

Sammenhengen mellom BIM og interaksjoner i byggeprosjekter

**Håkon Johansen
Lindegaard
Marte Bøen Nilsen**

Project Management

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Malena Havensvid, IØT

Medveileder: Ann-Charlott Pedersen, IØT
Elsebeth Holmen, IØT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

Oppgavetekst

Byggebransjen blir betraktet som en bransje preget av lav innovasjonsgrad og dårlig fornyelsesevne. Bygningsinformasjonsmodellering har i de siste årene blitt en sentral del av hverdagen for mange byggeaktører, og har blitt et sentralt tema i mange fagartikler.

Allikevel finnes det mange ubelyste aspekter når det kommer til hvordan bygningsinformasjonsmodellering påvirker arbeidsmetodene i byggebransjen. Denne oppgaven utforsker sammenhengen mellom bruk av BIM og interaksjoner mellom aktørene i byggeprosjekter, og om noen prosjekter har mer å tjene på bruk av BIM enn andre. Oppgaven er utført ved hjelp av et case-studie som omfatter to pågående byggeprosjekter i Trondheim.

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på det to år lange masterstudiet i Project Management på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Formålet med denne oppgaven er å finne sammenhengen mellom BIM og interaksjoner i byggeprosjekter.

Vi ønsker å sende en stor takk til vår veileder, Malena Ingemansson Havenvid, som med sin kunnskap og tilgjengelighet har vært en viktig bidragsyter til denne oppgaven. Videre ønsker vi å takke Veidekke for sitt engasjement og bidrag til vår masteroppgave. Vi ønsker også å takke alle som stilte opp til intervju.

Trondheim, 10. juni 2016

Sammendrag

Byggebransjen står overfor en rekke utfordringer når det kommer til innovasjon. Det er en bransje som ikke evner å fornye seg på lik linje med andre næringer. Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har de siste årene blitt introdusert for å spare tid og penger, men det er fortsatt uklart hvordan BIM påvirker ulike aspekter hos byggefirmaer. Denne oppgaven har valgt å fokusere på hvordan bruk av BIM påvirker graden av interaksjon mellom byggeaktørene i et prosjekt, og har følgende problemstilling; *“Hvilke implikasjoner har nivået av BIM på interaksjonen mellom aktørene i byggeprosjekter?”* I tillegg var det i denne oppgaven ønskelig å finne ut av om noen prosjekter er bedre tjent med mer bruk av BIM enn andre.

Denne studien tar for seg to prosjekter hvor Veidekke opererer som totalentreprenør, henholdsvis Moholt 50/50 og ONV12. Totalt har åtte personer blitt intervjuet i løpet av denne studien som er utført som et kvalitativt case-studie. Semistrukturerte intervjuer har vært primærkilden til innsamlede data. I tillegg har det blitt utført et litteraturstudie som har bidratt til utarbeidelse av et rammeverk, som definerer og illustrerer totalt tre ulike nivåer av BIM. Resultat og analyse er med på å definere dette rammeverket ytterligere, som er ment å gi byggefirmaer et mål på hva som kreves av interaksjon for å lykkes med et gitt nivå av BIM. To av disse nivåene har blitt definert som høye, med tilhørende høy interaksjonsgrad. De to høye nivåene av BIM karakteriseres ved at modellene inneholder mer informasjon enn objektbasert geometri. Interaksjon har i denne oppgaven blitt definert til å omhandle fysiske møter, kommunikasjon og koordinering.

Resultatene i denne oppgaven viser at det er en klar sammenheng mellom nivå av BIM og interaksjonsgrad. Om prosjektet krever en nøyaktig modell med informasjon utover objektbasert geometri, vil det kreve en høyere grad av interaksjon i prosjekteringsfasen enn i tradisjonelle prosjekter. Veidekkes arbeidsmetode, involverende planlegging, har vist seg som en viktig og nødvendig måte å jobbe på i prosjekter som Moholt. ONV12 har ikke hatt det samme behovet, og har i så måte vært med på å påvise at det faktisk er slik at noen prosjekter er mer tjent med mer bruk av BIM enn andre.

Abstract

The construction industry is facing a series of challenges when it comes to the topic of innovation. The industry is recognized as an industry that does not renew itself to the same degree as other industries. Building Information Modelling (BIM) has over the past few years been introduced to save time and money. However, it is unclear how BIM affects different aspects within construction companies. This assignment is focusing on how the use of BIM affects the degree of interaction between the actors in a construction project, and set out to research the following problem statement; *“What implications does the level of BIM have on the interaction between the actors in a construction project?”*. Additionally, the study will try to give a clear answer to whether or not some construction projects have more to gain by using BIM than others.

This study examines two projects where Veidekke operates as contractor, respectively Moholt 50/50 and ONV12. In total, eight individuals has been interviewed during the course of this study. The study has been conducted as a qualitative case study, where semi-structured interviews has been the main source of data. Furthermore, a literature study has been conducted which in turn has contributed to the making of a framework, which defines and illustrates three different levels of BIM. The result and the following analysis acts as contributors which further strengthen and define the framework. The framework is created to give construction firms a measure of what degree of interaction they need in order to succeed with the related level of BIM. Two of these levels have been defined as high, with an equally high degree of interaction. A model that contains more information than object-based geometry characterizes the two high levels of BIM. Interaction has in this study been defined as physical meetings, communication and coordination.

The results in this study reveals that there is a clear connection between the level of BIM and degree of interaction. If the project demands an accurate model with information beyond the object-based geometry, it will require a higher degree of interaction in the design phase than in more traditional projects. Veidekke’s working method has shown to be important and necessary in projects like Moholt. ONV12 does not present a need for such methods, and has in that respect shown that some projects in fact have more to gain by using BIM than others.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon	1
1.1 Problemstilling	3
2 Bakgrunn	4
2.1 Byggebransjen	4
2.1.1 Hva er et prosjekt?.....	4
2.1.2 Aktører i byggebransjen	6
2.1.3 Entrepriseformer.....	7
2.2 BIM	8
2.3 VDC	10
2.4 Veidekke og BIM/VDC	11
2.5 Prosjektene	12
3 Litteraturstudie	15
3.1 Byggebransjen	15
3.1.1 Innovasjon i byggebransjen.....	15
3.1.2 Samspill og samarbeid i byggebransjen	18
3.1.3 Informasjonsflyt i byggebransjen.....	19
3.2 BIM i byggebransjen	20
3.3 Implementering av BIM i byggebransjen.....	22
3.4 utfordringer med BIM	23
3.5 Endringer ved implementering av BIM	26
3.6 BIM og samarbeid.....	30

3.7 Nivåer av BIM.....	31
3.8 Rammeverk	34
4 Metode.....	38
4.1 Litteraturstudie	38
4.2 Forskningsmetode	39
4.3 Case-studie	40
4.4 Arbeidsprosess	41
4.5 Reliabilitet og validitet	42
4.6 Kritikk	43
4.7 Kvalitative intervjuer.....	45
4.8 Utvelgelse og gjennomføring	46
4.9 Analyse av data	48
4.10 Begrensninger.....	48
5 Resultat.....	50
5.1 Moholt	50
5.1.1 Bruken av BIM på Moholt	50
5.1.2 Nivå av BIM.....	52
5.1.3 BIM og interaksjoner	54
5.2 ONV12	56
5.2.1 Bruken av BIM på ONV12	57
5.2.2 Nivå av BIM.....	58
5.2.3 BIM og interaksjoner	59

6 Analyse.....	62
6.1 Moholt	62
6.2 ONV12	64
6.3 Sammenligning.....	65
6.3.1 Bruken av BIM.....	66
6.3.2 Nivå av BIM.....	67
6.3.3 BIM og interaksjoner	68
6.4 Diskusjon.....	70
6.4.1 Nivå av BIM.....	70
6.4.2 Interaksjoner.....	71
6.4.3 Hva slags type prosjekter bør ha et høyt nivå av BIM?	73
6.5 Endelig rammeverk	75
7 Konklusjon	77
7.1 Implikasjoner for bransjen	78
7.2 Videre arbeid	78
8 Referanser.....	79

Forkortelser

BIM – Bygningsinformasjonmodell.

BRA – Bruksareal.

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method.

FDV – Forvaltning, Drift og Vedlikehold.

ICE – Integrated Concurrent Engineering.

IDM – Information Delivery Manual.

IFC – Industry Foundation Classes.

IP – Involverende Planlegging.

IPD – Integrated Project Delivery.

RIB – Rådgivende Ingeniør Bygg

UE – Underentreprenør.

VDC – Virtual Design Construction.

2D – Todimensjonal.

3D – Tredimensjonal.

4D – Firedimensjonal, inkluderer tid.

5D – Femdimensjonal, inkluderer kostnad.

Figurliste

Figur 1: Prosjektfaser (Eikeland, 1998).	5
Figur 2: Illustrasjon Moholt (Veidekke 7, 2016).	13
Figur 3: Illustrasjon ONV12 (Veidekke 7, 2016).	14
Figur 4: Informasjonsutveksling i BIM-prosjekter VS. tradisjonelle prosjekter (Olsen, 2015).	26
Figur 5: Rammeverk.....	35
Figur 6: Rammeverk.....	62
Figur 7: Endelig rammeverk	76

Tabelliste

Tabell 1: Søkord	39
Tabell 2: Oversikt over intervjuobjektene.....	46

1 Introduksjon

Byggenæringen har i utgangspunktet vært på etterskudd sett opp mot andre næringer når det kommer til innovasjon og bruk av nyvinninger (Håkansson og Ingemansson, 2012). Det later til at den prosjektbaserte måten å jobbe på, mangel på samspill og kommunikasjon mellom aktørene er noen av faktorene som må ta på seg skylden for dette (Kumar, 2015). Den prosjektbaserte arbeidsmåten i byggebransjen med midlertidige konstellasjoner gjør arbeid med innovasjon ekstra utfordrende. Dette fører igjen til at samarbeidet mellom aktørene er kortsiktig og nyvinningen som blir skapt under et prosjekt blir ikke overført til neste prosjekt (Bygballe og Goldeng, 2012). Šuman og El-Masr (2013) hevder at kommunikasjonen mellom aktørene i bransjen er hemmet og påvirker derfor interaksjonen i bransjen. For at innovasjon skal kunne blomstre i byggebransjen vil det dermed kreves en samlet kraft fra flere sentrale aktører som sammen går inn for å utvikle og implementere tids- og kostnadsbesparende løsninger.

Virtual Design Construction (VDC), er blant arbeidsmetodene som har blitt introdusert som en løsning for å i hovedsak forenkle prosjekterings- og gjennomføringsfasen, og metoden skal resultere i tids- og kostnadsbesparelser. VDC inkluderer hele arbeidsprosessen, fra start til slutt i byggeprosjektet. BIM kan ses på som et hjelpemiddel innenfor VDC (Hermansen, 2011).

Bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har de siste årene sakte, men sikkert, blitt en viktig del av hverdagen for mange aktører i byggebransjen. Flere aktører sier nå at de ikke går inn i et prosjekt uten å ha en bygningsinformasjonsmodell å forholde seg til (V-1, 2016). Videre driver byggenæringen, i likhet med andre næringer, butikk og er derfor genuint opptatt av å spare tid og penger. BIM viser seg å ha en stor innvirkning på sluttresultatet til et prosjekt i form av kostnader, tid, kommunikasjon og generell kvalitet på prosjektresultatet og har med dette en stor virkning på bransjen (Bryde et al., 2013). Selv om BIM kan sies å opptre i større og større grad i næringen, er man fortsatt på et stadium hvor man ikke vet hvor bruken av BIM kommer til å ende opp i fremtiden. Det eksisterer ingen beste praksis eller optimale arbeidsmetoder, noe som behøver kartlegging og forskning i tiden som kommer slik at bransjen kan ha et rammeverk å forholde seg til (Wong et al., 2010). For å inkludere alle aktørene i bransjen og skape en generell BIM-kompetanse er det viktig å få på

plass et standardisert rammeverk, som kan bidra til at koordineringen mellom aktørene blir enklere og arbeidsoppgavene blir klarere blant deltakerne i et prosjekt (Bråthen, 2015).

Litteraturen som omhandler implementering av BIM diskuterer ulike utfordringer som finnes i bransjen. Grilo og Jardim-Goncalves (2010) tar opp de tekniske utfordringene som at programvarer og systemer ikke er tilstrekkelig kompatible med hverandre. Videre blir det poengtert at kommunikasjon og koordinering mellom aktørene i bransjen er en utfordring ved bruk av BIM (Bygg 21, 2014; Bråthen, 2015). Elmualim og Gilder (2013) mener at industrien preges av negative relasjoner og manglende tillit, og at samarbeid og innovative løsninger kan være behjelpelig med dette. Ved bruk av kontinuerlige møter og BIM-rom i prosjekteringsfasen kan utfordringene rundt kommunikasjon og koordinering lette mellom aktørene i et prosjekt (Merschbrock og Munkvold, 2015).

Med andre ord er implementering av BIM fortsatt et problemområde i byggebransjen. På bakgrunn av implementeringsproblemer og det mye omtalte samarbeidet i byggenæringen, har denne oppgaven oppstått. Oppgaven tar for seg to prosjekter hvor den norske entreprenøren Veidekke opererer som totalentreprenør. Begge prosjektene er lokalisert i Trondheim, og benytter seg i ulik grad av BIM. Hva det innebærer vil bli nærmere gjennomgått senere i oppgaven. Veidekke har sitt eget konsept kalt Involverende Planlegging (IP), som er en arbeidsmetodikk som går ut på å involvere aktørene på et tidlig stadium, for å bedre planlegging og fremdrift av prosjektet. Metodikken er basert på VDC, og kan ifølge Veidekke redusere tapt tid på byggeplass og dermed skape bedre flyt i produksjonen. Veidekke har også en egenutviklet BIM-manual hvor formålet er å kommunisere erfaringer og metoder for samhandling ved bruk av BIM i prosjekter.

Veidekke er en av Skandinavias største entreprenører og kan ses på som et foregangsfirmas i bruk av BIM og fremtidsrettet arbeid. Til tross for dette er det fortsatt uklart om implementering og bruk av BIM i ulikt omfang er hensiktsmessig i ulike prosjekter, og hvordan nivået av BIM påvirker interaksjonene mellom aktørene i et prosjekt. Hva som menes med nivå av BIM vil bli forsøkt definert i denne oppgaven, ettersom det ikke finnes noen felles inndeling av BIM-nivåer.

1.1 Problemstilling

På bakgrunn av denne informasjonen vil denne studien ta for seg følgende problemstilling;

Hvilke implikasjoner har nivået av BIM på interaksjonen mellom aktørene i byggeprosjekter?

I tillegg vil følgende forskningsspørsmål bli forsøkt besvart;

Er det slik at noen prosjekter er bedre tjent med mer bruk av BIM enn andre?

Målet med denne studien er å finne sammenhengen mellom bruk av BIM og interaksjoner mellom aktører. Videre er det altså ønskelig å finne ut om det hensiktsmessig for noen prosjekter å benytte seg mer av BIM enn andre. Oppgaven starter med en bakgrunn for studie, før litteraturstudie blir presentert. Dette litteraturstudie avsluttes med et rammeverk som er ment å vise sammenhengen mellom nivå av BIM og interaksjoner. Videre følger et metodekapittel, som beskriver den metodiske tilnærmingen til denne oppgaven og hvordan informasjonen ble innhentet og bearbeidet. Etter metoden blir resultatene fra de to prosjektene presentert, før de videre blir analysert og til slutt resulterer i et endelig rammeverk som viser sammenhengen mellom nivå av BIM og interaksjon.

