske fag komme inn senere. Da kan man bruke erfaringer fra byggetrinn 1, men tekniske fag må generelt komme inn tidligere. Prosjekteringsleder må passe alle frister og følge med hele tiden, og det er ikke alltid den tverrfaglige kontrollen er på stell. Det er hele tiden en eller annen grunn til å utsette en frist.

BIM kan hjelpe med å ta beslutninger, da den visuelle forståelsen øker og bidrar til at beslutninger må tas.

#### 5.5.4 Arkitekt

Det er en utfordring er at ikke alle leverer ifc-filene når de skal, det kan føre til forsinkelser og andre utfordringer som følge av det. Kontrollmøtene viser at mye kunne vært gjort grundigere. De andre aktørene utsetter til siste stund for enkelte tenker at arkitekten ikke er helt i mål, og venter på grunn av mulige endringer og vil unngå å gjøre jobben to ganger. Dermed leveres ikke en fullstendig ifc-fil, som kan føre til ekstra arbeid og flere kollisjoner.

Informanten sier at modellen er en god illustrasjon og tror det kommer til å være lite forsinkelser på dette prosjektet. Magefølelsen er god når det gjelder detaljer, og har en god dialog med entreprenør.

Tiden brukes litt annerledes nå. Det er mer krevende i en tidligere fase, på grunn av at man må tegne såpass detaljert tidlig for tegninger produseres. Informanten ønsker tettere samarbeid i en tidligfase, for eksempel tegnet informanten prosjektet i 3D alene. Det er ønskelig med arbeidsmøter i begynnelsen for å bestemme bærende elementer, ventilasjon osv for et tettere samarbeid tidlig. Da ville man unngått å sitte hver for seg, for så å kontrollere modellene og deretter rette opp feil. Det er en arbeidsprosess som er interessant, som jeg vet brukes hos andre store entreprenører. Det er synd at ingeniørfagene venter på at arkitekten skal bli ferdig før dem selv setter i gang. Det kan føre til endringer som kan få store konsekvenser for prosjektet.



### 5.5.5 Konstruksjonsansvarlig prefab

Informanten presiserer at en beslutningsplan basert på hva slags type prosjekt det er nødvendig, om det er for eksempel bolig eller næringsbygg. Prosjektspesifikke spørsmål som listes opp er nødvendig for å stresse frem datoer for frister for produksjon. Informanten mener alle aktører er med til rett tid. Det kan være uforutsette problemer som fører til endringer, men vilje og evne til å bistå er til stede hos alle. Alle strekker seg langt for å nå frister dersom andre er avhengig av dem.

Ved bruk av BIM ser man ting tidligere enn før. Beslutningene blir ofte tatt i rett tid dersom det er en beslutningsplan. Likevel kan det komme uforutsette ting som kan føre til endringer, noe informanten mener kan unngås ved å involvere flere tidligere. I en totalentreprise er det en enorm priskonkurransen og et jag etter å få hentet de laveste prisene som fører til at man kan få endringer ut i prosjekteringen.

Erfaringen er at mange ønsker å holde igjen, noe som baserer seg på at man ikke ønsker å gjøre ting flere ganger. I starten varierer tegningene fra arkitekten seg veldig mye da den må hente inn informasjon fra alle parter som kan føre til mye endringer frem og tilbake. Dersom alle skal modellere da kan det fort bli dyrt. I følge informanten tar det mye kortere tid å legge inn i modellen fra nullpunkt enn å endre og gjøre om på den siden.

### 5.5.6 RIB

Prosjektplanen har endret seg underveis, og det gjør at RIB venter i det lengste for å unngå å gjøre for mye endringer. Erfaringen fra byggetrinn 1 viser at det ble mye endringsarbeid på grunn av at de satte i gang for tidlig. Alle aktører i prosjekteringen kommer med til riktig tid. Det var enkelte startvansker med noe, men det har gått rimelig greit. Beslutningene blir tatt i rett tid, men ikke alltid i rett rekkefølge.

*"Det er et ønske å levere i tide, det skal ikke stå på oss om det skal bli forsinkelser".*

### 5.5.7 Tekniske fag

Informanten fra tekniske fag mener det må komme en endring i fremdriftsplanen, etter forprosjektet og før detaljprosjektet begynner, nemlig en beslutningsplan. For tekniske fag er det viktig å gjøre ting til rett tid, når man skal ha ting klart. Det er nødvendig å få himlingsplaner, sjakter og tekniske rom inn tidligere. Det er ikke lett å si kort og enkelt hva som trengs for å gjøre det riktig, men mye ligger i at byggherre trenger mer kunnskap.

*"Følgene er størst for tekniske fag, som sitter igjen som svarte-per, da alt flyttes fremover og resultatet er at tekniske fag får mindre tid, og en mer komplisert prosjektering".*

### 5.5.8 Oppsummering fremdrift

Aktørene er ikke enige om at BIM fører til endringen i fremdriften av prosjekteringen. Beslutningene tas til en viss grad til riktig tid, men ikke nødvendigvis i riktig rekkefølge. Det er enighet om at prosjekteringsgruppen må samhandle tidligere enn før, men om modelleringen skal flyttes frem er det delte meninger. Se tabell 8.

Tabell 9 BIM-prosjektering fører til endringer i fremdriften

|                 | Samhandle tidligere | Modellere tidligere | Senere modellering | Ferdiggrad for BIM til hver fase | Strengere krav til koordinert beslutningsplan |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------|---|
| Byggherre       | X                   | X                   |                    |                                  |   |
| PLT             |                     |                     |                    | X                                |   |
| BIM-koordinator | X                   |                     | X                  | X                                | X   |
| Arkitekt        | X                   | X                   |                    |                                  |   |
| PREFAB          | X                   |                     | X                  |                                  |   |
| RIB             | X                   |                     | X                  |                                  |   |
| RIV/RIE         | X                   |                     |                    |                                  | X   |

Tabell 9 viser at fremdriften påvirkes ved bruk av BIM. Aktørene ser utfordringer tidligere enn før. Det fører samtidig til at beslutningene må tas tidligere, men det mangler en struktur for når de ulike aktørene skal komme inn i prosjekteringen. Hvert prosjekt er unikt og det må tilpasses hvert prosjekt og formålet med prosjektet. I byggetrinn 1 erfarte aktørene at det var nødvendig med å samhandle arkitekt, prefab og RIB, før RIV/RIE kunne begynne detaljprosjekteringen. Det er likevel ingen som mener det er standarden for hvordan det burde være.

## 5.6 Tid, kostnad og kvalitet

Samtlige aktører mener at BIM bidrar til et tidsbesparende prosjekt, dersom det blir gjort riktig. Det er uenighet om det er dyrere eller ikke å prosjektere med BIM, om den totale kostnaden er lavere eller ikke. Det er enighet om at kvaliteten på prosjekteringen økes.

### 5.6.1 Byggherre

Regningen kommer til byggherren. Det er en sum med penger som skal fordeles, og da er det viktig å ha den økonomien som trengs og en struktur på å bruke de riktig, det er kjempeviktig. Det må være en balanse slik at pengene holder for hele prosjektet. Det er en ekstrakostnad å prosjektere med BIM i prosjektet, samtidig som vinninga går opp i spinninga. Prosjekteringen er flyttet på og dermed er kostnadene er flyttet på. Informanten mener det er viktig å velge de "riktige" prosjektene til å bruke BIM. I dette prosjektet var det ingen tvil om at var riktig å bruke BIM. BIM er i mange nivåer,

og utover i prosjektet er det entreprenørens ansvar om de har bruk for BIM, det er lurt. Det er ingen tvil om at BIM er måten å prosjektere i et felles sted hvor man kan ha kontroll, og det er en styrke.

Informanten mener det ikke koster mer med BIM-prosjekt, og at det kun er flyttet på hvor kostnadene er i prosjektet. Totalt sett er det omtrent likt. Det er bare prosjekteringen som er flyttet. Det er positivt, spesielt for de tekniske fagene.

*”Når det krasjet før i tiden, kunne det føre til veldig tunge nedføringer for å si det sånn”.*

Byggherre er med fra begynnelsen til slutt, og det er snakk om store summer man bygger for, med flere godkjenninger underveis, og det er mye som skal kvalitetssikres. Tidspresset kan også gå ut over kvaliteten, men det prøver man å unngå. Dersom tiden er avstumpet til det marginale kan det få negativ effekt, det må være en balansegang. ”Rekorden for å sette opp et hus er 2 timer og 54 sekunder, i USA, men det er ikke det vi skal sammenligne oss med”. Det er dumt å være for optimistiske, det tjener ikke prosjektene på, og man har blitt mer realistiske. I dette prosjektet er det satt av god tid.

Informanten mener forsinkelser kan unngås på grunn av at det er BIM's natur. Kvalitetssikring i prosjektering ved at man kjører kollisjonskontroller jevnlig med alle fagene. Ved gjentatte kontroller med tilhørende rapporter har man tegninger man kan stole 100 % på, og byggingen vil gå mye raskere.

### **5.6.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør**

Informanten mener det er god tid til prosjektering. I dette prosjektet er det 1 år mellom hvert trinn, og mener det er ikke lagt til mer tid med BIM. Det er vanskelig å si noe om de totale kostnadene nå, men at det kommer til å bli lettere å svare på når vi kommer litt lengre frem. Uforutsette kostnader kan dukke opp, men håpet er at kostnaden skal gå ned. Det koster mer å prosjektere i BIM, men det er mye mer sikkerhet i det som gjøres, som man vil få igjen andre steder. Etter hvert som BIM blir mer kjent, vil de kostnadene også gå ned. Det er mye arbeid som trengs, mer prosjekteringstimer.

Alle fag har avhengigheter, og ved hjelp av BIM kan man unngå forsinkelser ved å oppdage feil på forhånd. Men presiserer at man må vite hva man skal se etter, kombinert med erfaring.

