

Torstein Lillebakk

Rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter

Masteroppgave

Trondheim, juni 2010

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

Hovedveileder: Kai Haakon Kristensen, Olav Torp





NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT

Oppgavens tittel: Rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter	Dato: 10. juni 2010 Antall sider (inkl. bilag): 76		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn. Torstein Lillebakk			
Faglærer/veileder: Kai Haakon Kristensen, nærings-ph.d. Olav Torp			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

Ved at prosjektering ved hjelp av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) kommer mer og mer inn i bygg- og anleggsprosjekter, vil mye av den tradisjonelle prosjekterings situasjonen endre seg. Denne masteroppgaven ser på hva som endrer seg i forhold til rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter.

Byggeprosessen og prosjektering blir gjennomgått for videre å se på teori om både prosjekteringsledelse og BIM. Det ble gjennomført intervjuer med prosjekteringsledere og prosjektledere som jobber med BIM for å finne ut hva som har endret seg i prosjekteringsprosessen, hva som er nytt i BIM-prosjekter og hvordan dette påvirker prosjekteringslederens rolle.

Prosjekteringsledelse er en sentral funksjon for å få et vellykket prosjekt. Funksjonen innebærer ledelse og planlegging av prosjekteringen hvor teknologi og designledelse er sentrale funksjonsområder. Bruk av bygningsinformasjonsmodeller i prosjekteringen kan regnes som et paradigmeskifte i måten man prosjekterer og oppfatter et bygg.

Innføringen av bygningsinformasjonsmodeller i prosjekteringen fører til at prosjekteringsleder får en mer fremtredende lederrolle, ikke bare en administrativ koordineringsrolle, selv om dette også er svært viktig i BIM-prosjekter. Mange av arbeidsoppgavene og ansvarsområdene til prosjekteringsleder vil være de samme som i prosjekter med tradisjonell prosjektering. Men i BIM-prosjekter har prosjekteringsleder et verktøy som vil være til stor fordel for å utøve oppgaver og ansvar. Prosjekteringsleder har i BIM-prosjekter derfor større mulighet for å gjennomføre prosjekteringsledelsen på en bedre måte enn tidligere.

Stikkord:

1. Prosjekteringsledelse
2. BIM
3. Bygningsinformasjonsmodell
4. Ledelse

(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet ved Institutt for bygg, anlegg og transport, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, NTNU, våren 2010.

Jeg vil takke veileder Kai Haakon Kristensen, nærings-ph.d fra Skanska Norge AS ved Institutt for bygg, anlegg og transport, for god oppfølging, veiledning og diskusjoner. Takk også til veileder Olav Torp ved Institutt for bygg, anlegg og transport. Jeg vil også gjerne takke Hallgrim Hjelmbrække for gode diskusjoner rundt temaet og Svein Borgen for god støtte til arbeidet med oppgaven, begge ved Rambøll Norge AS. Stor takk også til de som lot seg intervju.

Trondheim 10. juni. 2010

Torstein Lillebakk

Sammendrag

Ved at prosjektering ved hjelp av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) kommer mer og mer inn i bygg- og anleggsprosjekter, vil mye av den tradisjonelle prosjekterings situasjonen endre seg. Prosjekteringsledelsen er en viktig funksjon for at prosjekteringen skal gjennomføres på en god måte, og det vil være interessant å se på hva som eventuelt vil endre seg fra prosjekter med tradisjonell prosjektering til prosjekter som benytter BIM. Denne masteroppgaven ser på hva som endrer seg for rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter.

Byggeprosessen og prosjekteringsprosessen er innledningsvis gjennomgått for å gi bakgrunnen til prosjekteringsledelsen som fagområde. Byggeprosessen kan deles inn i administrative-, kjerne- og offentlige prosesser. Prosjekteringen er en del av kjerneprosessen der man utarbeider beslutningsgrunnlag og danner grunnlag for den fysiske utførelsen av prosjektet.

Det ble gjennomført litteraturstudie for å se på eksisterende teori på både prosjekteringsledelse og BIM. Det ble videre gjennomført intervjuer med prosjekteringsledere og prosjektledere som jobber med BIM for å finne ut hva som har endret seg i prosjekteringsprosessen, hva som er nytt i BIM-prosjekter og hvordan dette påvirker prosjekteringslederens rolle.

Prosjekteringsledelse er en sentral funksjon for å få et vellykket prosjekt. Funksjonen innebærer ledelse og planlegging av prosjekteringen hvor teknologi og designledelse er sentrale funksjonsområder. Arbeidsoppgavene til prosjekteringslederen er knyttet til planlegging, koordinering, styring, kommunikasjon og informasjon.

Bruk av bygningsinformasjonsmodeller i prosjekteringen kan regnes som et paradigmeskifte i måten man prosjekterer og oppfatter et bygg. Men det er ingen klar definisjon for hva begrepet BIM innebærer, og det er ulik oppfatning av hva som menes når man snakker om BIM. Bygningsinformasjonsmodellering kan beskrives som å lage en prototype av et bygg. Det ville være lettere og bedre å forholde seg til en digital modell enn tradisjonelle 2D-tegninger. Bruk av bygningsinformasjonsmodeller basert på en åpen internasjonal standard har store muligheter og potensial.

Innføring og bruk av bygningsinformasjonsmodeller har ført til en rekke endringer for prosjekteringen. Det stilles krav til mer samhandling og kommunikasjon mellom ulike fag siden man i større grad er avhengig av hverandre. Man får en mye større mengde informasjon som kan hentes ut fra bygningsinformasjonsmodellen og informasjonshåndteringen blir viktigere. Man har bedre muligheter til å finne feil og kollisjoner mellom de ulike fagene siden man har en modell å forholde seg til i motsetning til flere sett med 2D-tegninger.

I prosjekter som tar i bruk BIM vil prosjekteringsleder ha en bedre mulighet for å kunne utføre sine oppgaver i henhold til slik de er definert i litteraturen. Mange av arbeidsoppgavene er de samme som før. Prosjekteringsleder vil lettere kunne sette seg inn i faglige problemstillinger og ta beslutninger på et bedre grunnlag.

Bruk av bygningsinformasjonsmodeller fører også til økt forståelse for det som prosjekteres. Dette kan føre til en mer tydelig lederrolle og ikke bare administrativ koordinering. Koordineringen av fagene vil likevel være en betydelig oppgave, og også enda viktigere i BIM-prosjekter enn i prosjekter med tradisjonell prosjektering. Målsetting for prosjekteringen, med tanke på hva som skal leveres og til hvilken kvalitet, vil være mer viktig i BIM-prosjekter siden de prosjekterende skal jobbe opp mot en modell på samme detaljeringsnivå.

En av utfordringene ved innføringen av BIM er nye dataverktøy. For prosjekteringsleder handler dette om kollisjonskontrollering og håndtering av modellen generelt. Behov for kompetanse innen dette har ført til en BIM-koordineringsrolle. På sikt kan det bli naturlig å snakke om BIM-koordinering som en oppgave prosjekteringsleder tar over etter hvert som kompetansen innen programvaren øker, avhengig av prosjektstørrelse og kompleksitet.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	V
Innholdsfortegnelse	VII
Figurliste	IX
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Avgrensning	2
2 Forskningsmetode	3
2.1 Hensikten med oppgaven	3
2.2 Forskningsspørsmål	3
2.3 Tilnærming.....	4
2.4 Forskningsprosessen	5
2.5 Valg av metode for datainnsamling.....	6
2.5.1 Litteraturstudie.....	7
2.5.2 Intervju	7
2.6 Feilkilder	8
2.6.1 Litteraturstudie.....	8
2.6.2 Intervju	8
2.7 Validitet og reliabilitet.....	9
3 Referanseramme og bakgrunn	11
3.1 Byggeprosessen	11
3.1.1 Byggeprosessens delprosesser	11
3.1.2 Kjerneprosessen	13
3.1.3 Administrative prosesser	14
3.1.4 Offentlige prosesser	14
3.2 Prosjektering	15
3.2.1 Definisjon.....	15
3.2.2 Roller og organisering.....	16
3.2.3 Hensikten med prosjektering	16
4 Prosjekteringsledelse	19
4.1 Definisjon	19
4.2 Prosjekteringslederens kompetanse og egenskaper	20
4.3 Oppgaver og ansvar	22
4.3.1 Planlegging.....	22
4.3.2 Koordinering.....	23
4.3.3 Styring.....	23
4.3.4 Kommunikasjon og informasjon	24
4.3.5 Arbeidsomfang og endringer	24
4.3.6 Økonomi.....	24
4.3.7 Fremdrift.....	25
4.3.8 Kvalitet.....	25
4.3.9 Prosjektintegrering.....	25
4.4 Erfaringer fra praksis	25

5	Bygningsinformasjonsmodell (BIM)	27
5.1	BIM-begrepet	27
5.2	Introduksjon til BIM	28
5.3	Åpen BIM og lukket BIM	29
5.4	BIM i byggeprosessen.....	29
5.5	Perspektiver på BIM i prosjekteringen.....	31
5.6	Nytteverdi og effekten av BIM.....	32
5.7	Påvirkning på prosjekteringsgruppa	34
5.8	Nye roller som følge av BIM	36
6	Resultater fra intervjuene	37
6.1	Intervjuobjektene	37
6.2	Generelt om BIM	37
6.2.1	Definering av BIM	37
6.2.2	Forventninger til BIM.....	37
6.2.3	Fordeler og ulemper	38
6.2.4	Potensialet til BIM.....	39
6.2.5	Ulike perspektiver på BIM.....	39
6.2.6	Endringer for prosjekteringen	39
6.3	Rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter	40
6.3.1	Endrede arbeidsoppgaver	40
6.3.2	Krav til prosjekteringsledelsen og prosjekteringslederens kompetanse	41
6.3.3	Samhandling og kommunikasjon i prosjekteringsgruppa	41
6.3.4	Bevissthet og forståelse for prosjektet	42
6.3.5	Rolleavklaring og grensesnitt	43
6.3.6	Endret ansvar	44
6.3.7	Målsetting for prosjekteringen i BIM-prosjekter	44
7	Diskusjon	47
7.1	BIM i prosjekteringen	47
7.2	Rollen som prosjekteringsleder	48
8	Konklusjon	51
9	Referanser	53
10	Bibliografi	57
11	Vedlegg A – Intervjuguide	63

Figurliste

Figur 1 - Induktiv og deduktiv metode. Fritt etter Olsson (2003).....	4
Figur 2 - Logisk deduktiv tilnærming som viser forskjellen mellom grunnforskning og anvendt forskning. Fritt etter Samset (2009).....	5
Figur 3 - Bygningens livssyklus slik NTNU og SINTEF (2007) fremstiller den.....	11
Figur 4 - Sammenstilling av finansdepartementets og Statsbyggs prosessmodeller (Arge, 2008).....	12
Figur 5 - Byggeprosessens delprosesser. Fritt etter Eikeland (1998)	13
Figur 6 - Byggeprosessens kjerneprosesser. Fritt etter Eikeland (1998)	13
Figur 7 - Organisasjonsplan for et prosjekt med delte entrepriser, der forskjellen mellom BH-PGL og PG-PGL i samme prosjektorganisasjon illustreres. Fritt etter Meland (2000).....	20
Figur 8 - De ulike ledelselementene i prosjekteringslederfunksjonen. Fritt etter meland (2000).....	21
Figur 9 - Forskjellen mellom en tegnet dør og et modellert dørobjekt (Statsbygg, 2009)	28
Figur 10 - Statsbyggs prosessmodell som overordnet referanse for BIM-modelleringen (Statsbygg, 2009).....	30
Figur 11 - Endring i organisasjonsmodell ved bruk av BIM. Heltrukne linjer viser forholdene i en tradisjonell organisasjon. De stiplede linjene viser hvordan forholdene bør være for at man skal kunne dra nytte av BIM (Eastman, 2008).....	30
Figur 12 - Forskyvning av ressurspådrag i prosessen ved effektiv bruk av BIM (CURT, 2004).	31
Figur 13 - Modellkonseptet som viser hvordan ulike fagmodeller koordineres til en felles BIM-modell. Dette generer informasjon som man kan hente ut (Det Digitale Byggeri and Bips, 2006).....	33

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Prosjektering ved hjelp av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) blir benyttet mer og mer i bygg- og anleggsbransjen. Statsbygg skal i løpet av 2010 benytte BIM som hovedregel i alle sine bygg- og byggeprosesser (Statsbygg, 2007). Det er et stort fokus på bruken av BIM i bygg- og anleggsbransjen og dette vil nok være fremtiden innen bygningsprosjektering. BIM kan regnes som et paradigmeskifte (Eastman, 2008) og det vil helt klart være en omlegging på måten de prosjekterende jobber på, med bruk av nye verktøy og metoder. Selv om fokuseringen på BIM har vært stor, har dette i stor grad omhandlet fordelene for byggherre, endrede arbeidsrutiner for prosjekterende, teknisk implementering av BIM og lignende.

Prosjekteringsledelse er et fagområde som er viktig for gjennomføringen av bygg- og anleggsprosjekter. Ledelse og planlegging betyr mye for et vellykket prosjekt (Byggeskostnadsprogrammet, 2010). I komplekse prosjekter vil det være mange involverte fagområder, og det er viktig at styringen av disse blir gjennomført på en god måte. Det vil derfor være nødvendig å se på hvordan prosjekteringslederens rolle vil være i BIM-prosjekter.

Det ble i forkant av denne masteroppgaven gjennomført en prosjektoppgave som tok for seg prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter som ikke benytter BIM. Det ble kartlagt hvordan rollen som prosjekteringsledelse er og hvordan den gjennomføres i praksis. Denne masteroppgaven vil derfor kunne bruke prosjektoppgaven som grunnlag og følgelig se på hvordan rollen som prosjekteringsleder kan være i BIM-prosjekter.

1.2 Problemstilling

Ved at prosjektering ved hjelp av BIM blir implementert i mange prosjekter vil mye av den tradisjonelle prosjekterings situasjonen endre seg i forhold til måten prosjekteringsgruppa arbeider på. De ulike fagene samhandler i større grad enn tidligere og det genereres også mer informasjon. Hvordan dette vil påvirke prosjekteringsledelsen er usikkert.

Problemstillingen i denne masteroppgaven er å finne ut hvordan rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter kan være. Videre er det formulert noen forskningsspørsmål som skal bygge opp om problemstillingen.

- Hvordan endrer rollen som prosjekteringsleder seg i BIM-prosjekter i forhold til bygg- og anleggsprosjekter som ikke benytter BIM?
- Hva er prosjekteringslederens arbeidsoppgaver i et BIM-prosjekt?
- Påvirker BIM forståelsen for bygget, og endres evnen til å ta beslutninger?
- Hvilken kompetanse er det nødvendig for prosjekteringsleder å inneha i BIM-prosjekter?
- Hvilke endringer forårsaker BIM i prosjekteringsgruppa i forhold til samhandling?

1.3 Avgrensning

Masteroppgaven har ikke som mål å foreslå hvordan prosjekteringsledelse i BIM-prosjekter best mulig skal gjennomføres, men begrenser seg til å beskrive hvordan rollen påvirkes og hvordan den kan være. Dette går også frem av problemstillingen.

Det skilles ikke spesielt mellom ulike former for prosjekteringsledelse, og vil derfor omfatte både rollen som frittstående prosjekteringsgruppeleder og byggherreintern prosjekteringsleder. Det er mange ubesvarte spørsmål som ikke vil bli gått inn på i denne oppgaven i forhold til kontraktsforhold og hvem som eier prosjekteringslederen, noe som vil kunne påvirke ulike perspektiver og interesser. Dette har også sammenheng med entreprisform og kontraktstrategi, som heller ikke vil bli tatt med i betraktningen. Oppgaven tar derfor for seg rollen som prosjekteringsleder, uavhengig av hvordan denne rollen er organisert eller kontrahert.

Masteroppgaven begrenser seg til prosjekteringsledelse innen bygg- og anleggsprosjekter i Norge. Litteraturen som er benyttet på prosjekteringsledelse er i all hovedsak norsk litteratur. Resultatet av denne masteroppgaven vil derfor ikke direkte kunne overføres til internasjonale forhold. For BIM er det derimot brukt både norsk og internasjonal litteratur.

Diskusjonen rundt filformatet IFC kontra proprietære standarder, i forhold til åpen BIM og lukket BIM, vil i masteroppgaven bli presentert. I forhold til prosjekteringslederens rolle er det allikevel informasjonsflyten i prosjekteringen uavhengig av hvilket filformat som benyttes som er viktig, og masteroppgaven begrenser seg derfor til å omtale denne problemstillingen uten å gå nærmere inn på dette.

2 Forskningsmetode

Aktuelle metoder og valg av metoder vil her bli beskrevet. For arbeid med forskningsoppgaver benyttes en eller flere metoder. Metoden dreier seg om hvilken fremgangsmåte man har til forskningen. Dette påvirker de resultatene man får, og de konklusjoner man kan trekke ut av dem.

2.1 Hensikten med oppgaven

Hensikten med denne oppgaven er å finne ut hvordan rollen som prosjekteringsleder er i BIM-prosjekter. I følge Wollebæk (1996) kan man skille mellom grunnforskning og anvendt forskning, og det vil følge Halvorsen (2008) ikke alltid være et klart skille mellom dem. Arbeidet med denne masteroppgaven vil være anvendt forskning, og i liten grad grunnforskning. Figur 2 viser blant annet forskjellen mellom grunnforskning og anvendt forskning.

Grunnforskning gjøres for å få ny kunnskap, og intensjonen er å komme frem til kunnskap som er gyldig i flere situasjoner og som videre kan benyttes på et generelt grunnlag (Brox, 1995). Denne masteroppgaven er i liten grad grunnforskning siden det tidligere er gjennomført studier på både prosjekteringsledelse og BIM, hver for seg. Masteroppgaven har ikke som hensikt og komme opp med ny teori, som kjennetegnes av grunnforskning.

Anvendt forskning har som formål å avdekke handlingsmuligheter (Brox, 1995). Den skal gi kunnskap på praktiske områder, og vil derfor kunne begrense seg til særegne situasjoner. Denne masteroppgaven tar for seg hvordan prosjekteringsledelse kan være i en BIM-kontekst. Den tar derfor for seg hvordan man anvender et fagfelt og gir kunnskap om hvordan dette endres ved implementeringen av en ny teknologi. Dette vil også begrense seg til særegne situasjoner. Ut i fra dette vil denne masteroppgaven hovedsakelig være anvendt forskning.

2.2 Forskningsspørsmål

I forbindelse med problemformuleringen ble det formulert noen forskningsspørsmål, beskrevet i kapittel 1.2. Disse spørsmålene har som hensikt å spesifisere ulike momenter som er med å bygge opp problemstillingen. I følge Robson (2002) skal gode forskningsspørsmål oppfylle følgende krav:

- Klart – de skal være entydige og lett forståelig
- Spesifikt – de skal være tilstrekkelig spesifikke, slik at det er tydelig hva som skal besvares
- Må kunne besvares – man kan se hvilke data som er nødvendig for å besvare dem og hvordan disse skal innhentes
- Relatert – spørsmålene bør være relatert til hverandre på en meningsfull måte, slik at de danner en helhet
- Vesentlig og relevant – ikke-trivielle spørsmål som er verdt forskningsinnsatsen

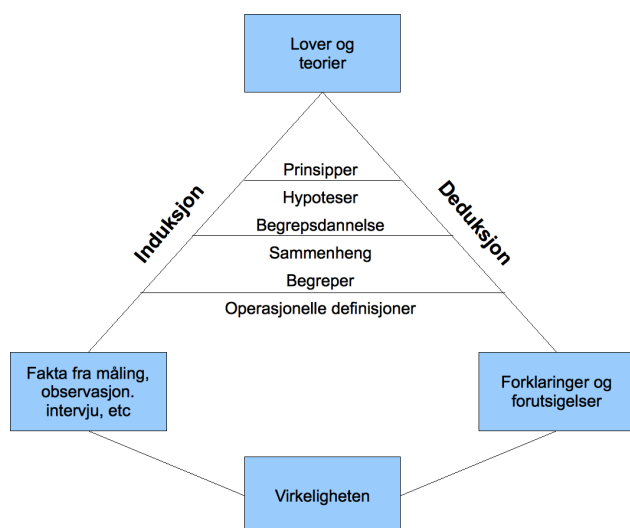
Forskningsspørsmålene som ble formulert er designet for å oppfylle disse kriteriene. Ved bruk av begrepet BIM-prosjekter kan det argumenteres for at det

ikke er entydig hva som menes, men dette avklares i kapittel 5. Alle spørsmålene skal besvares ved å hente inn data fra litteratur og intervjuer. Spørsmålene er også relatert til hverandre.