2 Bakgrunn

Dette kapittelet inneholder en del bakgrunnsinformasjon som er nyttig å ta med seg videre for å skape en generell forståelse om viktige temaer som oppgaven bygger på. Kapittelet innledes med generell informasjon om byggebransjen i form av hvordan et prosjekt er bygget opp, hvilke aktører som finnes i bransjen, samt entreprisformer som har innvirkning på koordineringen av aktører og arbeidsoppgaver. Videre er konseptene BIM og VDC presentert overordnet og deretter hvordan de fungerer i Veidekkets organisasjon. Avslutningsvis i dette kapittelet blir de to prosjektene introdusert.

2.1 Byggebransjen

2.1.1 Hva er et prosjekt?

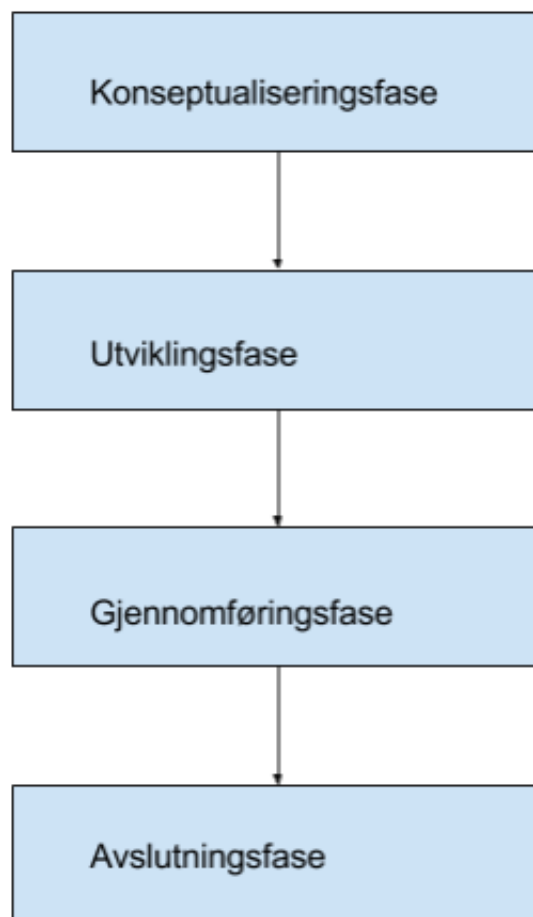
Eikeland (1998) skriver i sin avhandling at det ikke finnes noen optimal måte å organisere en byggeprosess på. Firmaer har ofte individuelle klassifiseringer og inndelinger, men generelt kan prosjekter deles inn i disse fire hovedfasene; konseptualisering, planlegging, gjennomføring og avslutning (Packendorff 1993; Eikeland, 1998).

Konseptualiseringsfasen starter gjerne hos byggherren når det oppstår et behov, og et prosjekt kan gi et resultat som kan tilfredstille dette behovet. Etter hvert som aktører innblandes i denne fasen er det en rekke spørsmål man må ha svar på for å kunne utføre prosjektet. For det første er det viktig å identifisere prosjektets målgruppe. Hvorfor utføre dette prosjektet? Hvem er våre interessenter? Jo mer man finner ut av tidlig i prosessen, desto mer øker sjansen for et vellykket prosjekt. Eikeland (1998) forklarer videre at denne fasen både kan være den viktigste og den vanskeligste fasen, fordi alle vurderinger og analyser som gjøres i denne fasen vil ha innvirkning på prosjektet i sin helhet, både i form av utførelse og resultat.

I planleggingsfasen settes rammene for prosjektet, noe som inkluderer både budsjett- og tidsrammer. I denne fasen definerer man de fysiske løsningene til prosjektet. Alt som må være

på plass før første spadetak i et byggeprosjekt gjøres i denne fasen (Eikeland,1998). Statsbygg kaller denne fasen forprosjektfasen, og definerer at denne avsluttes ved at prosjektet godkjennes av oppdragsgiver og leiekontrakt inngås (Statsbygg, 2016). Det blir utført driftsmøter under forprosjektfasen, og videre i gjennomføringsfasen og blir brukt for å samle alle aktørene under et prosjekt.

Gjennomføringsfasen er lineær og målstyrt, i motsetning til konseptualiseringsfasen som kan være ustrukturert og turbulent (Packendorff 1993; Eikeland, 1998). I gjennomføringsfasen utføres det fysiske arbeidet som resulterer i ønsket resultat, før avslutningsfasen begynner hvor prosjektorganisasjonen demobiliseres. Om prosjektet er et byggeprosjekt vil driftsfasen begynne for byggherren. Om det i avslutningsfasen finnes uløste tvister mellom aktører er det ikke uvanlig at avslutningsfasen strekker seg langt inn i driftsfasen.



Figur 1: Prosjektfaser (Eikeland, 1998).

2.1.2 Aktører i byggebransjen

Eikeland (1998) definerer aktører som personer, grupper eller virksomheter som tildeles roller eller oppgaver, og som er bærere av egne interesser, verdier, kompetanse og ressurser. Videre forklarer Eikeland (1998) at man gjennom kontraktsbestemmelser ønsker å koble de ulike aktørenes interesser slik at man sammen kan oppnå et best mulig resultat for oppdragsgiver. I praksis kan dette være en vanskelig prosess ettersom aktørenes egeninteresser ikke nødvendigvis stemmer overens med oppdragsgivers interesser. Det er vanlig å skille mellom interne aktører, som omhandler de aktørene som fysisk jobber med prosjektet, og eksterne aktører, som kan omhandle alt fra offentlige myndigheter til andre interessenter (March, 1994; Eikeland, 1998).

Byggherre er et begrep som tradisjonelt sett brukes om oppdragsgiver som eier og finansierer prosjektet (Eikeland, 1998). Ifølge arbeidsmiljøloven er en byggherre “enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid” (Byggherreforskriften, 2009, § 4). Videre følger det av arbeidsmiljøloven at en byggherre “skal sørge for at det utarbeides dokumentasjon for bygningen eller anlegget om de forhold som kan ha betydning for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved fremtidige arbeider. Dokumentasjonen skal beskrive bygget eller anleggets konstruksjon og utforming, samt de byggeprodukter som er brukt. Beskrivelsen skal være i det omfang som er nødvendig for å ivareta sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved drift, vedlikehold, endring og riving” (Byggherreforskriften, 2009, § 12). Denne forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsdokumentasjonen er viktig for byggherren som skal drifte bygget hele dets levetid.

Prosjekterende er en fellesbetegnelse for arkitekter og ingeniører som utfører det prosjekterende arbeidet i et byggeprosjekt. De prosjekterende har to overordnede hovedmål; å legge til rette for et beslutningsgrunnlag for prosjekteier, og å danne grunnlag for den fysiske utførelsen av prosjektet. Prosjektering går dermed ut på å dokumentere resultatet av produksjonsprosessen. Ifølge Eikeland (1998) er det ikke uvanlig at prosjekterende part gir råd til byggherre, ettersom ikke alle byggherrer har like mye erfaring og kan dra fordel av å la seg påvirke av erfarne prosjekteringsparter. Eikeland (1998) og Hostick et al. (2003) peker på økonomi og vellykket

gjennomføring som de største motivatorene til de prosjekterende parter. Eikeland (1998) definerer en prosjekteringsleder som *“en rolle som omfatter ledelse og samordning av de ulike fagene som utfører prosjekteringsarbeidet, både med hensyn til prosjekteringsløsninger og når det gjelder fremdriften av prosjekteringsprosessen”*.

Som utførende entreprenør utfører man det fysiske arbeidet på byggeplassen, i tillegg til andre administrative oppgaver som er knyttet til utførelsen av arbeidet. Denne prosessen settes i gang etter at de prosjekterende har dokumentert og fremvist en beskrivelse av produktet som skal produseres (Eikeland, 1998). Den administrative rollen er ofte knyttet til eventuelle underentreprenører som er involvert i prosjektet. Hvor mye risiko entreprenøren påtar seg avhenger av entreprisformen. Jo større del av oppgjøret som er fast, desto større er risikoen for entreprenøren (Eikeland, 1998).

2.1.3 Entrepriseformer

Hvilken type entreprise et prosjekt benytter vil ha påvirkning på de ulike aktørenes arbeidsoppgaver og involvering. Undervisningsbygg (2007) skriver at i en hovedentreprise har byggherren separate kontrakter med både rådgivere og hovedentreprenør. Dette innebærer mindre risiko for byggherre ettersom hovedentreprenør vil ha ansvar for en rekke fag. Eventuelle resterende fag som ikke inngår i kontrakten med hovedentreprenør må tegnes separat mellom byggherre og det aktuelle faget. En ulempe for byggherren med en slik entreprise er at det er liten mulighet for dialog og evaluering av underentreprenører ettersom disse i hovedsak administreres av hovedentreprenør (Undervisningsbygg, 2007).

I en delt entreprise har byggherren separate kontrakter med rådgivere i tillegg til separate kontrakter med hvert fag. Fra byggherrens perspektiv vil det dermed være enklere å administrere kontraktene i en hovedentreprise enn i en delt entreprise. Fordelen med en delt entreprise er at byggherren oppnår tett dialog med alle involverte fag, og at konkurransen blir tettere mellom fagene. En delt entreprise kan være fordelaktig i situasjoner hvor byggherreorganisasjonen har betydelig kapasitet og prosjektlederkompetanse (Undervisningsbygg, 2007).

I en totalentreprise inngår byggherren en kontrakt med en totalentreprenør som i utgangspunktet omfatter prosjektering og alle fag, med mindre annet er angitt. Det vil si at totalentreprenøren har ansvar for prosjektering og bygging. En av de mest åpenbare fordelene for byggherre ved en slik entrepriseform er den forenklete byggeadministrasjonen. I tillegg overføres risikoen til totalentreprenøren. Dette krever gode kravspesifikasjoner fra byggherreorganisasjonen ettersom det er lite påvirkningsmuligheter etter kontraktsinngåelse. En totalentreprise vil dermed kunne være fordelaktig i prosjekter som lar seg godt beskrive hvor suksessen ligger i en god gjennomføringsfase (Undervisningsbygg, 2007).

Sampillsentreprise er en entrepriseform som baserer seg på tidlig involvering av alle sentrale aktører i et prosjekt. Tanken er at denne tidlige involveringen gir større muligheter for verdiskapende besparelser. Den vanligste modellen er samspill til totalentreprise som i realiteten fungerer på samme måte som en totalentreprise, men har en høyere grad av tidlig involvering fra sentrale aktører. Denne entrepriseformen er spesielt gunstig i situasjoner hvor det er et høyt krav til planlegging i prosjekteringen og presisjon i utførelsen av prosjektet (Undervisningsbygg, 2007).

2.2 BIM

BIM står for bygningsinformasjonsmodell eller bygningsinformasjonsmodellering. Disse modellene er ifølge Sebastian (2011) en digital representasjon av fysiske og funksjonelle egenskaper, og fungerer som en felles informasjonskilde som kan erstatte de tradisjonelle 2D-tegningene. Grilo og Jardim-Goncalves (2010) mener at 3D-modeller kan være med på å bedre informasjonsflyten og samarbeidet mellom byggeaktører, ettersom informasjonen i større grad blir samlet på en tilgjengelig plattform. Hjelseth (2010) mener man ikke bare skal se på BIM som en 3D-modell med informasjon, men at BIM er en informasjonsmodell med mulighet for 3D-visualisering.

BIM er en lovende teknologi for byggebransjen, mener Eastman (2011). Kumar (2015) påpeker at BIM har en bredere betydning enn bare modelleringen og at dette er viktig å notere seg når BIM blir omtalt. BIM inneholder mye informasjon og håndterer den generelle informasjonsflyten for hele livsløpet til en konstruksjon. Ifølge Bråthen (2015) er BIM et begrep som henviser til teknologi i form av en tredimensjonal modell som også omhandler prosessen i byggeindustrien.

Det viser seg at BIM har ulik betydning for forskjellige mennesker i forskjellige sammenhenger. Dette skaper en utfordring for bruk av begrepet BIM og hva det egentlig innebærer. Noe som viser viktigheten med å forstå hva BIM kan utføre og prege i et prosjekt. Derfor påpeker Demian og Walters (2013) videre at BIM er en omfattende samling av informasjon om design-, bygging- og driftsfasen til en konstruksjon, som blir presentert i en modell. Det er dette som gjør bygningsmodellen til en BIM-modell. Når objektorientering og symbols informasjon knyttet til geometri presenteres i et 3D-format, kalles bygningsmodellen en BIM-modell. Videre gir BIM deltakerne en felles plattform for samarbeid, samt deling av grafisk og ikke-grafisk informasjon under hele livsløpet (Shen et al., 2012; Elmualim og Gilder, 2013).

BIM gir forskjellig utbytte i forskjellige faser i et prosjekt. I planleggingsfasen gir BIM en 3D-visualisering, som gjør at aktørene kan vise frem hele bygningen mer intuitivt og med det oppnå et mer profesjonelt samarbeid. Modellen kan blant annet brukes til kollisjonstester, sammenligninger og analyser. Under selve byggingen kan det tas i bruk 4D, som inkluderer fremdrift i byggeprosessen. Ved bruk av fremdriftssimulering kan man lettere forutse utfordringer i byggeprosessen som kan ha en positiv innvirkning på pris og kvalitet. Under driftsfasen kan BIM brukes til eiendomsforvaltning og vedlikehold av utstyr (Ding og Xu, 2014). Bryde et al. (2012) støtter opp om at BIM kan brukes i alle faser i prosjektets livssyklus. For eksempel kan det brukes for å få eieren til å forstå prosjektets behov. Designteamet kan analysere, designe og utvikle prosjektet mer detaljert enn tidligere. Entreprenøren får administrert byggingen av prosjektet i tillegg til at det støtter anleggslederen under drift og avslutning (Grilo and Jardim-Goncalves, 2010; Eastman, 2011).

2.3 VDC

Virtual Design and Construction (VDC), er en metodikk som fokuserer på organisasjonsstruktur, ressurser rundt arbeidskraft og selve prosessen til et prosjekt (Stanford University, 2016). Det er også fokus på hvordan arbeidet skal gjennomføres for å optimalisere prosjektet og redusere tids- og kostnadsforbruket (Hermansen, 2011). VDC blir dermed ikke bare sett på som et verktøy, men også en arbeidsmetode som hjelper til med å implementere teknologi som BIM (Olsen, 2015).

For å utnytte VDC er BIM-modellen essensiell, da modellen er samarbeidsplattformen til VDC-arbeidet. BIM-modellen må derfor produseres med riktig informasjon, for at prosjektgruppen skal kunne bruke modellen til beslutningsprosess, koordinering og analyse av aktivitet i prosjektet (Olsen, 2015). Gustafsson et al. (2015) påpeker dette ved å vise til at VDC endrer måten informasjon kommuniseres og forflytter seg i prosjektet, i tillegg til at rollene og arbeidsmetoden til aktørene endres ved bruk av VDC.