### **5.6.3 BIM-koordinator totalentreprenør**

Det er stadig kortere og kortere byggetider, og mindre tid til prosjektering. Enkelte rådgivere mener det tar mer tid å prosjektere med BIM, men at det også kommer an på hvor mye informasjon som skal ligge i modellen. Totalt sett vil man spare tid på å

benytte BIM, men at det i foreløpig skorter på kompetansen. Enkelte arkitekter sitter i Revit og jobber, og utarbeider manuelle vindusskjema, som man egentlig kan hente ut ved et klikk. Det er også viktig at arkitekt bruker riktig lag for eksempel i archicad for å bruke det effektivt. Det er mye å hente på kompetanse i bruk av programmene, slik at man utnytter det til fulle. Det er man for dårlig på i dag. Informanten presiserer at det er personavhengig, og at det er store variasjoner.

Informanten referer til et testprosjekt, hvor prosjektleder skulle prise alle feil som ble oppdaget i modellen, uten at følgekostnader ble tatt med. Resultatet var 2 millioner i besparelse, men det hadde blitt høyere dersom følgekostnader hadde blitt medregnet. Informanten ser at enkelte rådgivere tar påslag for å prosjektere med BIM. For byggherrer og entreprenører er det viktig å komme tidlig med krav til BIM, for det er ikke noen tvil om at den totale prosessen er billigere.

Tidspresset kan absolutt gå ut over kvaliteten.

*"Det er billigere å gjøre feilene med bits og bytes enn med stål og betong".*

#### **5.6.4 Arkitekt**

Informanten mener det er lagt inn tilstrekkelig tid til prosjektering på dette prosjektet, men det vil variere veldig fra prosjekt til prosjekt. Det er ikke tiden som går ut over kvaliteten, men det er først og fremst prisen. I en totalentreprise handler mye om å spare penger, samtidig som arkitekturen forsvinner. Det er veldig synd. Det er dyrt å bygge, og det bygges i dag mye dårlig på grunn av totalentreprenører som ønsker mest mulig fortjeneste. Det er dyrere i den forstand at de fasene før bygging må utvides noe. For byggherre og entreprenør må det være lønnsomt, da man kan unngå ad hoc løsninger og byggestopp på plassen. Alt i alt det er kostnadseffektivt.

Det mangler i dag vurdering av prosjekterte eller ferdigstilte prosjekter, folk vet ikke hva de kjøper. Folk vet ikke nok om boliger, og det kunne gitt mye hjelp til forståelse.

*"Mobiltelefoner får terningkast for sine modeller, hvorfor har ikke boligbyggere liknende vurderinger når det er mye mer kostbart enn en telefon, vaskemaskin eller liknende?"*

#### **5.6.5 Konstruksjonsansvalig prefab**

Informanten mener det er lagt inn nok tid, men at det alltid føles som om en skulle hatt litt lengre tid. Det er alltid et trøkk om få ut ting i rett tid. Underveis i prosjekteringen er det flere frister som skal holdes. For prefab er det viktig at løsningene er ferdige pga produksjonen foregår lenge før montering. Mye tid går til å få ut de riktige tegningene og lage nok produksjonstegninger. Det må være klargjort for det som kommer videre og grensesnitt mellom byggetrinn må passes på.

Informanten uttaler at det er lagt inn mer tid til prosjektering i den grad at prosjektene selger mer ingeniørtimer per prosjekt. Tidspresset kan gå utover kvaliteten, men man strever hele tiden etter å bruke nok tid. Kvalitetssystemer skal kunne fange opp noe dersom noe er utelatt. I perioder kan det bli lange dager for å innfri det som skal leveres. Informanten mener det er et problem hvis tegninger er forsinket. Forsinkelser kan unngås ved å ta i bruk flere dimensjoner, eks tidsplanlegging som verktøy i modellen. Løsninger som vises i modellen kan brukes ved manglende detaljtegninger.

Det går med mer prosjekteringstid, og dermed mer kostbart, men det har ført til mindre feil på byggeplass. Totalt sett gir det fortjeneste.

#### **5.6.6 RIB**

Informanten mener det er innlagt nok tid til prosjektering i dette prosjektet.

*"Tidspresset kan gå ut over kvaliteten, men jeg vil helst tro at det ikke gjør det, for vi har et kontrollsystem som skal luke bort eventuelle feil".*

Prosjekteringskostnadene har muligens økt, men samtidig så har kvaliteten bedret seg. Totalt sett er noe dyrere, men gevinsten er større med færre feil og bedre kvalitet.

#### **5.6.7 Tekniske fag**

*"Det er ingen prosjekter som har nok tid".* Informanten forklarer at de andre er gjerne litt tidligere ferdige, det er fordi tekniske fag kommer senere inn i prosjekteringen og dersom der har oppstått forsinkelser vil det gå ut over dem dersom opprinnelig sluttdato ikke forandrer seg. Det er ikke lagt inn mer tid til prosjektering med BIM, da informanten mener det ikke er noe BIM enda, 3D har man tegnet i 10 år allerede. Vi er ikke ferdige med prosjekteringen før byggingen starter, så tidspresset kan helt klart gå utover kvaliteten.

Tanken er at man skal spare på å prosjektere med BIM, men informanten mener fortsatt det er 3D-prosjektering, så det er ikke noe som vil påvirke noe mer enn de siste 10 årene. Nå er det nok mer kostbart, men på sikt når det blir gjort "riktig" vil det bli billigere.

#### **5.6.8 Oppsummering tid, kostnad og kvalitet**

Samtlige av aktørene mener tidspresset kan gå ut over kvaliteten, men at det er kvalitetssystemer som skal fange opp dersom det er noe feil. BIM er tidsparende mot prosjektering uten BIM. Totalt sett mener det fleste at det er kostnadssparende med BIM, da endringskostnadene er redusert og feil på byggeplass kan elimineres. I tillegg vinner med tanke på kvalitet og fremdrift. Det er kun tekniske fag som mener det ikke

er lagt inn tilstrekkelig tid i prosjekteringen, ellers er de øvrige aktørene fornøyd med planlagt tid til prosjekteringen i dette prosjektet.

Tabell 10 viser en oversikt over hva de ulike aktørene mener om kostnadene med bruk av BIM i prosjekteringen.

**Tabell 10 Aktørenes syn på prosjekteringskostnader med BIM**

|                        | <b>Ekstrakostnad med BIM i prosjekteringen</b> | <b>Billigere med BIM i prosjekteringen</b> | <b>Totalt sett likt med BIM</b> | <b>Totalt sett billigere med BIM</b> |
|------------------------|--|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Byggherre</b>       | X  |  | x                               |                                      |
| <b>PLT</b>             | X  |  |                                 | Ønsker det                           |
| <b>BIM-koordinator</b> | X  | Burde være billigere                       |                                 | X                                    |
| <b>Arkitekt</b>        | X  |  |                                 | X                                    |
| <b>PREFAB</b>          | X  |  |                                 | X                                    |
| <b>RIB</b>             | X  |  | X                               |                                      |
| <b>RIV/RIE</b>         | X  |  |                                 | Ved riktig bruk                      |

Tabell 10 viser hva de ulike aktørene mener om hvordan kostnadene blir påvirket av BIM-prosjektering.

**Tabell 11 Oversikt over tid til prosjekteringen**

|                        | <b>Nok tid til prosjektering</b> | <b>Ikke nok tid til prosjektering</b> |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Byggherre</b>       | X                                |                                       |
| <b>PLT</b>             | X                                |                                       |
| <b>BIM-koordinator</b> | X*                               |                                       |
| <b>Arkitekt</b>        | X                                |                                       |
| <b>PREFAB</b>          | X                                |                                       |
| <b>RIB</b>             | X                                |                                       |
| <b>RIV/RIE</b>         |                                  | X                                     |

\*avhenger av riktig bruk av tid og programvare.

Tabell 11 viser at de fleste synes det er lagt inn god nok tid til prosjekteringen i dette prosjektet. Det vil variere fra prosjekt til prosjekt, samtidig som trenden for kortere prosjektering fortsetter.

## 5.7 Kommunikasjon og informasjonsflyt

Det er enighet om at prosjektplassen, som er et webhotell hvor alt som tilhører prosjektet ligger tilgjengelig for alle aktører, fungerer greit selv om det er enkelte forbedringer som trengs. Samarbeidet har fungert bra, men landskapsarkitekten har ikke levert ifc-fil, noe som har ført til enkelte problemer for de prosjekterende. BIM hjelper aktørene til bedre kommunikasjon og dermed også samarbeid.

### 5.7.1 Byggherre

Informanten mener og tror at samarbeidet går bra så lenge han eller hun ikke roter det til for mye, eller at noen andre gjør det. Det er blitt en mer tverrfaglig forståelse av hva kolleger i prosjektet gjør. Informanten bruker ikke modellen i sitt arbeid, og opplever derfor ikke problemer med ifc-format. Samtidig er informanten med i prosjekteringen og er klar over at landskapsarkitekten ikke lever ifc-filer, men har en teori om at de vil komme etter med BIM, for det er foreløpig en utfordring som legger press på utviklingen.

I dag er BIM-koordinatoren en ny rolle i prosjektene. Det er nok ikke nødvendig etter hvert som prosjekteringslederne kan lære seg å gjennomføre kollisjonskontrollene, ettersom dette handler om å koordinere fag. Noen må likevel være sjef for modellen, og håndtere den riktig.

### 5.7.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Informanten mener BIM-koordinator har vært flink til å ta seg av feil og funnet ut av problemer. Behovet for koordinering har vært der hele tiden, så det har nok ikke endret seg, det er bare hva man jobber med. På dette prosjektet har samhandlingen vært bra, og informanten mener det er blitt satt flinke folk denne gang.