2.3 Tilnærming

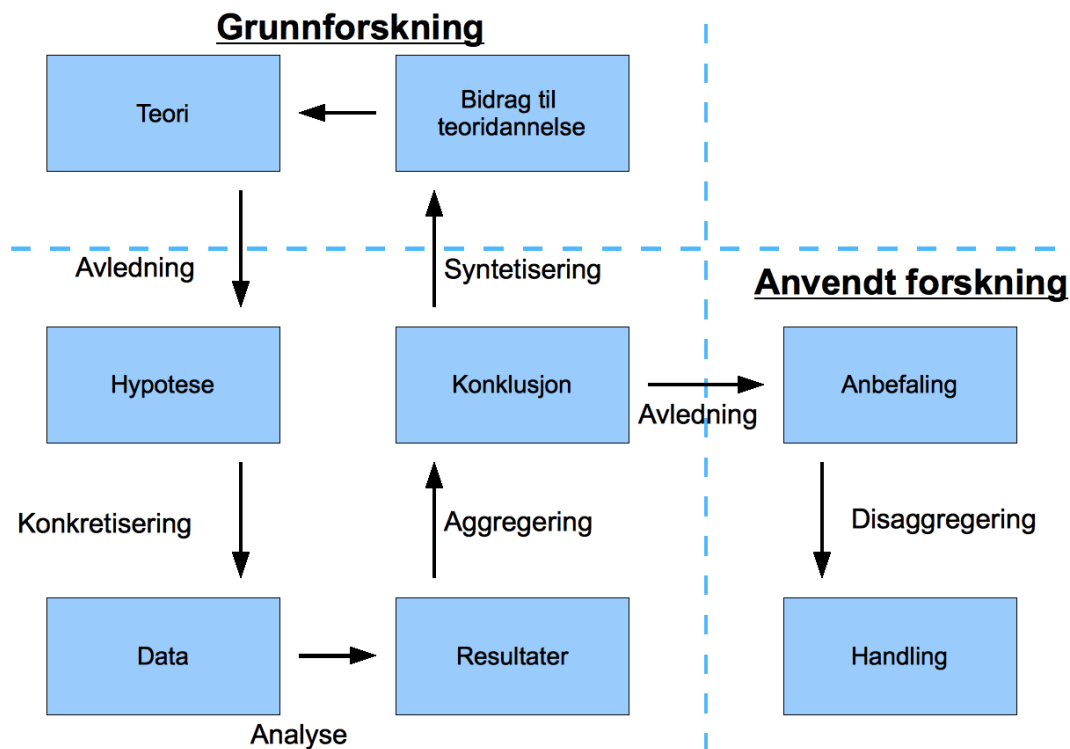
Det er overordnet to ulike tilnæringsmetoder til forskning; deduktiv og induktiv (Samset, 2009). Figur 1 viser sammenhengen mellom induktiv og deduktiv forskning.

- **Induktiv forskning** – Man bruker induktiv forskning når man skal ta for seg et felt som er lite utforsket. Problemstillingen kommer ikke ut fra teori, og målet med forskningen er ofte å kunne formulere en hypotese. Denne hypotesen kan man senere gå videre med og teste ved hjelp av deduktiv forskning.
- **Deduktiv forskning** – Baserer seg på hypotesetesting der utgangspunktet er en problemstilling som er utledet fra teori. Man benytter deduktiv forskning der man tar sikte på å bekrefte eller etablere teoribasert kunnskap.



Figur 1 - Induktiv og deduktiv metode. Fritt etter Olsson (2003).

En logisk-deduktiv metode tar utgangspunkt i teorier og gir grunnlag for empiriske observasjoner. Ved en hypotetisk-deduktiv fremgangsmåte vil man gjennom hypotesetesting vurdere holdbarheten til teorier. Halvorsen (2008) mener det er sjeldent at man har en klar separering av de to overordnede tilnærmingene, og de utelukker ikke hverandre. Induktiv tilnærming assosieres ofte med kvalitativ metode, og hypotetisk-deduktiv med kvantitativ metode. Arbeidet med denne oppgaven tar utgangspunkt som logisk-deduktiv, som vist i Figur 2.



Figur 2 - Logisk deduktiv tilnærming som viser forskjellen mellom grunnforskning og anvendt forskning. Fritt etter Samset (2009).

Hovedsakelig skiller man også mellom kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode. Disse er grunnleggende ulike med tanke på hvilken informasjon man innhenter, tilnærmingen til kilden og hvilke resultater man får. Tabell 1 viser hvordan kvalitativ og kvantitativ metode skiller seg fra hverandre. Masteroppgaven vil benytte en kvalitativ metode, ved at det innhentes informasjon gjennom intervju og litteraturstudie.

Tabell 1 - Forskjellen mellom kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode (Samset, 2009).

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Tallbasert informasjon	Tekstlig informasjon
Få opplysninger om mange undersøkelsesenheter	Mange opplysninger om få undersøkelsesenheter
Stor grad av etterprøvbarehet	Etterprøvbarehet er ofte problematisk
Stor vekt på presisjon	Stor vekt på relevans
Generalisering og samsvar som mål	Helhetsforståelse som mål

2.4 Forskningsprosessen

Arbeidet med masteroppgaven har fulgt en forskningsprosess som beskrevet av Hellevik (2002). I følge Grenness (1997) kan ikke vitenskapelige undersøkelser gjennomføres på hvilken som helst måte. Selv om det finnes en rekke forskjellige fremgangsmåter for hvordan gjennomføringen skal foregå, er det også likheter mellom disse. Grenness (1997) mener det er så store likheter at de forskjellene man kan finne antagelig kommer av de ulike fagtradisjonene som litteraturen tar

utgangspunkt i. Grenness (1997) forklarer dette ut i fra forskningsprosessene beskrevet av Hellevik (2002) og Churchill (2007).

Undersøkelsesprosessen i følge Hellevik (2002):

1. Valg og utforming av problemstilling
2. Utvelgning av enheter og variabler som skal undersøkes
3. Innsamling av data
4. Behandling av data
5. Analyse av data
6. Tolkning av resultatene av analysen
7. Utarbeiding av forskningsrapporten

Churchills (2007) sammenfatning av forskningsprosessen:

1. Problemformulering
2. Valg av forskningsdesign
3. Valg av datainnsamlingsmetode
4. Valg av datainnsamlingsform
5. Bestemme utvalg og foreta datainnsamling
6. Analyse og tolkning
7. Utarbeiding av rapport

Disse er hentet fra henholdsvis Helleviks *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap* og Churchills *Marketing Research*. Det er tydelige likheter i disse fremstillingene selv om de har bakgrunn i ulike fagfelt. Ved å ta utgangspunkt i Helleviks fremstilling, har arbeidet med denne oppgaven vært svært lik denne. Dette går også frem av oppgavens oppbygning. Arbeidet har allikevel ikke fulgt en sekvensiell gjennomgang av prosessen til Hellevik, men det har vært noe parallell jobbing. Dette gjelder spesielt analyse av data og tolkning av resultatene. I tillegg har punkt 7, utarbeiding av forskningsrapporten, vært en gjennomgående aktivitet i hele prosessen.

2.5 Valg av metode for datainnsamling

Forskningsmetode er fremgangsmåten som brukes for å komme frem til løsningen på problemet. Man bør velge den metoden som er mest hensiktsmessig i forhold til det man vil ha svar på. Metoden som er benyttet må også angis i oppgaven slik at man senere kan vurdere informasjonen som ligger til grunn for oppgaven, og eventuelt etterprøve denne. For innhenting av informasjon finnes det en rekke ulike metoder man kan benytte seg av. Disse kan i følge (Samset, 2009) være:

- Bruk av eksisterende data
- Direkte observasjon/måling
- Intervju med nøkkelpersoner
- Fokuserte gruppeintervju
- Uformell spørreundersøkelse
- Case studie
- Deltakende observasjon
- Formell spørreundersøkelse

For innhenting av informasjon er det valgt å se på eksisterende data i form av et litteraturstudie, samt å intervju nøkkelpersoner. Case studie og deltakende observasjon kunne også vært en god metode for å finne ut av hvordan prosjekteringsledelse foregår, men tidsbegrensningen til oppgaven gjør dette vanskelig. Intervju og litteraturstudie anses som den beste kombinasjonen for denne oppgaven. Litteraturstudiet vil ta for seg teorien om prosjekteringsledelse og BIM sammen med bakgrunnen og referanserammen dette skal sees i sammenheng med. Selve problemstillingen er det vanskelig å finne noe om i teorien siden prosjekteringsledelse i BIM-prosjekter er et tema som det er forsket lite på og det finnes lite eller ingen eksisterende litteratur om det. Intervjuene vil derfor være en verdifull kilde og er det hovedsakelige grunnlaget for besvarelsen av problemstillingen og forskningsspørsmålene.

2.5.1 Litteraturstudie

Det ble foretatt et litteraturstudie på prosjekteringsledelse og BIM. En del av dette arbeidet ble gjennomført i forbindelse med prosjektoppgaven som ble skrevet i forkant av masteroppgaven. Litteratur om prosjekteringsledelse er viktig å ta for seg for videre å finne ut hvordan denne er i BIM-prosjekter. Litteraturen tar for seg hvordan prosjekteringsledelse gjennomføres generelt og lite om rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter. Litteratur om BIM er nyttig for å undersøke hva dette innebærer og i hvilken kontekst man skal se på rollen som prosjekteringsleder. Eksisterende data benyttes for å finne ut hva disse temaene omfatter og hva de innebærer, i tillegg danner det et grunnlag for hva det er viktig å spørre om under intervjuene. For litteraturstudiet er hovedsaklig bibliotekdatabasen BIBSYS Ask benyttet, samt også databasene Knovel og Compendex. I tillegg har internettsøk fremskaffet verdifulle artikler.

Litteratur på prosjekteringsledelse som er benyttet i denne masteroppgaven er hovedsaklig forskningsrapporter, avhandlinger og ytelsesbeskrivelser fra bransjen. I tillegg er det noe litteratur på prosjektledelse som også er relevant. Litteraturen ble i stor grad valgt på grunn av tidligere kjennskap til den. Det var lite som ble oppdaget gjennom nye søk i bibliotekdatabaser.

For BIM er det i stor grad benyttet internasjonal litteratur som tar for seg BIM som teknologi og hvordan man kan implementere BIM i prosjekter. Disse ble funnet gjennom søk i bibliotekdatabaser.

2.5.2 Intervju

Det ble foretatt intervju med fire personer som jobber med BIM, enten som prosjekteringsleder eller med utvikling og implementering. Disse har god kjennskap til hvordan BIM benyttes i praksis. På forhånd ble det utarbeidet en intervjuguide som ble supplert med oppfølgingsspørsmål der det var nødvendig underveis i intervjuet.

Intervjuguiden ble en uke i forveien oversendt intervjuobjektene slik at de hadde muligheten til å forberede seg om de ønsket det. Intervjuene ble gjennomført med lydopptak og ble transkribert innen et par dager. I forkant av intervjuet ble det opplyst om at intervjuene ville bli behandlet anonymt og ville ikke kunne bli sporet tilbake til person i oppgaven. Faglige begreper som ble benyttet i

intervjuguiden ble antatt å være kjent for intervjuobjektene siden dette er innarbeidede begreper i bransjen.

2.6 Feilkilder

Det vil alltid være feilkilder i forbindelse med resultatene til arbeidet. Det er viktig at man er klar over disse, og håndterer dem på best mulig måte. Aktuelle feilkilder blir her presentert for henholdsvis litteraturstudie og intervju.

2.6.1 Litteraturstudie

Kvaliteten på utgitt litteratur ansees ofte som god. Det er benyttet relevant internasjonal og norsk litteratur om prosjekteringsledelse og litteratur om BIM. Prosjekteringsledelse har vært et forsømt fagfelt innen akademia (Byggeskostnadsprogrammet, 2010), og det finnes lite utgitt litteratur. Den litteraturen som er benyttet beskriver resultater og holdninger som det er kommet frem til gjennom andre forskningsprosesser, og kvalitetssikringen avhenger i stor grad av disse. I tillegg bygger mye av litteraturen på hverandre, noe som kan gi en ensidig fremstilling. På den andre siden er dette litteratur som blir benyttet både i utdanning og som føringer for bransjen.

For litteratur som er funnet gjennom internettsøk vil det være en risiko med tanke på feilkilder. Artikkene kan være preget av subjektiv informasjon og kan også være feilaktig.

2.6.2 Intervju

Intervjuobjektene kommer enten fra entreprenør- eller byggeherrefirma. Ingen rådgivere og konsulenter ble intervjuet. Man kan miste verdifull informasjon ved å intervju personer med samme bakgrunn, da det er en tendens til at man får ensidige svar. I dette tilfellet gjelder spesielt at ingen prosjekteringsledere fra konsulentfirma ble intervjuet.

Antallet intervjuobjekter kan også være for lite for å fange opp all informasjon. I følge Samset (2009) vil tre intervjuobjekter i en ja/nei spørsmålssituasjon gi et konfidensintervall på 70 %, i henhold til en Gauss-fordeling. Spørsmålene i de gjennomførte intervjuene var ikke på ja/nei form, og således ha et lavere konfidensintervall. I denne oppgaven ble det intervjuet fire personer. I tillegg antas at det ikke er store forskjeller i den grunnleggende måten ting gjøres på. Antallet intervjuobjekter vurderes derfor til å være tilstrekkelig.

Også intervjuerens spørsmål og opptreden under intervjuet kan påvirke de resultater man får. Det kan forekomme at man ikke er nøytral under intervjusituasjonen. Intervjuer kan stille spørsmål som på en eller annen måte fremmer et visst synspunkt, dette gjelder i stor grad oppfølgingsspørsmål som ikke er nedfelt i intervjuguiden.

Det kan også være vanskelig å etterprøve intervjuer, da dette gjelder subjektive meninger for kanskje spesifikke situasjoner. I alle intervjuene ble det benyttet lydopptak som etterpå ble transkribert. Det at lydopptak ble gjort kan påvirke intervjuobjektet, og man kan risikere å ikke få like frittalende svar. Ingen av intervjuobjektene uttrykte problemer med at det ble gjort lydopptak, og

intervjusituasjonen ble oppfattet som åpen. De transkriberte referatene fra intervjuet ble ikke oversendt intervjuobjektet i ettertid, dette kan føre til at eventuelle misforståelser fra intervjuer ikke blir oppdaget. Referatene gir heller ikke noen opplysninger om ikke-verbal kommunikasjon fra intervjuet, noe som kan gi tapt informasjon. Det er hovedsakelig tid og oppgavens omfang som er årsaken at dette ikke ble gjort.

Alle intervjuobjektene skulle i utgangspunktet bli orientert om at de ville bli behandlet anonymt i masteroppgaven, men et intervjuobjekt ble ikke opplyst om dette før etter at intervjuet ble gjennomført. Dette kan ha påvirket det aktuelle intervjuobjektets utsagn, men erfaringen fra intervjuet tilsier at det er sannsynlig å tro at uttalelsene ikke ble påvirket i noen særlig grad.

2.7 Validitet og reliabilitet

Ved innhenting av informasjon er det viktig å vurdere informasjonen med tanke på kvalitet. Ved vurderinger av empiriske undersøkelser bør man se på undersøkelsenes reliabilitet og validitet. Reliabiliteten ser på hvor nøyaktig undersøkelsen er gjennomført, altså hvor pålitelig den er. Validiteten ser på om undersøkelsen ga svar på det som man ville finne ut av, det vil si gyldigheten (Grenness, 1997).

Validiteten av litteraturstudiet vil komme an på om det er relevant litteratur som er valgt. Når det gjelder litteratur om prosjekteringsledelse er det ikke mye som foreligger og det er sannsynlig å tro at dette er den mest relevante litteraturen. En del av litteraturen på BIM er stort sett internasjonal. Det kan være ulikheter mellom bygg- og anleggsbransjen i disse landene og Norge, slik at litteraturen ikke vil være direkte overførbar til norske forhold. Dette anses allikevel som minimalt og validiteten ansees som god. Når det gjelder intervjuene kommer validiteten an på om intervjuobjektene er de rette til å bli spurt og om det er de rette spørsmålene som er stilt. Intervjuobjektene har god kjennskap til arbeidet med BIM og jobber enten som prosjekteringsledere eller med utvikling og implementering av BIM. Spørsmålene ble på forhånd utarbeidet i en intervjuguide som ble revidert og kontrollert av både veileder og andre med kunnskap om BIM og prosjekteringsledelse. Intervjuguiden ble tilsendt intervjuobjektene på forhånd slik at de hadde muligheten til å forberede seg. Intervjuguiden er vedlagt i vedlegg A, intervjuguide. Svarene hadde en tendens til å omhandle selve prosjekteringen i større grad enn prosjekteringsledelse. Dette er naturlig siden prosjekteringen danner grunnlaget for prosjekteringsledelsen.

Reliabiliteten er avhengig av at man får samme resultat hvis undersøkelsene hadde blitt utført på nytt. Det er grunn til å tro at intervjuobjektene stort sett vil gi den samme informasjonen ved en eventuell etterprøving. Men man må ta i betraktning at arbeidet med og implementeringen av BIM i stor grad fortsatt er i en innkjøringsfase, og intervjuobjektene kan tilegne seg nye erfaringer som kan gi nye svar. Intervjuobjektene behandles anonymt i oppgaven, men hvilke intervjuobjekter som har gitt hvilke svar går frem av notater og transkriberte intervju, slik at det er mulig med en eventuell ettersporbarhet. Intervjuobjektene bar preg av å gi korrekt informasjon. Reliabiliteten kunne derimot vært bedre om

det hadde blitt intervjuet flere personer, også med konsulentbakgrunn og fra flere firma.

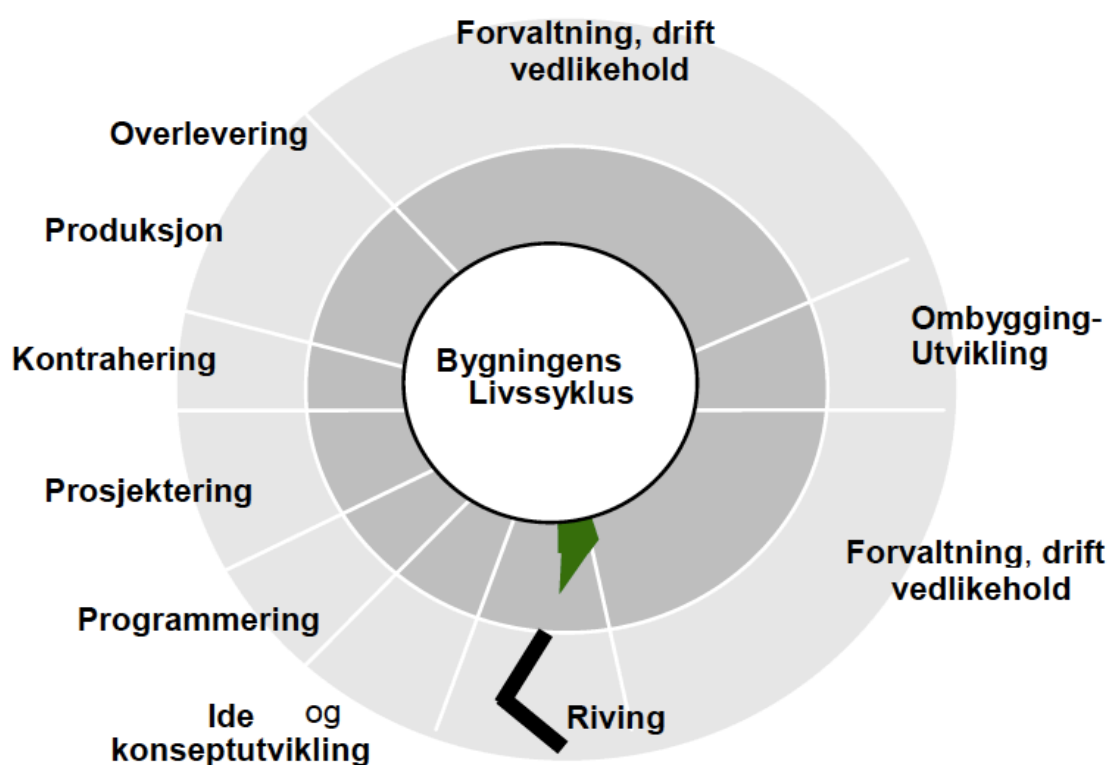
3 Referanseramme og bakgrunn

3.1 Byggeprosessen

For å sette prosjekteringsledelsen og BIM inn i kontekst er det viktig å se på byggeprosessen som helhet. Byggeprosessen er en av tre hovedaspekter i byggeprosjekter. Der de to andre er byggeprosjektet som produkt og prosjektorganisasjonen (Eikeland, 1998). Byggeprosessen blir her presentert med fokus på delprosessene.

3.1.1 Byggeprosessens delprosesser

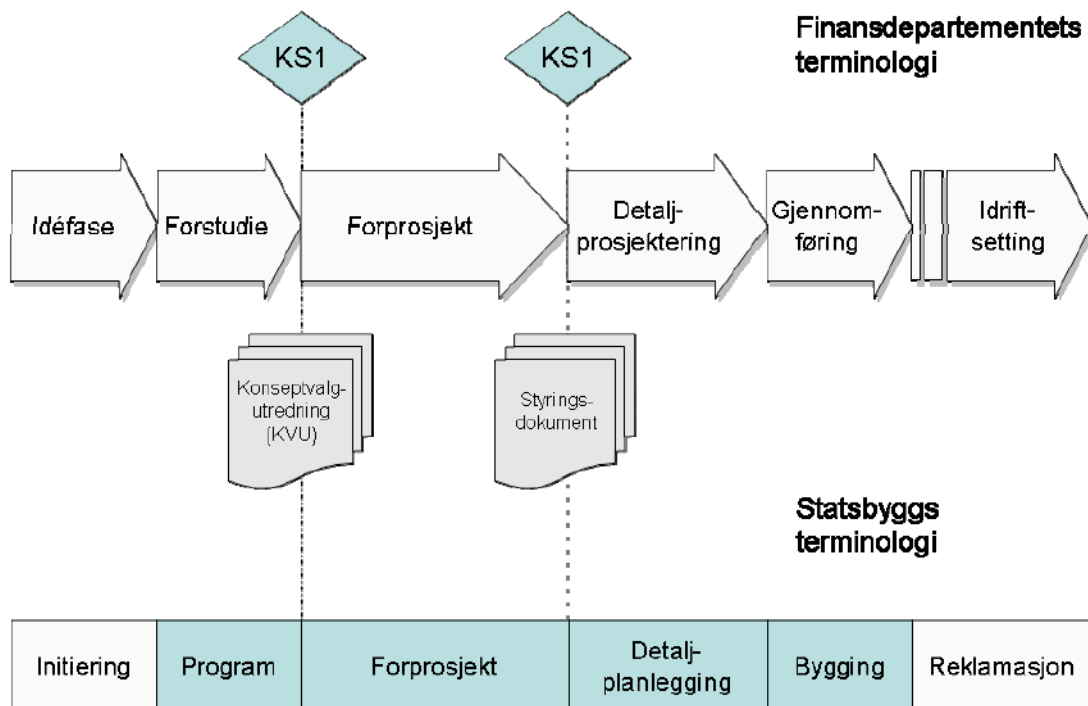
Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører fram til, eller er en forutsetning for det planlagte byggverk (Eikeland, 1998). Delprosessene tar for seg hvert enkelt steg som er nødvendig for at man skal kunne gjennomføre prosjektet. Alle delprosessene er av ulik karakter, og omhandler alt fra planlegging og anskaffelser til innflytting og drift. Byggeprosessen kan beskrives med utgangspunkt i den livssyklus byggverket gjennomlever (Meland, 2000). Figur 3 viser en bygnings livssyklus. Prosjekteringsleder vil her vanligvis involveres i prosjektet ved oppstart av prosjekteringen.