Det finnes forskjellige måter og metoder å jobbe med VDC på, blant annet ICE og IPD som er to prosesser som foster og effektiviserer VDC (Kam et al., 2013). ICE står for Integrated Concurrent Engineering og er en prosess som blir brukt for å skape effektive møter. Hensikten med ICE-møter er å samle aktørene i prosjekteringsfasen for å fremme informasjonen rundt prosjektet. Det viser seg at samlokalisering av relevante aktører i samme rom skaper raskere avklaringer og beslutninger, som igjen skaper en mer effektiv beslutningsprosess. BIM blir brukt som et visualiseringsverktøy på disse møtene (Olsen, 2015).

IPD står for Integrated Project Delivery og handler om effektivt samarbeid mellom byggherre, arkitekt og entreprenør innad i et prosjekt. Samarbeidet gjennomføres fra et tidlig stadiet i prosjektet til det er ferdigstilt, samt at produseres en skriftlig kontrakt. I IPD er det fokus på å jobbe sammen for å skape det beste prosjektet og møte prosjektets krav, samtidig som det er fokus på tid og kostnader. Ved implementering av IPD er det byggherren som sitter igjen med de største fordelene, men det setter samtidig krav til at de deltar under hele prosjektet. Videre må byggherren sette tidlige krav og vite hva de ønsker ut av prosjektet for å få mest mulig ut

av prosessen (Eastman, 2011). IPD blir sett på som en optimal gjennomføringsmodell i BIM-prosjekter, der BIM blir brukt som et verktøy for å samarbeide innad i prosjektet (Eastman, 2011).

2.4 Veidekke og BIM/VDC

Veidekke ASA er en av Skandinavias største entreprenører og eiendomsutviklere, med omlag 7000 medarbeidere fordelt i tre land. Organisasjonen er delt inn i en entreprenør-, en industri- og en eiendomsvirksomhet (Veidekke 1, 2016). Veidekke fokuserer på å skape et verdiskapende samspill med alle interessenter i deres prosjekter (Veidekke 2, 2016). For å realisere dette har de prioritert involvering av aktører på et tidlig stadie i prosjekter. Ut i fra dette har de skapt en arbeidsmetodikk kalt Involverende Planlegging (IP) som baserer seg på Lean Construction og VDC. Lean Construction er en arbeidsprosess som har som mål å gjøre minst mulig for å fremme det best mulig resultat, med tanke på faktorer som tid, avfall, materialer (Shang og Low, 2014). IP har fokus på fremdriftsplanlegging og har som mål å redusere tapt tid å skape en bedre flyt i produksjonen. For å videreutvikle sine idèer, har Veidekke samarbeidet med Stanford University og sendt ansatte på opplæring i VDC (Veidekke 3, 2016).

For å implementere og gjennomføre IP i et prosjekt bør det legges planer i fellesskap med aktørene som skal utføre arbeidet. Dette kan gjøres ved å ha kontinuerlige møter gjennom hele prosjektet der de involverte tar med sitt arbeid og løser problemene i fellesskap. Det bør være fokus på å ta avklaringer og riktige beslutninger på stedet når alle beslutningstakerne er samlet i ett rom. Planleggingen kan med dette bli mer detaljert jo nærmere man kommer utførelsen. Planen som blir lagt burde bli opprettholdt og et løfte holdt for at planleggingsprosessen skal være effektiv igjennom hele prosjektets levetid. Det må være fokus på å koordinere klare arbeidsoppgaver mellom alle aktørene, samt at alle bør ha en viss innflytelse på hvordan deres arbeidsoppgaver skal gjennomføres. Hvis planlagte arbeidsoppgaver ikke blir gjennomført bør disse årsaken identifiseres raskest mulig, slik at hindringene kan elimineres og arbeidet kan fortsette. Under hele prosessen burde det bli gjennomført systematiske analyser av risiko for å fjerne potensielle farer (Veidekke4, 2014).

Involveringen av aktørene tidlig i prosjektet gjør at Veidekke kan fordele ansvaret til de forskjellige partene. Dette skaper økt engasjement og effektivitet, samt at kompetansen til alle aktørene i prosjektet blir utnyttet. Til sammen skal dette skape et bedre resultat (Veidekke4, 2016).

2.5 Prosjektene

Prosjektene som blir videre undersøkt i denne oppgaven er henholdsvis Moholt 50/50, heretter referert til som Moholt, og Otto Nielsens vei 12, heretter referert til som ONV12. Veidekke opererer som totalentreprenør i disse prosjektene, og det var gjennom samtaler med Veidekke at disse prosjektene ble fremstilt som passende for studie.

På Moholt bygges det studentboliger som etter planen skal stå ferdig i november 2016. Til sammen skal 632 hybelenheter bygges i massivtre, hvor trematerialene transporteres fra Østerrike. Massivtre er et noe uvanlig byggemateriale som kan hjelpe til med å redusere CO₂-fotavtrykket (Veidekke 5, 2016). Kostnaden er estimert til å være 450 MNOK og prosjektet har et samlet areal på 20 000m². I tillegg til studentboligene skal det bygges en barnehage og et bydelshus, som blant annet skal inneholde et bydelsbibliotek for Trondheim kommune. På Moholt blir det benyttet en samspillsentreprise som er gått over til en totalentreprise med Veidekke som totalentreprenør.



Figur 2: Illustrasjon Moholt (Veidekke 7, 2016).

På ONV12 bygges det et næringsbygg på 7000m² BRA. Prosjektet utføres som en totalentreprise med Veidekke som hovedentreprenør, og er det første BREEAM- Excellent prosjektet i Trondheim. BREEAM er et verktøy som vurderer bærekraftigheten til et prosjekt der det er fokus på miljøperspektiv fra start til overlevering. Det finnes totalt seks klassifiseringer av BREEAM, og Excellent er den nest beste klassifiseringen (Building Research Establishment, 2016). Øvrige næringsbygg på tomten skal være i drift under byggeperioden (Veidekke 6, 2016). Estimert kostnad er 162 MNOK og er i så måte et vesentlig mindre prosjekt enn Moholt.



Figur 3: Illustrasjon ONV12 (Veidekke 7, 2016).

I innledende samtaler med Veidekke ble disse to prosjektene vurdert som passende for studiet, ettersom de på noen områder er relativt forskjellige prosjekter. På den måten kan eventuelle likheter i resultat være med på å gjøre studiet gjeldende for andre byggeprosjekter som benytter seg av BIM i ulik grad og av ulike grunner. Veidekke kunne også informere om at BIM ble brukt i forskjellig grad på de to prosjektene, noe som gjorde prosjektene passende i forhold til oppgavens problemstilling.

3 Litteraturstudie

I denne seksjonen blir det lagt frem litteratur som baserer seg på faglige artikler og andre masteroppgaver. Innovasjonslitteraturen blir presentert for å fremme hindringer og pådrivere for innovasjon, samt hvordan dette påvirker samarbeidet og kommunikasjonen i byggebransjen. Interaksjonen mellom aktørene i bransjen blir sett på som utfordrende og kan påvirker kommunikasjon, arbeidsprosess, informasjonsflyt og kvalitet i et prosjekt. Derfor blir det videre fokusert på bruken og mulighetene BIM gir til byggebransjen. Ved implementering av BIM viser det seg at arbeidsprosessen i et prosjekt må vurderes, samt at det krever en viss kompetanse for at det kan bli implementert. Til slutt blir det utarbeidet et rammeverk som baserer seg på teorien. Dette tar for seg sammenhengen mellom nivået av BIM, grad av informasjon i modell og interaksjon mellom aktører i et prosjekt under prosjekteringsfasen.

3.1 Byggebransjen

3.1.1 Innovasjon i byggebransjen

Litteraturen som omhandler innovasjon i byggebransjen er samstemte om at byggebransjen ikke evner å fornye seg på lik linje med andre næringer (Håkansson og Ingemansson, 2012). Ulike hindre som blir tatt opp i litteraturen omhandler den prosjektbaserte måten å jobbe på, mangel på forskning og utvikling, konkurranse og mangel på samspill.

Det er hevet over enhver tvil at byggebransjen er en prosjektbasert bransje, hvor hvert prosjekt ofte består av nye konstellasjoner med liten form for tilknytning eller samarbeid med andre eller tidligere prosjekter (Lindegaard og Nilsen, 2015). Kumar (2015) mener også at det er kortsiktige relasjoner mellom aktører i et prosjekt. Dette fordi bransjen har mangel på tilstrekkelig engasjement for å danne den gode kommunikasjonen som behøves. Å ta vare på tidligere relasjoner samtidig som man danner nye, blir dermed en utfordring. Videre gjør dette at mye kunnskap går tapt etter avslutningen av hvert prosjekt, i tillegg til at innovative løsninger som kan ha blitt benyttet i prosjektet forsvinner uten noen form for implementering eller

gjenbruk (Lindegaard og Nilsen, 2015). Dubois og Gadde 2 (2000;2002) hevder at denne kortsiktige måten å jobbe på ikke tilrettelegger for innovasjon (Dubois og Gadde, 2000; Dubois og Gadde 2, 2002). Antall bedrifter i industrien skaper også en usikkerhet for innovasjon (Blayse og Manley, 2004). Felles for alle byggeprosjekter er at flere enn én aktør er involvert, uavhengig av størrelsen på prosjektet. Selv i mindre prosjekter er man avhengig av leverandører, konsulenter eller annen type arbeidskraft (Lindegaard og Nilsen, 2015).

En annen problematikk som pekes på er lite engasjement i forsknings- og utviklingsaktiviteter. Blayse og Manley (2004) mener at de fleste firmaer i byggeindustrien hverken har midler eller incentiver til å opprettholde et omfattende forsknings- og utviklingsprogram. Dette viser viktigheten av rutiner som gjør bedriften kapabel til å innføre innovative løsninger som ikke nødvendigvis kommer fra egne avdelinger. Bygballe og Goldeng (2012) sier i likhet med Blayse og Manley at det bevilges lite penger til forskning i byggebransjen, og setter dette i direkte sammenheng med innovasjon, ved å si at lite ressurser til forskning er en indikator på at byggenæringen er konservativ og lite innovativ (Seaden og Manseau 2000; Bygballe og Goldeng, 2012).

Håkansson og Ingemansson (2012) skriver om hvordan konkurransen i byggebransjen hindrer innovasjon. Dette blir begrunnet med at det i så stor grad konkurreres om pris, som viser seg å ikke være gunstig for nyskapende tenkning. Resultatene til Håkansson og Ingemansson (2012) viser at det kreves samhandling og læring mellom bedrifter for å oppnå fornyelse.

Blayse og Manley (2004) sier at mangelen på samarbeid og samspill i bransjen er en viktig medvirkende effekt for det lave nivået av innovasjon. Bygballe og Ingemansson (2014) poengterer at samspill bidrar til læring og utvikling av nye løsninger i tillegg til at det øker sannsynligheten for innovasjon. Videre blir det poengtert at innovasjon sjeldent forekommer på et individuelt plan, det er ofte et resultat av et samarbeid og samspill mellom flere aktører (Håkansson, 1987; Bygballe og Ingemansson, 2014). Dette samsvarer med hva Bygballe og Goldeng (2012) påpeker, nemlig at det er nødvendig med et mer helhetlig perspektiv for å oppnå innovasjon.

For at det i et samarbeid skal deles informasjon til fellesskapet, må det interne miljøet være bygget på tillit, åpenhet og ærlighet (Van Gassel et al., 2014; Mignone et al., 2016). Blayse og Manley (2004) argumenterer for at gode relasjoner mellom bedrifter er avgjørende for innovasjon, da det bidrar til utveksling av kunnskap, både på et personlig nivå og på firmanivå. Denne utvekslingen kan inkludere både prosess- og produktrelatert kunnskap. Hartmann (2006) sier seg enig i at innovasjon skapes ved et tett samarbeid mellom bedriftene. Videre påpeker han at hvis dette samarbeidet skal fungere er det nødvendig med personer med empati, forhandlingsferdigheter og selvtillit til å balansere kulturelle og strukturelle problemer. Dette fordi det skaper troverdighet og tillit overfor organisasjonene slik at det blir lettere å konfrontere og løse konflikter.

Tune (2015) trekker også frem samarbeid som et innovasjonsfremmende middel. Tune (2015) nevner samspillsentreprise i kombinasjon med den tidlige involveringen fra aktørene som et godt grunnlag for innovasjon. Ved å undersøke ulike entreprisereformer i norsk byggebransje, konkluderes det med at en samspillsentreprise gir en tettere kobling mellom aktørene, noe han mener gir gode muligheter for innovasjon.

Ifølge Bygballe et al. (2010) er et langsiktig forhold mellom partene viktig i et prosjekt for å skape innovasjon. Dubois og Gadde 2 (2002) argumenterte for en tettere kobling innad i prosjektet. Jo tettere aktørene er koblet sammen i prosjektet, desto større er sjansen for innovasjon i prosjektet. I tillegg blir det argumentert for at med tette koblinger mellom aktørene vil de i større grad lære seg å tilpasse seg hverandre, noe som kan gi en mer sømløs prosjekterings- og gjennomføringsfase. Holmen et al. (2005) skriver at teknologisk innovasjon forekommer hyppigst når flere firmaer samarbeider, og at innovasjon sjeldent er verket av bare en aktør (Ford et al., 1998; Holmen et al., 2005).

Innovasjonslitteraturen trekker også frem aktørene som mulige pådrivere. I nyere litteratur er produsenter og kunder trukket frem som de største pådriverne, mens eldre litteratur fokuserer på entreprenørens påvirkningskraft. Kulatunga et al. (2011) mener det er behov for at en av de større aktørene tar ansvar og går foran med et godt eksempel. Hvis de større offentlige aktørene, som har råd til å prøve og feile, baner vei for innovasjon, mener Kulatunga at de andre

automatisk vil følge etter. Når Kulatunga et al. (2011) snakker om kunder, menes det byggherren og den påvirkningskraften byggherreorganisasjonen har i et prosjekt. Videre påpekes det at det er behov for en “champion” i byggebransjen som fremmer innovasjon. Kunden blir sett på som en “champion” på grunn av at de har muligheten til å utnytte og koordinere innovasjonspotensialet i byggebransjen (Kulatunga et al., 2011).

Dette viser at innovasjon i byggebransjen er viktig å fremme, fordi det påvirker mange betydelige faktorer som er grunnleggende for å kunne se videre på utviklingen i bransjen. Den prosjektbaserte arbeidsmetoden skaper kortsiktige relasjoner mellom aktørene, noe som fører til at samarbeidet mangler engasjement og rutiner, i tillegg til at informasjonsdelingen og kommunikasjonen i prosjektene er utilstrekkelig. Derfor fokuseres det videre på å skape et godt samarbeid og mer langsiktige relasjoner, noe en samspillentreprise eller tidlig involvering av aktører kan være med på å påvirke.

3.1.2 Samspill og samarbeid i byggebransjen

Betegnelsen samspill blir brukt i mange sammenhenger. I byggeprosjekter handler samspill om å samarbeide, koordinere og tilpasse seg andre aktører slik at man sammen kan oppnå et best mulig resultat (Lindegaard og Nilsen, 2015). Ifølge Bråthen (2015) er det snakk om prosessen der ulike organisasjoner jobber sammen for å nå et felles mål, når samarbeid i byggebransjen blir omtalt. Mignone et al. (2016) refererer til samarbeid om prosessen som blir foretatt av enkeltpersoner for å dele kunnskap, kompetanse og ferdigheter.