### 5.7.3 BIM-koordinator totalentreprenør

Informanten er ikke helt fornøyd med prosjektplassen. Det er et ønske om å kunne gjøre det enklere og mer brukervennlig. Solibri kunne for eksempel vært bygd inn der. I dag må alle ifc-filene fra de ulike aktørene lastes ned lokalt, deretter er det en person som må sette sammen alle filene, for så å publisere en samlefil. Det er ikke optimalt. Det hadde vært ønskelig med en samlefil som ligger med siste versjon på prosjektplassen til en hver tid. Samtidig kunne det vært fint med et felles system for sjekklister, med linker fra modellen til sjekklisten.

Informanten bemerker at det har vært problemer med Revit og ifc, og mener det har noe med at Revit er et amerikansk produkt som ikke er tilpasset det europeiske markedet med en felles ifc-standard. Det har også vært noen problemer med landskapsarkitektene som ikke leverer ifc, men fortsatt leverer dwg-filer, som ikke fungerer i Solibri.

Det har alltid vært en koordinering, prosjekteringsleder må koordinere prosjekteringen, BIM-koordinator koordinerer alt det tekniske, men det er ønskelig at prosjekteringsleder skal ta over kontrollen av modellen. Da kan BIM-koordinatoren se på nullpunkter og mer kompliserte ting ved oppstart.

Samhandlingen på prosjektet er ganske bra. Det har vært noen utfordringer med koordinator fra tekniske fag og landskapsarkitekt. Ved møter har de ikke gjort det de skulle og oppdateringer som de skulle. Arkitekt og rådgivere har blitt irritert. Det er viktig at alle respekterer hverandre og deres tid, og leverer det de skal til riktig tid. Samarbeidet mellom arkitekt, RIB og prefab fungerer veldig bra.

Grensesnitt håndteres: det er ofte vanskelig. BIM-messig sliter vi med at ark har med sine betongvegger, pga dører og vegger henger fast der, og RIB som har modellert inn sitt, da blir det ofte noe dobbelt som ligger i modellen. LARK leverer i noen prosjekter ifc, men det er ingen standard. Det fører til mye høydeforskjeller, som skaper masse problemer for prosjekter.

#### **5.7.4 Arkitekt**

Informanten er også enig i at prosjektplassen fungerer bra, men at det er tungvint. Likevel ligger alt ryddig og tilgjengelig der hele tiden, og man kan samle inn det man skulle trenge etter egen interesse. BIM er vitenskap og man må kunne bruke det, det er ikke alle som kan det enda. Det er viktig å tilegne seg kunnskap og kursenes dersom det er nødvendig.

BIM-koordinator samhandler aktørene. Det er mye å hente på at landskapsarkitektene ikke bruker BIM, det er et gjennomgående problem at de ikke leverer ifc, og det er veldig dumt. Det er en utfordring da detaljene er viktig for grensesnitt mellom terreng og hus. 3D-modellen lar seg ikke konvertere, og det er dumt.

#### **5.7.5 Konstruksjonsansvalig prefab**

Informanten mener prosjektplassen fungerer veldig bra. Det er ekstra problematisk med de som ikke leverer ifc. Man må passe på koordinater og at alt kommer på plass.

Utvexling av ifc gjør det lettere å referere i en modell og samarbeidet er bedre. Det er lettere å se hva andre tenker, hvilke utfordringer andre har og det gir en bedre forståelse for hverandre. BIM-koordinator er flink med kollisjonskontroll i fellesskap.

Det er mindre geometriske problemer og feil etter man begynte med BIM. De grove feilene er borte. Likevel er det en fallgrube at endringer ikke blir godt nok visualisert i en modell. Store modeller kan føre til at ting blir oversett, for eksempel at en vegg er for lang, at det mangler en dør eller liknende. Det kan være mye informasjon ved



endringer, og endringsmeldingene blir ikke registrert i modellen på samme måte som skyer på tegningene. Det blir mer behov for kommunikasjon.

#### **5.7.6 RIB**

Prosjektplassen fungerer utmerket, med e-post hver gang noe skjer. Samhandling og samarbeidet med andre aktører fungerer bra. Det er helt tydelig at det hjelper med BIM. I dette prosjektet er det stort sett arkitekten og prefab informanten forholder seg til, bare i liten grad de tekniske fagene. Tekniske fag kommer inn og prosjekterer senere, noe som fungerer her.

Det har vært enkelte problemer med programvaren, særlig Archicad, ved at aksesystemet har forskjøvet seg og objekter som ikke har kommet med ved overføring av ifc-filer. Noen tips om tilleggsapplikasjoner fra Revit har hjulpet noe, men det er ikke 100 % enda.

Det stilles ingen krav til erfaring ved BIM, men ved hjelp av vår CV-database selges riktig kompetanse inn i hvert enkelt prosjekt. Har ikke sett nøye på BIM-manualen, men bruker den om det er nødvendig.

#### **5.7.7 Tekniske fag**

Informanten fra tekniske fag er derimot ikke fornøyd med prosjektplassen, og presiserer at det er tungvint og fungerer dårlig mot 64-bits maskiner. Nå kommer det også frem problemene ifc-filene med Revit og Archicad. Det er masse feil og komplikasjoner. Informanten mener noe av problemene er at arkitekten har lite kunnskap om eksport av filer. Samtidig er ikke ifc et fullgodt format, og dersom programvaren blir brukt feil kan mye gå galt.

Likevel er informanten noenlunde fornøyd med samhandlingen, men fortsatt er dette kun 3D-prosjektering. 3D-visualisering er også med på å fjerne prosjekteringsfeil.

#### **5.7.8 Oppsummering informasjonsflyt og kommunikasjon**

Samtlige aktører mener at ifc-formatet ikke er fullt utviklet, og at det har vært enkelte problemer med konvertering av filer. Det er uenighet om det er programvaren eller brukeren av programvaren som har en svakhet.

Tabell 12 Ifc-problemer og årsaker til problemene

|                 | Problemer med ifc-filer | Programvaren har problem | Brukeren av programvaren har et problem |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|---|
| Byggherre       | X                       |                          |   |
| PLT             | X                       | X                        |   |
| BIM-koordinator | X                       |                          |   |
| Arkitekt        | X                       | X                        |   |
| PREFAB          | X                       | X                        |   |
| RIB             | X                       | X                        |   |
| RIV/RIE         | X                       | X                        | X                                       |

Tabell 12 viser at samtlige av informantene mener det er problemer med ifc-filer. Det er ikke alle som er enige om at Prosjektplassen fungerer bra, se tabell 12.

Tabell 13 Meninger om Prosjektplassen

|                 | Prosjektplassen fungerer bra | Prosjektplassen fungerer mindre bra | Prosjektplassen fungerer dårlig |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Byggherre       |                              |                                     |                                 |
| PLT             |                              |                                     |                                 |
| BIM-koordinator |                              | X                                   |                                 |
| Arkitekt        |                              | X                                   |                                 |
| PREFAB          | X                            |                                     |                                 |
| RIB             | X                            |                                     |                                 |
| RIV/RIE         |                              |                                     | X                               |

Tabell 13 viser at prosjektplassen fungerer alt i fra dårlig, til mindre bra, til bra.

## 5.8 Erfaring og overføring av kunnskap

Det er få prosjekter på dette nivået, dermed er det også lite erfaring fra tidligere. Det er viktig med opplæring for å skaffe nødvendig kunnskap for å holde høyt nivå.

### 5.8.1 Byggherre

Ved å begynne med litt kunnskap og bygge videre på det man sitter med er viktig. Det er mange som synes det er vanskelig og er redd for å prøve noe nytt. Det er mange som har følt at BIM har vært unødvendig og kan ikke forstå hvorfor det skal

implementeres. Samtidig er det ikke "skummelt" hvis man har vært bort i noe tidligere. Derfor er det viktig å bygge på det man har.

### **5.8.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør**

*"Svært få av oss har erfaring med BIM".*

Kunnskap tilegnes underveis i prosjektet. Internt i firma brukes egen BIM-ansvarlige for opplæring av ansatte. Det settes store ressurser for å ta BIM videre.

Det er ulik erfaring og kompetanse hos de ulike aktørene. Enkelte tegner fortsatt i 2D, og har egne ansatte som modellerer med riktige høyder og geometri.

### **5.8.3 BIM-koordinator totalentreprenør**

Informanten mener man er for dårlige på overføring av kunnskap. I et firma på 5-6 000 ansatte er det svært kostbart og det kan være vanskelig å gjennomføre. Likevel klarer man det på sikkerhet, så det handler om prioritering.

### **5.8.4 Arkitekt**

Det er lite i overføring av kunnskap i forhold til BIM, det er såpass nytt. Det vil etter hvert opparbeides god erfaring med det. I prosjekteringen hentes mye i forhold til tidligere prosjekter.

### **5.8.5 Konstruksjonsansvalig prefab**

Både gode og dårlige erfaringer benyttes. Hvert prosjekt evalueres, om hva som har vært bra og hva som har vært dårlig, eller rettere sagt hva som kunne vært gjort annerledes. I dette prosjektet har vi kunnet benyttet modifiserte løsninger ved at vi kjenner løsningene fra tidligere byggetrinn. En løpende dialog med montørene gir også bedre resultater, men alle tar ansvar selv.

### **5.8.6 RIB**

Det er helt klart at erfaringsoverføring er nyttig. I Revit kan man bruke objekter om igjen dersom de har vært brukt tidligere. Det kan man spare tid på. Erfaringer viser at RIB-faget ikke skal sette i gang for tidlig, og ha is i magen for å unngå endringer.

### **5.8.7 Tekniske fag**

Tekniske fag har akkurat begynt å ta i bruk (Revit) MEP, så det gjenstår å se i forhold til BIM. Informanten føler tekniske fag er med for seint for å kunne påvirke noe, men vet hva som kreves for ens egen del.

### **5.8.8 Oppsummering erfaring og overføring av kunnskap**

Foreløpig er det lite erfaring med BIM-prosjektering, og derfor er det lite kunnskap fra før. Erfaringen fra byggetrinn 1 brukes aktivt for gjennomføringen i dette prosjektet.