Figur 3 - Bygningens livssyklus slik NTNU og SINTEF (2007) fremstiller den.

En annen fremstilling er Statsbyggs og Finansdepartementets måte å fremstille et byggeprosjekts faser (Arge, 2008). Figur 4 viser en sammenstilling av prosessmodellene til disse.

Prosjektets faser

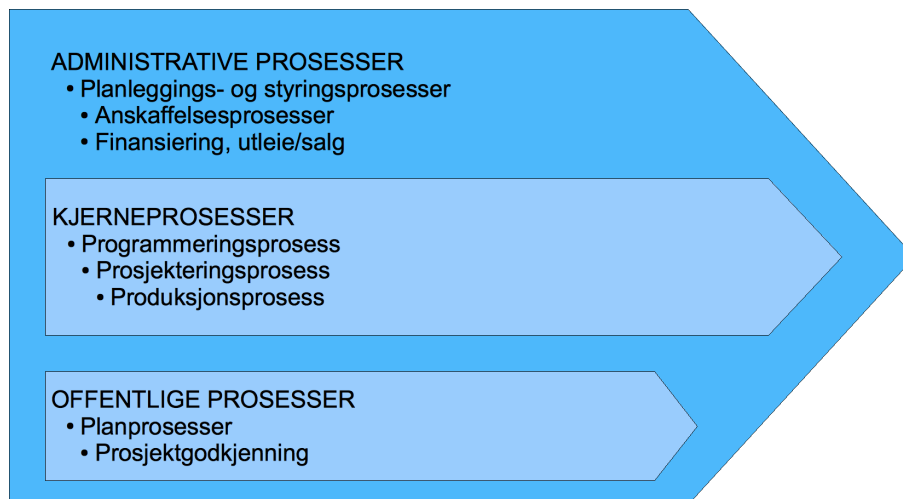


Figur 4 - Sammenstilling av finansdepartementets og Statsbyggs prosessmodeller (Arge, 2008).

Disse delprosessene er ikke nødvendigvis sekvensielle, og vil i praksis overlape hverandre til en viss grad. For utviklingen av prosjektet kan det være nødvendig å veksle mellom programmeringen og skisseprosjektet. Ofte kan delprosessene utføres parallelt. Dette er spesielt vanlig i forbindelse med parallell prosjektering og bygging, som vist i Figur 6. Dette korter ned den totale gjennomføringstiden, siden man kan starte produksjonen før bygget er ferdig prosjektert.

Byggeprosessen kan derfor sies å være en iterativ prosess, med kontinuerlig analyse og evaluering av løsninger og beslutninger (Kiviniemi, 2005). For BIM-prosjekter kan dette være en utfordring siden man fra starten må håndtere et høyt detaljnivå og stor mengde informasjon selv om løsningene ikke er helt avgjort (Moum, 2009).

En naturlig gruppering av prosessene kan i følge Eikeland (1998) være å skille mellom administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser. Kjerneprosessene er de prosesser som bidrar til den faktiske verdiskapningen gjennom prosjektering og produksjon. De administrative prosessene legger rammene, planlegger og styrer kjerneprosessene. I tillegg har man de offentlige prosessene som håndterer krav og godkjenning fra myndighetene. Denne grupperingen er vist i Figur 5.



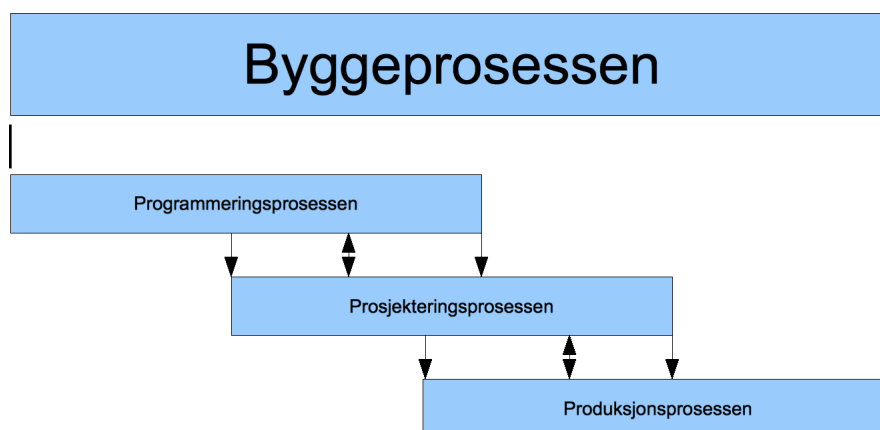
Figur 5 - Byggeprosessens delprosesser. Fritt etter Eikeland (1998)

3.1.2 Kjerneprosessen

Kjerneprosessene er de prosessene som legger grunnlag for, og utfører byggingen. Det er i kjerneprosessen prosjekteringsleder er sentral, da først og fremst i prosjekteringsprosessen. Kjerneprosessen kan defineres som de prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagte byggverk som sitt resultat (Eikeland, 1998) Kjerneprosessene i byggeprosessen omfatter:

- Programmeringsprosessen
- Prosjekteringsprosessen
- Produksjonsprosessen

Kjerneprosessene gjennomføres i rekkefølge, men vil også kunne utføres parallell så lenge nok grunnlag foreligger til å starte neste kjerneprosess. Parallell gjennomføring korter ned tiden for prosjektet, og muliggjør også endring av prosesser underveis. En slik gjennomføring kan derimot være problematisk siden man i produksjonsprosessen er avhengig av et godt grunnlag fra prosjekteringsprosessen (Kristensen, 2010). Dette vil ikke kunne bli like godt ivaretatt når disse går parallellt og man risikerer at beslutnings- og produksjonsgrunnlaget kommer for sent.



Figur 6 - Byggeprosessens kjerneprosesser. Fritt etter Eikeland (1998)

3.1.3 Administrative prosesser

Planlegging og styring av byggeprosjekter er helt vesentlig for et vellykket resultat. De administrative prosessene er rammeverket for resten av prosjektet, og kan deles inn i tre kategorier:

- Planleggings- og styringsprosesser
- Anskaffelsesprosesser
- Finansiering, markedsføring, utleie og salg.

Av disse er planleggings- og styringsprosessene kontinuerlig pågående gjennom hele byggeprosessen. Dette knytter seg spesielt opp mot kostnad, kvalitet, tid og aktivitet, i tillegg til kontraheringsprosesser.

Et byggeprosjekt kan også sees på som en innkjøps- og anskaffelsesprosess for en prosjekteier. For offentlige anskaffelser foreligger det krav om at de skal skje mest mulig etter konkurranse. Utvelgelse av kvalifiserte anbydere samt tildeling av kontrakter skal skje etter objektive og ikke-diskriminerende kriterier. Finansiering, markedsføring, utleie og salg er sentralt i prosjekter der prosjekteier ikke bygger utelukkende for å dekke egne behov og for egne midler.

De administrative prosessene er også sentrale i forhold til prosjekteringslederens arbeidsoppgaver. Det gjelder spesielt planleggings- og styringsprosessene.

3.1.4 Offentlige prosesser

Fra det offentlige stilles det en rekke krav og regler som virker inn på et byggeprosjekt. Disse kan gis gjennom for eksempel plan- og bygningsloven, arbeidsmiljøloven og lignende. Man kan skille mellom planprosesser og godkjenningprosesser. Planprosessene knytter seg til retningslinjer og bestemmelser for utnyttelse av landområder, i motsetning til godkjenningprosessene som knytter seg til det enkelte prosjekt.

- Planprosesser
 - Riksplanlegging, fylkesplanlegging
 - Kommuneplanlegging, kommunedelplaner
 - Reguleringsplanlegging, kommunedelplaner
 - Reguleringsplanlegging, rekkefølgebestemmelser
- Prosjektgodkjenningprosesser
 - Konsekvensutredninger
 - Byggemelding, byggetillatelse, brukstillatelse

Det er svært viktig å håndtere de offentlige prosessene på en god måte siden de har stor påvirkning på prosjektet. Planprosessen kan ta lang tid og konflikter kan gi store forsinkelser. Planprosessene vil gi krav for byggeprosjektet og har innvirkning for prosjektets egenskaper, kostnader og fremdrift.

Godkjenningprosessene innebærer søknad om bygge- og brukstillatelse etter Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter. Forskriftene omfatter blant annet selve produktet gjennom tekniske forskrifter og organisasjonen gjennom

godkjenning av foretak. Godkjenningen kan også tilpasses hvert enkelt prosjekt etter avtale med bygningsmyndighetene i kommunen. Det kan også stilles krav til konsekvensutredning for større prosjekter.

Prosjekteringsleder må kjenne til de offentlige prosessene slik at lover og regler blir overholdt under prosjekteringen og at det prosjekteres slik at disse blir ivaretatt. I enkelte tilfeller vil også prosjekteringsleder ha ansvar for enkelte godkjenningsprosesser og søknader i forhold til disse.

3.2 Prosjektering

3.2.1 Definisjon

Hansen et al. (2000) definerer prosjektering som å *skape, utforme og gjennomarbeide byggeobjektet ved hjelp av modeller*. Med modeller menes tegninger, skalamodeller, 3D- og 4D-modeller, byggebeskrivelser og lignende som tjener til å definere, beskrive og dokumentere ulike nivå og områder av objektet. Både underveis og i forhold til det endelige resultatet.

Prosjekteringen har i følge Hansen (2000) to formål:

1. Å utarbeide beslutningsgrunnlag for byggherren og bygningsmyndigheter.
2. Å danne grunnlag for produksjonsprosessen, den fysiske utførelsen av prosjektet.

I tillegg vil prosjekteringen kunne være kontraktsgrunnlag for entreprisekontrakter, avhengig av hvilken gjennomføringsmodell som ligger til grunn.

Man skal utvikle og utforme bygningsmessige løsninger som tilfredsstillende krav og forutsetninger som er gitt i byggeprogrammet, samt utarbeide tegninger og beskrivelser som grunnlag for utførelsen på byggeplassen (Hansen et al., 2000). Meland (2000) har en grundig teoretisk gjennomgang av prosjekteringsbegrepet og tillegger følgende innhold til bygningsprosjektering:

- Utforming av byggverket – herunder fastleggelse av de egenskaper det framtidige bygget skal ha og fremfor alt de egenskaper som er bundet til byggverkets form i vid forstand og dets relasjoner til omgivelsene.
- Planlegging for byggverkets framstilling, gjennom valg av metoder, aktiviteter og ressurser.
- Planlegging for bygningens bruk – herunder både planlegging for funksjonell drift, forvaltning, teknisk drift og vedlikehold.
- Planlegging for byggverkets fornyelse – herunder tilpasningsplaner i form av innebygget generalitet, fleksibilitet, elastisitet og utrangeringsforberedelser gjennom kildereduksjon, substitusjon, ombruk, materialgjenvinnings- og rivningsplaner.

En slik definisjon dekker hele livssyklusen til bygget, og kan være bredere enn den tradisjonelle oppfatningen av prosjektering.

3.2.2 Roller og organisering

I en prosjekteringsgruppe er det som oftest en arkitekt og flere rådgivende ingeniører på hvert sitt fagfelt, i tillegg til prosjekteringsleder. Hvilke fag som representeres i prosjekteringsgruppa er avhengig av prosjektets omfang og kompleksitet. Som oftest er følgende fag representert i prosjekteringsgruppa:

- Arkitekt (ARK)
- Bygningsteknisk rådgiver (RIB)
- Varme, ventilasjon og sanitærteknisk rådgiver (RIV)
- Elektroteknisk rådgiver (RIE)

I tillegg kan man også ha rådgivere for brann, akustikk, geoteknikk eller andre spesialfag.

Det finnes tre prinsipielle ulike måter å sette sammen en prosjekteringsgruppe på (Hansen et al., 2000).

- Individuelle kontrakter
- Gruppekontrakt
- Totalentreprise

I følge Kristensen (2010) vil det i praksis være kun to måter å sette sammen prosjekteringsgruppa på: individuelle kontrakter og gruppekontrakter, siden entreprenøren i en totalentreprise velger mellom disse. Sammensetningen av rådgivere med hensyn til kontraktstype er uavhengig av hvilken entrepriseform som benyttes.

Ved individuelle kontrakter inngår byggherren kontrakter med hver enkelt prosjekterende. Dette kalles også delprosjektering og ligner entrepriseformen delte entrepriser. Man kan kontrahere hver enkelt på forskjellig måte, på ulike tidspunkt og med forskjellige kontraktsvilkår.

Gruppekontrakt innebærer at byggherren har et felles kontraktsforhold til gruppen. I NS8401 skiller det mellom frivillige og pålagte gruppekontrakter. Hvis en gruppe har gått sammen og gitt tilbud på et totalprosjekteringsoppdrag er det frivillig. Gruppekontrakten er pålagt hvis byggherren har kontrahert prosjekterende hver for seg og satt dem sammen til en gruppe. Gruppen har da et solidarisk ansvar overfor byggherren.

I en totalentreprise har byggherren en kontrakt med en totalentreprenør som også har ansvaret for prosjekteringen. Kontrahering og kontrakter er da et forhold mellom entreprenør og prosjekterende.

Organiseringen av prosjekteringsgruppa vil være svært interessant også i forhold til rollen som prosjekteringsleder. Organisering og kontraktsforhold vil ikke bli gått nærmere inn på i denne masteroppgaven.

3.2.3 Hensikten med prosjektering

Arkitekten har som hovedoppgave å kombinere estetiske, funksjonelle og tekniske krav til bygget. Arkitekten er en sentral aktør i prosjekteringsgruppa. For arkitekten er det byggets formuttrykk; byggets komposisjon og skulpturelle

form som er viktig. I tillegg vil arkitekten være mye involvert i det konstruksjonstekniske. Dette arbeidet gjøres i tett samarbeid med de andre prosjekterende. I en arkitektfaglig beskrivelse inngår de fleste tekniske løsninger og utforming av vegger, tak, gulv og andre bygningsselementer, og arkitekten må derfor ha god kjennskap til hele bygget under prosjekteringsprosessen. Arkitekten er ofte også den som utarbeider konstruksjonsgrunnlaget for de andre rådgiverne, slik at det er arkitektens plan- og snittegninger som er grunnlag for de andre rådgivernes tegninger. Tradisjonelt har arkitekten også innehatt rollen som prosjekteringsleder. Fortsatt kan arkitekten ha rollen som en helhetlig, "faglig samordner" (Meland, 2000).

RIB har ansvaret for dimensjoneringen av bærekonstruksjonene og byggets stabilitet. Prinsippet for bæringen og konstruksjonsmaterialene avgjøres sammen med arkitekt. I tillegg vil RIB også stå for den teknisk-økonomiske optimaliseringen av de bæretekniske systemene, samt valg av produksjonsmetode (prefabrikkert løsning eller plassbygde konstruksjoner). Ofte er utfordringer knyttet til konflikter mellom den bærende konstruksjonen og de tekniske systemene.

RIV har ansvarsområde innen VVS-teknikk og vil dimensjonere og utforme ventilasjonsanlegg, sanitæranlegg og rørsystemer. RIE dimensjonerer og utformer det elektriske systemet. I tillegg vil eventuelle andre rådgivere utføre oppgaver innen sine respektive fagfelt.

I tillegg har man også prosjekteringsoppgaver i forhold til bygningsfysikk, lyd og brann som vil påvirke alle fag.

4 Prosjekteringsledelse

4.1 Definisjon

Begrepet prosjekteringsledelse er velkjent i byggeprosessen. Likevel er det flere oppfatninger av hva prosjekteringsledelse egentlig innebærer (Meland, 2000). Mange mener prosjekteringsledelse er en ledelsesoppgave som er vesentlig mer krevende enn prosjektledelse (Byggeskostnadsprogrammet, 2010). Det dreier seg om kunnskapsledelse der både kreative utviklingsprosesser og håndtering av informasjon inngår.

Prosjekteringsledelse har ikke vært et akademisk fagfelt i Norge på linje med prosjektledelse (Byggeskostnadsprogrammet, 2010). Det finnes derfor lite publisert akademisk litteratur om temaet, men det finnes en del ytelsesbeskrivelser fra byggenæringen.

Som det fremgår av begrepet er prosjekteringsledelse ledelse av kjerneprosessen prosjektering. Meland (2000) definerer prosjekteringsledelse som *"en prosjektlederfunksjon for delprosessen prosjektering hvor teknologi og designledelse er det sentrale funksjonsområdet"*. Videre beskriver Meland (2000) det som *"ledelse av prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte idé til et ferdig, immatrielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelse og lignende"*.

I følge RIF (1999) kan prosjekteringsledelse sammenfattes som *"Et administrativt oppdrag med hovedvekt på ledelse, styring og kvalitetssikring av prosjekteringsoppdrag."* Bølviken (2009) oppsummerer prosjekteringsledelse som *"den overordnede ledelsen av den samlede prosjekteringen i et byggeprosjekt"*.

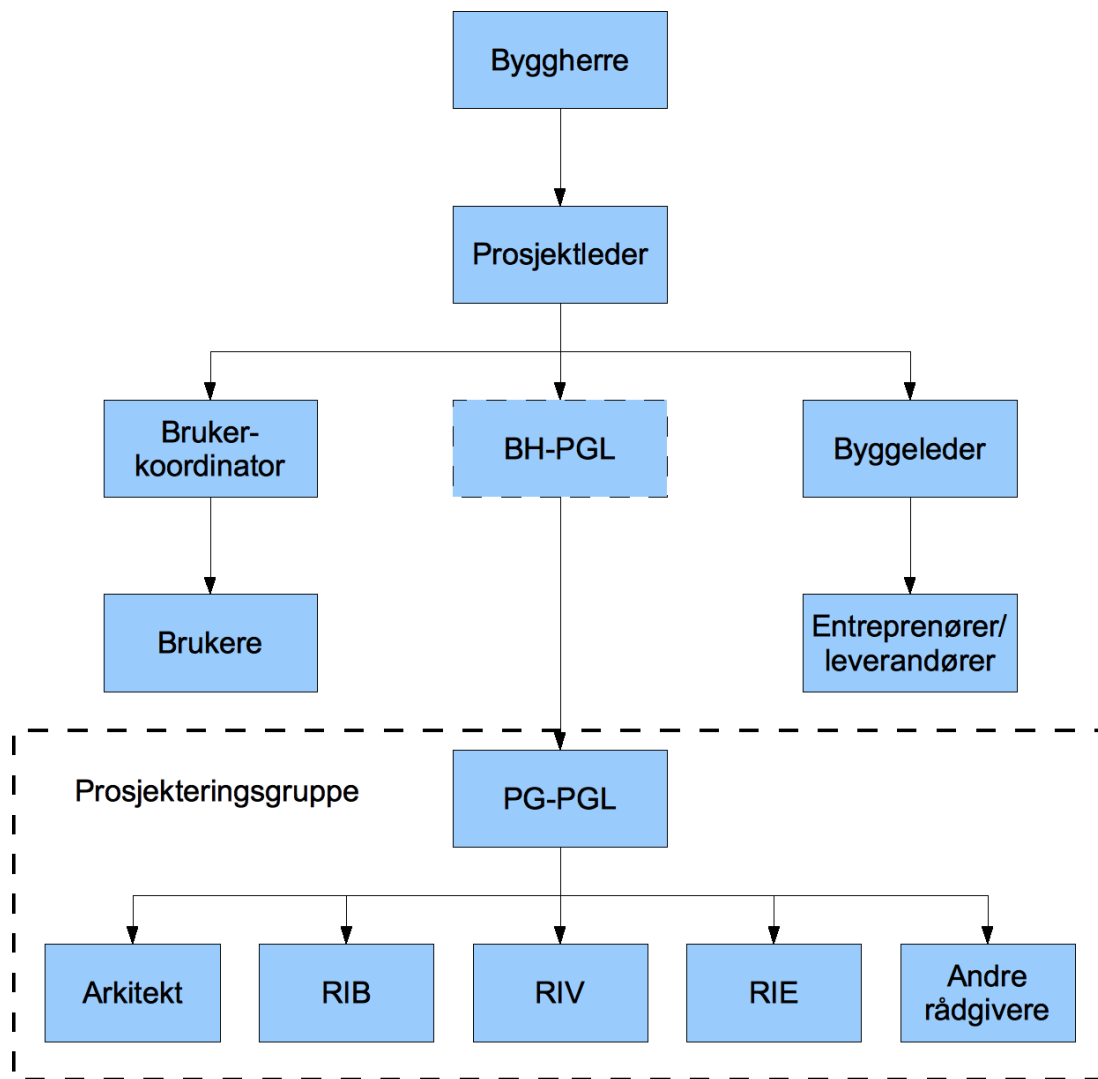
Meland (2000) mener prosjekteringsledelse omfatter både en byggherreintern prosjekteringsleder (BH-PGL) og en prosjekteringsgruppetilknyttet funksjon, prosjekteringsgruppeleder (PG-PGL). Også RIF (1999) bruker to betegnelser på prosjekteringsledelse: frittstående prosjekteringsleder og gruppetilknyttet prosjekteringsleder. Figur 7 illustrerer hvordan begge de ulike prosjekteringslederfunksjonene kan inngå i et prosjekt med delte entrepriser.

I en rapport utført av Byggekostnadsprogrammet (2010) foreslås det på bakgrunn av blant annet dette bruk av begrepene:

Prosjektleder Prosjektering (PLP) – den delen av prosjekteringsledelsesfunksjonen som ligger hos byggherren.

Prosjekteringsleder Prosjekteringsgruppe (PRL) – den delen av prosjekteringsledelsesfunksjonen som ligger hos de prosjekterende uavhengig av om gruppen har individuelle kontrakter eller gruppekontrakt.