Mangelen på et effektivt samarbeid kan føre til misforståelser, feiltolkninger av data og økt omgjøring av allerede gjennomført arbeid (Nikas et al., 2007; Mignone et al., 2016). Byggebransjen ses på som en delt bransje med mangel på effektivt samarbeid, samspill og kommunikasjon mellom de involverte aktørene (Egan, 1998; Latham, 1994; Barret, 2008; Elmualim og Gilder, 2013). Dette skaper problemer ettersom alle byggeprosjekter har planlagte tids- og ressursrammer. Videre ligger utfordringene i hvordan de forskjellige aktørene i et

prosjekt skal samarbeide på best mulig måte. Derfor er det en naturlig følge at et prosjekt krever samspill og samarbeid for å innfri de gitte rammene, og for å øke interaksjonen mellom aktørene (Marshall-Ponting, 2005; Linderoth, 2010). Dette fører til at det må skapes et større fokus rundt samarbeid og samspill på tvers av ulike selskaper og mellom forskjellige disipliner i industrien.

Dubois og Gadde 2 (2002) skriver om hvordan byggebransjen består av både løse og tette koblinger. Individuelle prosjekter er karakterisert ved tette koblinger, mens koblingene er adskillig løsere på et høyere og mer langsiktig nivå. Dubois og Gadde 2 (2002) konkluderte med at disse løse koblingene favoriserer kortsiktig produktivitet. Videre påpeker de at langtidsforhold og tilpasninger som strekker seg lenger enn ett prosjekt, er en nødvendig forutsetning for å fostre læring og innovasjon. Dorèe og Holmen (2004) poengterte at den viktigste koblingen er den som fostrer læring mellom prosjekter, og at koblingen mellom firmaer, altså samspillet, bør være tett.

Samspill og samarbeid er derfor viktige faktorer i byggebransjen for å unngå misforståelser og feiltolkninger mellom aktørene. Det må koordineres et felles mål og settes rammer mellom aktørene i et prosjekt, for å øke interaksjonene mellom deltakerne.

3.1.3 Informasjonsflyt i byggebransjen

Et prosjekt i dagens industri omhandler store tidsperspektiver, hvor mange deltakere er involvert. Dette fører til at store mengder med informasjon deles og mottas (Ding og Xu, 2014). Det er derfor viktig å ha effektive systemer som følger standarder, protokoller, prosesser og teknologi. Målet i et prosjekt er alltid å få rett informasjon, i rett format, til rett tid. Dette for å støtte beslutningsprosessen (Chen et al. 2015). Ifølge Hjelseth (2010) er det viktig å kunne ha muligheten til å skille mellom relevant og urelevant informasjon for å skape en effektiv informasjonsdeling i et prosjekt. Uten et system som opprettholder og strukturerer informasjonsflyten vil det ikke være mulig å utveksle slike mengder informasjon på en sømløs måte. Hvis informasjonen ikke forvaltes effektivt kan konsekvensene være tap i form av tid og

kostnader. Alle prosjekter jobber derfor mot effektiv forvaltning av informasjon (Kumar, 2015). Šuman og El-Masr (2013) hevder at relasjonene mellom aktørene i et prosjekt er hemmet og at dette skaper utfordringer med kommunikasjonen mellom aktørene i bransjen.

Ifølge Ding og Xu (2014) fungerer ikke de tradisjonelle arbeidsmetodene for informasjonsflyt i dagens moderne prosjekter. Kumar (2015) mener at utfordringene rundt informasjonsflyt i byggebransjen faller ned på at det finnes små bedrifter som ikke har det rette utstyret for å bidra i den sømløse informasjonsdelingen med andre aktører i prosjektet. Det eksisterer ikke en aktør i bransjen som er sterk nok til å heve bransjestandarden for informasjonsdeling alene. Det finnes heller ikke en felles standard for informasjonsdeling som dekker alle aspekter til alle deltakerne i industrien. Den prosjektbaserte prosessen med forskjellige aktører skaper kompleksitet, noe som til sammen fører til mangel på en sømløs koordinering og samarbeid.

Demian og Walters (2013) mener at informasjonshåndteringen i byggebransjen ennå ikke er blitt realisert fullt ut. Selv om det er vanskelig å sammenligne forskjellige industrier, tyder funn på at byggebransjen har et stort forbedringspotensial når det kommer til informasjonshåndtering og nivået av samarbeid i bransjen.

For å forvalte informasjonen i byggebransjen på riktig sted, til rett tid og til rett person, må tilstrekkelig interaksjon mellom aktører, teknologi og prosesser være til stede innad i et prosjekt. Dette er igjen viktig for å styrke beslutningsprosesser i prosjektet og er videre med på å påvirke prosjektets målsetninger.

3.2 BIM i byggebransjen

Bryde et al. (2013) gjennomførte et studie der de implementerte BIM i forskjellige prosjekter. Det viste seg at BIM hadde en stor innvirkning på prosjektet i form av kostnad, tid, kommunikasjon og generell kvalitet på prosjektet. Ved bruk av BIM i tidlig fase skapes det raskere og enklere visualisering, grunnlaget for beslutningsprosessen forbedres, endringer blir oppdatert raskere og mer nøyaktig, kommunikasjonen mellom aktører i prosjektet øker, samt at troen på å fullføre prosjektet innenfor kostnad- og tidsrammene er større (Manning og Messner, 2008; Linderoth, 2010). Videre argumenteres det for at BIM er med på å fremme kvaliteten på selve designet ved at mindre feil oppstår på byggetegninger, noe som fører til bedre arbeidsproduktivitet i prosjektet (Kaner et al., 2008; Linderoth, 2010). Barlish og Sullivan (2012) diskuterer at suksessen til BIM i et prosjekt avhenger av mange faktorer. Blant annet nevnes størrelsen på prosjektet, kommunikasjonen mellom prosjektteamet, BIM-ferdighetene til deltakerne samt faktorer som omhandler organisasjonsstrategi.

Det kan diskuteres hvem som sitter igjen med fordelene ved bruk av BIM i et prosjekt. Ifølge Linderoth (2010) sitter alle aktørene igjen med fordeler ved bruk av BIM, men det er byggherren som sitter igjen med de største fordelene. Dette kommer av at det er byggherren som sitter på de overordnede bestemmelsene når det gjelder bruk av BIM i et prosjekt, noe som gir muligheter for videre utvikling (Olofsson et al., 2008; Linderoth, 2010). Dersom byggherren ser fordelene og potensialet ved bruk av BIM i prosjekter, begynner de å sette krav til at BIM må implementeres. Ifølge Linderoth (2010) vil da spørsmålet om BIM skal implementeres eller ikke, forsvinne fra bransjen.

Det spekuleres i hvor BIM-teknologien vil ende i fremtiden. Bryde et al. (2013) tror det vil ende opp i en virtuell prosjektering der hele prosjektet blir simulert ned til den minste detalj før det blir gjennomført i byggefasen (Froese, 2010; Bryde et al., 2013). Det er også diskutert at fokuset i bransjen må endres for å få utnyttet BIM til det fulle. Fokuset må endres fra mål om økonomisk gevinst innad i en bedrift til å se på de økonomiske fordelene for hele prosjektet. Dette kan optimalisere BIM i hele industrien (Dehlin og Olofsson, 2008; Linderoth, 2010).

Til sammen viser dette at BIM påvirker mange aspekter innad i et prosjekt og kan ha en stor innvirkning på sluttresultatet. BIM bidrar til at kommunikasjonen mellom aktørene øker ved hjelp av enklere visualisering og forståelse av utfordringene. BIM har også innvirkning på tid, kostnad og kvalitet i prosjektet. Dette er tre viktige faktorer som er et hovedfokus hos alle aktører i et prosjekt.

3.3 Implementering av BIM i byggebransjen

Byggebransjen blir sett på som en kompleks industri som er vanskelig å håndtere til enhver tid. Industrien har derfor satt i gang forskjellige løsninger på problemet, hvorav en av de lovende og mest omdiskuterte løsningene er BIM (Bryde et al., 2013).

Ifølge Wong et al. (2010) må privat og offentlig sektor jobbe sammen for å oppnå en effektiv og god implementering av BIM. Det påpekes at det må skapes et miljø for gjennomføring av BIM i industrien. Dette miljøet må skape et felles rammeverk for å definere rollene til de største aktørene i bransjen, samt skape en politikk for BIM-implementeringen. BIM-politikken skal da inkludere trinn som organisering og implementering av BIM, utvikling av effektive informasjonssystemer, retningslinjer for modellering, BIM-standarder og beste praksis. Eventuelle tiltak kan da være i form av pilotprosjekter, kampanjer, møter og presentasjon av BIM-tiltakene som skal foretas i landet. Ifølge Demian og Walters (2013) må det skapes gode BIM-standarder, som er spesialisert på byggingen og arbeidsmetoder, for å få en god implementering av BIM i bransjen. Ifølge Gu og London (2010) er implementeringen av BIM veldig varierende fra aktør til aktør. Dette kan ikke bare skyldes de teknologiske aspektene, da det blir diskutert at det finnes flere faktorer som har en innvirkning på implementeringen. Arbeidsprosesser, organisasjonstruktur, interessen til bedriften, opplæring og informasjon om BIM blir nevnt som slike faktorer.

Når BIM blir implementert i en bedrift er det ikke bare en programvare som blir introdusert og brukt, det viser seg at arbeidsprosessen endres i hele organisasjonen. BIM introduserer et felles miljø for all informasjon som blant annet bygningsdeler og aktiviteter (Merschbrock og

Munkvold, 2015). Bråthen (2015) sier seg enig at det ikke kun er filformater som må stemme overens på tvers av disiplinene for en effektiv implementering av BIM. Man trenger en strategi som omhandler bruk av BIM innad i firmaet, men også en strategi om hvordan man jobber med BIM opp mot andre disipliner som er involvert i prosjektet. Hvordan de forskjellige aktørene jobber med BIM vil ha en innvirkning på både gjennomføring og resultat, og det kreves kontinuitet og forutsigbarhet hos alle som bruker modellen. Merschbrock og Munkvold (2015) diskuterer også dette og mener at for å oppnå en vellykket implementering av BIM må det planlegges og innføres rammeverk. Samtidig må det tidlig skapes en effektiv dialog mellom aktørene, der eierens interesser må inkluderes. Bryde et al. (2013) påpeker også at det kreves tidligere involvering av de forskjellige aktørene i et prosjekt der det skal brukes BIM.

For å kunne utnytte alle godene BIM gir må det implementeres riktig i bransjen og innad i prosjektene. Det er fokus på å skape felles standarder, gode miljøer og rammeverk for å definere og koordinere alles roller i prosjektet. For å oppnå dette må hele bransjen samarbeide og kommunisere, samt dele kunnskap og informasjon.

3.4 utfordringer med BIM

For å lykkes i BIM-prosjekter må det være en viss bevissthet hos brukerne når det kommer til utfordringene som kan oppstå ved implementeringen av BIM (Bryde et al., 2013). For at en organisasjon eller et prosjekt skal implementere BIM må det først og fremst komme frem hvorfor og hvilke fordeler det kan gi. Et studie Elmualim og Gilder (2013) har gjennomført viser at det er mange som gir uttrykk for at det må være en viss forståelse for hva BIM er før det blir implementert. Det er derfor spørsmål om BIM er tilstrekkelig anerkjent i bransjen. Er det nok bevissthet rundt verdien, potensialet og hva BIM kan gi? Videre legges det frem at det generelt må være fokus på menneskene som blir påvirket av endringen. De påpeker blant annet viktigheten av opplæring av arbeiderne angående de nye løsningene, samtidig som det må skapes et miljø som er åpent for nytenkning og endringer. Gu og London (2010) støtter opp med at det må være fokus på opplæring om BIM for at det skal bli implementert. Det nevnes også at det er forskjellige forventninger til BIM innad i bransjen og mellom disiplinene. Forventningene til BIM bør være like for at BIM implementeringen skal være vellykket.

Implementering av software og hardware blir omtalt som en av utfordringene med BIM. Fra tidligere case-studier viser det seg at det lønner seg i det lange løp å implementere BIM, til tross for utfordringene. Dette fordi de positive effektene av BIM i form av blant annet tidsbesparelse, overkommer de negative sidene som de kostnadene en organisasjon må bruke for opplæring, oppdatering av det tekniske utstyret og nye programvarer. Dette er kostnader som reduseres eller elimineres ved å implementere BIM fra begynnelsen av et prosjekt, noe som dermed viser at de positive effektene til slutt veier mer enn de negative. Det samme konseptet viser seg å gjelde når teorien nevner negative sider knyttet til tiden som blir brukt på å modellere. Den ekstra tiden som blir brukt på modellering veies opp med at modellen kan brukes i videre arbeid i prosjektet, noe som anses som en fordel (Bryde et al., 2013).

Videre er det diskutert utfordringer rundt en felles IT-plattform. Dette er en utfordring som er vanskelig å løse, men utrolig viktig for å få den informasjonsflyten som er ønsket i prosjektet (Bryde et al., 2013). Ifølge Grilo og Jardim-Goncalves (2010) er det et problem i industrien at mange programvarer og systemer ikke er kompatible. Ifølge Bråthen (2015) er prosjekter avhengig av tekniske løsninger, og derfor er det viktig at teknologien kan samarbeide. Merschbrock og Munkvold (2015) diskuterer også utfordringene rundt informasjonsflyten, og påpeker videre at det er spesielt viktig å utvikle en felles IT-plattform når prosjektet utvider seg i et større geografisk område. Disse utfordringene er viktige å anerkjenne fordi det faller tilbake på at det er mange forskjellige aktører i et prosjekt, der alle har egne metoder og arbeidsrutiner for å løse problemer. I tillegg ønsker hver enkelt aktør å beskytte sin informasjon, og holder tilbake sensitiv informasjon hvis det er mulig (Bryde et al., 2013).

Fordi industrien preges av negative relasjoner og manglende tillit, er det viktig å fokusere på samarbeid og innovative løsninger (Elmualim, 2010; Elmualim og Gilder, 2013). Oh et al. (2015) støtter opp om dette, og viser til at BIM ble innført for å løse ulike problemer under prosjektering og byggefasen. Dette fungerer ikke optimalt på grunn av problemer rundt forskjellige aktører, arbeidsprosesser og programvarer. Videre later det til å være konsensus blant deltakere og forskere at problemer tilknyttet implementering og bruk av BIM skyldes dårlig kommunikasjon og organisering innad i prosjektet, og at dette må styrkes for å oppnå en effektiv implementering (Bygg 21, 2014; Bråthen, 2015).

Succar et al. (2012) påpeker at det skapes en utfordring når alle aktørene i et prosjekt har forskjellige kunnskaper om BIM, noe som kan føre til vanskeligheter for samarbeidet om implementering av BIM-nivået i et prosjekt. Nivået av BIM i et prosjekt baserer seg på hvor utbredt bruken av BIM er (Underwood og Isikdag, 2010). Videre vises det at utfordringene mellom aktørene i et prosjekt ligger rundt selve delingen av BIM-informasjon. Informasjon som forsvinner eller systemer som ikke snakker sammen, gjør at informasjonen som har blitt produsert, ikke blir delt eller brukt (Bråthen, 2015). Ifølge Gu og London (2010) skaper dette problemer rundt tilliten til en 3D-modell. Oh (2015) sier seg enig i dette og trekker også frem at problemer innenfor kommunikasjon resulterer i et ineffektivt arbeid. Samtidig blir det tatt opp at det er ikke nok standardisering av BIM, og at dette skaper et problem for den sømløse prosessen mellom aktørene i et prosjekt, med tanke på det teknologiske aspektet (Bråthen, 2015).