Det er opp til hvert enkelt firma og hver enkelt person hvor mye informasjon man søker for å tilegne seg ny kunnskap og kompetanse. Noen aktører mener man er flinke på erfaringsoverføring, mens andre mener det går for tregt og legges for lite ressurser i arbeidet. En oppsummering erfaringene vises i tabell 14.

Tabell 14 Erfaring og overføring av kunnskap

|                        | <b>Lite erfaring med BIM-prosjekteringen</b> | <b>Dårlige på erfaringsoverføring av kunnskap</b> | <b>Bruker erfaringer fra byggetrinn 1 i de neste trinnene</b> |
|------------------------|--|---|---|
| <b>Byggherre</b>       | X  |   | X   |
| <b>PLT</b>             | X  |   | X   |
| <b>BIM-koordinator</b> |  | X   | X   |
| <b>Arkitekt</b>        | X  |   | X   |
| <b>PREFAB</b>          |  |   | X   |
| <b>RIB</b>             |  |   | X   |
| <b>RIV/RIE</b>         |  | X   | X   |

Tabell 14 viser de ulike aktørenes meninger om erfaring og overføring av kunnskap. Det meste av erfaring og overføring av kunnskap et underveis i prosjektet og fra et byggetrinn til neste byggetrinn.

## 5.9 Potensial og muligheter

Samtlige aktører er enige om at bruk av BIM i byggeprosjekter ikke har nådd sitt potensial. For å dra nytte av all muligheten med BIM, må flere prosesser inkluderes for å få en mest mulig effektiv gjennomføring.

### 5.9.1 Byggherre

Dette er bare begynnelsen i forhold til salg og markedsføring. Det er mye å hente på sikring av prosjektet prosjekteringsmessig sett. Det er mye rundt modellen, og det som Byggherre kan se mye tidligere. Det er mulig å laste inn BIM på et tidlig nivå i prosjekteringen, jo tidligere man får samlet seg, desto bedre er det for prosjekteringen. Det er også mulig å dra nytte av modellen i 1 års befaringer hvor man kan bruke Ipad til å skrive merkelapper rett i plantegninger og dermed rapportere direkte i modellen.

Informanten tror ikke modellen kan erstatte tegninger med det første. Alle er fortsatt veldig glade i 2D-tegninger, snitt, fasade og oppriss. Det kan være for mye informasjon som ligger i modellen, og er mer et styringsverktøy.

### 5.9.2 Prosjekteringsleder totalentreprenør

Det er mulig å trekke inn fremdrift i modellen, 4D. Det er et godt verktøy som har mye potensial i prosjekteringen, spesielt for entreprenøren. BIM har kommet for å bli, samtidig som det er viktig å ta et skritt av gangen. I forhold til den praktiske bruken av modellen på byggeplass er det mye å hente. Blant annet kan man beregne mengder og masser, beregne timeverk og til visuell forståelse av bygningen. Det er nyttig dersom det brukes underentreprenører for bedre kommunikasjon og prosess. Det er nyttig både for formenn og innkjøp, og alle i mellom.

Modellen kan ikke erstatte tegninger på byggeplass. Det kan være for mye informasjon, og fagarbeiderne er vant med å bygge etter 2D-tegninger. BIM er kun i tillegg til tegninger.

### 5.9.3 BIM-koordinator totalentreprenør

Alt handler om hvilke *krav* byggherren stiller til prosjektene. Det har lenge vært mye fokus på strenge krav til energi, som er en trend de fleste følger i dag. Byggebransjen er en gammeldags bransje, og for å få i gang noe nytt, må det stilles krav for at resten skal følge etter. Det er muligheter for alt, og det er viktig og nødvendig å ta vare på mulighetene, for å utvikle og forbedre seg. Alt kan bli digitalt dersom noen stiller krav om det, hvis ikke vil det ikke skje.

### 5.9.4 Arkitekt

Det er mye mer informasjon som kunne vært lagt inn. Energiberegning, miljø, tidsaspekt på byggeplass etc. Tegninger vil ikke forsvinne på byggeplassen, modeller vil bli et supplement til tegninger.

### 5.9.5 Konstruksjonsansvarlig prefab

Dette er bare begynnelsen, men det er langt igjen. Det er mange muligheter, med et hav av informasjon. Tidsplanlegging, materialplanlegging, transportlister, montasjetider er noe av mulighetene. Det er samtidig viktig med rammer for prosjektet og ansvar for hvem som skal legge inn informasjon og styringen av informasjonen.

Informanten har ikke tro på at modellen kan erstatte tegninger på byggeplass med det første. Kvoter, lengder og høyder kan bli et problem for mange. Samtidig mener informanten at det kan være bra med begge deler, men at det kan være mulig med tankeendring og kunnskap. Informanten understreker at været i Norge kan være en

utfordring for bruk av elektronikk *ute*. Modellen er et verdensrom, og det er mye som kan svirre rundt.

#### **5.9.6 RIB**

Det er et stykke igjen, informanten mener det er i veldig liten grad man benytter informasjon som kan legges inn på hvert enkelt objekt, i form av for eksempel mengde og den type ting. Det fins en integrasjon mot beskrivelse av NS3420 som ikke har blitt tatt i bruk. I enkelte tilfeller brukes BIM til massekontroll, men det er langt fra potensialet. Programvarene må bli bedre for konstruksjonsteknikk, da man i dag er avhengig av å bruke flere programmer for beregninger og modelleringer. Bruk av BIM i salg og markedsføring for boligprosjektet vil også styrke forståelsen for kjøperen.

Målet kan være at modellen skal erstatte tegninger, det er vanskelig å komme helt dit. En av utfordringene er hva som er juridisk bindende i en modell. Hva som skal sjekkes ut og godkjennes osv, ikke alle delene av modellen er ferdig for produksjon. Det jo så klart mulig å statussette hvert objekt, men det igjen krever et godt kontrollsystem.

#### **5.9.7 Tekniske fag**

Gjennomføringen kan forbedres, programmene kan forbedres og mye mer informasjon kan legges inn i modellen. Det er mulig å bruke BIM til energiberegninger, fdv etc. Informanten tror det er vanskelig å erstatte tegningene med modellen på byggeplass, da det er mye jus som ikke er ferdig utviklet for BIM. I dag er det veldig fint for kontroll av tegninger, og det er veldig viktig å holde styr på hva som er juridisk gjeldende til en hver tid.

#### **5.9.8 Oppsummering for potensial og muligheter**

Selv om det har vært gjennomført prosjekter uten papirtegninger på byggeplass, mener samtlige av informantene at det er langt fremme i tid. Byggearbeiderne er vant til 2D-tegninger og mange tror at modellen kun vil være nyttig som et tillegg på byggeplassen. Den kan hjelpe med visualisering, mengdebergning og bestillingsleveranse. Mulighetene er uendelige, og det er opp til byggherre å sette krav til hvert enkelt prosjekt.

## -RESULTATER-

---

Tabell 15 Oversikt over potensial og muligheter for BIM-prosjektering

|                        | <b>Potensial for:</b>   |
|------------------------|---|
| <b>Byggherre</b>       | Salg og markedsføring   |
| <b>PLT</b>             | Utførelsesfase. På byggeplass   |
| <b>BIM-koordinator</b> | Alt! Avhenger av krav fra byggherre   |
| <b>Arkitekt</b>        | Enda mer informasjon  |
| <b>PREFAB</b>          | Enda mer informasjon og tilrettelegging   |
| <b>RIB</b>             | Riktig bruk av informasjon<br>Mer tilrettelagt for hvert fag<br>Salg og markedsføring |
| <b>RIV/RIE</b>         | Bedre programvare<br>Bruk av enda mer informasjon<br>Flere prosesser                  |

Tabell 15 viser en oversikt over det viktigste hver av informantene mener om potensial og muligheter med BIM-prosjektering.

## 6 Diskusjon

I sjette kapittel drøftes resultatene opp mot problemstillingen, samtidig som det settes opp mot aktuell litteratur fra kapittel 3. Strukturen for analysen er lik som i resultatkapittelet. Problemstillingen presenteres under:

Hvordan oppfattes BIM-gjennomføringen av et byggeprosjekt hos de ulike aktørene i prosjekteringen?

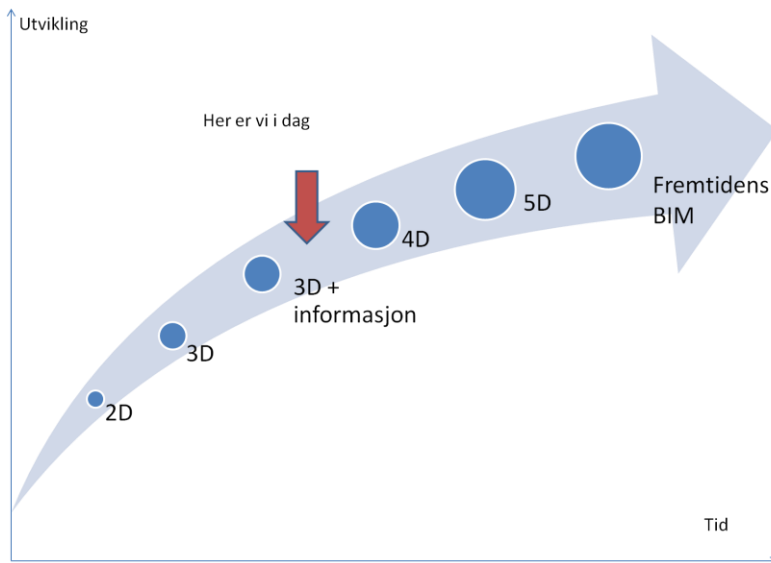
### 6.1 Definisjon av BIM

Selv om man skulle tro at BIM er et velkjent begrep i byggebransjen er det fortsatt tvil om hva bruken av BIM i byggeprosjekter og i de ulike fasene innebærer. Teorien sier at BIM er noe mer enn bare 3D-modellering, likevel bruker enkelte aktører begrepet 3D-modellering for å definere begrepet BIM. Forskjellene av defineringen kan handle om hva de ulike aktørene ønsker å bruke modellen til, eller hva nytten av modellen er for hver enkelt.