Prosjekteringsleder Totalentreprenør/utførelse (PLT/U) – den delen av prosjekteringsledelsesfunksjonen som overføres til totalentreprenør når det inngås totalentrepriskontrakt i prosjekter.



Figur 7 - Organisasjonsplan for et prosjekt med delte entrepriser, der forskjellen mellom BH-PGL og PG-PGL i samme prosjektorganisasjon illustreres. Fritt etter Meland (2000)

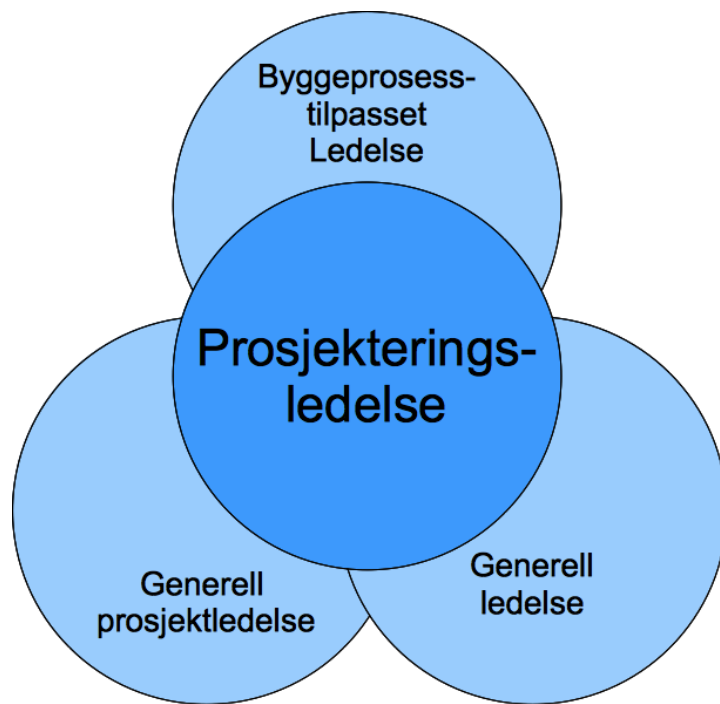
Denne masteroppgaven vil ta for seg rollen som prosjekteringsleder uavhengig av kontraktsforhold og vil derfor kunne omhandle samtlige funksjoner.

4.2 Prosjekteringslederens kompetanse og egenskaper

Det kreves naturlig nok en viss ledelseskompentanse av prosjekteringslederen. Men det finnes ulike typer ledelse, og det kan være vanskelig å ha nok kompetanse på alle feltene. Meland (2000) hevder at innholdet i funksjonen prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter omfatter ferdigheter innenfor:

- generell ledelse
- generell prosjektledelse
- generell teknologiledelse
- byggeprosessstilpasset ledelse

For byggeprosjekter kan man si at det er en teknologisk prosess i prosjektform, og begrepene generell prosjektledelse og generell teknologiledelse blir derfor sammenfallende. Figur 8 illustrerer hvordan prosjekteringslederfunksjonen inneholder de forskjellige ledelseelementene.



Figur 8 - De ulike ledelseelementene i prosjekteringslederfunksjonen. Fritt etter meland (2000)

I hvilken grad prosjekteringsleder vil dekke disse er avhengig av prosjektets kompleksitet, men også prosjekteringslederens kompetanse. I omfattende prosjekter vil man måtte kunne dekke alle de tre sirklene helt. Derimot vil det i mindre og mer oversiktlige prosjekter kunne være nødvendig med å omfatte kun enkelte elementer i sirklene, der Meland (2000) mener det er sannsynlig at det vil være vekt på den byggeprosessstilpassede ledelsen. I tillegg vil prosjekteringsleders ansvarsområder og grensesnitt mot andre funksjoner være avgjørende for hvilke ledelsesoppgaver som omfattes. I tillegg til disse overordnede ledelseelementene vil det også være en rekke andre egenskaper knyttet til ledelse. Bølviken (2009) lister blant annet opp følgende punkter som en del av prosjekteringsledelse:

- målstyring
- fagbasert ledelse
- beslutningsledelse
- relasjonsledelse
- prosessledelse
- strategisk og operativ ledelse

Disse vil i stor grad gå inn under de allerede nevnte elementer. Men det er verdt å trekke frem den fagbaserte ledelsen som spesielt viktig i forbindelse med prosjekteringsledelsen. Prosjekteringsledelse skiller seg fra prosjektledelse siden man har en del faglige oppgaver som handler om koordinering og samordning, prioriteringer og beslutninger, konsekvenser og usikkerhet, løsninger, kvalitet og verdi. Disse oppgavene vil kreve tverrfaglig dyktighet og spesiell forståelse innen prosjektering. I følge Byggekostnadsprogrammet (2010) må prosjekteringsleder ha følgende egenskaper og kompetanse:

- kjenne hele prosessen, fra programmering, prosjektering, utførelse, overlevering, FDVU
- ha erfaring fra prosjektering
- ha tverrfaglige kunnskaper om bygninger
- kunne være mekler
- være beslutningsdyktig
- ha "øye" for grensesnittproblemer
- være lojal mot oppdragsgivers behov og rammer

4.3 Oppgaver og ansvar

Prosjekteringsleder skal fungere som bindeledd mellom prosjekterende og byggherre, og prosjekterende og byggeleder. Arbeidsoppgavene kan være fordelt over flere faser i prosjektet, og vil kunne omfatte kompetanse innenfor flere fagfelt med vekt på koordinering, planlegging, kostnadsstyring, fremdrift, kvalitetssikring og rapportering (RIF, 1999). Prosjekteringslederens hovedoppgaver vil i følge Hansen (2003c) være knyttet til:

- planlegging
- koordinering
- styring
- kommunikasjon og informasjon

Disse oppgavene er nødvendige for å sikre at prosjektet kan gjennomføres innenfor avtalte rammer med hensyn til byggeprogram, kostnadsramme og fremdrift. Prosjekteringsleder skal sørge for at beslutninger blir tatt, og at tilstrekkelig dokumentasjon og nødvendige tillatelser fra offentlige myndigheter foreligger.

Meland (2000) definerer prosjekteringslederens lederfunksjoner som kun koordinering, kommunikasjon og styring. Lederfunksjonene skal benyttes på følgende områder:

- arbeidsomfang og endringer i disse
- økonomi
- fremdrift
- kvalitet
- prosjektintegrasjon

Innen designledelse er beslutningstaking et viktig funksjonsområde (Hatamura, 2006), og beslutninger gjøres innen alle ingeniørdisipliner (Lewis et al., 2006). Prosjekteringsleder er en viktig beslutningstaker i prosjekteringsprosessen og dette vil derfor være en sentral lederfunksjon.

4.3.1 Planlegging

Planlegging er en av de viktigste suksessfaktorene i prosjekteringsledelse. Samordning av aktiviteter og ressurser over tid, slik at mål nås og rammer overholdes uten å bruke unødvendig med ressurser, inngår i planleggingen. Fayol (1984) mener hensikten med å planlegge er å:

"... defining what to accomplish"

videre vil det å planlegge være å

”examine the future and lay out the actions to be taken”.

Dette innebærer blant annet å definere hvilke mål man vil oppnå, og hva man skal gjøre for å oppnå dem. Man bør oppnå en felles forståelse for målet. Det kan også skilles mellom å planlegge mot et mål og det å planlegge i struktur (Westhagen, 2008). Der man ved å planlegge mot et mål først bestemmer seg for hva man skal oppnå, for deretter å handle etter det. Planlegge i struktur vil si å skaffe seg oversikt over styringsenhetene og sannsynliggjøre at målene kan oppnås. Dette vil innebære WBS¹, estimering av tid og kostnad, tidsplaner, ressursplaner og budsjetter. Det finnes en rekke metoder, hjelpemidler og verktøy for planlegging i struktur. Fremdriftsplan for prosjekteringen er et av de viktigste dokumentene prosjekteringsleder skal utarbeide. Det skal også utarbeides en kvalitetsplan for prosjekteringsarbeidet og prosjekteringsleder skal følge opp de prosjekterende og sikre at prosjekteringen gjennomføres i henhold til definerte kvalitetskrav.

4.3.2 Koordinering

Kjerneaktiviteten til prosjekteringsleder er koordineringen mellom aktiviteter og aktører (Hansen, 2003c). Fayol (1984) definerer koordinering som:

”establishing the sequence of the work ... lay out the timing and sequencing of activities: bind together, unify, and harmonize all activities and efforts”

Koordineringen foregår først og fremst i prosjekteringsmøtene. Her skal de ulike aktørene samordnes med hverandre, horisontal koordinering. I tillegg vil det være en vertikal koordinering innad i hver faggruppe. Det vil også opprettes egne koordineringsfunksjoner i forbindelse med krav fra Plan- og bygningsloven, Arbeidsmiljøloven og Byggherreforskriften, slik som ansvarlig søker og HMS-koordinator for planleggingen. Normalt innehar prosjekteringsleder rollen som HMS-ansvarlig, og i noen tilfeller også rollen som ansvarlig søker.

4.3.3 Styring

Styring innebærer målformulering, planlegging, gjennomføring, oppfølging og evaluering. Meland (2000) mener styringsbegrepet i denne sammenhengen nesten blir sammenfallende med det Project Management Institute (2008) definerer som prosessgrupper:

1. initieringsprosesser (Initiating Processes)
2. planleggingsprosesser (Planning Processes)
3. gjennomføringsprosesser (Executing Processes)
4. styringsprosesser (Controlling Processes)
5. avslutningsprosesser (Closing Processes)

I følge Hansen (2003c) kan man ytterligere bryte ned styring til å omhandle også utførelse, måling av resultat på definerte punkter/stadier, korrigere mål, plan

¹ WBS – Work Breakdown Structure

eller utførelse dersom det forekommer avvik, og evaluere resultatet for erfaringsoverføring.

4.3.4 Kommunikasjon og informasjon

Hansen (2003c) betegner kommunikasjon som "et smøresystem for prosjektarbeidet og et sammenbindende lim for aktivitetene". Kommunikasjon kan defineres som

"den prosessen der en person, gruppe eller organisasjon (sender) overfører informasjon til en annen person, gruppe eller organisasjon (mottaker) og der mottaker(ne) får en viss forståelse av budskapet" (Kaufmann, 2009)

Det kreves en strukturering av kommunikasjonskanalene. Viktige elementer i kommunikasjons- og informasjonshåndteringen i følge Meland (2000) er:

- Etablering av effektive, formelle kommunikasjonskanaler
- Stimulering av gode, uformelle kommunikasjonskanaler
- Effektiv informasjonslogistikk: søke, overføre, bearbeide/prosessere, lagre og videreformidle informasjon fra opphavskilde til sluttbrukere. Et godt dokumenthåndteringssystem er sentralt i informasjonslogistikken.
- Fruktbar dialog: en toveis kommunikasjon der både å motta og å gi informasjon og synspunkter, informasjonsutveksling, står sentralt.
- Rask og klar tilbakemelding

Videre nevner Meland (2000) følgende områder for kommunikasjon og dialog som spesielt sentrale i byggeprosjekter: mål, planer og spesifikasjoner, endringer, ny informasjon, ros og ris. Prosjekteringsleder må sørge for at dette blir formidlet til samtlige interessenter.

Informasjon gir grunnlag for beslutninger. For at gode beslutninger skal tas kreves det tilstrekkelig informasjon.

4.3.5 Arbeidsomfang og endringer

Arbeidsomfang er definert i kontrakten, men det vil ofte komme endringer i forhold til denne. Endringer kan påvirke alle fag, og det er prosjekteringslederens oppgave å sikre at endringen formidles til alle i gruppa. Dette kan for eksempel være endringer gitt av byggherre eller endringer som følge av prosjekteringsfeil.

4.3.6 Økonomi

Økonomi er en viktig oppgave for prosjekteringsleder, både når det gjelder interne forhold i prosjekteringsgruppa og for de totale prosjektkostnader. Kostnadsrammen har normalt høy prioritet og kvaliteten vil ofte tilpasses etter denne. Prosjekteringskostnadene er knyttet til timebruken til de prosjekterende, dette følges opp av den enkelte oppdragsansvarlige i egen bedrift, men prosjekteringsleder bør allikevel følge opp og sammenligne med fremdriften.

4.3.7 Fremdrift

Fremdriften og tidsplanleggingen er også en sentral oppgave for prosjekteringsleder. Fremdrift vil være sterkt knyttet opp mot planleggingen beskrevet i kapittel 4.3.1. Prosjekteringsleder skal sikre at fremdriften blir overholdt ved å koordinere tegningsleveranser og annen informasjon som sendes ut av gruppa. Ofte er det mangelfull overholdelse av frister og tegningsleveransene er ofte forsinket til byggeplass. Prosjekteringsleder skal utarbeide en fremdriftsplan for prosjekteringen, tilpasset en hovedfremdriftsplan.

4.3.8 Kvalitet

Krav til kvalitet er definert i Plan- og bygningsloven med tilhørende tekniske forskrifter, i tillegg vil andre lover og forskrifter også kunne definere kvalitetskrav. Lover og forskrifter gir minimumskrav til byggets kvalitet, og byggherre vil kunne definere ytterligere krav utover disse. Prosjekteringsleder skal sørge for at det utføres tilstrekkelig kontroll i form av egenkontroll og sidemannskontroll. Prosjekteringsleder vil også kunne sette i gang kvalitetssikringstiltak som i følge Meland (2000) er:

- flerfaglig- /tverrfaglig kontroll
- grensesnittkontroll
- prosjektgranskning

4.3.9 Prosjektintegrering

Integrering vil si å kombinere koordineringsmekanismer, kommunikasjon og informasjon (Meland, 2000). Dette dreier seg om samhandlingen mellom byggherre, rådgivere, entreprenører og leverandører. Det er et stort behov for informasjonsutveksling på grunn av at de prosjekterende er avhengige av detalj- og forminformasjon for å kunne utarbeide sine tegninger. Prosjekteringen preges av gjensidige avhengigheter. Håndteringen av informasjonslogistikken er en slik oppgave. Dette er både en organisatorisk-, informasjons- og koordineringsmessig utfordring (Meland, 2000).

Prosjekteringsmøtene, og andre koordineringsmøter, er noe av det viktigste i forhold til samhandlingen i prosjekteringen. Det benyttes også IKT²-systemer for utveksling av informasjon. Her vil man ha en database som aktørene kan koble seg opp til og ha tilgang til informasjon om prosjektet. Slike systemer kan for eksempel være prosjekthotell.

4.4 Erfaringer fra praksis

I prosjektoppgaven *Prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter* (Lillebakk, 2009) som ble gjennomført i forkant av denne masteroppgaven ble det tatt for seg prosjekteringsledelse i prosjekter som ikke benytter BIM i prosjekteringen. Det ble her gjennomført intervju med prosjekteringsledere.

² IKT – Informasjons- og kommunikasjonsteknikk

I følge intervjuobjektene settes prosjekteringen ofte i gang uten tilstrekkelig planlegging, definering av målsetting, rolleavklaring og avklaring av detaljeringsnivå på prosjekteringen. Dette er noe prosjekteringsleder må ta tak i tidlig. Prosjekteringsleder må kontinuerlig gjennom prosjekteringen følge opp at informasjonen kommer frem til de som trenger den. Prosjekthotell kan være et god verktøy for kommunikasjonsflyt. Prosjekteringslederen må også sørge for at nødvendige kontroller blir gjennomført. I hvilken grad prosjekteringsleder selv foretar kontroller kommer an på faglig erfaring, lederstil og størrelsen på prosjektet. Prosjekteringslederens ansvar gitt av kontrakten påvirker også graden av kontroll.

Det er nødvendig at prosjekteringsleder har ferdigheter innen generell ledelse, men også innehar en viss faglig kompetanse. Prosjekteringsledelse er først og fremst en administrativ oppgave, men prosjekteringsleder bør også ha erfaring i forbindelse med fagene som er involvert i prosjekteringen og byggeprosessen som helhet.

Rollen som prosjekteringsleder er preget av nye erfaringer hele tiden og man vil aldri være fullt utlært. Det vil alltid dukke opp nye problemstillinger i bygg- og anleggsprosjekter. Prosjekteringsleder må bruke sin kompetanse innen ledelse og sin erfaring fra tidligere prosjekter til å følge opp og styre prosjekteringsgruppa og få dem til å skape et så godt resultat som mulig. Forbedringspotensial i prosjekteringsledelsen er alltid til stede.

5 Bygningsinformasjonsmodell (BIM)

5.1 BIM-begrepet

Bruk av bygningsinformasjonsmodeller kan regnes som en stor forandring i prosjekteringen. I motsetning til DAK³, som automatiserte den tradisjonelle tegningsproduksjonen, er BIM et paradigmeskifte (Eastman, 2008).

I følge Statsbygg (2009) står BIM for:

- **BygningsInformasjonsModell** – når man snakker om det som produseres
- **BygningsInformasjonsModellering** – når man snakker om arbeidsprosessen som utføres

I tillegg har man det engelske begrepet Building Information Management som også benytter akronymet BIM. Building Information Management går på ledelsen og styringen av bygningsinformasjonen.

I dag er det en viss uklar bruk av begrepene (Moum, 2009). Det finnes ingen klar definisjon på hva som tillegges begrepet BIM, og mange har sine egne oppfatninger. Alt fra programvareleverandører, forskningsinstitusjoner, entreprenører, rådgivere og byggherrer har sine egne definisjoner av hva som menes med BIM, og de fleste av disse er ulike. Eksempelvis har man blant annet disse definisjonene på BIM:

NBIMS (National BIM Standard):

"a digital representation of physical and functional characteristics of a facility...and a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition." (NBIMS, 2010)

Autodesk:

"BIM is an integrated process that vastly improves project understanding and allows for predictable outcomes. This visibility enables all project team members to stay coordinated, improve accuracy, reduce waste, and make informed decisions earlier in the process—helping to ensure the project's success." (Autodesk, 2010)

McGraw-Hill Construction:

"The process of creating and using digital models for design, construction and/or operations of projects." (McGraw Hill Construction, 2008)

³ Dataassistert konstruksjon, eng. CAD - Computer Aided Design

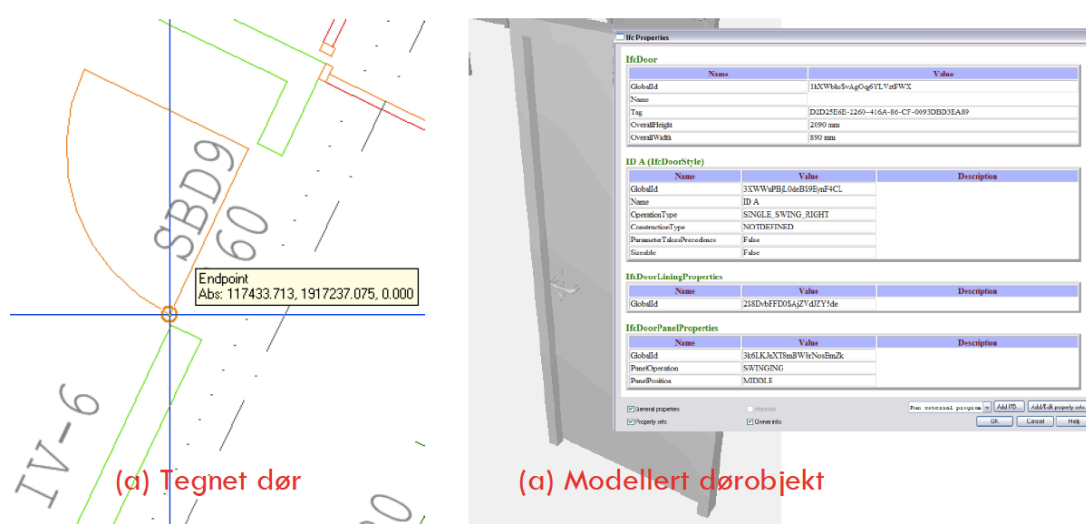
Tekla:

"The process of modeling and communicating the structure of a building in detail to benefit the entire building lifecycle. BIM facilitates the exchange and use of building information in digital format. The acronym BIM is also used for the terms 'building information model' and 'building information management'." (Tekla, 2010)

Dette skaper forvirring når man snakker om et BIM-prosjekt. Spesielt i forhold til hvilken grad det skal foreligge informasjon tilknyttet modeller for at det skal kunne betegnes som BIM. Man bruker BIM både når det er snakk om modeller i tidligfase og detaljerte modeller, og graden av informasjon her er helt klart forskjellig. Siden definisjonen på ingen måte er avklart i teorien, vil BIM-begrepet i denne masteroppgaven brukes i vid forstand, og omfatter enhver 3D-modell med varierende grad av informasjon tilknyttet. Det vil også brukes bygningsinformasjonsmodell og bygningsinformasjonsmodellering fullt ut for å unngå forvirring. BIM som akronym vil bli benyttet når det er snakk om BIM som teknologi.

5.2 Introduksjon til BIM

Det legges vekt på informasjon og modellering når man snakker om BIM. Man skal beskrive informasjonsinnholdet i bygninger ved hjelp av modeller. Man oppretter objekter som kan tildeles egenskaper. Objektene kan videre ha relasjoner mellom seg. På denne måten vil all informasjon tilknyttet et objekt ligge i modellen. Det sentrale er derfor hvilken informasjon som ligger i modellen, og ikke nødvendigvis hvordan det ser ut. Figur 9 viser forskjellen mellom en tegnet dør slik man er vant til fra DAK og et modellert dørobjekt med tilknyttet informasjon.



Figur 9 - Forskjellen mellom en tegnet dør og et modellert dørobjekt (Statsbygg, 2009)

Bygningsinformasjonsmodellering kan beskrives som å lage en prototype av bygget (Tobin, 2008). Ved hjelp av bygningsinformasjonsmodeller beveger man seg forbi å kun utarbeide en representasjon av bygget, og i stedet inn i en simulert byggeprosess. I følge Tobin (2008) er det mange prosjekterende som

foreløpig kun benytter BIM-modellen til å produsere tegninger, men at dette kun er en overgangsfase. Etter hvert vil man kunne gå bort i fra å bruke BIM som kun et representasjonsverktøy, og over til å bruke modellene som proto-bygninger. BIM kan sees på som intelligent simulering av arkitektur (Eastman, 2008).