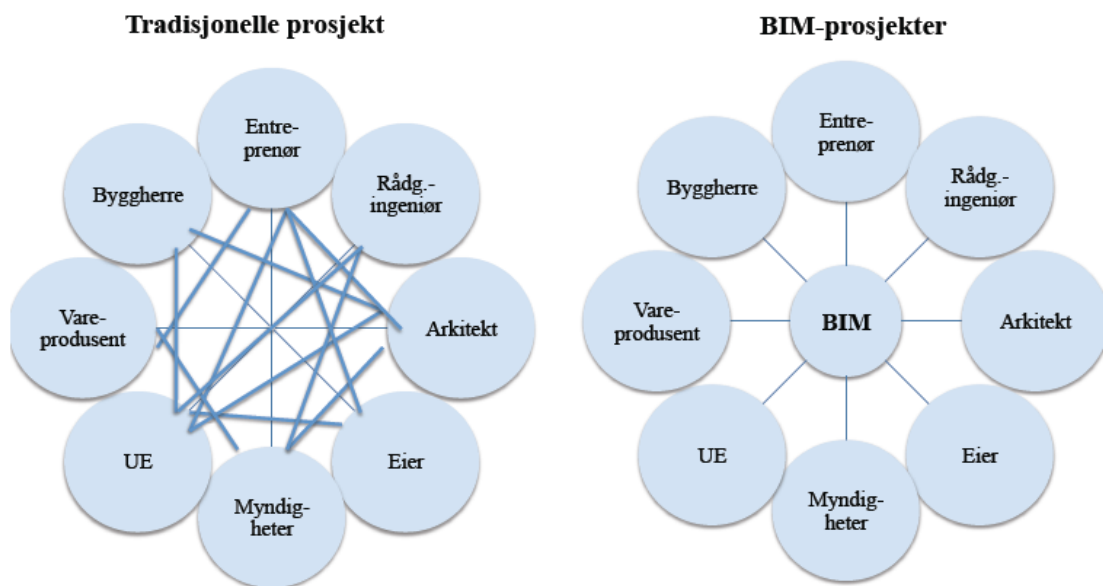
Linderoth (2010) fremmer utfordringene rundt arbeidsprosessen av produksjon og bruk av BIM-modellen. Når en BIM-modell er under produksjon jobber flere aktører i samme modell samtidig, hvor informasjon blir lastet opp kontinuerlig. Under denne fasen blir modellen så lastet opp og brukt til videre planlegging. Modellen er da ikke ferdigstilt, og feil informasjon kan bli brukt til videre beslutninger, noe som kan skape flere problemer. Denne utfordringen faller tilbake på arbeidsprosessen ved bruk av BIM, og at det må lages felles strategier og prosesser for å skape en effektiv prosess som reduserer langsiktige feil i prosjektet.

Totalt sett fremmes det mange utfordringer som alle aktørene i bransjen må ta stilling til for å skape en god koordinering og implementering av BIM. For det første er det viktig å skape rammer og standarder rundt teknologien, slik at prosjektet får et sømløst og fungerende system for informasjonsdeling mellom aktørene. Videre er variasjon i kunnskap blant de ulike aktørene og deltakerne en årsak til mangel på opplæring, noe som fører til at forventningene til BIM er varierende. Koordineringen av arbeidsprosessen er også en utfordring, noe som påvirker samarbeidet og interaksjonene mellom aktørene, og som kan svekke tilliten til arbeidet som blir utført ved hjelp av BIM.

3.5 Endringer ved implementering av BIM

Gu og London (2010) fremmer strukturen rundt arbeidet med BIM i et prosjekt. Det må være fokus på hvor man skal starte, hvilke verktøy som er tilgjengelige og hvordan aktørene skal jobbe sammen for å møte utfordringene ved implementeringen av BIM. Bosch-Sijtsema (2013) diskuterer også endringene som skjer ved implementeringen av BIM, der det påpekes at arbeidsmetoden til deltakerne i prosjektet endres, i den grad at rutiner og tilegning av informasjon blir håndtert på en annen måte enn før. Dette påvirker videre prosessen rundt beslutninger og ansvar under prosjektet.

Olsen (2015) diskuterer også arbeidsmetoden som endres ved bruk av BIM og legger frem en modell. Modellen presenterer arbeidsmetoden og kommunikasjonen mellom aktørene i et tradisjonelt prosjekt og i et prosjekt hvor det blir brukt BIM. Ved bruk av BIM skapes det et felles referansepunkt hvor informasjon om prosjektet er tilgjengelig til enhver tid. Dette skaper en enklere koordinering blant deltakerne i prosjektet. Videre skapes det også en bedre utnyttelse av informasjonen, i den grad at alle vet hvor informasjonen skal sendes og hvor den oppholder seg (Olsen, 2015).



Figur 4: Informasjonsutveksling i BIM-prosjekter VS. tradisjonelle prosjekter (Olsen, 2015).

Sebastian (2011) mener at rollene til kunde, arkitekt og entreprenør må endres for å bruke BIM optimalt. Linderoth (2010) sier seg enig i dette, ved å si at rollene og forholdene mellom aktørene må omdefineres i et prosjekt ved bruk av BIM. Videre påpeker han at det er viktig å se på fremgangsmåten ved produksjon av selve modellen. Dette er viktig for å oppnå en effektiv BIM-prosess. Bråthen (2015) påpeker også dette og diskuterer videre at det er viktig å fremme en felles strategi som omhandler hvordan det skal jobbes på tvers av disipliner og aktører.

Merschbrock og Munkvold (2015) fremmer også at det må skje en endring av roller og ansvarsoppgaver ved implementering av BIM i et prosjekt. De diskuterer mulighetene for å skape nye roller innad i et prosjekt, med ansvarsoppgaver som er rettet mer mot BIM og gjennomføring av BIM. Muligheten for å ha en person i prosjektet med faglig tyngde innenfor BIM kan være fordelaktig for prosjektet. Denne personen bør ha ansvar for sammenstilling av modellen fra de forskjellige disiplinene, et overblikk over BIM-aktiviteten samt utføre en kvalitets- og kontrollsjekk på hva som blir produsert. Ved bruk av BIM-spesialister i et prosjekt, kan det videre være fokus på opplæring av deltakerne innad i prosjektet.

Statsbygg (2013) har laget en BIM-manual som de følger for å lykkes i BIM-prosjekteringen og som kan ses på som en felles strategi for alle involverte i prosjektet. I manualen legges det vekt på arbeidsprosessen og strategien rundt hvordan en BIM-modell skal produseres for å få en effektiv prosess og for å skape en god modell. Strategien er å skape en “dummy”-modell der de faste rammene blir definert, som inkluderer nullpunkt, retninger og enkle bokser for romdeling. Dette blir gjort for å legge grunnlaget for videre utvikling av modellen og er essensiell for å få en reell modell. Fra dette utgangspunktet kan de resterende aktørene ta del i modellen, og legge inn informasjon fra sine fag. Det er viktig å definere struktur rundt objekter, merking og grensesnitt slik at det blir gjort konsistent gjennom hele prosessen. Når det enkle og generelle utgangspunktet er laget kan man deretter begynne å fôre modellen med informasjon og starte detaljprosjekteringen.

Merschbrock og Munkvold (2015) mener også at det må skapes retningslinjer og regler rundt hvordan modellen skal lages og prosesser rundt kontrollering av informasjonsdeling. Videre viser de til en arbeidsprosess der det blir tatt i bruk et BIM-rom som aktivt skal brukes under

prosjektet. BIM-rommet skal brukes til å samle alle aktørene for å fremme og diskutere BIM-modellen og videreutvikle utfordringene de støter på under produksjon av modellen. Utfordringene kan bli belyst ved hjelp av blant annet kollisjonskontroll når modellene fra de forskjellige aktørene blir sammenstilt til en modell. Gu og London (2010) påpeker også viktigheten av kollisjonskontroller på ferdigstilte modeller for å kvalitetsikre informasjonen som skal bli brukt videre i beslutningsprosessen til prosjektet.

For å få en god prosjekteringsfase påpeker Statsbygg (2013) at det er viktig å legge planer og ta viktige beslutninger tidlig når det kommer til BIM. Det er viktig å skape et BIM-formål og deretter forsikre seg om at aktørene er innforstått med både formål og bruk av modellen før selve prosessen er startet. Bryde et al. (2013) nevner også at tidlig involvering av aktører er viktig for å skape en god BIM-prosess. Videre påpeker de at det er viktig å bruke passende arbeidsmetode som fungerer for alle aktører for at det skal være mulig å utnytte BIM til det fulle.

Merschbrock og Munkvold (2015) påpeker viktigheten av kompatibilitet under et prosjekt, der de forskjellige programmene kan snakke sammen for å samstille modellene fra alle aktørene. Ved bruk av felles programvare under et prosjekt blir denne problemstillingen så å si borte. Statsbygg (2013) mener det er viktig å sette rammer rundt kompatibiliteten av programvarer tidlig i prosjektet. De viser til løsninger som IFC (Industry Foundation Classes), som er et felles filformat som nesten alle programmer kan benytte for å arbeide videre mot en felles modell.

Ifølge Demian og Walter (2013) har BIM et stort potensial for å bedre overføring, lagring og tilgang på informasjon innad i et byggeprosjekt. BIM skaper også en mer nøyaktig, on-time og passende informasjonsflyt mellom aktørene i prosjektet. Samtidig etableres kritisk informasjon som er relatert til design, programmering, logistikk og koordinering av prosjektet på et tidligere stadium enn før. Dette kan skape betydelige besparelser i løpet av prosjektet (Huang et al., 2009; Demian og Walter, 2013). Ding og Xu (2014) sier seg enig i dette, samtidig som de mener BIM løser problemet med informasjonsisolasjon og diskontinuitet mellom aktører. BIM er derfor et verktøy som kan tas i bruk for å effektivisere informasjonshåndteringen (Ding og Xu, 2014, Chen et al. 2015).

Ifølge Chen et al. (2015) er BIM brukt til å forenkle informasjonsflyten ved å skape en felles plattform for alle aktørene i et prosjekt. BIM begynner å bli en uavhengig informasjonsplattform, men det viser seg at det ikke blir brukt like aktivt i den fysiske byggeprosessen. Hjelseth (2010) påpeker at hvis BIM skal være med på å lette informasjonshåndteringen er det viktig at BIM-løsningen kontrollerer, definerer og spesifiserer informasjonen. Dette for at industrien skal kontrollere hvilken informasjon som er relevant og urelevant.

Utfordringen om hvem som har ansvar for hvilken informasjon kan løses ved bruk av en BIM-manual, Information Delivery Manual (IDM) eller en kontrakt som omhandler informasjonshåndteringen på et prosjekt (Hjelseth, 2010). IDM er en standardisert prosess og en leveransespesifikasjon som forteller hvem som skal levere informasjonen, hva den skal inneholde, hvem den skal leveres til samt til hvilken tid den skal leveres (buildingSMART, 2016).

Merschbrock og Munkvold (2015) fremstiller BIM som en mulig løsning for å fremmer innovasjon i bransjen. Elmualim og Gilder (2013) argumenterer også for at BIM kan være en mulig løsning på innovasjonsproblematikken i byggenæringen, ettersom deres studier viser at BIM kan fungere som en tilrettelegger. Deres studie viser at BIM kan være tids- og kostnadsbesparende, og at bruk av BIM i seg selv kan bli sett på som innovativt. Videre argumenterer de at for å få til en endring i byggenæringen er det behov for en kombinasjon av innovasjon, samspill og BIM.

Oppsumert kan man si at ved implementering av BIM blir arbeidsprosessen og koordineringen mellom de forskjellige aktørene i et prosjekt endret, ved at det skapes et felles referansepunkt. BIM skaper dette referansepunktet ved å samle all informasjon på en plattform slik at den blir enklere å koordinere og dele med deltakerne i prosjektet. Ved bruk av kollisjonskontroll og BIM-rom skapes det lettere et felles BIM-formål, som igjen fører til et bedre samarbeid blant aktørene. Dette kan også oppnås ved å inkludere aktørene og BIM-prosessen på et tidlig stadie.

3.6 BIM og samarbeid

Ifølge Bråthen (2015) har BIM et potensial til å forbedre samarbeidet mellom de involverte i byggeprosessen, som igjen kan føre til økt effektivitet, produktivitet og reduserte kostnader. Ifølge Mignine et al. (2016) må det være et effektivt samarbeid og koordinering i prosjektet for at implementeringen av BIM skal være vellykket. Da blir det muligheter for å utnytte BIM til det fulle (Demian og Walters, 2013), noe som gjør at prosjektet har mulighet til å levere et bærekraftig resultat (Bryde et al., 2013). Bryde et al. (2013) mener BIM har tatt det tradisjonelle papirbaserte verktøyet og overført det til et virtuelt miljø og med dette skapt en høyere grad av effektivitet, kommunikasjon og samarbeid i bransjen (Lee, 2008; Bryde et al., 2013). Statsbygg (2013) mener det burde være fokus på å skape en felles plattform for alle involverte i et prosjekt, for å skape interaksjoner mellom aktørene i prosjektet. Dette gir mulighet for tilgang til riktig informasjon til riktig tid og fører til et bedre samarbeid innad i prosjektet. Grilo og Jardim-Goncalves (2010) skriver at høyere interaksjon ved hjelp av 3D-modeller kan føre til kostnadsfordeler og en minimering av risiko.

En samarbeidsform som ser ut til å fungere i bransjen er samarbeid via 3D modell. Det kreves et tett samarbeid for å skape en god modell, og ifølge Elmualim og Gilder (2013) er dette en pådriver for at BIM blir innført og utviklet mer i bransjen fremover. Grilo og Jardim-Goncalves (2010) påpeker også viktigheten rundt 3D-modellen for å skape et godt samarbeid i prosjektet. For å skape en god 3D-modell må aktører inn tidlig i prosjektet, og de må samarbeide godt. Dette skaper da fordeler i form av planlegging og bygging i senere fase av prosjektet. Samtidig påpekes det at en god 3D-modell skaper mindre konflikter under prosjektet. Dette fordi diskusjonen og beslutninger ved godt samarbeid mellom de ulike aktørene skjer tidlig, og fordi de har en "fasit" å forholde seg til.

Merschbrock og Munkvold (2015) påpeker at det kreves endringer i arbeidsprosessen i form av rutiner i en organisasjon, for å skape et miljø for samarbeid når det kommer til BIM. Bråthen (2015) diskuterer også dette, og mener at dersom teknologien endres må også organisasjonene endre seg. Med dette mener han at organisasjonene må endre prosesser og rutiner for å tilpasse seg og bruke den nye teknologien riktig. Kun da skapes det beste resultatet. Videre er det trukket

frem faktorer som han mener må vurderes ved endring av teknologi innad i prosjekter. Det må skapes en forståelse for roller, ansvarsområder og kontraktbestemmelser. Videre må det være en bevissthet om at det finnes forskjellige kulturer hos de forskjellige aktørene og at det derfor må skapes en felles arbeidsstruktur. Dette for å skape et godt samarbeid og god kommunikasjon innad i et prosjekt mellom de forskjellige aktørene. Merschbrock og Munkvold (2015) mener også at det kreves koordinering rundt roller og ansvar i et prosjekt for å skape samarbeid og kommunikasjon med BIM.