Aktørenes oppfatning av BIM-prosjektering er varierende. Noen mener BIM har eksistert i mange år, andre mener det er nytt, mens en aktør mener at det er noe som tilhører fremtiden. Det er interessant, og det viser at kunnskap og erfaring varierer. Figur 19 fra resultatene viser hvordan informanten fra tekniske fag mener utviklingen av BIM har vært. På bakgrunn av resultatene og gjeldende teori kan man si at alt dette inkluderer BIM. Rapportene man kan hente ut i fra modellen inneholder i tillegg til 2D-plantegninger, 3D-visualisering, 4D-fremdrift, 5D-kostnad-fremdrift, 0D-mengdelister og dørskjema. Selv om man ikke har kommet så langt at alle prosesser er inkludert i BIM i dag, kan man ikke si at det ikke er BIM. Utviklingen skjer over tid, ikke over natten. I forhold til informantens formening om hvor man er i dag, så stemmer nok det i noen grad.

Figur 25 viser utviklingen av BIM over tid, fra 2D til BIM. Figuren viser at man i dag har man kommet til 3D-modellering med informasjon. Den videre utviklingen av fullverdige BIM-prosjekt er et mål for fremtiden. Det er viktig å understreke at BIM inkluderer alle prosesser.





Figur 25 BIM-utvikling over tid. Illustrasjon: June Carlsen

Figur 25 gir et inntrykk av hvor man er i dag etter vurdering av teori og resultater. Flere understreket at BIM er mer enn 3D, som medfører riktighet, men realiteten er at 3D er en del av BIM. Kort forklart er BIM informasjonsmodellering med utgangspunkt i en 3D-modell. Det viktigste er derfor mengde informasjon, styring og riktig bruk av informasjonen.

Da informantene ikke er helt enige om definisjon av BIM, er det naturlig at de heller ikke er enige om definisjonen av et BIM-prosjekt. Caseprosjektet er definert som et BIM-prosjekt av byggherre, men informanten fra tekniske fag opplever ikke dette som et BIM-prosjekt. Det kan tyde på uklare retningslinjer for prosjektgjennomføringen. Det må settes et *mål* for BIM-prosjektet. Som flere av informantene mener, er det ulike nivå av BIM-prosjektering. Det vil si at byggherre må definere hvilket nivå som er ønsket for gjeldende prosjekt, som videre må formidles til alle prosjektdeltakerne, slik at de er bevisste på hva som kreves i gjeldende prosjekt. Samtidig er det flere som mener at informasjonen må brukes til noe. Det viktigste å ta med seg fra dette er at byggherre må definere og forankre hva målet med BIM er i prosjektene, til samtlige prosjektdeltakere. Flere av informantene påpeker at det er flere muligheter med BIM, og mye mer enn hva som benyttes i dette prosjektet. Samtidig er det viktig at alle vet hva mulighetene er, og at alle har den kompetanse med bruk av verktøyet for å få en effektiv bruk i prosjekteringen. Unødvendig dobbeltarbeid og sløsing med tid kan dermed elimineres.

For den videre prosjekteringen er det viktig at nivået for BIM-prosjektet er klart og tydelig, slik at alle vet sine oppgaver, og hva man kan forvente av andre.

I fremtidige prosjekter er man avhengig av at byggherre setter krav til BIM-leveranse av sine prosjekter. Byggherren i caseprosjektet mener at de prosjektene som skal gjennomføres med BIM, må velges etter hvilket prosjekt som skal utvikles. På bakgrunn av teori og resultater mener forskeren dette er feil. Det vil være å gå ett skritt frem og to tilbake. For at alle aktører i BAE-næringen skal kunne utvikle sine ferdigheter med bruk av programvare og prosess i prosjektene er det viktig at man hele tiden ser fremover og jobber mot nye mål. Informantene er enige om at BIM-prosjektering er interessant og spennende. Arkitekten mener det er kjedelig å planlegge etter "gamlemetoden".

Kravene og målene for BIM må derfor presiseres til hvert enkelt prosjekt. Graden av informasjon, og hva informasjonen skal brukes til, og ikke minst hvem som skal bruke informasjonen. Videre kan man ut i fra dette snakke om to typer BIM-prosjekter:

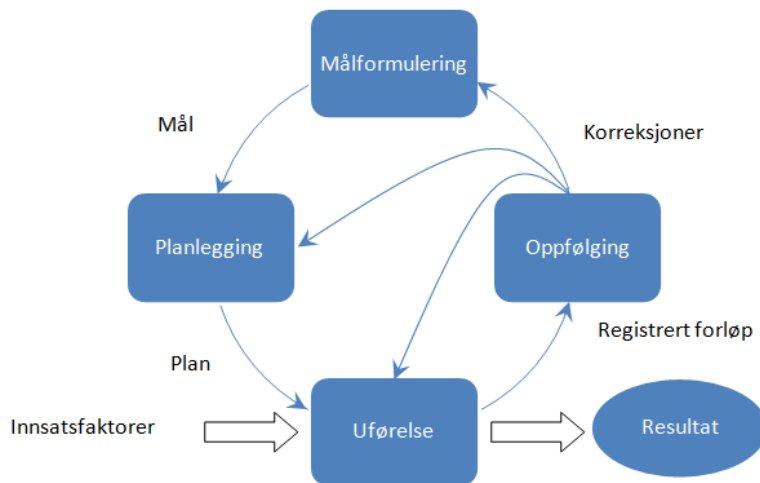
1. Rene BIM-prosjekter
2. Kombinasjonsprosjekter

I de rene BIM-prosjektene er tegninger, skjema og andre rapporter et resultat av 3D-modellen, samtidig som alle prosjektdeltakerne bruker standardfilformat(ifc). I kombinasjonsprosjektene derimot, er det mindre strenge rammer for leveranse av tegninger og modell.

## **6.2 Prosjektstyring**

For gjennomføring av et hvilket som helst prosjekt er det noen grunnleggende faktorer som må være på plass for et vellykket prosjekt. Det samme gjelder for et byggeprosjekt. Styringsløyfen viser at målene må være satt, før planleggingen kan sette i gang og utførelsen kan begynne. Prosjektdeltakerne må ha samme oppfatning av prosjektresultatet og veien for å nå målet. Fra resultatene er det ønskelig med strengere styring. Informanten fra prefab mener det er ønskelig med frihet under ansvar, men samtidig som det må være balanse med styring.

Det er dermed en grense på hva som kan oppfattes som for streng eller snill styring. Noe av dette kan ha å gjøre med at det er ønskelig med en god tone i prosjektet, noe som også resultatene bekrefter.



Figur 26 Styringsløyfen viser de grunnleggende faktorene for prosjektstyring. (Westhagen et al. 2008)

På bakgrunn av teori kan man si at strengere styring kan være mer tydelige målformuleringer, mer målrettet planlegging eller tettere oppfølging i gjennomføringen. Resultatene viser at flere av informantene savner tettere oppfølging, spesielt med tanke på tidsfristen og fremdrift. Byggherren savner et enda tettere tverrfaglig samarbeid. Det er noe også tekniske fag etterlyser, samtidig som informanten snakker om forholdet mellom tekniske fag og "den andre siden". Informanten fra tekniske fag føler seg lite integrert og hørt i prosjekteringen.

### 6.3 Prosjektering

Ikke alle aktørene er fornøyd med prosjekteringen, og det er både enighet og uenighet om hvordan prosjekteringen burde foregå. I tillegg til de fundamentale prosjektkravene, er det i BIM-prosjekter nødvendig med krav beskrevet av Light (2011). Det er flere punkter som stemmer overens med resultatene, hvor en oppsummering er gitt i tabell 7 i resultatkapitlet. Med bakgrunn fra teori og resultater vil en tydelig målsetning for BIM, sannsynlig gi økt samarbeid med bedre tverrfaglig forståelse. Flertallet av informantene ønsker strengere ledelse og strengere rammer for endringer, noe som kan resultere i mindre avvik fra fremdriftsplan og man vil unngå parallell prosjektering.

God prosjektering er grunnlaget for et vellykket byggeprosjekt. Samtlige ønsker å unngå parallell prosjektering med bygging. Samtidig påpeker arkitekt at det kun er i teori at man blir ferdige med prosjekteringen før byggingen starter. Teorien sier at det ligger i prosjektets natur å gjøre endringer, men informantene savner strengere rammer for endringer. For at man skal unngå parallell prosjektering, kan et av tiltakene nettopp omhandle endringer. Det kan da være to alternativer for tiltak. Det første alternativet kan da være å sette "begrensninger" for hvor mye endringer som er

tillatt underveis. For eksempel at prosjektet låses ved milepæler eller i overgang av faser. Det andre alternativet er å gjøre det enkelt å gjennomføre endringer.

Ved å sammenligne resultatene fra de som ikke er helt fornøyd med prosjekteringen er det de samme som kommer med flest tiltak som må bedres eller ligge til rette for prosjekteringen.

**Tabell 16 Sammenheng mellom informanter som ikke er fornøyd med prosjekteringen og de som mener det må være strengere styring**

|                        | <b>Fornøyd med prosjekteringen</b> | <b>Ikke helt fornøyd med prosjekteringen</b> | <b>Mener det må være strengere ledelse</b> |
|------------------------|------------------------------------|--|--|
| <b>Byggherre</b>       | X                                  |  |  |
| <b>PLT</b>             | X                                  |  |  |
| <b>BIM-koordinator</b> |                                    | X  | X  |
| <b>Arkitekt</b>        |                                    | X  | X  |
| <b>PREFAB</b>          |                                    | X  | X  |
| <b>RIB</b>             |                                    | X  | X  |
| <b>RIV/RIE</b>         |                                    | X  | X  |

Tabell 16 viser at det er de samme informantene som ikke er helt fornøyd med prosjekteringen som mener det burde være strengere ledelse.