5.3 Åpen BIM og lukket BIM

Det er tre hovedelementer som ofte må foreligge for å mest effektivt bruke BIM (Statsbygg, 2009), ofte omtalt som BIM-trekanten. Disse er:

- Lagringsformat
- Terminologi
- Prosess

Hovedelementene lagringsformat, terminologi og prosess kan bygges på åpne, internasjonale standarder og spesifikasjoner. Man benytter da et omforent lagringsformat der det er enighet om terminologi og der en kan koble BIM opp mot relevante forretningsprosesser. For disse benyttes det henholdsvis:

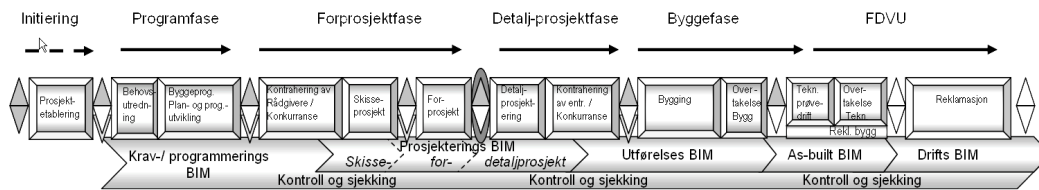
- IFC (Industry Foundation Classes)
- IFD (International Framework for Dictionaries)
- IDM (Information Delivery Manual)

Når disse elementene er på plass har man det som kalles åpen BIM (Statsbygg, 2009). Dette vil blant annet si at programvareleverandører ikke benytter proprietære standarder, og man er ikke fastholdt spesifikke programmer for å kunne benytte BIM. Det bør nevnes at IFC, IFD og IDM kun er mulig løsninger for å bruke BIM åpent, men at det er disse som på lang vei er akseptert av de fleste aktører og støttes av de største programvareleverandørene. Selv om IFC er en ISO-standard kan man ikke være sikker på at den er en fullverdig løsning som i tillegg til høykvalitets datakonvertering også gir en sømløs arbeidsflyt (Várkonyi, 2009). I følge Várkonyi (2009) er det en uttrykt mening at IFC kun er en såkalt "80 % løsning". Med det menes at den er en bra nok som en generell løsning, men at man ikke kan stole nok på at den virker like godt i alle sammenhenger.

Lukket BIM vil si at man jobber med BIM-programmer som lagrer informasjon i et lukket format som ikke kan deles med andre programmer. I motsetning til slik åpen BIM er i dag vil man ved å benytte lukket BIM være mer sikker på at informasjon ikke går tapt ved deling mellom programmer fra samme leverandør. Dette er også hovedargumentet til de som enda ikke lagrer informasjonen i IFC.

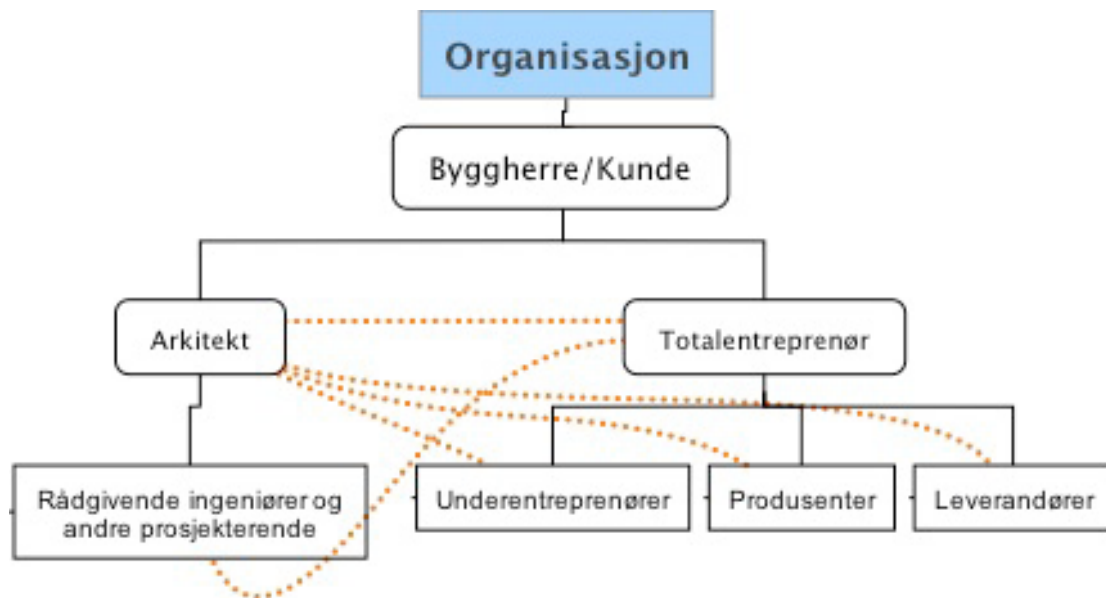
5.4 BIM i byggeprosessen

Det vil kunne foregå BIM-modellering i alle byggeprosessens delprosesser beskrevet i kapittel 3.1.1. Statsbygg (2009) og Senate Properties (2007) har begge definert hva BIM-modellen bør inneholde og hvordan BIM-modelleringen bør foregå i de forskjellige prosessene. Dette presenteres i omfattende BIM-manualer som legger grunnlaget og retningslinjer for krav og utførelse av en BIM-modell. Statsbygg (2009) ser for seg BIM implementert i byggeprosessen som vist i Figur 10.



Figur 10 - Statsbyggs prosessmodell som overordnet referanse for BIM-modelleringen (Statsbygg, 2009).

I følge Eastman (2008) er dagens tradisjonelle kontraktsmodeller til hinder for informasjonsflyt og effektiv bruk av BIM. I tradisjonelle organisasjonsmodeller har man kontrakter mellom byggherre, arkitekt og for eksempel en totalentreprenør. Disse har igjen kontrakter konsulenter, underentreprenører og leverandører. For at man skal integrere informasjon og benytte seg av BIM bedre, er man nødt til å endre kontraktene og avhengighetsforholdene mellom dem (Eastman, 2008). Dette illustreres i Figur 11, her ser man at kontrakts- og prosjektorganisasjonsmodellen endres mot mer samhandling.

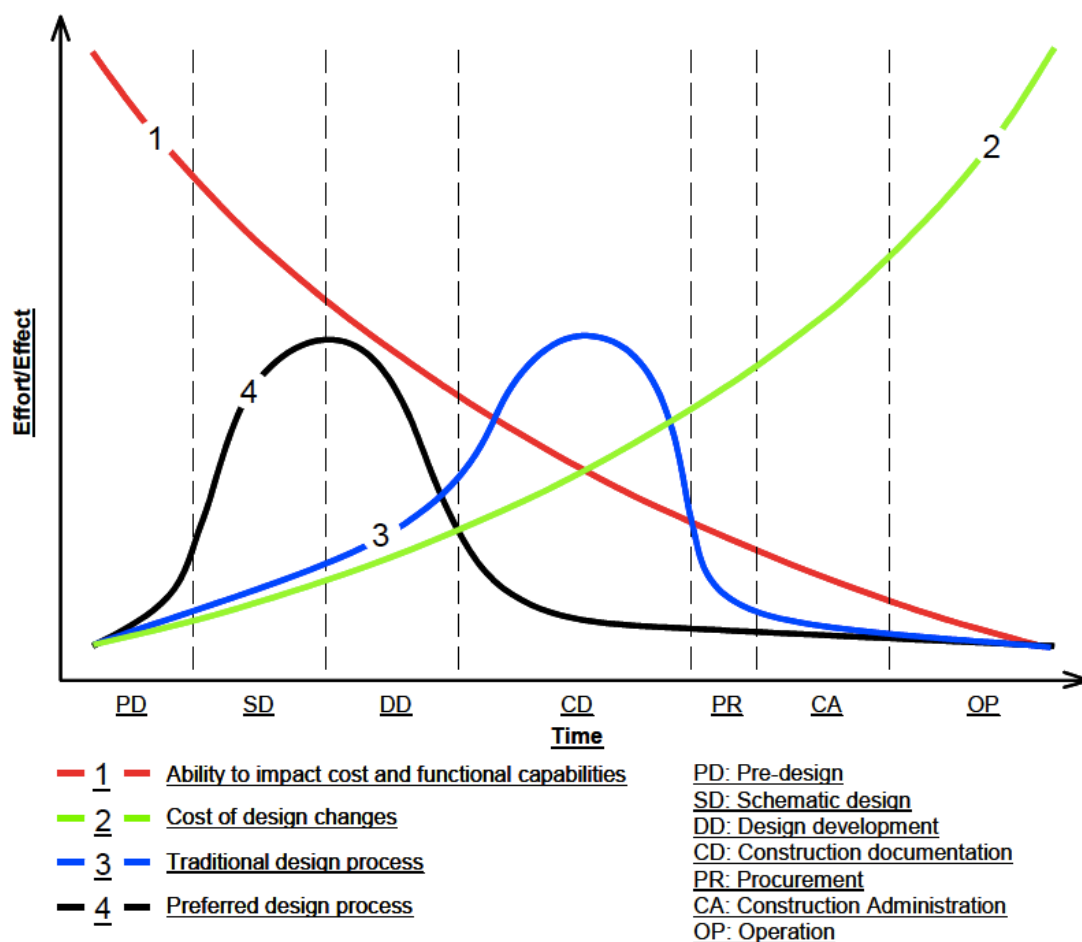


Figur 11 - Endring i organisasjonsmodell ved bruk av BIM. Heltrukne linjer viser forholdene i en tradisjonell organisasjon. De stiplede linjene viser hvordan forholdene bør være for at man skal kunne dra nytte av BIM (Eastman, 2008).

Man vil også se en forskyvning av arbeidet i byggeprosessen i form av at man gjør en prosentvis større del i tidligfasen (Arkitektnytt, 2006). Dette medfører også at øvrige prosjekterende, i tillegg til arkitekt, kommer inn tidligere i prosessen. Figur 12 viser hvordan mye av arbeidet forskyves til prosjektets tidligfase. Dette er en fordel siden det er mindre kostbart å gjøre endringer i denne fasen. Dette omleggingen vil kunne føre til endringer i både insentivmodeller, tilbud og kalkuleringer.

Figur 12 viser hvordan trenden er ved bruk av BIM. Allikevel vil ikke denne modellen kunne implementeres i alle tradisjonelle prosjekter, siden disse ikke legger til rette for tilstrekkelig samarbeid. Det vil kreves et kulturskifte fra alle

involverte parter for at dette skal fungere. Ved bedre samarbeid vil total kostnadene i prosjektet minimeres som følge av færre endringer sent i prosessen (Andrews, 2009). Innføringen av bygningsinformasjonsmodeller i prosjekter vil også endre påvirknings- og kostnadskurven, noe denne figuren ikke tar hensyn til. Og det vil være behov for en redefinert påvirknings- og kostnadskurve etter at BIM blir innført i designprosessen (Kristensen, 2010).



Figur 12 - Forskyvning av ressurspådrag i prosessen ved effektiv bruk av BIM (CURT, 2004).

5.5 Perspektiver på BIM i prosjekteringen

Eastman (2008) trekker frem fire perspektiver på BIM i prosjekteringsprosessen. Disse er det konseptuelle designet, bruk av BIM for design og analyse, bruk av BIM som grunnlag for produksjon og integrasjon mellom design og bygging.

Det konseptuelle designet i en tidlig fase vil kunne påvirkes stort av BIM. I følge Eastman (2008) kan bruk av bygningsinformasjonsmodeller styrke kvaliteten til beslutningene som gjøres, basert på rask tilbakemelding. Man vil få bedre grunnlag og mer informerte beslutninger.

Bruken av BIM i design og analyse er en del av detaljprosjekteringen, der man prosjekterer løsninger. Man kjører også analyser og simuleringer av bygget. Her

må de ulike fagene samarbeide og sammenstille modellene fra programvarene de benytter.

For å gi grunnlag for produksjon kan BIM gjøre dette mer effektivt og i tillegg øke kvaliteten. Dette fordi man i programvaren kan øke bruken av standardiserte og ferdig definerte løsninger (Eastman, 2008). I dag begrenser dette seg til produksjon av tegninger, men Eastman (2008) mener dette er i forandring og at man i fremtiden vil bruke bygningsinformasjonsmodellen i seg selv som den juridiske basisen for dokumentasjon.

Integrasjonen mellom design og bygging handler om rask og effektiv gjennomføring bygging etter, eller parallelt med prosjekteringen. Dette kan være bruk av bygningsinformasjonsmodellen direkte i byggingen eller generering av input på fabrikkasjonsnivå. Ved bruk av BIM vil man bedre kunne kontrollere at de løsningene som prosjekteres faktisk kan bygges.

5.6 Nytteverdi og effekten av BIM

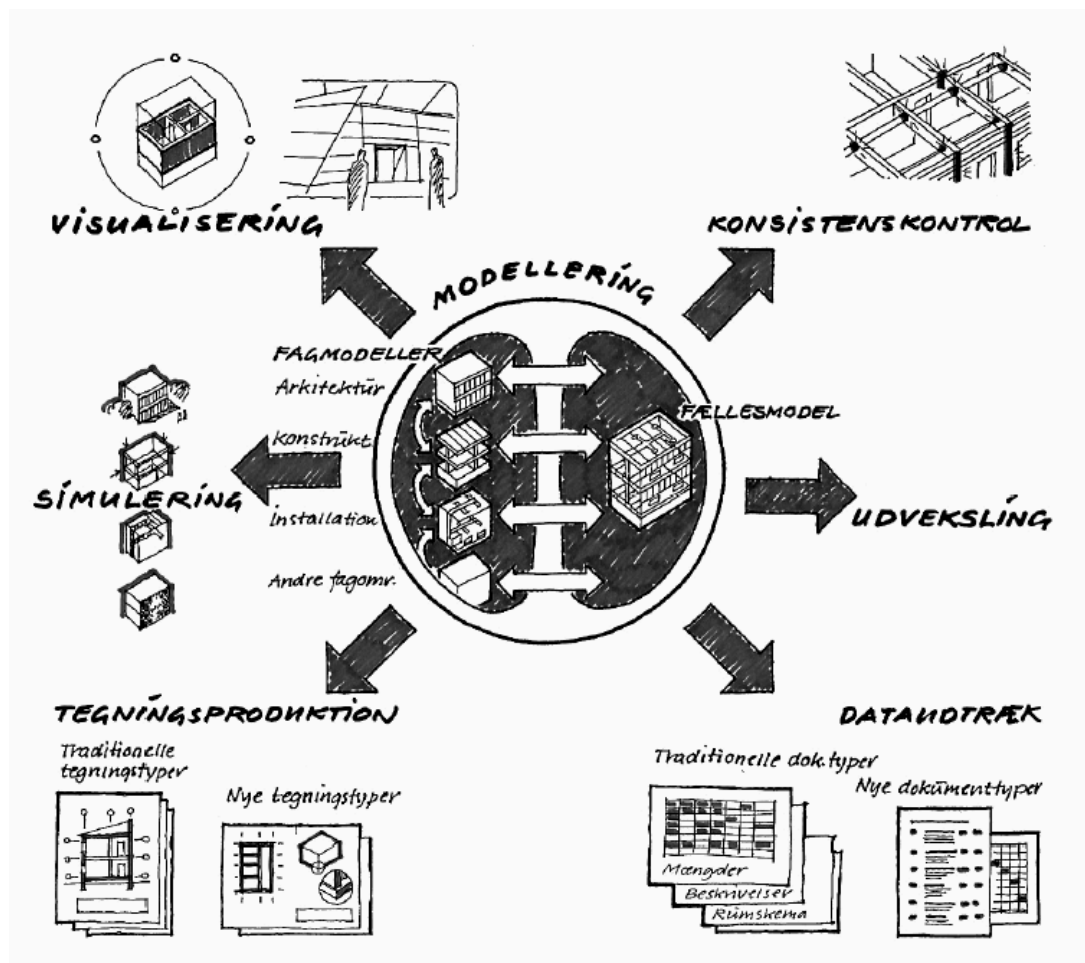
Det er flere fordeler med å ta i bruk prosjektering ved hjelp av bygningsinformasjonsmodeller. BIM-teknologien kan støtte og forbedre de praksiser som utøves i dag (Eastman, 2008). Eastman (2008) trekker frem følgende fordeler for prosjekteringen:

- Tidligere og mer nøyaktig visualisering av designet
- Automatiske korreksjoner på lavt nivå ved endringer
- Generering av nøyaktige og konsistente 2D-tegninger når som helst i prosessen
- Tidligere samarbeid mellom ulike fagdisipliner
- Lettere kontroll mot designets hensikt
- Uthenting av kostnadsestimater underveis prosjekteringen
- Forbedre energieffektiviteten og bærekraftighet

Det nevnes at det er usannsynlig at alle disse fordelene gjennomføres eller i det hele tatt er mulig i dag, men at de på sikt vil vise seg. I følge Moum (2009) kan man eksempelvis forvente følgende effekter av å ta i bruk BIM, og da spesielt åpen BIM:

- Interoperabilitet og felles plattform gjennom åpne internasjonale standarder
- Mer effektiv byggeprosess og færre byggefeil
- Bedre informasjonshåndtering (utveksling, arkivering)
- Bedre og mer felles forståelse av bygget og prosessene bak
- Bedre samsvar mellom byggherre- og brukerkrav og "as-built"
- Bedre erfaringsoverføring fra FDV til program og krav

Figur 13 skisserer ulike fagmodeller som koordineres til en felles BIM-modell og som videre kan brukes til å hente ut informasjon for å oppnå disse effektene.



Figur 13 - Modellkonseptet som viser hvordan ulike fagmodeller koordineres til en felles BIM-modell. Dette generer informasjon som man kan hente ut (Det Digitale Byggeri and Bips, 2006).

Statsbygg (2009) vil ta i bruk BIM fra tidligfasen der de uttrykker kravspesifikasjoner i form av en IFC-kravmodell. Videre bruker Statsbygg BIM til å kontrollere krav opp mot prosjektert løsning, ved å sammenligne det de kaller krav-BIM og løsnings-BIM. En krav-BIM vil være grunnlag for arkitekt og prosjekterende for å modellere sine løsninger, i en løsnings-BIM. I følge Tobin (2008) er det viktig at man bygger videre på arkitektmodellen og går videre med denne. Separate designer og konstruksjonsmodeller kan være katastrofalt på grunn av:

- Det er bortkastet tid å duplisere modelleringsarbeid
- Man kan miste viktig informasjon i form av hensikten med designet ved å skifte fra en modell til en annen
- Det kan forsterke oppfatningen om at arkitektens arbeid mangler verdi
- Det støtter tanken om at design kan foregå separat fra konstruksjon

Når man da utarbeider en samlet BIM-modell kan man foreta kollisjonskontroller, og dette er en av de store fordelene når man bygningsinformasjonsmodellerer. Underveis i prosjekteringen kan man kontrollere om det er kollisjoner mellom fagene. For eksempel kan man se om ventilasjonsrør går gjennom søyler og bjelker. Man kan derfor mye tidligere og enklere oppdage prosjekteringsfeil. Tidligere gjenkjennelse av feil og konflikter

på tvers av fag (Moum, 2009). Dette kan igjen føre til lavere kostnader i og med at det er billigere å gjøre feilen med "bits and bytes" enn med stål og betong (Statsbygg, 2009).

I en BIM-modell kan man kjøre forskjellige typer simuleringer. Dette kan være energisimuleringer, akustiske simuleringer, sol/skyggestudier, kontrollere universell utforming og lignende (Statsbygg, 2009). Ved å benytte det fulle potensial til BIM vil man kunne finne den beste sekvensen for bygging, finne ut hvilke deler som kan være prefabrikkerte, anskaffe materialer, estimere kostnad av prosjektet gjennom utviklingen, og beregne livsløpskostnadene ved drift og vedlikehold av det ferdige bygget (Lamb et al., 2009).

Ved hjelp av BIM kan man på en bedre måte visualisere hvordan det ferdige bygget vil være. Dette har vært vanskelig tidligere siden man må ta for seg en rekke plan- og snittegninger og se for seg hvordan disse blir sammen. For eiere, brukere og andre som ikke er vant til å jobbe med tegninger til vanlig kan dette være vanskelig. Fysiske arkitektmodeller av bygningen kan man relatere seg til på en bedre måte, men disse oppdateres sjeldent og er i tillegg svært kostbare å lage. BIM dreier seg om å skape mer omfattende prosjektinformasjon. BIM kan øke forståelsen for prosjektet og gi grunnlag for en mer informert beslutning rundt valg av design (Davies, 2006). Man vil få en bedre og felles forståelse av bygget som gir beslutninger på et sikrere grunnlag (Moum, 2009).

Ved overtakelse kan man få en BIM-modell som også kan inneholde produktspesifikk informasjon, slik som fabrikkat og type, produktdatablad, FDV-datablad, monteringsanvisning og miljødeklarasjon (Statsbygg, 2009). Dette vil gjøre det enklere å finne informasjon senere, uten å måtte lete gjennom arkiver for å finne de riktige papirene. BIM-modellen vil oppdateres videre gjennom byggets levetid etter hvert som det foretas ombygginger eller endringer. Ved å ha en bygningsinformasjonsmodell for bygget vil man også lettere kunne vurdere dets utviklingspotensial.

5.7 Påvirkning på prosjekteringsgruppa

Viktige spørsmål som bør stilles når det gjelder implementering av BIM i prosjekteringen er i følge Kymmell (2008):

- Hvem skal modellere hva?
- Hvilket detaljeringsnivå skal man ha?
- Hvilken informasjon skal man tilknytte BIM-modellen, og når?
- Hvilke leveranser skal produseres ut fra denne informasjonen?