Videre påpeker Bråthen (2015) at hvis BIM skal fungere som en samarbeidsplattform må det settes rammer og bestemmelser, en type standardisering rundt de tekniske løsningene og leveransene av BIM. Dette for å skape en felles forståelse innad i prosjekter eller i industrien, hvor målet er å få en sømløs prosess av informasjonen innenfor BIM mellom organisasjonene.

Merschbrock og Munkvold (2015) påpeker at ved aktiv bruk av modell skapes det gode relasjoner og kommunikasjonskanaler mellom aktørene i et prosjekt. Videre påpeker de at det kreves klarhet og endringer rundt roller og ansvar i et prosjekt for å skape samarbeid via BIM. Målet for endringene er å skape et funksjonelt BIM-samarbeid innad i prosjektet.

Ved bruk av BIM i prosjekter ser det ut som samarbeidet mellom aktørene bedres. Dette skaper igjen økt effektivitet, produktivitet og reduserer kostnadene til et prosjekt. Videre kan interaksjonene på prosjektet påvirke BIM, ved å skape et godt samarbeid på prosjektet kan BIM utnyttes til det fulle.

3.7 Nivåer av BIM

Underwood og Isikdag (2010) mener at bruk av BIM kan deles inn i tre hovednivåer.

Det første nivået blir omtalt som objektbasert modellering. Dette er noe av det mest grunnleggende for alle bedrifter som benytter BIM, og det eneste kravet for å oppnå dette nivået er å implementere en programvare hvor objekter enten blir modellert eller brukt til visualisering. Disse modellene inneholder hovedsakelig geometri og plassering av objekter, mens det er en liten grad av annen informasjon i modellen. Underwood og Isikdag (2010) påpeker at det i dette bruksnivået er lite samarbeid og interaksjon mellom aktørene med tanke på sammenstilling av modell.

Det andre nivået omtales som et modellbasert samarbeid hvor man aktivt benytter modellen i samarbeid med andre aktører for å øke informasjonsflyten i prosjektet. På dette nivået er det naturlig at modellen inneholder en høyere grad av informasjon for å øke verdien av samarbeidet. Skal man benytte seg av et modellbasert samarbeid vil det kreve en høyere kompetanse fra alle aktørene som både modellerer og benytter seg av modellen (Underwood og Isikdag, 2010).

Det tredje nivået Underwood og Isikdag (2010) omtaler er et nettverksbasert samarbeid ved hjelp av en modell. Dette nivået innebærer et samarbeid ved hjelp av en modell som strekker seg over hele prosjektsyklusen. Med et slikt nivå vil alle de ulike disiplinene dele informasjon i samme interdisiplinære modell.

Videre argumenterer Underwood og Isikdag (2010) at man for å gå fra et nivå til det neste trenger man et kompetansesett i bedriften. Her skilles det mellom politikk, teknologisk- og prosesskompetanse. Teknologisk kompetanse innebærer hovedsakelig programvare og utstyr til å kunne benytte modellen i arbeidet. Prosesskompetanse innebærer menneskelige ferdigheter når det kommer til modellering og bruk av modellen, mens politikk innebærer å ha implementerte regelsett og standarder, i tillegg til opplæringsprogram og ansvarsfordeling. Med disse faktorene på plass mener Underwood og Isikdag (2010) at man skal kunne utvikle seg fra

et nivå til neste. Videre vil summen av nivå og kompetansesett angi hvor moden en bedrift er for implementering og utnyttelse av BIM (Underwood og Isikdag, 2010).

Löf og Kojadionovic (2012) studerte bruk av BIM i Skanska Sverige og fant ut at modenheten for BIM steg i takt med antall prosjekter som ble gjennomført ved hjelp av BIM. 3D-modellering, visualisering, kollisjonskontroll og planlegging av produksjon ble trukket frem som noen av de største fordelene bruk av modell kan gi. Kollisjonskontroll kan gjennomføres når alle disiplinene i samarbeidet har laget en integrert modell, og eventuelle kollisjoner blir løst ved hjelp av interaksjon mellom aktørene i form av møter eller lignende.

Visualisering blir av Löf og Kojadionovic (2012) trukket frem som en fordel alle kan dra nytte av. Blant annet for en byggherre som leier ut eller selger prosjektet videre, er modellen et nyttig visualiseringsverktøy. Ikke alle tredjeparter har et forhold til 2D-tegninger, og i så måte gjør modellen det enkelt å vise hvordan bygget skal se ut når det er ferdig.

Löf og Kojadionovic (2012) trekker i likhet med Underwood og Isikdag (2010) frem kompetansesett som en nødvendighet for implementering, bruk og videreføring av BIM. Löf og Kojadionovic (2012) argumenterer for at kunnskap og opplæring innad i bedriftene er den viktigste forutsetningen for utviklingen av BIM. I tillegg til kompetansesett blir incentiver trukket frem som en nødvendighet for at en bedrift skal utvikle sin kompetanse i BIM. Det er med andre ord en forutsetning at en bedrift ser nytten av de ulike attributtene BIM tilbyr for utvikling og implementering av BIM.

I likhet med Underwood og Isikdag (2010) opererer Löf og Kojadionovic (2012) med tre ulike nivåer. Det første nivået til Löf og Kojadionovic (2012) omhandler i hovedsak 2D-tegninger og bilder av en 3D-modell. Dette er en lav utnyttelse av modellen og kan i beste fall hjelpe til med visualiseringen i form av 2D-tegninger til 3D-bilder. Interaksjonen blir i dette nivået beskrevet som lav.

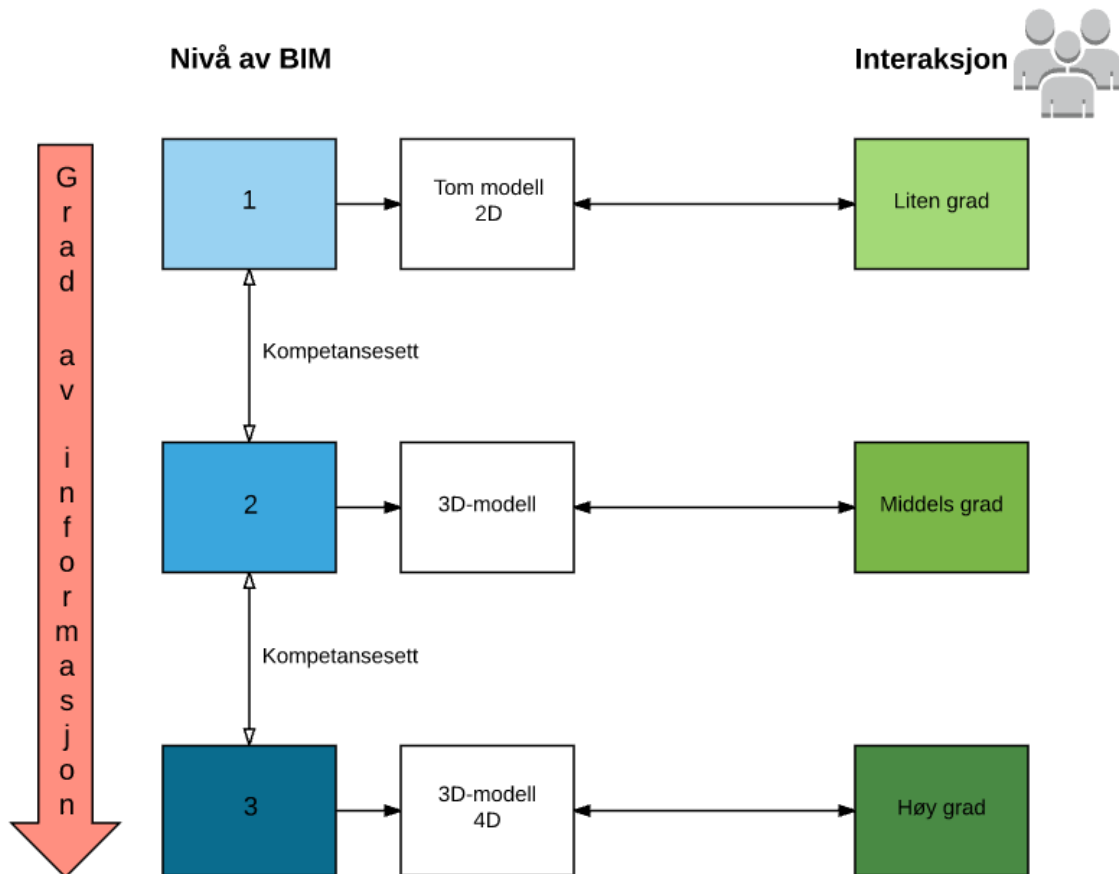
Nivå nummer to inkluderer bruk av 3D-modell til visualisering og kommunikasjon. På dette nivået brukes BIM som et ledd i informasjonsflyten mellom aktørene. En naturlig følge av dette er at aktørene har en tettere kobling. Visualiseringen vil på dette nivået bli fullt utnyttet.

Det siste nivået Löf og Kojadionovic (2012) opererer med inkluderer 4D, altså en fjerde dimensjon som inkluderer tidsaspektet. På denne måten kan arbeidet planlegges, visualiseres og inndeles i arbeidspakker. Dette bidrar til å identifisere eventuelle risikoer og hvilke deler av arbeidet som bør tildeles ekstra ressurser. Det vil også gjøre det enklere for hver enkelt aktør å se hva som kreves til hvilke tidspunkt slik at arbeidet kan gjennomføres mer sømløst på tvers av disiplinene (Löf og Kojadionovic, 2012).

Gu og London (2010) legger frem en figur som viser frem hvordan det kan skapes et høyt nivå av BIM i designfasen. Figuren er skapt for illustrasjonen sin skyld, men er en god indikator på arbeidsprosesser og oppgaver som må gjennomføres for å implementere et høyt nivå av BIM. Et høyt nivå av BIM vil i denne sammenhengen mene at det er fokus på å ligge på nivå tre, hvis det skal linkes med teorien til Löf, Kojadionovic, Underwood og Isikdag. For at modellen skal bli brukt må det i realiteten være en mer detaljert oversikt over hva hver boks indikerer, samt at det bør lages egne oversikter for hver aktør som deltar i prosjektet.

3.8 Rammeverk

Basert på teorien har det blitt utarbeidet et rammeverk som kan bidra til å illustrere hva ulike nivåer av BIM innebærer. Graden av informasjon i modell øker i takt med nivåene. Det samme gjør kravet til interaksjon mellom aktørene.



Figur 5: Rammeverk

Rammeverket er ment å illustrere hvilken grad av interaksjon som vil kreves mellom aktørene for å oppnå en tilstrekkelig koordinert modell i henhold til nivået. Denne oppgaven fokuserer på interaksjon i form av fysiske møter, kommunikasjon og koordinering. Høy interaksjon i dette rammeverket vil innebære en arbeidsmetode som er spesielt utviklet for hyppige fysiske møter, mens middels grad av interaksjon vil innebære mer tradisjonelle driftsmøter. Denne interaksjonen forekommer hovedsakelig i prosjekteringsfasen, som er den fasen hvor modeller

sammenstilles og aktørene må samarbeide for å kunne sammenstille en nøyaktig modell. Graden av interaksjon henspiller derfor hovedsakelig til prosjekteringsfasen, eller det Eikeland (1998) refererer til som utviklingsfasen. Rammeverket er derfor ment å illustrere sammenhengen mellom nivå av BIM og interaksjon i prosjekteringsfasen.

Rammeverket er inndelt i tre hovednivåer. De hvite boksene illustrerer modellen i de ulike nivåene. Det første nivået innebærer en tom modell uten informasjon, hvor det hovedsakelig benyttes 2D-tegninger og bilder av en 3D-modell, noe som gir en liten grad av visualisering. Interaksjonen som kreves for å lage en slik modell i prosjekteringsfasen kan vurderes til å være liten.

Det andre nivået innebærer en 3D-modell som hovedsakelig består av objektbasert geometri. Dette gir en høyere grad av visualisering og muliggjør kollisjonskontroll i modell. Informasjonsnivået i modellen på dette nivået kan betegnes som liten. Med dette menes det at objektbasert geometri som bidrar til visualisering kan i seg selv vurderes til å være informativt, men objektene som sådan innehar ingen informasjon. Interaksjonen som kreves for å lage en slik modell kan vurderes til å være moderat. Det vil kreve tradisjonelle driftsmøter og koordinering for å sammenstille disiplinene slik at geometrien stemmer.

Det tredje nivået innebærer en 3D-modell hvor nødvendig informasjon er lagt inn i modell. Informasjonsnivået i modellen vil her inneholde noe utover den objektbaserte geometrien i nivå to. Eksempler på slik informasjon kan være materialkvaliteter, overflatebehandling, utsparinger og lignende. Det vil kreve en høy interaksjon for å sammenstille en slik modell i prosjekteringsfasen. Høyt interaksjonsnivå vil derfor innebære innføring av en arbeidsmetode som strekker seg utover tradisjonelle driftsmøter. For at en slik modell skal ferdigstilles før gjennomføringsfasen vil det kreve at alle disiplinene har en arena hvor de kan koordinere og kommunisere sine føringer. Veidekkes involverende planlegging er et eksempel på en slik arbeidsmetode.

Det er ikke fokusert spesielt på de ulike bruksområdene en modell kan ha i dette rammeverket. Dette fordi en modell kan brukes til så mangt, og det virker ikke særlig hensiktsmessig å

ytterligere kategorisere dette. De bruksområdene som er integrert i modellen er visualisering, kollisjonskontroll og fremdriftsplanlegging. Disse bruksområdene er lagt inn fordi de kommer som en naturlig del av at informasjonsnivået i modellen øker. Kollisjonskontroll kreves for at den objektbaserte geometrien skal stemme, og visualisering kommer som en naturlig følge av en nøyaktig modell. Videre er fremdriftsplanlegging lagt inn i det tredje nivået, ettersom det med en informasjonsrik og nøyaktig modell vil være naturlig å benytte denne modellen til å planlegge fremdriften av prosjektet.

Kompetansesettene mellom nivåene illustrerer den kompetansen en bedrift må besitte for å kunne beherske et høyere nivå. Dette innebærer teknisk kompetanse så vel som programvare og opplæringsrutiner. Kompetansesettene er en nødvendighet for å beherske overgangen til et høyere nivå av BIM, ettersom mangel på modelleringskompetanse eller lignende kan medføre potensielt ødeleggende forsinkelser. Merk at overgang til et høyere nivå ikke medfører at bedrifter skal gå fra et nivå til et annet underveis i et prosjekt. En overgang vil medføre at en bedrift som tidligere har benyttet lavere nivåer i prosjekter, skal iverksette et prosjekt med et høyere nivå. Dette vil kreve kompetanse og det bør vurderes om denne kompetansen er tilstede før man begynner.