Prosjekteringslederen fra totalentreprenør definerte som sagt et BIM-prosjekt som et prosjekt som er ferdig prosjektert før byggestart. Samtidig er det ønskelig å unngå parallell prosjektering. Arkitekten mener derimot at dette er noe som kun fungerer i teorien, men ikke i praksis. For at dette skal kunne gjennomføres må prosjekteringsfasen være lengre eller begynne tidligere. Det er tydelig at den visuelle forståelsen av bygget har økt. Selv om det kan se flott ut på bilder, er det ikke nødvendigvis ferdigprosjektert detaljer for utforminger, tekniske føringer og valg av leverandører. Det er et viktig poeng.

Solibri (2013) presiserer i sin definisjon at BIM ikke er teknologi, men det krever teknologi for å bli effektiv gjennomført. Det er like viktig at man har personer som mestrer denne teknologien. Resultatene viser at større firma i bransjen må sette standarden, slik at de mindre, er nødt til å henge med dersom de skal ha mulighet til å overleve i bransjen. Det handler om å kunne være konkurransedyktig, og avhengig av å være med i utviklingen av ny teknologi.

## 6.4 Prosjekteringsfaser

*"Prosjektering er prosjektering, det er ikke nødvendigvis klare skiller mellom fasene".*

buildingSMART (2011) sier noe om hva de ulike fasene skal omfatte. Det er ingen av informantene som nevner noe om forskjellige krav til modellen i de ulike fasene. Informantene fra totalentreprenør og byggherre mener det glir over hverandre. Flere av informantene mener også at det ikke er klare skiller mellom fasene i prosjekteringen. Dette fraviker fra gjeldende teori. I følge Meland (2000) har faseinndeling en rekke fordeler for prosjektgjennomføringen. Fasene har en viktig funksjon for forståelse av hvor man er i prosjekteringen og hva som kreves av leveranse. Det skaper en felles forståelse til leveranse, tidsavgrensning, mål og frister, som kan øke mestringsgraden hos prosjektdeltakerne. På bakgrunn av gjeldende teori kan man derfor si at det kan være et problem at det ikke er mer fokus på *hva* som skal leveres til en hver tid. I løpet av de forskjellige fasene er det ulike aktører man jobber for, og for å dra nytte av fordelene ved faseinndeling.

Westgaard (2010) presiserer i sin teori *formål* med de ulike prosjekteringsfasene, og krav til levering. Samtidig presiserer informantene at forprosjektet er veldig viktig for resten av prosjektet, og at det var noen beslutninger i byggetrinn 1 som var uheldige og som ble tatt for fort. Forprosjektet er en viktig fase, da den danner grunnlaget for rammesøknaden. Figur 6 i teorikapitlet illustrer at det valget som tas, skal jobbes videre med i detaljprosjekteringen. Da må grunnlaget for detaljprosjekteringen være tilstrekkelig.

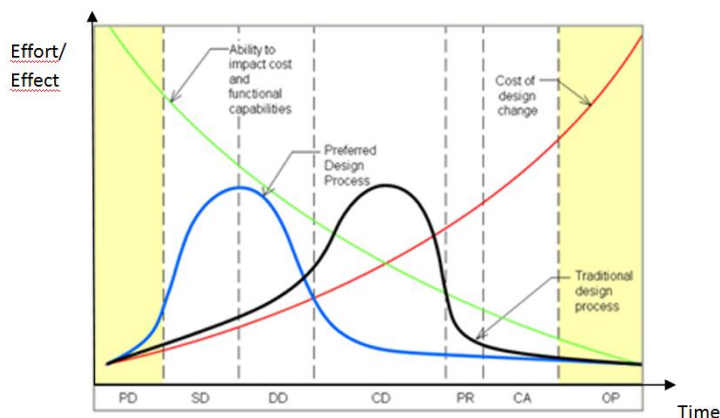
Alle informantene informerer at de alltid ved hva detaljeringsgraden er i de enkelte fasene. Det er viktig å detaljere etter kravet til en hver tid, for å bruke ressursene og tiden riktig. Det handler om erfaring mener arkitekt. Resultatene viser at ikke alle leser prosjektets BIM-manual, men det er stort sett erfaring fra tidligere prosjekter og bruk av bedriftenes egne BIM-manualer. Den ulike oppfatningen av BIM og BIM-prosjektering kan dermed føre til enda mer forvirring med tanke på detaljeringen, dersom de ikke følger prosjektets BIM-manual. Hvert byggeprosjekt er unikt, og stort sett bruker de ulike bedriftene egne BIM-manualer. Implementering av ny teknologi kan være utfordrende. Arkitekter, rådgivende ingeniører og større entreprenører bør informere byggherrer hvilke fordeler BIM kan ha for *hele* prosjektet. Dersom alle fasene i prosjektet gjennomføres med BIM, vil alle ha nytte av det, samtidig som prosessen effektiviseres og nytten av prosjektene øker. Jo flere som vil bruke BIM i prosjektene, dess flere erfaringer og økt kunnskap vil man få. Samtidig må bedriftene jobbe sammen.

I følge Light (2011) er det viktig for BIM-gjennomføringen at det er klart definerte leveranser, samtidig som roller og ansvar er klart definert.

## 6.5 Fremdrift

Tidligere forskning viser at det er behov for tidligere samhandling, i tillegg til at flertallet av informantene bekrefter dette, mener forskeren det er nødvendig. Dette baseres på grunnlag av generell BIM-prosjektering i forhold til tradisjonell projektering. Hvis man studerer dette nærmere ved hjelp av "MacLeamy curve" viser det at mengden projektering flyttes frem i tid. Til tross for enighet om tidligere samhandling er det delte meninger om man skal modellere tidligere eller senere. Det er flere aktører som påpeker at det er dyrt å modellere for tidlig, ettersom det alltid vil komme endringer underveis i projekteringen. Det er ikke ønskelig å gjøre dobbeltarbeid, noe som bærer preg av modelleringen ofte blir utsatt til siste frist. Samtidig er det viktig å merke seg at ferdiggrad for modellen må være forankret til alle i projekteringsgruppen, og *når* fristene for levering skal være. Det er særlig BIM-koordinator hos totalentreprenør som ser viktigheten av en skikkelig struktur for en koordinert beslutningsplan, da jobben dreier seg om å koordinere fagmodellene. Byggherre mener det må være en "tung projektering" i begynnelsen slik at alle får eierskap til prosjektet, men at det ikke er nødvendig at alle er med hele veien.

Erfaringene fra byggetrinn 1 derimot, viser at tidligere samhandling ikke skulle være tilfelle i caseprosjektet, dermed ble det justert i byggetrinn 2. Tekniske fag begynte for tidlig i byggetrinn 1, samtidig som prefab begynte for sent, noe som resulterte i mye ekstraarbeid og for mye endringer. Dette henger sammen med at flere av informantene, at det mangler en struktur for når aktørene skal komme inn i projekteringen og manglende beslutningsplan. Det var i tillegg andre hendelser som påvirket forprosjektet. I byggetrinn 2 blir dette tatt hensyn til, slik at prefab begynte tidligere mens tekniske fag begynte senere.



Figur 27 MacLeamy curve illustrerer tidligere samhandling med BIM-prosjektering (Eastman et al. 2011)

Undersøkelsens resultater om at det er nødvendig med tidligere samhandling bekreftes også i Eastman et al. (2011) og av "MacLeamy curve".

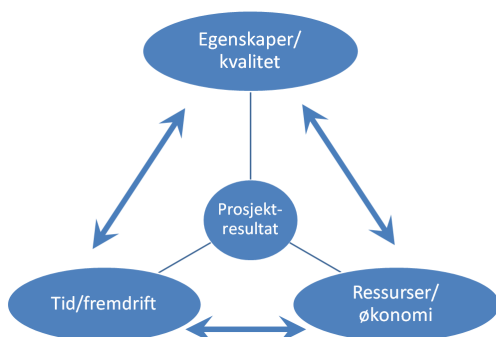
Både arkitekt og BIM-koordinator savner en slags samlokalisering for begynnelsen av prosjekteringen. Da er det mange viktige beslutninger som skal tas og mailkorrespondanse kan ta mye unødvendig tid. Dette kan også minne om en slags samspillskontrakt, som i følge teori handler om å forene samspillsgruppen om et forprosjekt. (Difi 2013) Fordelene ved en slik samarbeidsform er at man kan jobbe sammen med ideer og muligheter, og hjelpe hverandre med en gang. Da vil man slippe en masse spørsmål på mail frem og tilbake, mens man jobber med prosjektet. Dermed vil man også kunne unngå endringer som oppdages underveis. I følge teori fører ikke BIM til tettere samarbeid og bedre kommunikasjon, det *krever* det. (Krygiel & Nies 2008)

Som nevnt tidligere er dette en totalentreprise, hvor totalentreprenøren tar over ansvaret etter forprosjektet. Det er tydelig at det er ønskelig med tidlig påvirkning hos prosjektdeltakerne, noe som taler for en mer integrasjonsbasert strategi og mot en mer utradisjonell kontraktbestemmelse. Samtidig er det verd å merke seg at totalentreprenøren er med fra skisseprosjekt, eller *hele* prosjekteringen, noe som er tidligere enn normalt i en totalentreprise. Light (2011) mener også det er nødvendig med tidlig involvering av entreprenøren for BIM-gjennomføring. BIM-koordinatoren presiserer at det er ønskelig å komme med i prosjekteringen så tidlig som mulig for å få prosjektet opp på riktig BIM-nivå fra begynnelsen. Ut i fra hva resultatene viser, er det grunn til å kreve en tidligere samhandling enn ved tradisjonell gjennomføring.