Svarene på disse spørsmålene kan bli gitt ut i fra hvilken type modell man skal produsere, om det er en FDV-modell, produktspesifikkmodell eller andre. Graden av informasjon som skal inn må avklares. Berikelse av modellen, hva som skal inn i den og når det skal inn, er en av prosjekteringslederens store oppgaver (Kristensen, 2010).

I følge Moum (2008) fører bruk av BIM og IKT-verktøy til en rekke påvirkninger på arbeidet og interaksjonen mellom de involverte i prosjekteringsprosessen

funnet. Disse påvirkningene ble observert i fire case-studier som brukte BIM og 3D-objektmodeller.

En utfordring er behovet for å tilknytte modellen informasjon i en tidlig fase, og å håndtere dette i de kreative prosessene. I tillegg må man unngå for mye fokus på detaljer og for lite fokus på det overordnede nivået tidlig i prosessen. Dette er også en utfordring siden man må håndtere et høyt detaljnivå og en stor mengde informasjon selv om løsningene ikke er helt avgjort. Det kan også forekomme en indre motstand mot å forbedre og omprosjekttere løsninger som føles ferdig utarbeidet og gjennomtenkt. Tvetydigheter rundt hvem som har ansvar for objekter med delt eierskap kan også være en utfordring. For eksempel kan både arkitekt og RIB ha eierskap til søyler og bærende vegger.

I de studerte casene var rollen til teknologien avhengig av hvilket type møte det var. I typiske prosjekteringsmøter ble det benyttet stort sett 2D-tegninger og utskrifter av 3D-modeller. I møter med brukere og kunder ble det i større grad benyttet fremvisning av modellen i 3D. Kommunikasjonen av informasjon ved hjelp av data var begrenset til utveksling av geometrisk informasjon. Hovedgrunnen til dette var begrensningen i å utveksle objektinformasjon og egenskaper på tvers av fagmodeller. Det ble allikevel indikert et visst potensial i IFC for støtte av informasjonsflyt mellom prosjekterende. Når det gjelder kommunikasjon av designløsninger er det to hovedgevinster som ble observert:

- Forbedret kommunikasjon av intensjon, krav og konsekvenser av endringer for andre fag, kunder, brukere og aktører på byggeplass.
- Bedre forståelse av andre aktørers intensjoner og behov, spesielt på grunn av visualisering av modellene.

Utfordringer for utvekslinger av informasjon mellom arkitekt og prosjekterende kan være knyttet til at ikke alle fag benytter digitale verktøy for utarbeidelse av designløsning og at de ulike fagmodellene ikke er synkrone når det kommer til informasjon og detaljnivå. Utfordringene generelt knyttet til kommunikasjon er relatert til teknologien og begrensninger i denne.

Når det gjelder evaluering av prosjekterte løsninger var bruken av BIM betydelig i de studerte casene. Man har en bedre kontroll og oversikt over konsekvenser som følge av endringer og omprosjektering og man får en tidlig indikasjon på geometriske konflikter og prosjekteringsfeil mellom ulike fag. Man vil også få en bedre kontroll på om de prosjekterte løsningene faktisk oppfylte kundens krav.

For simuleringer og kalkuleringer av for eksempel bæring eller energirelaterte egenskaper er det en utfordring at det kreves kompetanse utover den tradisjonelle prosjekteringen for å bruke disse verktøyene og vurdere resultatene. I tillegg er det usikkerhet rundt resultatene på slike automatiske simuleringer og om kalkuleringer faktisk stemmer. Man har liten innsikt til utregningene som foretas og dette fører til at man enten lar være å bruke dem eller at det krever mye tid for å manuelt kontrollere i ettertid. Bruken av BIM setter også krav til den enkelte prosjekterende i form av nøyaktighet og faglig nivå. Det kreves disiplin og at man følger reglene for å unngå inkonsekvente og usammenhengende løsninger i modellen. Det stilles også krav til mer synkron modellering og konkretisering av detaljer mellom fag for å øke gevinstene fra

BIM. I de studerte casene var 2D-tegninger de lovbestemte dokumentene, noe som fører til at hovedfokuset lå på disse når det gjelder evaluering og kvalitetssikring.

5.8 Nye roller som følge av BIM

Både prosjektleder og prosjekteringsleder vil få endrede roller ved bruk av BIM (Berg and Karud, 2008). Prosjekteringsleder bør ha inngående kjennskap til datatekniske forhold rundt bygningsinformasjonsmodellering. Når man benytter en modellserver for å samle informasjonen fører dette til at man kan velge å legge disse oppgavene til en spesialist. Denne rollen omtales som BIM-koordinator og er opprettet en følge av økt kompleksitet i koordineringen av informasjon. Videre er det i følge Kymmell (2008) tre nye roller som oppstår som følge av implementering av BIM. Disse er:

- BIM-manager
- BIM-operator
- BIM-fasilitator

BIM-manageren er den i prosjekteringsgruppa som skal lede mesteparten av den BIM-relaterte prosessen. Dette krever en forståelse for og god kjennskap til planlegging og ledelse av byggeprosjekter. Ut i fra denne definisjonen kan denne rollen tilsvare prosjekteringsleder- eller prosjektlederrollen tillagt BIM-aktiviteter og også være sammenfallende med rollen som BIM-koordinator.

BIM-operatoren er i følge Kymmell (2008) en operator som utfører BIM relaterte oppgaver som for eksempel modellering, analysere modeller og prosessere informasjon. Denne arbeidsoppgaven krever mer verktøy-relaterte egenskaper. Kymmell (2008) beskriver denne rollen som tilsvarende stillingen som "prosjekt ingeniør", men med flere BIM-software kunnskaper. Dette vil også kunne tilsvare rollen som prosjekterende i en prosjekteringsgruppe.

Den tredje rollen som Kymmell (2008) beskriver er BIM-fasilitatoren. Innføringen av en ny teknologi vil i starten kreve at de som ikke har noen direkte tidligere erfaring får hjelp for å kunne dra nytte av den. Her vil en BIM-fasilitator kunne bistå brukerne. Dette kan ofte være innleide konsulenter.

Rollene beskrevet av Kymmell (2008) brukes ofte i internasjonal litteratur, men sjeldent i norsk bygg- og anleggsbransje. For norske forhold er det rollen BIM-koordinator som hovedsakelig assosieres med BIM-prosjekter.

6 Resultater fra intervjuene

6.1 Intervjuobjektene

Det ble gjennomført intervjuer med fire personer som jobber med BIM i store landsomfattende firma, enten som prosjekteringsleder eller med utviklingen og innføringen av BIM. To av intervjuobjektene jobber med utvikling og implementering av BIM i hvert deres firma, henholdsvis byggherre og entreprenør. De andre to intervjuobjektene er prosjekteringsleder og prosjekteringsleder BIM/BIM-koordinator, begge arbeider i samme entreprenørfirma.

6.2 Generelt om BIM

6.2.1 Definerings av BIM

Et av intervjuobjektene definerer et BIM-prosjekt som et prosjekt der man bruker bygningsinformasjonsmodeller til erstatning og supplering av tegninger, beskrivelse og all øvrig informasjon. Man har i BIM-prosjekter en tydelig teknisk del og en arbeidsprosessdel. Den tekniske delen er i utgangspunktet at man modellerer et bygg i 3D og legger inn informasjon som man senere kan hente ut. Arbeidsprosessdelen går på hvordan man bruker denne informasjonen. I tillegg blir det lagt vekt på fra et av intervjuobjektene at alle aktørene i BIM-prosjekter har definerte målsettinger og krav av leveranser. For et BIM-prosjekt er det i følge et av intervjuobjektene tre nøkkelord:

- Modelleringsteknikk
- Samhandling
- Målsetting

Hva begrepet BIM innebærer er veldig varierende i forhold til hvem man snakker med. Det er ulike oppfatninger av hva BIM er og hva det innebærer.

En av intervjuobjektene mener at en forutsetning for bruken av BIM er at man skal basere seg på åpne internasjonale standarder, og da spesielt IFC som er mest utbredt. Det blir påpekt at IFC-standarder har svakheter i dag, men det har også proprietære formater. Potensialet til åpne standarder er vesentlig større enn de lukkede.

6.2.2 Forventninger til BIM

Det har vært vanlig med høye forventninger til BIM. Forventninger til BIM-prosjekter har vært at man skal kunne ta ut mengder, bruke bygningsinformasjonsmodellen til visualisering og generelt bruke den aktivt. Et av intervjuobjektene legger vekt på at han ikke nødvendigvis hadde store forventninger, men stor tro på BIM. I likhet med forståelsen av BIM-begrepet er det ulike forventninger til BIM både mellom ulike aktører og internt for en aktør. Et av intervjuobjektene mener det både finnes begrepsforvirring og forventningsforvirring ute i bransjen.

Forventningene kommer gjerne fra måten BIM blir presentert og solgt inn, og det er ikke alltid dette er like gjennomførbart i praksis. Dette kan skape negative holdninger til BIM siden det ikke fungerer på den måten man har forventet og fått høre at det skal gjøre. Det ligger mye muligheter i bruken av bygningsinformasjonsmodeller, men mye av dette vil man ikke se før om noen år.

6.2.3 Fordeler og ulemper

At man kan oppdage feil tidligere og lettere enn før er en fordel alle intervjuobjektene nevner. Siden man setter sammen modellene til de ulike fagene og sammenligner disse ved hjelp av kollisjonskontroller kan man raskt oppdage feil. Når man får én modell kan man gå rundt inne i modellen og se på løsningene og oppdage løsninger som ikke vil fungere i praksis.

En av de store fordelene som blir trukket frem når det gjelder å bruke bygningsinformasjonsmodeller er visualiseringen. Man vil kunne få en bedre forståelse av bygget, i motsetning til 2D plantegninger og snitt. I følge et intervjuobjekt får man en helt annen virkelighetsoppfatning av det som skal bygges. En viktig følge av dette er at alle får et felles bilde av det som skal bygges og alle ser hva det går ut på. Tidligere har man vært avhengig av å kunne tolke 2D tegninger. Nå brukes modellen i alle møter, enten det er med bruker, byggherre, kontraktsmøter, prosjekteringsmøter, driftsmøte, basemøter eller andre typer møter. Dette gjør at man hele tiden snakker om det samme. For byggherre vil visualiseringen være fordelaktig siden man kan tidligere kan se hvordan bygget faktisk vil bli. Byggherre får et grunnlag av høy kvalitet. Dette skaper en forutsigbarhet og man vet hva man får. Byggherre kan på denne måten også komme med innspill underveis og påvirke bygget.

For entreprenør er det en fordel at det vil være større klarhet i løsningene som skal bygges og dette vil minske risikoen for feil og endringer. Jo mer man har prosjektert i forkant jo mer forutsigbart vil det være for entreprenør. Det vil sannsynligvis også bli mindre omprosjektering som kan skape forsinkelser for entreprenøren.

En ulempe som blir trukket frem er overgangen til at modell og bygg skal være lik. En av hovedfordelene med å bruke bygningsinformasjonsmodeller er at man hele tiden kan ha en oppdatert modell av det virkelige bygget. Men dette fører også med seg spørsmålet om det er bygget eller modellen som skal endres når det bygges eller driftes feil. Dette er en omstilling som kan være vanskelig å håndtere riktig.

Forskyving av risiko er også en ulempe som blir nevnt. Man legger ned masse kostnader tidlig i prosessen selv om det er usikkert om prosjektet vil bli realisert eller ikke. Man bruker tid og penger tidlig og det kreves beslutninger. Man kan bli nødt til å ta beslutninger som man på det tidspunktet ikke vet om er den riktige. Man får en større risiko, og den er det ikke alltid man er villig til å ta.

Generelt gjelder også at det er et nytt dataverktøy som det krever at man setter seg inn i. Men dette er et problem som vil gå over etter hvert som man gjør seg kjent med teknologien.

6.2.4 Potensialet til BIM

BIM er fortsatt relativt nytt i byggebransjen og det vil nok skje mye de neste årene. Et av intervjuobjektene mener vi kun benytter noen få prosent av det som er mulig i dag. Potensialet til BIM er det fantasien som setter begrensinger på i følge et annet intervjuobjekt. På sikt vil modellen inneholde absolutt all informasjon om bygget. BIM har også et stort potensial når det gjelder simuleringer. Energisimuleringer er for eksempel en av de tingene som man vil kunne bruke BIM til.

Man vil også se fremskritt innen programvareutviklingen. I dag har noen av intervjuobjektene problemer med enkelte programmer, både med tanke på funksjonalitet og kompatibilitet med andre programmer. Foreløpig er det mye manuell jobb som må gjøres for å få til det man ønsker.

6.2.5 Ulike perspektiver på BIM

Alle aktørene har forskjellige nytte i forbindelse med bruken av BIM. Byggherre vil nødvendigvis ikke ta alle beslutninger tidlig, men dette er noe rådgiverne og entreprenørene ønsker og som man nesten er nødt til i BIM-prosjekter. Aktørenes ulike perspektiver gjenspeiles i ansvarsområdene deres. Rådgiverne skal modellere, prosjektere bygget og skape en bygningsinformasjonsmodell. Entreprenørene vil ha tegninger som er tverrfaglig kontrollert til rett tid og en oversikt over mengder. En utbygger eller engangsbyggherre ønsker ikke nødvendigvis å investere i lave livsløpskostnader og heller ikke ta i bruk BIM.

6.2.6 Endringer for prosjekteringen

Samprosjektering er viktigere ved bygningsinformasjonsmodellering. Kravet til samprosjektering og samhandling gruppen i mellom blir tydeligere når man slår sammen modellene. I prinsippet skal det ikke være noen endring, men BIM synliggjør samhandlingen bedre enn tidligere. Prosjekteringsgruppa må samhandle i større grad enn tidligere. BIM kan være en utløser for å endre mange prosesser som man burde ha endret tidligere. Mange av problemene med dagens måte å gjøre ting på blir synliggjort av BIM og det kreves at man arbeider annerledes. Mye av dette har direkte ingen sammenheng med BIM, men BIM er en katalysator for endring.

Feil oppdages mye tidligere enn før. Når man setter sammen til en modell og kjører kollisjonskontroller vil man oppdage feil som kanskje ikke hadde blitt oppdaget til vanlig. Konflikter kommer frem tydeligere og tidligere. Mange av disse konfliktene hadde ikke blitt oppdaget i det hele tatt ved sammenligning av dwg-filer eller tegninger. Dette er i følge et av intervjuobjektene den største merkbare endringen for prosjekteringen. Prosjekteringsgruppa må modellere mer detaljert enn tidligere. Data aksepterer ikke feil.

Man må også gjøre ting tidligere enn før. Nå må alt være ferdig prosjektert før man begynner å bygge, i motsetning til parallell prosjektering og bygging som har vært vanlig.

Selve arbeidsmetoden endrer seg mye for prosjekteringsgruppa i og med at man nå arbeider med informasjonsmodeller og ikke kun tegninger og snitt.

Revisjonshåndteringen har endret seg stort. Nå genereres en endring man gjør i modellen automatisk i alle tegninger som er tilknyttet. Tidligere var det slik at hvis man endret noe i en tegning måtte man gå gjennom en stor mengde andre tegninger og oppdatere denne endringen. Dette gjorde at man fort kunne miste oversikten og man har ikke god nok kvalitetssikring på at man har fått med seg alt. Nå jobber man fysisk på en og samme modell der det ivaretas alle de kritisk endringene og revisjonene som må gjøres da. Man får en bedre totaloversikt.

Et av intervjuobjektene sier det også er mange som allerede jobber med bygningsinformasjonsmodeller uten at de er klar over det, og at implementeringen av BIM strengt tatt ikke endrer så mye.

6.3 Rollen som prosjekteringsleder i BIM-prosjekter

Rollen som prosjekteringsleder går ut på å være en leder og koordinator mellom fagene, slik at alle gjør det de skal gjøre og leverer til rett tidspunkt. Prosjekteringsleder skal gi forutsetninger til de prosjekterende på hvordan bygget skal være og følge det opp. I tillegg vil prosjekteringsleder også ha et ansvar for å ivareta de ulike fagene. Generelt vil det være forskjeller i forhold til hvordan prosjekteringsleder er organisert, men det vil ikke bli gått nærmere inn på dette.

6.3.1 Endrede arbeidsoppgaver

Et intervjuobjekt mener man i utgangspunktet skal gjøre de samme oppgavene som før. Men en stor forskjell er nå at prosjekteringsleder faktisk har mulighet til å gjøre disse oppgavene. I det menes at arbeidet med bygningsinformasjonsmodeller legger til rette for at man bedre kan koordinere fagene, følge opp prosjekteringen osv.

Prosjekteringsleder følger de prosjekterende mye tettere, både visuelt i modellen og med kommunikasjon. Før ble det kontrahert prosjekterende og så har de jobbet med sitt fag for seg selv frem til de skal leveringsdato. Nå følges de mer punktlig opp gjennom bruk av bygningsinformasjonsmodellen. Prosjekteringsleder skal kreve at det skal prosjekteres og at løsninger skal bestemmes, men skal ikke prosjektere eller bestemme løsningene som hvert enkelt fag har ansvar for.

For prosjekteringsleder gjelder også det at man ser problemer mye tidligere. Prosjekteringslederen ser problemer daglig og konflikter dukker opp hele tiden. Man ser imidlertid for seg at det vil bli mindre problemer og konflikter etter hvert som man tar i bruk BIM mer og samhandler bedre i prosjekteringsgruppa.

På mange måter har det blitt flere arbeidsoppgaver etter implementeringen av BIM. Dette er da snakk om nye tekniske problemstillinger man normalt sett ikke har hatt i 2D-prosjekter. Disse problemstillingene har kommet fordi man er i en slags oppstartsfasen og som på sikt vil forsvinne. Det blir alltid mye arbeid når det er mye nytt.

Prosjekteringsleder vil bruke mer tid på å bruke dataverktøy, modellen og sette seg inn i problemstillinger. En av intervjuobjektene mener man nå vil bruke mer tid på å sette seg inn hva de ulike fagene faktisk gjør, i motsetning til før der en

skrev møtereferat og passet på at disse var mottatt. Nå må en være mye mer med på hva som faktisk foregår i prosjekteringen.

En oppgave som har kommet som følge av implementeringen av BIM er kontroll og koordinering av modellen i form av kollisjonskontroller. Dette er en oppgave som sammen med generelle koordineringsoppgaver på det datatekniske har ført til opprettelsen av rollen BIM-koordinator. Denne rollen har blitt opprettet på grunn av den økte bruken av dataverktøy og kompleksiteten BIM fører med seg. På sikt mener alle intervjuobjektene at dette er en oppgave som prosjekteringsleder overtar, noe som er interessante påstander.

6.3.2 Krav til prosjekteringsledelsen og prosjekteringslederens kompetanse

Det har ikke kommet formelle krav som følge av implementering av BIM, men det har allikevel vist seg en del krav om prosjekteringsleder må forholde seg til. Dette går i stor grad på at BIM har endret en del av måten å jobbe på i prosjekteringen og prosjekteringsleder må derfor forholde seg annerledes til dette. Det jobbes foreløpig med utviklingsplaner for prosjekteringsledelse for å ivareta BIM, internt i firmaet til et av intervjuobjektene.

Det største nye kravet er at man skal kunne håndtere BIM-verktøy, dataverktøyene og kunne bruke bygningsinformasjonsmodellen effektivt. Samtidig at man bruker dette til å følge opp annerledes. Det vil også være et krav at prosjekteringsleder bruker BIM aktivt i møter. Slik at prosjekteringsleder ved hjelp av modellen sikrer at alle er med på hva det snakkes om. I forbindelse med dette må prosjekteringsleder også kunne ta i bruk tekniske hjelpemidler for å få dette til å fungere. Samtlige intervjuobjektene mener det nå kreves kompetanse på det datatekniske. Det er vesentlig for prosjekteringslederens arbeidsoppgaver å håndtere BIM-verktøy som brukes til sammenstilling av modeller. Slik at man på sikt tar over oppgave knyttet til BIM-koordineringen. En av intervjuobjektene mener også det er en stor fordel om prosjekteringsleder kan bruke tegneverktøyet som arkitekten bruker. Av et av intervjuobjektene understrekes det at det nødvendigvis ikke kreves datateknisk kompetanse men interesse. Det å bruke modellen og være interessert er omtrent like viktig.

Prosjekteringsleder bør fortsatt kjenne til plan og bygningsloven, juridiske krav og andre formelle krav som alltid har vært en del av prosjekteringslederens kompetanseområde. Det vil som før være krav om byggteknisk bakgrunn og kjennskap til prosjekteringsprosessen. I tillegg nevner også en av intervjuobjektene at de beste prosjekteringslederne ofte har lang erfaring og vært involvert i ulike arbeidsoppgaver i byggeprosessen.

6.3.3 Samhandling og kommunikasjon i prosjekteringsgruppa

Samhandlingen i prosjekteringsgruppa er veldig bra i følge et intervjuobjekt. Man har en dialog, alle gir klare retningslinjer og alle aktørene har en fast kommunikasjonsansvarlig for samhandling på prosjekthotell. Et intervjuobjekt mener samhandling kan være bedre i et BIM-prosjekt i motsetning til prosjekter med tradisjonell prosjektering, men at den også kan bli mye bedre uten bruk av BIM.

Enkelte av intervjuobjektene har hatt egne BIM-møter der prosjekteringsgruppa sitter sammen og prosjekterer. I tillegg har man også hatt BIM-seminarer der man sitter sammen og ser hva som skjer når man gjør forskjellige ting med modellen, hva som skjer når man utveksler filer. Dette er en type samhandling man ikke har hatt i tradisjonelle 2D-prosjekter. Mye av samhandlingen utenfor møter skjer i prosjekthoteller, men det har ikke endret seg i BIM-prosjekter.

Det er litt delte meninger på hvordan kommunikasjonen har endret seg ved implementeringen av BIM. Et intervjuobjekt mener i utgangspunktet at den ikke har endret seg, men at man allikevel får en ny type kommunikasjon i og med at man utveksler modeller og samhandler i større grad. En annen sier den helt klart har endret seg og at man nå kommuniserer på en helt annen måte. Prosjekteringsgruppa jobber mer sammen i motsetning til før når man satt på hver sin kant og prosjekterte.