Avslutningsvis kan det oppsummeres med at dette rammeverket er ment for å illustrere og definere nivåer av BIM, og hva det innebærer av krav til interaksjoner mellom aktørene i prosjekteringsfasen. Nivåer av BIM og tilhørende interaksjonsnivå er hoveddelene i dette rammeverket, og bruksområder faller inn under disse. Følgelig vil resultat- og analysedelen av oppgaven fokusere på dette. Analysedelen vil ytterligere definere dette rammeverket slik at det til slutt vil fungere som en illustrasjon til konklusjonen.

4 Metode

Denne seksjonen beskriver den metodiske tilnærmingen til denne oppgaven. Målet er å instruere leseren om hvordan resultatene ble innhentet og bearbeidet. Kapittelet innledes med en oversikt og forklaring på hvordan litteraturstudie ble gjennomført, før valg og bakgrunn for forskningsmetode vil bli gjennomgått. Deretter følger en innføring i hvordan de kvalitative intervjuene ble gjennomført, samt en oversikt over hvordan de innsamlede dataene ble analysert og systematisert.

4.1 Litteraturstudie

Oppgaven startet med en gjennomgang av litteratur som omhandlet BIM på et generelt grunnlag. Det er også blitt benyttet litteratur fra forprosjektet (Lindegaard og Nilsen, 2015) som omhandlet innovasjon i byggebransjen. Dette er tatt med for å illustrere de ulike problemene som finnes i byggebransjen, før BIM blir introdusert som en mulig løsning på innovasjonsproblematikken. Videre ble dette brukt som bakgrunn for videre søk av mer spesifikke artikler som omhandlet BIM i relasjon til forskjellige faktorer som vises i tabell 1. Videre ble det satt et krav om at artiklene ikke skulle være eldre enn fra 2010, ettersom det overordnede søket på BIM avdekket at artikler skrevet før 2010 hadde et noe foreldet forhold til BIM. Med det menes det at teknologien de siste seks årene har kommet såpass langt at det ikke ble funnet hensiktsmessig å gå inn i detalj på hva som er skrevet før 2010. Referansene til relevante artikler ble også gjennomgått for eventuelle nye funn. Databasene Scopus og NTNU sitt universitetsbibliotek ble brukt til datainnsamlingen.

Tabell 1: Søkeord

Søkeord	Treff
Construction + Interaction	16.506
BIM	5.572
BIM + Levels	1.239
BIM + Information Management	1.085
BIM + Interaction	642
BIM + Implementation	537
BIM + Collaboration	277
BIM + VDC + Construction	17

Artiklene ble videre sortert etter relevans og antall siteringer. Videre ble artiklene gjennomlest og vurdert som enten passende eller upassende for denne studien. Denne studien fokuserer ikke på tekniske aspekter som programvarer og lignende, derfor ble alle artiklene som omhandlet dette forkastet. Totalt ble 44 fagartikler tatt med i litteraturstudien. I tillegg ble en rekke artikler benyttet som konseptuell teori og inspirasjon til problemstilling.

4.2 Forskningsmetode

Et kvalitativt case-studie har blitt valgt som forskningsmetode fordi denne type metode egner seg godt til å svare på spørsmål som hva og hvordan. Ifølge Yin (2003) egner case-studie seg godt som forskningsmetode når man skal undersøke virkelige hendelser som utspiller seg i et gitt tidsrom.

Ifølge Bryman og Bell (2007) finnes det i hovedsak to ulike tilnærminger som binder sammen teori med empiri, henholdsvis induktiv og deduktiv. Hovedforskjellen mellom disse to tilnærmingene er at man ved bruk av en induktiv tilnærming går fra empiri til teori, mens man ved bruk av en deduktiv tilnærming går fra teori til empiri.

Dubois og Gadde 1 (2002) introduserer en abduktiv tilnærming som er spesielt egnet for case-studier. Tilnærmingen Dubois og Gadde 1 (2002) introduserer er spesielt egnet for case-studier, fordi den går ut på å stadig bevege seg frem og tilbake mellom empiriske funn og teori. På denne måten argumenterer de for at forståelsen for casen øker og dermed bidrar til å gjøre resultatet mer nøyaktig.

I så måte benytter denne oppgaven en abduktiv tilnærming ved at teorien har blitt utbedret og tilspisset etter hvert som informasjon fra intervjuene har kommet frem. Dette har bidratt til å øke forståelsen av prosjektene og relevant teori, noe som ifølge Dubois og Gadde 1 (2002) kan vurderes som en styrke ved case-studier. Teoretiske rammeverk har i abduktive tilnærminger en tendens til å forandre seg etter empiriske funn, noe som stemmer godt med denne oppgaven. Rammeverket er et resultat av kontinuerlig forbedring gjennom hele forskningsprosessen.

4.3 Case-studie

På et generelt grunnlag er case-studier å foretrekke når man skal besvare hvordan og/eller hvorfor (Yin, 2003). Siden denne studien også fokuserer på midlertidige hendelser er case-studie den naturlige metoden å velge. Yin (2003) forklarer at case-studier forsøker å forstå hvorfor visse tiltak ble iverksatt, hvordan de ble implementert, og hva slags resultater de ga. Dette relaterer godt til problemstillingen i oppgaven med tanke på at det er ønskelig å finne ut hvordan bruk av BIM påvirker interaksjonene mellom aktørene.

I en kvalitativ tilnærming er antall analyseenheter vesentlig mindre. I kvalitative undersøkelser forsøker man å forstå konsepter gjennom samtaler og interaksjoner fremfor undersøkelser og spørreskjemaer (Gubrium og Holstein, 1997; Bryman og Bell, 2007). Dette gir et mer nyansert bilde av situasjonen. Til tross for at case-studier ikke utelukkende er kvalitative, vil en kvalitativ tilnærming bli benyttet i denne oppgaven ettersom det ønskes et nyansert bilde av hvordan bruken av BIM påvirker interaksjon mellom aktørene i byggebransjen.

Denne studien studerer to prosjekter som i utgangspunktet tar opp de samme problemstillingene. Ifølge Yin (2003) kan man i slike tilfeller enten bekrefte hypoteser ved at man får samme svar fra begge caser, eller så kan man få forskjellige svar, men av forutsigbare grunner. Når Yin (2003) snakker om studier som benytter seg av flere caser, snakker han om viktigheten av å dra paralleller og legge det samme grunnlaget for begge casene. I denne oppgaven blir begge casene, altså prosjektene, brukt til å forsøke å besvare de samme spørsmålene. Derfor er intervjuguiden formet slik at så langt det lar seg gjøre, får intervjuobjektene fra de to prosjektene de samme spørsmålene.

De to casene som ble studert har mange likhetstrekk ettersom de begge er to byggeprosjekter. Det at casene befinner seg innenfor samme miljø og har samme mål gjør at det finnes et godt grunnlag for å hente informasjon fra begge casene for å beskrive det samme fenomenet.

Dette betyr likevel ikke at resultatene fra denne studien kan gjøres gjeldende for hele byggebransjen. Generalisering er en av svakhetene ved kvalitativ forskning. Disse svakhetene vil bli nærmere forklart senere i dette kapittelet.

Resultatene i denne oppgaven er hentet inn ved hjelp av intervjuer og interaksjoner som forsterker den kvalitative tilnærmingen. Dette ble vurdert som et bedre alternativ enn kvantitative spørreundersøkelser ettersom det var ønskelig å få dybdeinformasjon om fenomenet i de to prosjektene. Spørreundersøkelser kan ifølge Yin (2003) være nyttige i mange sammenhenger, men svarene gir ofte lite eller ingen nyanser.

4.4 Arbeidsprosess

Bryman og Bell (2007) skriver at det i mange tilfeller vil være justeringer i forskningsspørsmål og teori underveis i arbeidet, ettersom man senere i arbeidsprosessen kan se behov for andre teoriaspekter og problemer enn hva man gjorde opprinnelig. Denne oppgaven tok utgangspunkt i teori som omhandlet innovasjon og BIM på et generelt grunnlag, men etterhvert som informasjon ble innhentet ble ny teori gjennomgått og eventuelle nødvendige justeringer ble gjort i problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål. Etterhvert som forståelsen av casen økte, ble det klarere hvilke teoretiske aspekter som var relevante og ikke. De 44 fagartiklene som utgjør litteraturstudie er et resultat av økt forståelse av case og oppgave.

I det innledende møte med Veidekke ble prosjektene presentert og mulige problemstillinger ble tatt opp. Veidekke beskrev sitt perspektiv, presenterte sine ønsker og forklarte arbeidsmåter og detaljer rundt de to prosjektene. Ut i fra dette ble det utarbeidet spørsmål til intervjuene, og disse intervjuene la et videre grunnlag for søk etter ytterligere teori og utarbeiding av forskningsspørsmål. Hvordan intervjuene ble organisert og analysert vil bli forklart senere i dette kapitlet.

4.5 Reliabilitet og validitet

Bryman og Bell (2007) skiller mellom intern og ekstern reliabilitet. Ekstern reliabilitet omhandler til hvilken grad studien er reproducerbart. Dette er ifølge Bryman og Bell (2007) et vanskelig kriterium å møte ettersom sosiale situasjoner og hendelser er vanskelige å reproducere. Dette er en av svakhetene ved kvalitativ forskning og vil bli adressert nærmere i neste delkapittel.

Bryman og Bell (2007) skiller også mellom ekstern og intern validitet. Intern validitet betyr kort og godt at man måler, identifiserer og observerer det man sier at man gjør. Det skal være en sammenheng mellom det som blir observert og konseptene som blir utviklet. Den interne validiteten er ofte sterk i kvalitativ forskning, ettersom tett observasjon av virkelige hendelser gir et godt grunnlag for å utvikle gode konsepter. Tatt i betraktning at denne studien baserer seg på observasjon og informasjon om virkelige hendelser er det grunnlag for å si at studien har en tilstrekkelig grad av intern validitet.

Ekstern validitet omhandler til hvilken grad resultatet av forskningen kan generaliseres. Dette er i motsetning til intern validitet et problem i kvalitativ forskning ettersom det ofte tas i bruk case-studier og få observasjonsobjekter. Flere undersøkelser må gjøres dersom det skal være grunnlag for generalisering av resultatene. Generaliseringsproblemet ved kvalitativ forskning vil bli nærmere forklart under.

Intern reliabilitet angår i hovedsak situasjoner hvor det er flere enn én observatør. Poenget er at observatørene må bli enige om hva de ser og hører for å kunne gi et riktig bilde av situasjonen. Bryman og Bell (2007) poengterer at intern reliabilitet i forskning med flere observatører kan sikres gjennom kontinuerlige samtaler, både i forkant og i etterkant av intervjuer. Dette ble gjort i denne studien i tillegg til at intervjuguiden ble utformet i samarbeid med veileder. På den måten fantes det et felles grunnlag og utgangspunkt for observatørene før intervjuene ble gjennomført, og i etterkant ble det diskutert hva som ble presentert av informasjon i intervjuene og hvilken betydning denne informasjonen hadde. Dermed finnes det et grunnlag for å si at denne studien har innført tiltak for å oppnå en tilstrekkelig grad av intern reliabilitet.

4.6 Kritikk

Bryman og Bell (2007) påpeker flere kritikkverdige sider i kvalitativ forskning. Det første punktet er at kvalitativ forskning har en tendens til å bli subjektiv. Observatøren kan ha sine egne syn på hva som er viktig og ikke, og kan i tillegg utvikle personlige forhold til analyseobjektene som kan påvirke forskningen. Kvalitativ forskning begynner ofte ganske åpent, før man etterhvert snevrer seg inn på et område. Hvilket område man velger å fokusere på er i stor grad opp til den utførende observatør, og det blir ofte gitt lite oppmerksomhet på hvorfor det valgte forskningsområdet ble prioritert foran et annet.

Det neste kritikkverdige punktet Bryman og Bell (2007) nevner er at kvalitativ forskning ofte er vanskelig å reprodusere. Siden kvalitativ forskning i så stor grad baserer seg på observatørens perspektiver og forutinntattheter, er det tilnærmet umulig å reprodusere forskningen. Sosiale situasjoner og perspektiver oppstår ofte tilfeldig og ustrukturert. Det er derfor viktig at man i kvalitativ forskning forklarer sine utgangspunkt, perspektiver og prioriteringer.

Generalisering blir også nevnt av Bryman og Bell (2007) som et problem ved kvalitativ forskning. Siden det ofte er få analyseenheter kan ikke resultatene gjøres gjeldende for større grupper. Det siste punktet Bryman og Bell (2007) tar opp omhandler mangler på forklaringer angående fremgangsmåter og gjennomføring. Ettersom kvalitativ forskning til en viss grad oppstår underveis i arbeidet er det ofte vanskelig å forklare og strukturere forskningen. Dette kan motvirkes ved å forklare prosessen rundt utvelgelsen av analyseobjekter og perspektiver.

Kritikken som omhandler den subjektive graden kvalitativ forskning har en tendens til å være vanskelig å motvirke. Resultatene og analysen av et kvalitativt studie vil alltid være påvirket av hvordan observatørene ser og vurderer informasjonen som fremkommer i forskningen. Flyvbjerg (2006) argumenterer for at subjektivitet i case-studier ikke er et stort problem. Hans metodeforskning tilsier at forskeren ofte utfordrer sine egne hypoteser på en god måte, ettersom man som observatør i en case-studie er så tett på hendelsene, sett i forhold til andre metoder. Videre sier Flyvbjerg (2006) at subjektivitet er et generelt problem for alle forskningsmetoder, ettersom det ligger i den menneskelige natur å søke etter svar man ønsker å finne. Derfor argumenterer han for at en case-studie kan gi vel så objektive resultater som for eksempel kvantitative studier, hvor forskeren har et mer distansert og unyansert perspektiv.

Angående reproduserbarhet har denne studien ved hjelp av bakgrunn, teori og metode forklart hvordan problemstillingen ble formet og hvordan informasjonen ble innhentet. På denne måten kan leseren forstå studiets oppbygning og fokus, og om ønskelig, gjennomføre et lignende studie.

Generalisering er et generelt problem i kvalitativ forskning, og kan ifølge Bryman og Bell (2007) være ekstra vanskelig i case-studier. Det er ikke selvsagt at det fenomenet som blir observert i en case kan generaliseres. Det er heller ikke grunnlag for å generalisere denne studien, men tatt i betraktning at casene er prosjekter i byggebransjen, er det ikke unaturlig å dra en kobling til andre byggeprosjekter. Om resultatene i denne studien kan være valide for andre byggeprosjekter må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Flyvbjerg (2006) skriver at generalisering er mulig også i case-studier, gitt at det generaliseres mellom situasjoner med sterke likhetstrekk.

4.7 Kvalitative intervjuer

Dette delkapittelet vil forklare hvordan den innhentede informasjonen er brukt i oppgaven, samt hvordan informasjonen ble systematisert. Primærkilden til dataene i denne oppgaven er kvalitative intervjuer. Yin (2010) skiller i hovedsak mellom to typer intervjuer, strukturerte og kvalitative intervjuer. I strukturerte intervjuer har man en liste med faste spørsmål man stiller alle intervjuobjektene, før denne informasjonen blir transkribert og eventuelt kodet. Ifølge Yin (2010) ender slike intervjuer ofte opp som meningsmålinger eller undersøkelser. I strukturerte intervjuer er ofte spørsmålene formulert på en måte som gjør svarene veldig konkrete og konsise.