Dette kan bety at informantene foretrekker og ønsker en mer utradisjonell kontraktsstrategi, med tidligere samhandling og enda tettere samarbeid.

## 6.6 Tid, kostnad og kvalitet

Kvaliteten øker. Det er tidsbesparende. Det er kostnadseffektivt. Eller?



Figur 28 Styringsfaktorene, tid, kostnad og kvalitet. Fritt etter (Westhagen et al. 2008)

Totalt sett burde alle disse fordelene gitt et bedre prosjektresultat. Men informantene er ikke enige. Sett i sammenheng med "MacLeamy curve" er beslutningene og samhandlingen flyttet frem i tid, det betyr i teorien at kostnadene er flyttet frem. Samtlige av informantene mener at det er en ekstrakostnad å prosjektere med BIM, selv om BIM-koordinatoren mener det burde vært billigere. Totalt sett for prosjektet viser resultatene at det er det lik pris eller billigere med BIM-prosjektering. Likevel mener flertallet at det totalt sett er billigere med gjennomføring av BIM-prosjekt. Ved caseprosjektet er det lagt inn god tid til prosjektering mener byggherre, som alle, bortsett fra tekniske fag er enige i. Informanten fra tekniske fag sikter da til at det er for dårlig styring og for dårlig oppfølging med frister, noe som først og fremst vil påvirke tekniske fag negativt, som kommer inn til slutt. Dette bekreftes i noen grad av byggherre, men at det i dag er bedre for tekniske fag med BIM. Samtlige aktører mener de har et så bra kontrollsystem som skal fange opp eventuelle feil som kan gå på bekostning av kvalitet.

Dersom feil kan elimineres i prosjekteringen vil det uten tvil forhindre byggefeil, byggestopp og adhocløsninger, som kan redusere kostnader.

*"det er billigere å gjøre feilene med bits and bytes, enn med stål og betong".*

Arkitekten mener det er mye dårlig som bygges for tiden, og mener totalentreprise er årsaken. Det er hele tiden et ønske om å tjene mer penger. Av styringsfaktorene er det kostnadene som kuttes, tiden består og kvaliteten må dermed reduseres. I tillegg savner arkitekten en vurdering av boliger slik man kan finne om mobiltelefoner. Med tanke på alle ressurser som settes inn for å gjøre byggen mest mulig effektiv, samtidig med kritikk totalentrepriser har fått for gjennomføring hvor prisen har gått på bekostning av kvalitet, kan dette være en interessant undersøkelse for videre forskning. Det er en problemstilling som kommer utenfor denne oppgave og undersøkelse.

## **6.7 Kommunikasjon og informasjonsflyt**

Landskapsarkitekten har ikke levert ifc-filer, noe som har ført til problemer for blant annet BIM-koordinator og arkitekt. Samtidig er det tydelig at ifc-formatet ikke er feilfritt, og samtlige av informantene har opplevd problemer. Stort sett dreier det seg om eksport av ifc. Det er uenighet hvilket program som er problemet eller om det er menneskelig feil, altså feil bruk av programvare. Det kan være både menneskelig og teknologisk. Prosjektdeltakerne må tilegne seg nødvendig kunnskap for å kunne beherske ny teknologi. *"Putter man dritt inn, få man dritt ut"*. Menneskene må bruke programmene riktig, for å kunne dra nytte av de fordeler BIM skal gi. Riktig kompetanse vil være avgjørende for å kunne håndtere ny teknologi.



Kommunikasjon gjennom prosjektplassen, som brukes for deling av informasjon, er det delte meninger om. Noen mener det fungerer bra, mens andre har større forventninger til bruken. Da flere er enige om at det kan være tungvint vil det være nødvendig å opplyse leverandøren om *hva* som er ønskelig. Det kan imidlertid hjelpe for både prosess og fremdrift. Informanten fra prefab savner også mer synliggjøring av endringer i modellen. De er nødvendigvis ikke like lett å spore som endringer på tegninger.

*"No one knows as much as everyone"* – (Krygiel & Nies 2008)

## **6.8 Erfaring og overføring av kunnskap**

Det er svært få som har erfaring med BIM. Kunnskapen tilegnes med små skritt i riktig retning. Det er viktig å ta vare på både gode og dårlige erfaringer med BIM. Aktørene i caseprosjektet mener det er en fordel med flere byggetrinn, for å dra nytte av erfaringen fra de tidligere byggetrinn. BAE-næringen trenger erfaringene fra ny teknologi, for å utvikle mer effektive byggeprosesser. Da kommer man over til potensial og muligheter for BIM.

## **6.9 Potensial og muligheter**

Det er mange muligheter for BIM-prosjektering, og bruken av BIM er fortsatt i startgropen. For hver aktør er det ulike muligheter. Sammen kan alle disse mulighetene føre til enda mer effektive byggeprosjekter. Det er byggherren som må sette kravene. Det har lenge vært fokus på energi, noe som kan implementeres i modellen. Mulighetene for å implementere fremdrift og kostnader inn i modellen er til stede. Mulighetene for å implementere kalkyle og innkjøp i modellen er tilstede. Mulighetene er uendelige. BIM er kommet for å bli, men det er viktig å ta ett skritt av gangen. Alt handler om hva som hver enkelt aktør formidler sine erfaringer og kunnskap til byggherre, slik at også dem får vite hvor langt aktørene i byggeprosessen er villige til å gå, og hvor mye det koster for prosjektet. Det meste handler om penger som skal fordeles, og det må være en gevinst – *for alle*.

BIM er ikke løsningen alene. Det er fortsatt mennesker som styrer utviklingen av teknologi. BAE-næringen må stadig utvikles for å være lønnsomme. Byggeprosessen kan fortsatt effektiviseres ytterligere, og flere forhold kan implementeres i modellen.

## 7 Konklusjon

I dette kapittelet blir en oppsummering og konklusjon presentert.

Resultatene er ikke beviste fakta, men de representerer virkeligheten slik hver enkelt informant ser den.

I prosjekteringen oppfattes BIM-gjennomføringen ulikt hos de forskjellige aktørene. Definisjonen av BIM varierer fra aktør til aktør, og BIM-satsningen hos de ulike bedriftene varierer. Resultatene bærer preg av at informantene hos de ulike aktørene har ulik formening om hva BIM kan brukes til. Totalt sett er BIM-satsningen fragmentert og lite samordnet. BIM handler mer om måten man samhandler på, fremfor hvilke verktøy man bruker. BIM-prosjekter har ulike nivåer, de avhenger av hvor mye informasjon som skal legges inn i modellen og hva informasjonen skal brukes til.

Samtidig som deltakelse i prosjektene varierer, er det flere punkter som har likhetstrekk hos de ulike aktørene. Det er viktig med et bevisst forhold til hva som kreves i hvert prosjekt. Grunnlaget for prosjekteringen må være på plass, slik at det er en felles forståelse for resultatet. BIM kan bidra til tverrfaglig forståelse, gjennomføring av kollisjonskontroll og visualisering av bygget. Det mangler i dag en god struktur for kommunikasjon og erfaringsoverføring med BIM-prosjektering. En felles forståelse av begreper og tydeliggjøring av ansvar er avgjørende for at arbeidet med BIM skal kunne utvikle sitt potensial.

Faktorer som er nødvendig for effektiv BIM-gjennomføring:

- ✓ Felles ambisjonsnivå for BIM-prosjektet
- ✓ ALLE fag må bidra, og inkluderes i prosjekteringen
- ✓ Strengere beslutningsplan gjennom prosjekteringsfasene
- ✓ Strengere prosjektstyring
- ✓ Tidligere samhandling og tettere samarbeid
- ✓ Kompetanseheving
- ✓ Fordele ansvar

BIM-gjennomføring krever en noe mer integrasjonsbasert strategi, og krever at entreprenøren involveres tidligere enn ved en "vanlig" totalentreprise.

## 8 Veien videre

Denne masteroppgaven kan utvikles både kvalitativ og kvantitativ forskning. Det vil være naturlig å intervju flere personer, og i et større omfang prosjekter for å få et mer helhetlig bilde av bransjen.

Oppgaven viser status i dag og hvordan de ulike aktørene oppfatter BIM-gjennomføringen, hvor en rekke interessante forhold kommer frem. Det første å ta tak i er at bransjen bærer preg av uklare begreper og definisjoner. Det vil være avgjørende med en felles oppfatning om begreper og definisjoner. For noen er BIM gammelt nytt, mens for andre er BIM noe som kommer i fremtiden.

Videre kan man se på når de ulike aktørene skal komme inn i prosjekteringen for å få en mest mulig effektiv og produktiv prosess. Det kommer tydelig frem at aktørene samhandler tidligere enn før, dette er interessant å undersøke nærmere. Spesielt med tanke på når man skal begynne med BIM i prosjektene. Det vil også være naturlig å undersøke detaljeringsgraden i de ulike fasene.

Det er fortsatt potensial og muligheter for BIM-prosjektering.