I følge et intervjuobjekt menes det at man får vesentlig mer kommunikasjon i BIM-prosjekter. Hadde man hatt god kommunikasjon og alle hadde pratet ideelt sammen i utgangspunktet hadde man ikke nødvendigvis hatt behov for BIM i forhold til kommunikasjon. Men problemet har vært at de ikke gjør det. Med bruk av BIM så har man nå muligheten til å kommunisere bedre sammen. Prosjekteringsleder har mulighet til å styre de prosjekterende og sjekke at de har kommunisert sammen. Feil og kollisjoner i bygningsinformasjonsmodellen avdekker manglende kommunikasjon. Et intervjuobjekt nevner at enkelte prosjekterende i begynnelsen kan føle seg utsatt siden feil avdekkes og fremvises veldig tydelig, men at dette etter hvert vil gå over når man ser hvilket hjelpemiddel det er. Dette bør prosjekteringsleder være oppmerksom på.

Informasjonsstyringen er en svært viktig arbeidsoppgave for prosjekteringsleder i BIM-prosjekter. Man skal ha kontroll på all informasjon som puttes inn i modellen. I BIM-prosjekter vil det kunne være en enorm mengde informasjon, og informasjonsstyringen er derfor en av de største utfordringene. Informasjonen må lagres på riktig sted og i riktig format. Datamaskiner krever at alt er riktig, hvis ikke vil informasjonen bli borte. Det kreves bedre presisjon i informasjonsstyringen.

Prosjekteringsleder må sørge for klare retningslinjer for informasjonen og informasjonsflyten prosjekteringen. Prosjekteringsgruppa arbeider i mange ulike filformater og prosjekteringsleder må passe på at alle får det underlaget de må ha. Enkelte ganger er det behov for informasjon som foreløpig ikke finnes i IFC-fila, og prosjekteringsleder må inngå kompromisser mellom aktører for å sikre at alle leverer tilstrekkelig informasjon.

6.3.4 Bevissthet og forståelse for prosjektet

Et av intervjuobjektene mener man som prosjekteringsleder absolutt har mye større bevissthet rundt det man gjør i BIM-prosjekter. Dette kommer som en følge av at man må ta mer del i prosjekteringen, bestemme og skjønne prosessen. Når man har bygningsinformasjonsmodellen tilgjengelig på storskjerm i møter og bruker den aktivt vil man forstå mer, og man kan ta stilling til mye mer enn

ved bruk av 2D-tegninger. Hvis man ikke følger opp vil feil og uregelmessigheter synes og dette vil gjøre prosjekteringsleder mer bevisst i følge et intervjuobjekt.

Forståelsen for prosjektet øker for alle aktørene som er involvert. Når man har en modell i 3D vil det være lettere for de kunder, brukere og andre som ikke jobber med 2D-tegninger til daglig å se hvordan bygget vil være. Også for prosjekteringsleder og prosjekteringsgruppa vil man forstå bygget bedre når man bruker en bygningsinformasjonsmodell.

Den økte forståelsen for prosjektet fører også til at man får et bedre beslutningsgrunnlag. I følge et intervjuobjekt kan man være en god beslutningstager, men hvis man ikke klarer å se for seg hvordan 2D-tegningene blir i virkeligheten beslutter man på feil grunnlag. Man må se på et bygg som et verktøy man skal bruke til noe, og bruk av 3D-modeller med informasjon tror intervjuobjektet at kan være viktig for å beslutte at man bygger det riktige verktøyet. Et av intervjuobjektene sier at BIM ikke danner grunnlaget for beslutninger uten at man tar beslutninger før modellerer. Man vil ikke kunne ha en modell for å ta beslutninger før man har modellert det.

Et intervjuobjekt tror ikke man har større bevissthet rundt et BIM-prosjekt i forhold til tradisjonelle prosjekter, men at man er mer bevisst på måten man bruker dataverktøyet. Man er bevisst på å bruke modellen aktivt.

6.3.5 Rolleavklaring og grensesnitt

Rolleavklaringen i BIM-prosjekter er i følge flere av intervjuobjektene den samme som før. Man har det samme juridiske ansvaret for kontroller og prosjektering. Hvis dette skal endres på må kontraksstandardene endres. Grensesnittene mellom de ulike fagene i prosjekteringsgruppa håndteres på samme måte, men forskjellen er at prosjekteringsleder har mye bedre mulighet til å styre dem. Ved hjelp av BIM har man mulighet til å se hva som er bra og hva som er dårlig.

Det er veldig klare rolleavklaringer mellom aktørene og hva de skal gjøre. Rolleavklaringen settes ofte i første møte som prosjekteringsgruppa har sammen. Det benyttes også en BIM-manual der det fremgår hva de ulike fagene skal bidra med og hva de skal levere. Dette begrenser omfanget. Man skal også kommunisere med fagene som berøres når man gjør en endring.

Grensesnittene kan det i følge et intervjuobjekt oppstå problemer med i forbindelse med hvem som skal rette opp feil. Hvilket fag det er som skal rette opp for at det ikke blir en kollisjon i modellen. Denne koordineringen er det viktig at prosjekteringsleder følger opp. Håndteringen av grensesnittene mellom aktørene blir i følge et intervjuobjekt mye bedre siden man får en felles modell. Grensesnittene blir på denne måten delvis visket ut og delvis synliggjort og tydeliggjort. Når man sammenstiller modellene og kjører kollisjonskontroll er det enklere å se hva som mangler.

Også mellom prosjekteringsleder og BIM-koordinator skal det være klare grensesnitt. Prosjekteringsleder ivaretar det som prosjekteringsleder alltid skal ha ivaretatt og BIM-koordinator tar for seg koordineringen knyttet til det

datatekniske. Det vil i følge et intervjuobjekt være en stor overlapp mellom disse rollene og samtlige som ble intervjuet mener oppgavene som BIM-koordinator innehar etter hvert skal overtas av prosjekteringsleder. Rollen som BIM-koordinator er bare en midlertidig rolle som følge av nye dataverktøy.

6.3.6 Endret ansvar

Ansvar er et av problemområdene intervjuobjektene ser etter implementeringen av BIM. Hvem er det som har ansvaret for modellen og hvem skal ha kontroll over endringer som er gjort, er det enkelte fag, i tilfelle hvilket, eller er det prosjekteringsleder. Man har fortsatt krav om internkontroll og det juridiske ansvaret, men prosjekteringsleder vil også ha et overordnet ansvar. Grappa som helhet jobber mye mer med den sammensatte modellen. Prosjekteringsleder tar kontroll av modellen og styrer denne, men juridisk er det fortsatt det enkelte fag som har ansvaret. Et av intervjuobjektene mener at alle fagene har et helhetsansvar siden man nå er avhengig av hverandre på en mye mer tydelig måte, og at dette fellesskapet har vært meget positivt. Det er også prosjekteringslederens oppgave å sikre at ansvarsområdene til de enkelte deltagerne er fastlagt. Dette vil også unngå konflikter.

6.3.7 Målsetting for prosjekteringen i BIM-prosjekter

I oppstartsmøtene setter man en målsetting for prosjektet. Man benytter en BIM-manual og går gjennom hva man skal ha med. Dette sier noe om ambisjonsnivået og forventningsverdien til prosjektet. Det er svært viktig å avklare dette tidlig slik at ingen setter i gang å prosjektere på et helt annet detaljnivå enn andre. Man setter et mål på hva prosjekteringen for et prosjekt skal innebære og krav til modelleringen. Dette kan være ting som om man skal kun arbeide i 3D, om det skal utveksles IFC-filer, om modellen skal brukes til mengdeberegning og eventuelt hvilke mengder som skal hentes ut. Hvis ikke dette avklares på første møte vil BIM-prosjektet i følge et intervjuobjekt være omtrent håpløst.

I et BIM-prosjekt et av intervjuobjektene er prosjekteringsleder for har ikke detaljnivået vært avklart på forhånd og dette har blitt tilpasset etter hvert. Her har man også gått tilbake til 2D-tegning på enkelte detaljer, fordi man ikke har klart å oppnå den detaljeringsgraden man ønsker på byggeplass i bygningsinformasjonsmodellen.

Målene som settes vil ikke alltid oppnås. To av intervjuobjektene sier at dette ofte er på grunn av at programvaren ikke leverer i forhold til de forventningene man har. Et eksempel på dette er at man i et prosjekt hadde som mål å bruke arkitektens modell direkte for markedsføring men programvaren som ble brukt levde ikke opp til de kravene som var satt. Ved mengdeuttak kan det også være en del informasjon som ikke er lagt inn i modellen og det krever manuelle arbeider i tillegg til å hente mengder rett ut av modellen. Programvaren er ikke helt kompatibelt med de tradisjonelle metodene som man er vant til å bruke.

Det vil være forskjellig mål i forhold til hvilket type prosjekt det er snakk om. Mengdeuttak og kollisjonskontroll er ambisjoner som går igjen i de fleste prosjekter. I boligprosjekter vil visualisering og energikrav til bygget kunne være

spesielt viktig, mens det for næringsbygg kan være andre tekniske krav som kan være viktig.

7 Diskusjon

7.1 BIM i prosjekteringen

I likhet med den undersøkte teorien og i henhold med Moum (2009) har ikke intervjuobjektene en entydig definisjon på hva BIM er. Intervjuobjektene fokuserer på at BIM er et nytt verktøy som brukes i prosjekteringen til å modellere i 3D og legge inn informasjon. Det kommer også frem at det er viktig å se på prosessdelen som BIM tar med seg. Dette går på måten man jobber på og hvordan man bruker informasjonen i bygningsinformasjonsmodellen. Det er en helt klar begrepsforvirring når man snakker om BIM, og det er på ingen måte klart hva som menes med BIM. Dette blir nevnt i teorien og bekreftes av intervjuobjektene.

En av de største fordelene ved BIM som nevnes i litteraturen er færre prosjekteringsfeil. Dette bekreftes også av intervjuobjektene. Man oppdager feil tidligere, og man oppdager også en rekke feil som kanskje ikke ville blitt oppdaget ved bruk av 2D-tegninger. Dette kan føre til at prosjekteringsleder og de prosjekterende vil føle seg mer trygg på det som prosjekteres.

I noen av intervjuene ble det sagt at BIM i utgangspunktet forandrer ingenting, at BIM kun er et nytt verktøy for å produsere tegninger på. Det kom allikevel frem at det var forandringer og at hele prosessen endrer seg i forhold til hvordan man samhandler og arbeider i prosjekteringen. Grunnen til at intervjuobjektene i første omgang så tydelig mente det ikke er store endringer kan være at man til daglig møter motstand ved implementering av BIM og at man føler behov for å avdramatisere implementeringen av en ny teknologi.

Forventningene til BIM har vært store men bruksområdene og fordelene som nevnes i teorien fungerer ikke alltid like godt i praksis. Det er viktig at man har et realistisk bilde på hva BIM kan gjøre og at man ikke har for store forventninger. Det kan skape negative holdninger mot BIM hvis bruksområdene og fordelene som forespeiles ikke går an i praksis eller er tungvinte å jobbe med. Prosjekteringsleder bør derfor legge forventningene til prosjekteringsgruppa på et realistisk nivå slik at man ikke får unødvendig frustrasjon i forhold til måten man jobber på og hva man skal oppnå.

Når det gjelder bruk av åpen BIM, og da spesielt IFC, blir dette trukket frem som en forutsetning for at man skal kunne realisere det fulle potensialet til BIM. IFC har i følge intervjuobjektene sine svakheter, men har også et mye større potensial enn proprietære standarder. At IFC har sine svakheter er i tråd med Várkonyi (2009) som sier at man ikke alltid kan stole på at filformatet virker i alle sammenhenger. Når man jobber med bygningsinformasjonsmodeller er det IFC som i følge intervjuobjektene som fremmer fordelene og mulighetene best, men man på være oppmerksom på eventuelle svakheter som foreløpig kan vise seg. I forhold til prosjekteringslederen er det allikevel informasjonsflyten som følge av BIM, uavhengig av hvilket filformat som benyttes, som er viktig.

Ansvarsområdet til de prosjekterende er som før, men flere uklarheter rundt ansvar og eierskap til bygningsinformasjonsmodellen tyder på at dette kan endre

seg. Dette dreier seg om hvem som skal rette opp modellen ved kollisjoner mellom fag. I intervjuene blir det sagt at prosjekteringsleder har et overordnet ansvar. Hvert av fagene vil i BIM-prosjekter ha et helhetsansvar for prosjekteringen siden man jobber mer sammen og er mer avhengig av hverandre. Dette kan føre til endrede kontraktsformer på sikt. Dette er også i tråd med Eastman (2008) som mener dagens tradisjonelle kontrakter er et hinder for effektiv bruk av BIM.

I BIM-prosjekter vil man få en forskyvning av risiko. Man har behov for informasjon tidlig for å kunne modellere. Det vil være nødvendig å ta beslutninger tidlig som på det tidspunktet ikke er sikker på om er den riktige. Det er ikke alle som er villige til å ta denne risikoen og heller ikke vant til at beslutninger skal tas på et tidlig tidspunkt. Man vil kunne få et ineffektivt BIM-prosjekt siden prosjekteringen ikke får den informasjonen de trenger til riktig tid. Prosjekteringsleder må derfor sørge for å få den informasjonen prosjekteringsgruppa trenger.

7.2 Rollen som prosjekteringsleder

Mange av arbeidsoppgavene til prosjekteringsleder er hovedsakelig de samme i BIM-prosjekter som i prosjekter som ikke benytter BIM. For eksempel vil blant annet økonomioppfølging og fremdriftsplanlegging hovedsakelig være som før. Dette kommer blant annet av at det ikke er kommet nye etablerte kontrakter i bruk som følge av BIM. Allikevel forandres mange av prosjekteringslederens oppgaver i forhold til måten man må gjennomføre oppgavene, med tanke på at man får et nytt verktøy og at BIM endrer samhandlingen i prosjekteringsgruppa. Selv om de overordnede arbeidsoppgavene og ansvaret er uendret ser man nå at prosjekteringsleder ved hjelp av BIM i større grad kan gjøre disse oppgavene. På mange måter endrer BIM måten man jobber på til slik man hele tiden man skulle ha gjort det. Hovedoppgavene til prosjekteringsleder, som av Hansen (2003c) ble sagt å være knyttet til planlegging, koordinering, styring, kommunikasjon og informasjon, blir påvirket ved bruk av BIM. Ut fra intervjuene kommer det frem at det i BIM-prosjekter stilles større krav til disse oppgavene, og at BIM er et godt hjelpemiddel for prosjekteringsleder for å utøve disse oppgavene.

Et BIM-prosjekt kan kjennetegnes av tre nøkkelord: modelleringsteknikk, samhandling og målsetting. For de to siste nøkkelordene er prosjekteringslederens rolle spesielt viktig. I prosjektoppgaven *Prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter* (Lillebakk, 2009) som ble gjennomført i forkant av denne masteroppgaven kom det frem at tradisjonell prosjektering ofte settes i gang uten tilstrekkelig planlegging, definering av målsetting, rolleavklaring og avklaring av detaljeringsnivå på prosjekteringen. Dette må i følge intervjuobjektene være på plass i BIM-prosjekter for at man skal få en suksessfull og effektiv prosjektering. Tidligere har man ofte avklart dette etter hvert som prosjekteringen gikk, men nå er det enda viktigere at det må være på plass for at man skal kunne prosjektere godt fra starten. Det vil være prosjekteringslederens oppgave å sikre at dette blir ivaretatt, gitt at man har dette som rammebetingelse fra byggherre.

Det er svært viktig at prosjekteringsleder setter målsetting for prosjekteringen i oppstarten. Men prosjekteringslederens ansvar i forhold til dette er også avhengig av kontrakt. Spesielt avklaring av detaljeringsnivå på prosjekteringen er viktig. Siden man skal ha en felles bygningsinformasjonsmodell er det viktig at alle fag prosjekterer på samme nivå. Prosjekteringsleder må også sette mål for hva modellen skal kunne brukes til, for eksempel mengdeuttak og energisimuleringer, dette må avklares sammen med prosjektleder i henhold til oppdragsgivers ønsker. Man må også undersøke hva programvaren som brukes er i stand til å utføre slik at man setter realistiske mål. Siden det viser seg at programvaren ofte er en begrensning og ikke alltid innfrir målene som settes bør prosjekteringsleder kjenne til hvilke muligheter som er til stede.

Flere av prosjekteringsleders ansvarsområder vil kunne bli bedre å følge opp ved bruk av bygningsinformasjonsmodeller. Meland (2000) sier det er prosjekteringslederens oppgave å sikre at endringer formidles til alle i gruppa, det er tydelig at man vil kunne sikre at alle får med seg endringen når man benytter en samlet modell i alle møter og som alle har tilgang til. Videre har prosjekteringsleder i følge Meland (2000) ansvar for sørge for kvalitetskontroller som tverrfaglige kontroller, grensesnittkontroller og prosjektgranskning. Disse vil ved bruk av BIM kunne gjøres mer automatisk og prosjekteringsleder vil kunne gjennomføre bedre og mer kontinuerlige kvalitetskontroller.

Samhandlingen i prosjekteringsgruppa viser seg mer tydelig i BIM-prosjekter enn i prosjekter som ikke benytter BIM. Dette kommer av måten man arbeider på. Man er mye mer avhengig av hverandre og må samarbeide. Koordinering er i litteraturen beskrevet som kjerneaktiviteten til prosjekteringsleder. Den økte samhandlingen i prosjekteringsgruppa stiller derfor også krav til prosjekteringslederens evne til å koordinere de ulike fagene og tilrettelegge for god kommunikasjon. Dette stiller også krav til å håndtere rolleavklaringer og grensesnitt mellom fagene som i prosjektering ved hjelp av BIM vil til dels bli visket ut og til dels tydeliggjort.

I følge Moum (2008) vil man få en forbedret kommunikasjon. Intervjuobjektene ga delte meninger rundt hvorvidt det skjer en endring i kommunikasjonen, men det er naturlig å tro at BIM endrer kommunikasjonen siden man samarbeider og utveksler underlag til modellene mer. Dette fører til at prosjekteringsleder må sørge for at kommunikasjonsflyten er god og at den blir gjennomført. Hvis ikke kan det føre til uoverensstemmelser, kollisjoner og feil i bygningsinformasjonsmodellen. Disse endringene har ikke nødvendigvis kommet direkte som en følge av BIM, men som en følge av at BIM øker samhandlingen i prosjekteringen.

Innføringen av BIM har ført til at man får en enorm mengde informasjon i prosjekter. Det er en stor fordel med tilgang på informasjon men også en risiko siden man lett kan drukne i mengden. Dette er en stor utfordring for prosjekteringsleder og det er viktig at informasjonshåndteringen er god. I følge Hansen (2003c) er informasjonsstyringen en viktig oppgave for prosjekteringsleder. I BIM-prosjekter vil informasjonen øke og denne oppgaven vil være enda viktigere for prosjekteringsleder. Informasjon gir grunnlag for

beslutninger og ved en større informasjonsmengde vil prosjekteringsleder kunne ta bedre beslutninger, såfremt at den håndteres og brukes på riktig måte.

Visualiseringen av bygget er en av de store fordelene med å bruke bygningsinformasjonsmodeller for alle aktører og interessenter. BIM vil i følge Davies (2006) og Moum (2009) gi bedre grunnlag for beslutninger. Prosjekteringsleder vil derfor kunne få en mye bedre forståelse av bygget og ta mer informerte beslutninger. Man vil som prosjekteringsleder ha mye lettere for å sette seg inn i problemstillinger og de løsningene som prosjekteres, i motsetning til tidligere da man hadde en rekke sett med diverse tegninger. Prosjekteringsleder vil derfor kunne ta mer del i de faglige diskusjonene. Bygningsinformasjonsmodellen og visualiseringen vil også være et hjelpemiddel for prosjekteringsleder på møter og det er viktig at modellen brukes aktivt. Man må hele tiden tenke bevisst på å bruke modellen for å vise problemstillinger og løsninger man diskuterer.

Rollen som BIM-koordinator har blitt etablert som følge av BIM. Dette er en rolle som skal håndtere den datatekniske koordineringen i prosjekteringen. Den er lite beskrevet i litteraturen, men også omtalt som BIM-manager. Samtlige som ble intervjuet mente denne rollen vil forsvinne etter hvert som prosjekteringsleder får kompetanse innen BIM og bruk av datatekniske verktøy. BIM-koordinering kan i følge dette omtales som en oppgave og ikke som en egen rolle. Koordinering av prosjekteringsgruppa er i litteraturen beskrevet som en viktig oppgave for prosjekteringsledelse og det kan derfor være naturlig at prosjekteringsledelsen fortsetter med dette i BIM-prosjekter, selv om det krever kompetanse innen den datatekniske håndteringen. Det er allikevel vanskelig å slå fast om BIM-koordinering i sin helhet bør tillegges prosjekteringsleder på grunnlag av dette. Det vil komme an på en rekke faktorer som blant annet prosjektstørrelse og kompleksitet.

8 Konklusjon

Innføringen av bygningsinformasjonsmodeller i prosjekteringen fører til at prosjekteringsleder får en mer fremtredende lederrolle, ikke bare en administrativ koordineringsrolle. Dette er på grunn av at prosjekteringsleder ved hjelp av BIM i større grad kan følge prosjekteringen tettere og bruke bygningsinformasjonsmodellen aktivt for å ta beslutninger. Administrativ koordinering av prosjekteringsgruppa vil også fortsatt være en viktig oppgave men man vil i tillegg være tydeligere i å lede gruppa. Prosjekteringsleder vil i større grad enn tidligere kunne ta del i problemstillinger rundt prosjekteringsløsninger.

At forståelsen for bygget som prosjekteres øker og at man jobber mer aktivt med en modell som fungerer som en prototype av bygget fører til at prosjekteringslederen kan utøve prosjekteringsledelsen i større grad slik den er beskrevet i litteraturen og slik hensikten med prosjekteringsledelse er.

Mange av arbeidsoppgavene og ansvarsområdene til prosjekteringsleder vil stort sett være de samme som i prosjekter med tradisjonell prosjektering. Men i BIM-prosjekter har prosjekteringsleder et verktøy som vil være til stor fordel for å utøve oppgaver og ansvar. Prosjekteringsleder har i BIM-prosjekter derfor større mulighet for å gjennomføre prosjekteringsledelsen på en bedre måte enn tidligere.

En større mengde informasjon i BIM-prosjekter gjør at prosjekteringsleder har større grunnlag for beslutninger og kan ta bedre beslutninger. Men dette krever også at informasjonen håndteres riktig. Informasjonen skal også kommuniseres til prosjekteringsgruppa og andre interessenter. Det vil være viktig å passe på at man ikke drukner i den mengden informasjonen som kan hentes ut fra bygningsinformasjonsmodellen.

Prosjekteringsleder vil også være viktig for at fordelene til BIM skal komme til syne. Flere av fordelene ved BIM er avhengig av at prosjekteringsprosessen gjennomføres bra og at samhandlingen og kommunikasjonen fungerer godt. Man vil ikke kunne dra like stor nytte ut av BIM-verktøyet hvis ikke prosjekteringsleder kan benytte BIM aktivt og effektivt.

En av utfordringene ved innføringen av BIM er nye dataverktøy. Dette vil for prosjekteringsleder hovedsakelig handle om kollisjonskontroller i bygningsinformasjonsmodellen og håndtering av modellen generelt. Kravet og behovet for prosjekteringslederens datatekniske kompetanse vil derfor øke. Nye dataverktøy og koordineringen prosjekteringsgruppa i forhold til dette har ført til rollen som BIM-koordinator. BIM-koordinatorens oppgaver kan etter hvert inngå som en del av prosjekteringslederens oppgaver avhengig av prosjektstørrelse kompleksitet.

9 Referanser

- ANDREWS, M. 2009. *A shift in design* [Online]. Available: <http://marshallandrews.wordpress.com/> [Accessed].
- ARGE, K. 2008. Tverrfaglighet og fagkompetanse i prosjekters tidligfase. *Concept*. SINTEF Byggforsk.
- ARKITEKTNYTT. 2006. *Kick Off for BuildingSMART i Tromsø* [Online]. Available: <http://arkitektnytt.no/page/page/preview/10911/news-60-1423.html> [Accessed].
- AUTODESK. 2010. *About BIM* [Online]. Available: <http://usa.autodesk.com/company/building-information-modeling/experience-bim> [Accessed].
- BERG, T. F. & KARUD, O. J. 2008. Endrede forretningsprosesser. *Building SMART*
- BROX, O. 1995. *Praktisk samfunnsvitenskap*, Oslo, Universitetsforl.
- BYGGESKOSTNADSPROGRAMMET 2010. Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse.
- BØLVIKEN, T. 2009. *RE: Prosjekteringsledelse*.
- CHURCHILL, G. A. 2007. *Basic marketing research*, Mason, OH, Thomson/South Western.
- CURT 2004. Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation. Architectural/Engineering Productivity Committee of The Construction Users Roundtable (CURT).
- DAVIES, N. 2006. Making the move to BIM a success. Available: http://www.evolve-consultancy.com/article.php?incat_id=36&category_id=14.
- DET DIGITALE BYGGERI & BIPS 2006. 3D arbeidsmetode 2006. Danmark.
- EASTMAN, C. M. 2008. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*, Hoboken, N.J., Wiley.
- EIKELAND, P. T. 1998. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim, SiB.
- FAYOL, H. 1984. *General and industrial management*, N.Y., Ieee press.
- GRENNESS, T. 1997. *Innføring i vitenskapsteori og metode*, [Oslo], Tano Aschehoug.
- HALVORSEN, K. 2008. *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Oslo, Cappelen akademisk forl.

- HANSEN, G. K. 2003c. Prosjekteringsledelse - Oppgaver og ansvar. In: INSTITUTE FOR BYGGEKUNST PROSJEKTERING OG FORVALTNING (ed.).
- HANSEN, G. K., HAUGEN, T. & ET.AL. 2000. *Samspelet i byggeprosessen - Lærebok*, Institutt for bygningsteknologi, NTNU (Planlagt utgitt av Tapir akademisk forlag desember 2000).
- HATAMURA, Y. 2006. *Decision-Making in Engineering Design: Theory and Practice*, London, Springer-Verlag London Limited.
- HELLEVIK, O. 2002. *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*, Oslo, Universitetsforl.
- KAUFMANN, G. 2009. *Psykologi i organisasjon og ledelse*, Bergen, Fagbokforl.
- KIVINIEMI, A. 2005. *Requirements management interface to building product models*. Stanford University.
- KRISTENSEN, K. H. 29.04 2010. *RE: personlig kommunikasjon*.
- KYMMELL, W. 2008. *Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*, New York, McGraw-Hill.
- LAMB, E., REED, D. & KHANZODE, A. 2009. Transcending the BIM Hype: How to Make Sense and Dollars from Building Information Modeling. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_48.html.
- LEWIS, K. E., CHEN, W. & SCHMIDT, L. C. 2006. *Decision Making in Engineering Design*, A S M E Press.
- LILLEBAKK, T. 2009. *Prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter*. NTNU.
- MCGRAW HILL CONSTRUCTION 2008. *Building Information Modeling. SmartMarked*.
- MELAND, Ø. 2000. *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko?* 2000:116, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for bygg- og miljøteknikk, Institutt for bygg- og anleggsteknikk.
- MOUM, A. 2008. *Exploring relations between the architectural design process and ICT: learning from practitioners' stories*. 2008:217, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Architectural Design and Management.
- MOUM, A. 2009. BIM i praksis.
- NBIMS. 2010. *About the National BIM Standard* [Online]. BuildingSmart alliance. Available: <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/about/> [Accessed].

- NTNU & SINTEF 2007. *ENØK i bygninger: effektiv energibruk*, Oslo, Gyldendal undervisning.
- OLSSON, H. 2003. *Forskningsprosessen: kvalitative og kvantitative perspektiver*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- PMI 2008. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOKGuide)*, Project Management Institute (PMI).
- RIF 1999. *Prosjekteringsledelse i bygge- og anleggsprosjekter: organisering, engasjement, oppgaver, ansvar*, Oslo, Rådgivende ingeniørers forening.
- ROBSON, C. 2002. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*, Oxford, Blackwell.
- SAMSET, K. 31.08.2009 2009. *RE: Forskningsmetode*.
- SENATE PROPERTIES 2007. *BIM requirements 2007. Volume 1: General part*.
- STATSBYGG. 2007. *Statsbygg goes for BIM* [Online]. Available: <http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/Statsbygg-goes-for-BIM/> [Accessed].
- STATSBYGG. 2009. *BIM-manual. 1.1*. Available: <http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/SB-BIMmanual1-1mVedl.pdf>.
- TEKLA. 2010. *Basic Concepts* [Online]. Available: <http://www.tekla.com/international/solutions/building-construction/Pages/basic-concepts.aspx#bim> [Accessed].
- TOBIN, J. 2008. *Proto-Building: To BIM is to Build*. *AECbytes Building the Future* [Online]. Available: <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>.
- VÁRKONYI, V. 2009. "Thou Shalt Collaborate...": Interdisciplinary Collaboration Strategies in the Age of BIM. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_43.html.
- WESTHAGEN, H. 2008. *Prosjektarbeid: utviklings- og endringskompetanse*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- WOLLEBÆK, A. B. 1996. *Grunnforskning: Ikke bare for forskningens skyld*. Available: <http://www.apollon.uio.no/vis/art/1996/1/grunn>.

10 Bibliografi

- ANDERSEN, S. S. 1997. *Case-studier og generalisering: forskningsstrategi og design*, Bergen, Fagbokforlaget.
- ANDREWS, M. 2009. *A shift in design* [Online]. Available: <http://marshallandrews.wordpress.com/> [Accessed].
- ARGE, K. 2008. Tverrfaglighet og fagkompetanse i prosjekters tidligfase. *Concept*. SINTEF Byggforsk.
- ARKITEKTNYTT. 2006. *Kick Off for BuildingSMART i Tromsø* [Online]. Available: <http://arkitektnytt.no/page/page/preview/10911/news-60-1423.html> [Accessed].
- AUTODESK. 2010. *About BIM* [Online]. Available: <http://usa.autodesk.com/company/building-information-modeling/experience-bim> [Accessed].
- BERG, T. F. & KARUD, O. J. 2008. Endrede forretningsprosesser. *Building SMART*
- BØLVIKEN, T. 2009. *RE: Prosjekteringsledelse*.
- BROX, O. 1995. *Praktisk samfunnsvitenskap*, Oslo, Universitetsforl.
- BYGGESKOSTNADSPROGRAMMET 2010. Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse.
- CHRISTENSEN, L. C. 4.11.2009 2009. *RE: BIM bris*.
- CHURCHILL, G. A. 2007. *Basic marketing research*, Mason, OH, Thomson/South Western.
- CLELAND, D. I. & IRELAND, L. R. 2007. *Project management: strategic design and implementation*, New York, McGraw-Hill.
- CURT 2004. Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation. Architectural/Engineering Productivity Committee of The Construction Users Roundtable (CURT).
- DAVIES, N. 2006. Making the move to BIM a success. Available: http://www.evolve-consultancy.com/article.php?incat_id=36&category_id=14.
- DET DIGITALE BYGGERI & BIPS 2006. 3D arbeidsmetode 2006. Danmark.
- DILLMAN, D. A. 1978. *Mail and telephone surveys: the total design method*, New York, Wiley.
- EASTMAN, C. 2009. What is BIM? Available: <http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>.
- EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. & LISTON, K. 2008. Managing BIM Technology in the Building Industry. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_35.html.

- EASTMAN, C. M. 2008. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*, Hoboken, N.J., Wiley.
- EIKELAND, P. T. 1998. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim, SiB.
- ERIKSON, T. 2005. *Teknologiledelse: økonomiske betraktninger*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- FAYOL, H. 1984. *General and industrial management*, N.Y., Ieee press.
- GALLELLO, D. 2008. The New "Must Have"—The BIM Manager. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_34.
- GRAY, C. & HUGHES, W. 2001. *Building design management*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- GRENNESS, T. 1997. *Innføring i vitenskapsteori og metode*, [Oslo], Tano Aschehoug.
- HALVORSEN, K. 2008. *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Oslo, Cappelen akademisk forl.
- HANSEN, G. K. 2003a. Byggeprosessens mål og rammer. *In: INSTITUTE FOR BYGGEKUNST PROSJEKTERING OG FORVALTNING* (ed.).
- HANSEN, G. K. 2003b. Prosjekteringsledelse - administrativ kontra faglig ledelse. *In: INSTITUTE FOR BYGGEKUNST PROSJEKTERING OG FORVALTNING* (ed.).
- HANSEN, G. K. 2003c. Prosjekteringsledelse - Oppgaver og ansvar. *In: INSTITUTE FOR BYGGEKUNST PROSJEKTERING OG FORVALTNING* (ed.).
- HANSEN, G. K., HAUGEN, T. & ET.AL. 2000. *Samspillet i byggeprosessen - Lærebok*, Institutt for bygningsteknologi, NTNU (Planlagt utgitt av Tapir akademisk forlag desember 2000).
- HARDIN, B. 2009. *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*, Indianapolis, Ind., Wiley.
- HATAMURA, Y. 2006. *Decision-Making in Engineering Design: Theory and Practice*, London, Springer-Verlag London Limited.
- HEGGE, K. 2009. *Mønster for PA-bok for prosjekt. og prosjekteringsledelse i byggeprosjekter*, RIF.
- HELLEVIK, O. 2002. *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*, Oslo, Universitetsforl.
- HELLRIEGEL, D., SLOCUM, J. W. & WOODMAN, R. W. 1998. *Organizational behavior*, Cincinnati, Ohio, South-Western College Publ.
- HENNING, C. 2009. Endringsledelse - hva dreier endring seg om, egentlig? Available: <http://www.avenir.no/Fahjornet-ny/Fagartikler/Endringsledelse/>.
- HOLLOMON, A. 2009. How Project Information Management Sharpens Our Focus on Clients and Designs. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available:

- http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_46.html.
- INGVALDSEN, T. 1994. Byggskaedomfanget i Norge. Prosjektrapport 163. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- JERNIGAN, F. E. 2007. *Big BIM little BIM: the practical approach to building information modeling :integrated practice done the right way!*, Salisbury, Md., 4Site Press.
- KAUFMANN, G. 2009. *Psykologi i organisasjon og ledelse*, Bergen, Fagbokforl.
- KHEMLANI, L. 2009. Collaboration, Project Management, and Project Information Management Solutions in AEC. *AECbytes feature* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/feature/2009/Collaboration_PM_PIM_Solutions.html.
- KIVINIEMI, A. 2005. *Requirements management interface to building product models*. Stanford University.
- KRISTENSEN, K. H. 02.03 2010. *RE: personlig kommunikasjon*.
- KRISTENSEN, K. H. 29.04 2010. *RE: personlig kommunikasjon*.
- KRISTENSEN, K. H. 26.03 2010. *RE: personlig kommunikasjon*.
- KRYGIEL, E. & NIES, B. 2008. *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*, Indianapolis, Ind., Wiley.
- KVALE, S. 1996. *Interviews: an introduction to qualitative research interviewing*, Thousand Oaks, Calif., Sage.
- KVALE, S. & BRINKMANN, S. 2009. *Interviews: learning the craft of qualitative research interviewing*, Los Angeles, Calif., Sage.
- KYMMELL, W. 2008. *Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*, New York, McGraw-Hill.
- LAFASTO, F. M. J. & LARSON, C. E. 2001. *When teams work best: 6000 team members and leaders tell what it takes to succeed*, Thousand Oaks, Calif., Sage Publications.
- LAMB, E., REED, D. & KHANZODE, A. 2009. Transcending the BIM Hype: How to Make Sense and Dollars from Building Information Modeling. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_48.html.
- LEWIS, K. E., CHEN, W. & SCHMIDT, L. C. 2006. *Decision Making in Engineering Design*, A S M E Press.
- LILLEBAKK, T. 2009. *Prosjekteringsledelse i bygg- og anleggsprosjekter*. NTNU.
- MACLEAMY, P. 2010. BIM, BAM, BOOM! How to Build Greener, High-Performance Buildings. *Urban Land Green magazine*.
- MCGRAW HILL CONSTRUCTION 2008. Building Information Modeling. *SmartMarked*.
- MELAND, Ø. 2000. *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: suksesspåvirker eller andres*

- alibi for fiasko?* 2000:116, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for bygg- og miljøteknikk, Institutt for bygg- og anleggsteknikk.
- MORDAL, T. L. 2000. *Som man spør, får man svar: arbeid med survey-opplegg*, [Oslo], Universitetsforl.
- MOUM, A. 2008. *Exploring relations between the architectural design process and ICT: learning from practitioners' stories*. 2008:217, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Architectural Design and Management.
- MOUM, A. 2009. BIM i praksis.
- NBIMS. 2010. *About the National BIM Standard* [Online]. BuildingSmart alliance. Available: <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/about/> [Accessed].
- NTNU & SINTEF 2007. *ENØK i bygninger: effektiv energibruk*, Oslo, Gyldendal undervisning.
- OLSSON, H. 2003. *Forskningsprosessen: kvalitative og kvantitative perspektiver*, Oslo, Gyldendal akademisk.
- PMI 2008. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)*, Project Management Institute (PMI).
- RIF 1999. *Prosjekteringsledelse i bygge- og anleggsprosjekter: organisering, engasjement, oppgaver, ansvar*, Oslo, Rådgivende ingeniørers forening.
- ROBSON, C. 2002. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*, Oxford, Blackwell.
- ROLSTADÅS, A. 2006. *Praktisk prosjektstyring*, Trondheim, Tapir akademisk.
- RUNDELL, R. 2006. 1-2-3 Revit: BIM and FM. *Cadalyst* [Online]. Available: <http://www.cadalyst.com/cad/building-design/1-2-3-revit-bim-and-fm-3432>.
- SALANT, P. & DILLMAN, D. A. 1994. *How to conduct your own survey*, New York, Wiley.
- SAMSET, K. 2001. *Prosjektvurdering i tidligfasen: fokus på konseptet*, Trondheim, Tapir.
- SAMSET, K. 31.08.2009 2009. *RE: Forskningsmetode*.
- SENATE PROPERTIES 2007. *BIM requirements 2007. Volume 1: General part*.
- SILVERMAN, D. 1997. *Qualitative research: theory, method and practice*, London, Sage.
- SMITH, D. K. & TARDIF, M. 2009. *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*, Hoboken, N.J., Wiley.
- STATSBYGG. 2007. *Statsbygg goes for BIM* [Online]. Available: <http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/Statsbygg-goes-for-BIM/> [Accessed].
- STATSBYGG. 2009. BIM-manual. 1.1. Available:

<http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/SB-BIMmanual1-1mVedl.pdf>.

TARDIF, M. 2009. Looking Beyond BIM to Business Information:

The Role of agcXML in Streamlining Information Exchange. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_49.html.

TEKLA. 2010. *Basic Concepts* [Online]. Available: <http://www.tekla.com/international/solutions/building-construction/Pages/basic-concepts.aspx#bim> [Accessed].

TOBIN, J. 2008. Proto-Building: To BIM is to Build. *AECbytes Building the Future* [Online]. Available: <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>.

VÁRKONYI, V. 2009. "Thou Shalt Collaborate...": Interdisciplinary Collaboration Strategies in the Age of BIM. *AECbytes Viewpoint* [Online]. Available: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_43.html.

WESTHAGEN, H. 2008. *Prosjektarbeid: utviklings- og endringskompetanse*, Oslo, Gyldendal akademisk.

WOLLEBÆK, A. B. 1996. Grunnforskning: Ikke bare for forskningens skyld. Available: <http://www.apollon.uio.no/vis/art/1996/1/grunn>.

YIN, R. K. 1994. *Case study research: design and methods*, Thousand Oaks, Calif., Sage.

11 Vedlegg A – Intervjuguide

Formalia

- Alder
- Stilling
- Ansatt siden
- Utdannelse/bakgrunn

Spørsmål

- Hvordan vil du definere et BIM-prosjekt?
- Hva innebærer rollen som prosjekteringsleder?
- Hvilke forventninger hadde du til BIM?
 - I hvilken grad har disse innfridd?
- Hvilke endringer for prosjekteringsledelsen vil du påpeke som viktigst ved innføringen av BIM?
- Hvordan har overgangen til BIM vært?
- I hvilken grad blir BIMs fulle potensial tatt i bruk i dag? Og hva blir brukt?
 - Hva er din erfaring?
 - Hva er mulig å få til på lengre sikt? Ett år, tre år?
- Hva er din erfaring med målsetning i BIM-prosjekter?
 - I hvilken grad blir målsettingen for prosjekteringen fastlagt i BIM-prosjekt?
- Hvilke fordeler ser du ved bruk av BIM?
 - Med hensyn på prosjekteringsleder
 - Med hensyn på byggherre?
 - Med hensyn på entreprenør?
 - Med hensyn på prosjekterende?
- Hvilke ulemper kan BIM medføre i prosjekter?

- Med hensyn på prosjekteringsleder
- Med hensyn på byggherre
- Med hensyn på entreprenør
- Med hensyn på prosjekterende
- Hvilke ulike perspektiv har byggherre, rådgivere og entreprenører som kan komme i konflikt?
- Har byggherre, rådgivere og entreprenør ulike interesser når det gjelder å ta i bruk BIM?
- Hvilke krav til prosjekteringsledelsen er endret i BIM-prosjekt?
- Hvilke endringer er merkbare for selve prosjekteringen i BIM-prosjekt?
- Hvilken kompetanse er det viktig at prosjekteringsleder har i BIM-prosjekter?
- Hvilke arbeidsoppgaver er endret ved BIM i forhold til rollen som prosjekteringsleder?
 - På hvilken måte?
 - Er det flere eller færre arbeidsoppgaver?
 - Hva er fordelene og ulempene med dette?
- Har behovet for koordinering i prosjekteringen endret seg ved innføringen av BIM?
- Hvordan er kommunikasjonen i BIM-prosjekter?
- Hva kreves det av informasjonsstyring i BIM-prosjekter sammenlignet med tradisjonelle prosjekter?
 - Hva er din erfaring?
- Hvordan er samhandlingen i prosjekteringsgruppa i et BIM-prosjekt?

- Har du større bevissthet rundt det du gjør som prosjekteringsleder, i BIM-prosjekter?
- Hvordan påvirker BIM forståelsen av prosjektet?
- Hvordan kan prosjekteringsleder bruke BIM for å påvirke prosjektet?
- I hvilken grad påvirker BIM grunnlaget for å ta beslutninger, i forholdt til byggherre, rådgiver og entreprenør?
- Hvordan er rolleavklaringen i BIM-prosjekter?
- Hvordan håndteres grensesnittene mellom deltakerne i et BIM-prosjekt?
 - Hvordan styres disse grensesnittene?
- I hvilken grad foretar prosjekteringsleder kontroll av modellen?
 - Hvem foretar kontroll av modellen?
 - Hvordan foretas kontroll av modellen?
 - Når foretas kontroll av modellen?
 - Hvordan gis tilbakemelding på kontrollen?
 - Hvordan rettes feil i modellen opp?
 - Hvem har ansvar for at modellen blir kontrollert?
- Hvordan er bruken av prosjekthotell i BIM-prosjekter?
- Hvilke andre verktøy er benyttet sammen med BIM, som tidligere ikke har vært benyttet i tradisjonelle prosjekter?
- I hvilken grad tilpasses kontraktene i BIM-prosjekter?
- Når involveres prosjekteringsleder i et BIM-prosjekt?
- Hva er erfaringen med hensyn på eventuelle overskridelser i BIM-prosjekter?
 - Hva er årsaken?
- Hva innebærer rollen som BIM-koordinator?

- Hva innebærer rollen som BIM-manager?
- I hvilken grad er det overlapp mellom disse rollene, både seg i mellom og med rollen som prosjekteringsleder?