## Litteraturliste

- Advansia, Å. (2013). *Prosjektledelse*. Oslo: ÅF. Tilgjengelig fra: <http://www.afconsult.com/prosjektledelse> (lest 20.04.2013).
- Autodesk. (2012a). *About BIM*. Tilgjengelig fra: <http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim/> (lest 25.02.2013).
- Autodesk. (2012b). *BIM for Infrastructure*. USA: Autodesk. Tilgjengelig fra: [http://images.autodesk.com/adsk/files/valueofBIM\\_wp\\_en\\_FINAL.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/valueofBIM_wp_en_FINAL.pdf) (lest 20.03.2013).
- Berg, T. (2008). Industrialisering og systematisering av boligbyggeproduksjon. *Byggekostnadsprogrammet, Prosjektrapport 20*.
- buildingSMART. (2011). *buildingSMART guiden*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/bs-guiden> (lest 26.02.2013).
- buildingSMART. (2012). *bs Standarder*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/standarder> (lest 18.02.2013).
- buildingSMART. (2013). *buildingSMART Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingsmart.no/organisasjon> (lest 25.02.2013).
- Byggballe, L. (2011). *Hva skal vi leve av i fremtiden?* Trondheim: ntnu. Tilgjengelig fra: [http://www.bygg.ntnu.no/naringslivsringen/wp-content/uploads/2010/10/BM\\_dagen\\_1.pdf](http://www.bygg.ntnu.no/naringslivsringen/wp-content/uploads/2010/10/BM_dagen_1.pdf) (lest 20.04.2013).
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving*. 5. utg. Oslo: Gyldendal akademisk. 257 s.
- Difi. (2013). *Gjennomføringsmodeller*. Oslo: Difi. Tilgjengelig fra: <http://www.anskaffelser.no/art/bygg-anlegg-eiendom/bae-tema/gjennomforingsmodeller> (lest 15.02.2013).
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, N.J.: Wiley. XIV, 626 s. : ill. s.
- Granholt, L. (2010). *Information management in a BIM environment*. Tilgjengelig fra: <http://www.bimsightblog.com/information-management-in-a-bim-environment/> (lest 03.05.2013).
- Grimsmo, E. (2008). *Hvordan unngå prosjekteringsfeil*. Trondheim: Byggekostnadsprogrammet.
- Houck, L. (2011). *Byggesak og Prosjektadministrasjon*. UMB, forelesning.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 4. utg. Oslo: Abstrakt. 436 s.
- Kolltveit, B. J., Reve, T. & Lereim, J. (2009). *Prosjekt : strategi, organisering, ledelse og gjennomføring*. 3. utg. Oslo: Universitetsforl. 417 s.
- Krygiel, E. & Nies, B. (2008). *Green BIM : successful sustainable design with building information modeling*. Indianapolis, Ind.: Wiley. XIX, 241 s. : ill. s.
- Kvale, S. (1997). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Ad notam Gyldendal. 236 s.
- Light, D. (2011). *BIM Implementation - HOK buildingSMART*. Tilgjengelig fra: [www.thenbs.com/topics/bim/articles/BIM-Implementation\\_HOK-buildingSMART.asp](http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/BIM-Implementation_HOK-buildingSMART.asp) (lest 14.02.2013).
- Livingston, H. (2008). *Delivering the BIM Promise*. Tilgjengelig fra: <http://www.cadalyst.com/aec/delivering-bim-promise-3738> (lest 02.05.2013).
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg-og anleggsprosjekt*. Trondheim: NTNU, Institutt for bygg, anlegg og transport.

- Lædre, O. (2009). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: Tapir akademisk forlag. 97 s.
- Meland, Ø. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen : suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko?* Trondheim: NTNU. 159 s.
- Meland, Ø. (2009). *Riktig første gangen*. Kristiansand: Byggekostnadsprogrammet. Tilgjengelig fra: <http://www.byggekostnader.no/article.php?articleID=476&categoryID=277> (lest 16.02.13).
- Moen, S. E. & Moland, L. E. (2010). *BygningsInformasjonsModellering (BIM)*. Oslo: Fafo.
- Rolstadås, A. (2011). *Praktisk prosjektstyring*. Trondheim: Tapir akademisk forl. VI, 408 s. : ill. s.
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen : valg av konsept*. Trondheim: Tapir akademisk forl. 344 s. : ill. s.
- Solibri. (2013). *What is BIM?* Tilgjengelig fra: <http://solibri.com/building-information-modeling/what-is-bim.html> (lest 25.02.2013).
- Statsbygg. (2013). *BIM-En kortfattet innføring*. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/FoUprosjekter/BIM-Bygningsinformasjonsmodell/BIM-En-kortfattet-innforing/> (lest 25.02.2013).
- Westgaard, H., Arge, K. & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: Byggekostnadsprogrammet*.
- Westgaard, H. A., K.
- Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: Byggekostnadsprogrammet*.
- Westhagen, H., Faafeng, O., Hoff, K. G. A. K. T. & Røine, E. (2008). *Prosjektarbeid : utviklings- og endringskompetanse*. 6. utg. Oslo: Gyldendal akademisk. 352 s. : ill. s.
- Winch, G. (2010). *Managing construction projects : an information processing approach*. Chichester: Wiley-Blackwell. XVIII, 522 s. : ill. s.

## Vedlegg

### Intervjuguide

#### Presentasjon av meg selv

June Carlsen, studerer industriell økonomi med byggeteknikk ved Universitet for Miljø- og Biovitenskap (UMB), avslutter våren 2013.

#### Bakgrunn for undersøkelsen

Mastergradsoppgaven konsentrerer seg om prosjekteringsfasen av BIM-prosjekt. Hensikten med oppgaven er å se hvordan de ulike aktørene i ett og samme prosjekt korrelerer i deres oppfatning av BIM. Problemstilling:

Hvordan oppfattes BIM-gjennomføringen av et byggeprosjekt hos de ulike aktørene i prosjekteringen?

#### Opptak av undersøkelsen

For å sikre at intervjuene blir gjengitt korrekt og for å få en god samtale, uten forstyrrende notatskriving, vil det bli brukt diktafon under samtalene. Informanten vil få mulighet til å lese og redigere etter forespørsel.

#### Anonymitet

Det er full anonymitet av person ved analyse av undersøkelsens resultater i oppgaven.

#### Spørsmål:

##### *Bakgrunn*

- Kan du fortelle kort om deg selv og din bakgrunn? Utdanning, stilling, karriere
- Hva er din rolle i prosjektet?

##### *BIM*

- Hva legger du i begrepet BIM?
- Hvordan vil du definere et BIM-prosjekt?
- Hvilke forventninger har du til BIM? – i hvilken grad har disse innfridd?

##### *Faser*

- Kan du definere de ulike fasene i prosjekteringen i en totalentreprise?
- Hvis 100 % er total prosjektering, hvordan vil du fordele din arbeidsmengde gjennom fasene?
- Har dette endret seg etter implementering av BIM?
- Vet du alltid hva som er kravet om detaljeringsgrad i de ulike fasene? Har det endret seg med BIM?
- Er du fornøyd med hvordan prosjekteringen foregår i dag?

##### *Milepæler og mål*

- Hvilke mål er viktig for gjennomføring av prosjekteringsfasen?
- Er alle aktørene(ARK, RIB, entreprenør, RIV, RIE, brann osv?) med til riktig tid i prosjekteringsfasene for sitt bidrag til prosjekteringen?
- Er klare og definerte mål for hva som skal leveres til de ulike fasene?

- Føler du at prosjektet "låses" mer eller mindre i de ulike fasene?
- Har innføringen av BIM ført til prosessendringer i gjennomføringen av byggeprosjekter?

#### *Tid*

- Er det innlagt tilstrekkelig tid til prosjektering i tradisjonell totalentreprise?
- Er det lagt inn mer eller mindre tid til prosjektering med BIM? Er det riktig?
- I hvilken fase, eller når i de ulike fasene er arbeidspresset størst?
- Kan tidspresset gå ut over kvaliteten i prosjektet?
- Hender det at den utførende arbeider må ta avgjørelser om utførelse av detaljer på byggeplass på grunn av forsinkelser av tegninger?
- Hvordan kan BIM være med på å forhindre forsinkelser?

#### *Prosess*

- Blir beslutninger tatt i rett tid?
- Hva synes du om at prosjekteringen foregår parallelt med produksjon? Påvirker det hvordan du jobber?

#### *Kostnader*

- Hvordan har kostnadene endret seg ved implementering av BIM?
- I forhold til tradisjonelle prosjekter, uten BIM, er det blitt mer kostbart å prosjektere med BIM?

#### *Kommunikasjons og Informasjonsflyt*

- Er det noen felles plattform for deling av informasjon? Prosjekthotell eller lignende.
- Hvordan fungerer samarbeidet med de andre aktørene i prosjektet?
- Opplever du feil eller komplikasjoner ved overføring av data og geometri?
- En teori om at stadige variasjoner og forskjeller i utforming øker sannsynligheten for feil. En bygningsinformasjonsmodell vil igjen visualisere til bedre prosjektering med økt samarbeid og kommunikasjon. Hva mener du?
- Har behovet for koordinering i prosjekteringen endret seg ved innføringen av BIM?
- Hva kreves av informasjonsstyring i BIM-prosjekter sammenlignet med tradisjonelle prosjekter?
- Hvordan er samhandlingen i prosjekteringsgruppa i et BIM-prosjekt?
- Hvordan håndteres grensesnittene mellom deltakerne i et BIM prosjekt og hvordan styres disse grensesnittene?
- Kan du fortelle litt om kontrollen av modellen?

#### *Kontroll*

- Ser du noen endringer ved prosjekteringsfeil etter implementering av BIM?
- Kan du fortelle litt om kollisjonstester i Solibri etc?
- Hva finnes av rutiner for tverrfaglig kontroll?

#### *Roller*

- Hvilke nye roller og relasjoner har dukket opp i forbindelse med BIM?
- Stilles det krav til erfaringer og kompetanse i forhold til bruk av BIM?
- Har du benyttet deg av en BIM-manual for detaljering i de ulike fasene? (eks. Statsbygg BIM manual) Hvilken hjelp har du fått?

*Overføring av kunnskap*

- Hvordan bruker dere kunnskap fra tidligere prosjekter?

*Prosjektstyring*

- I hvor stor grad er du fornøyd med styringen av prosjekteringen? Fra 1 til 6

*Muligheter*

- I hvilken grad blir BIMs fulle potensial tatt i bruk i dag, og hva er mulig å få til på sikt?
- Kan modellen erstatte tegninger på byggeplass?

*Avslutning?*

- Er det noe du synes ikke er avdekket i intervjuet som du ønsker å tilføre?
- Har du kommentarer eller tilbakemeldinger til intervjuet?