I kvalitative intervjuer er spørsmålene adskillig mer åpne. Yin (2010) forklarer at slike semi-strukturerte intervjuer gir en kontrast og dybde i svarene som man ikke ville fått i et strukturert intervju. Slike intervjuer kan ofte minne mer om en samtale enn et intervju, hvor oppfølgingsspørsmål utgjør en stor del av intervjuet. Som intervjuer ønsker man å være responsiv, men ikke avbrytende. Som følge av denne teorien har denne oppgaven benyttet semi-

strukturerte intervjuer, hvor intervjuguidene har bestått av en rekke forhåndsdefinerte spørsmål, som samtidig åpner for samtale. Under intervjuene ble ulike temaer introdusert, før intervjuobjektet fikk anledning til å snakke fritt om disse, noe som åpnet for flere spørsmål. Intervjuene ble gjennomført med to intervjuere som ifølge Yin (2010) er en optimal gjennomføringsmåte, fordi en person kan dedikeres til å lytte til svarene som blir gitt og på bakgrunn av disse stille oppfølgingsspørsmål. I denne oppgaven hadde en ansvaret for å ta notater og stille spørsmål, mens den andre hadde hovedansvaret for oppfølgingsspørsmål. Slike intervjuer er vanlige i kvalitativ forskning ettersom informasjonen blir mer nyansert (Yin, 2010). Eksempel på intervjuguide finnes i Vedlegg A.

4.8 Utvelgelse og gjennomføring

Intervjuobjektene ble valgt ut i fra kunnskap om BIM og ansvarsoppgaver i prosjektet. Det ble fokusert på å snakke med personer som hadde jobbet med prosjektet fra starten av, og som brukte BIM i sitt arbeid. Videre ble det fokusert på å snakke med like mange fra hvert prosjekt, i tillegg til at alle intervjuene skulle bestå av forskjellige aktører. Ved å snakke med forskjellige aktører om den samme problemstillingen får man et mer helhetlig perspektiv, som er med på å gi oppgaven kredibilitet (Yin, 2010). Intervjuobjektene ble til en viss grad bestemt etter samtaler med Veidekke, slik at det med sikkerhet fantes et grunnlag for å ha en samtale vedrørende de valgte temaer. Dette kan ses på som en snøballmetode, hvor man starter intervjuet hos noen med mye kunnskap som kan sende deg videre til andre med kunnskap.

Derfor ble de to første intervjuene avholdt hos Veidekke med henholdsvis prosjekteringslederen og anleggslederen for de to respektive prosjektene. På denne måten ble det tilegnet informasjon om hvem som burde intervjues med tanke på kunnskap og interesse for problemstillingen. De to intervjuobjektene fra Veidekke har begge jobbet med sitt respektive prosjekt fra starten av, og hadde utdypende kunnskaper om bruk av BIM og arbeidsmetoder i prosjektet. I tabell 2 vises en oversikt over intervjuobjektene og navnene de har blitt gitt i oppgaven.

Tabell 2: Oversikt over intervjuobjektene.

Moholt 50/50	ONV12
V-1	V-2
RIB-1	RIB-2
UE-1	UE-2
Byggherre-1	Byggherre-2

Det ble ikke lagt vekt på rekkefølgen på intervjuene annet enn at det var ønskelig å starte med Veidekke. Når det gjelder utvalgets størrelse er det i hovedsak praktiske hensyn som gjelder. Ifølge teorien til Yin (2010) er det naturlig å avslutte intervjuprosessen når det ikke lenger blir presentert ny informasjon. Praktiske hensyn omfatter tidsperspektivet i tillegg til tilgjengelighet fra intervjuobjektets side. I utgangspunktet vil studiets kredibilitet øke i takt med antall intervjuobjekter.

Under selve gjennomføringen av intervjuene ble det som nevnt tidligere benyttet en semistrukturert struktur som innebærer et sett med forhåndsdefinerte spørsmål. Oppfølgingsspørsmål ble stilt sporadisk underveis i intervjuene avhengig av hva slags informasjon som ble presentert. Dette førte til at lengden på intervjuene ble vekslende, men estimert tid ble til slutt rundt en klokke time. Som nevnt tidligere ble intervjuobjektet introdusert for ulike temaer og fikk anledning til å uttale seg om disse. Oppgaven og målet for dette studiet ble presentert slik at intervjuobjektet hadde en bedre bakgrunn for å svare på gitte spørsmål.

Å tilpasse oppfølgingsspørsmålene til intervjuobjektet vil ifølge Bryman og Bell (2007) gjøre innholdet mer informasjonsrikt. Derfor handlet intervjuene med byggherrene i større grad hva som ledet til bruk av BIM på et visst nivå enn interaksjoner som følge av BIM, ettersom byggherren ikke bruker BIM i like stor grad som prosjekterende og utførende. De tekniske fag fikk flere spørsmål om hvordan bruken av BIM påvirket deres daglige utførelse av byggingen. De rådgivende organisasjonene ble spurt om modelleringsprosessen, mens intervjuobjektene fra Veidekke i større grad fikk spørsmål om gjennomføring og planlegging. I tillegg til noen tilspissede spørsmål fikk alle intervjuobjektene de samme spørsmålene som omhandlet hovedtemaene, herunder nivåer, BIM og interaksjoner.

4.9 Analyse av data

Ifølge Yin (2003) er det mer utfordrende å analysere semistrukturerte intervjuer kontra kvantitative metoder for innsamling av data som for eksempel spørreundersøkelser. Yin (2003) forklarer videre at analysen bør ha en viss sammenheng med den teoretiske basen, slik at man kan trekke sammenhenger mellom teori og resultat. I en studie hvor problemstilling og tilhørende hypoteser er formet ved hjelp av blant annet teoretiske studier, vil det hjelpe studiets validitet å trekke sammenhenger i analysedelen. En vanlig teknikk i semistrukturerte intervjuer er ifølge Yin (2003) å se etter mønstre i svarene og etter beste evne kategorisere resultatene.

Alle intervjuene gjennomført i dette studiet ble tatt opp på lydfil etter godkjenning fra intervjuobjektet. Disse intervjuene ble så transkribert og skrevet om til et skriftlig språk for å forenkle analysedelen av oppgaven. Etter transkriberingsprosessen ble et sammendrag av intervjuene sendt til intervjuobjektene for godkjenning. Dette ble gjort som en forsikring mot at feilaktig informasjon eller misforståelser skulle få plass i analysedelen.

I empiridelen av oppgaven vil svarene så langt det lar seg gjøre kategoriseres og sammenlignes slik at det er mulig å se mønstre og ut i fra dette, trekke konklusjoner og sammenhenger. Disse dataene vil bli videre diskutert og sammenlignet i analysedelen av oppgaven. Rammeverket er brukt som grunnlag for kategoriseringen av resultatene.

4.10 Begrensninger

Det ble tidlig gitt indikasjon fra Veidekke om at BIM ble benyttet i større grad på Moholt enn på ONV12. Det er viktig å påpeke allerede her at mer BIM ikke nødvendigvis gir bedre resultater. Oppgaven utdyper seg ikke på et teknisk nivå, i form av at bruk av forskjellige programvarer ikke blir tatt hensyn til. Oppgaven forholder seg til et overordnet perspektiv på hvordan bruk av BIM i ulik grad påvirker interaksjonen mellom aktørene, og hvilke faktorer som gjør at noen prosjekter benytter seg mer av BIM enn andre.

Oppgaven er også begrenset av at ikke alle involverte i de to prosjektene har blitt intervjuet. Dette skyldes i hovedsak tidsaspektet, men også mangel på tilgjengelighet. Intervjuobjektene ble til en viss grad valgt i samarbeid med Veidekke, og det kan dermed sies at sentrale personer med god kunnskap om emne har blitt intervjuet.

5 Resultat

I denne delen vil den innhentede informasjonen fra i intervjuene bli presentert. Informasjonen vil bli presentert systematisk, uten særlige innslag av analyser. Dette vil bli gjort i neste kapittel. I denne delen vil det skilles mellom de to prosjektene, og leseren vil bli presentert perspektiver fra de ulike aktørene slik at man kan få et bilde av hvordan nivå av BIM og interaksjon henger sammen, før det i analysedelen vil bli diskutert og ytterligere sammenlignet. Alle sitater omhandler Moholt eller ONV12, med mindre annet er angitt.

5.1 Moholt

Prosjektet på Moholt har pågått siden mars 2015 og er planlagt å stå ferdig i november 2016. Det som er noe utradisjonelt på dette prosjektet er at trematerialet som benyttes produseres i Østerrike. Alle utsparingene i treverket er laget i Østerrike på bakgrunn av BIM-modellen, som ifølge V-1 (2016) setter et meget høyt krav til nøyaktighet i modellen. En høy grad av prefabrikkerte elementer fører med seg et stort krav til nøyaktighet. Dette setter også krav til god planlegging. De prefabrikkerte elementene har vært særdeles tidsbesparende under bygging for de tekniske fagene på Moholt ettersom alle utsparinger var ferdig produsert.

5.1.1 Bruken av BIM på Moholt

Som nevnt i avsnittet over er det i dette prosjektet et stort krav til nøyaktighet riktig informasjon i modellen. Dette kravet kan ses på som absolutt, ettersom det ikke er rom for at noen fag henger etter med sine tekniske føringer når man benytter prefabrikkerte massivtreelementer.

Det ville ført til feilbestillinger som igjen fører til tap i form av både tid og kostnad. For Veidekke og de andre aktørene i prosjektet fungerer modellen som et visualiseringsverktøy, som bidrar til å øke forståelsen og kommunikasjonen i prosjektet. I dette prosjektet er kollisjonskontroll helt avgjørende, ettersom kollisjonskontrollen opplyser feilene og

kollisjonene mellom de forskjellige fagene i modellen. I et slikt prosjekt er det ikke rom for unøyaktigheter og kollisjoner i modellen, fordi den skal brukes til produksjon av materialer. *«Kollisjonskontroll er essensielt for dette prosjektet. Det og visualisering er to veldig åpenbare bruksområder, i tillegg til at vi benytter modellen til mengdeuttak og bestilling. Dette er selvsagt også med på å skjerpe kravet til nøyaktighet og informasjon i modellen. Videre bruker vi modell til fremdriftsplanlegging».* (V-1, 2016).

På Moholt benyttes modellen til mengdeuttak, som kan være svært tidsbesparende. Dette vil kun være en mulighet når modellen er riktig koordinert mellom disiplinene, og i så måte er den nøyaktige modellen på Moholt et fortrinn. På Moholt blir modellen brukt til blant annet visualisering, som i intervjuene ble vurdert til å være en av de mest åpenbare fordelene med en BIM-modell, ikke bare på Moholt, men på et generelt grunnlag. Med dette menes det at visualisering er noe man til en viss grad oppnår med en modell uavhengig av hvor mye informasjon som ligger i objektene.

I dagens prosjekter er det for Veidekke ikke et spørsmål om de skal bruke BIM, men hva de skal bruke det til. På Moholt ble det benyttet en samspillsentreprise som gikk over i en totalentreprise. Dette later til å være spesielt gunstig i prosjekter som Moholt hvor det kreves mer tid til planlegging enn i tradisjonelle prosjekter. Aktørene ble i dette prosjektet involvert i den tidlige fasen, noe som fra aktørenes ståsted opplevdes som noe positivt. Prosjekteringsgruppen fra Veidekke ble satt sammen med tanke på at BIM skulle være en sentral del av planleggingsprosessen på Moholt.

De tekniske fagene på Moholt benytter hovedsakelig modellen som et oppslagsverk de kan bruke til å løse floker i utførelsesprosessen. De har ikke med modellen ut på byggeplass, men kan enkelt gå tilbake til modellen hvis de støter på utfordringer underveis i utførelsen. Det høye nivået av nøyaktighet i modellen gir også andre fordelsmessige faktorer i prosjektet. *«Siden utsparingene gjøres i utlandet må modellen være feilfri på et tidlig tidspunkt, men dette fører også til at vi får gjennomført kollisjonskontroller tidlig i prosjektet som gjør at vi oppdager feil før de blir gjort.»* (UE-1, 2016).

En av fordelene på Moholt er at modellen er så nøyaktig at alle aktørene kan stole fullt og helt på den når de bruker den til visualisering. Det kommer frem av intervjuene at det er en tidkrevende oppgave å lage en slik modell. Jo mer informasjon som skal inn i modellen, desto mer tid må rådgivende ingeniør beregne til sin modelleringsprosess. Det later til å ha blitt brukt mer tid på planlegging på Moholt enn hva som gjøres i tradisjonelle prosjekter. Tanken bak dette er at man ved å bruke mer tid i planleggingsfasen skal få en mer sømløs gjennomføringsfase.

Bruksområdene til BIM på Moholt kan dermed oppsummeres med visualisering, kollisjonskontroll, mengdeberegning og fremdriftsplanlegging (4D).

5.1.2 Nivå av BIM

For å kunne studere implikasjonene nivået av BIM har på interaksjoner i prosjekter, er det i så måte nødvendig å forsøke å kategorisere og identifisere ulike nivåer av BIM. Intervjuobjektene har til dels sammenfallende oppfatninger om hva et høyt nivå av BIM innebærer, og hvilke implikasjoner det har.

På et generelt grunnlag kommer det frem i intervjuene at et høyt nivå av BIM må ha en sammenheng med bruksområdene og i hvor stor grad modellen er intelligent. Med intelligent menes det at modellen inneholder tilgjengelig informasjon og ikke bare består av objekter og geometri. Det finnes store mengder informasjon som kan legges inn i en modell, men for at det skal gjøres må det ha en hensikt og en gevinst.

Et gjennomgående svar hos intervjuobjektene når de ble spurt om hva et høyt nivå av BIM innebar, var at det måtte være en fullverdig modell som ikke bare ble brukt under prosjektering og utføring, men også i etterkant av ferdigstillelse. Dette innebærer at modellen må inneholde nok informasjon til at modellen kan benyttes til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) av byggherre.

«Slik jeg ser det blir ikke BIM fullt utnyttet før modellen gjør nytte for seg i etterkant av prosjektet. Hvis modellen inneholder nok informasjon til at byggherre kan ta den i bruk til FDV i etterkant, vil jeg si at vi har oppnådd et meget høyt nivå av BIM. Per i dag tror jeg ikke det finnes noen byggherreorganisasjoner som sitter med systemer som kan ta i bruk en slik modell til det formålet. Sett fra vårt perspektiv ville dette vært gunstig ettersom honoraret vårt ville blitt større, men vi som rådgivende aktør kan ikke selv bestemme dette». (RIB-1, 2016).

Det å utarbeide en fullverdig intelligent modell er særdeles tidkrevende og vil dermed ha en langt høyere kostnad enn en modell som hovedsakelig inneholder objektbasert geometri. Når det gjelder informasjonsnivå vil det i selve utførelsesfasen være de tekniske fagene som kan dra nytte av det. UE-1 (2016) beskriver informasjonsnivået i modellen på Moholt som veldig passende, ettersom alle hovedføringer finnes i modellen. *«Alle våre stive rør ligger i modellen, men vi opererer også med en del fleksible rør som det ikke er nødvendig å ha i modellen. Dette ordnes på byggeplass og dette er også det mest hensiktsmessige. Derfor er informasjonsnivået i Moholt-modellen veldig fornuftig for vår del». (UE-1, 2016).*

Mengden informasjon som legges inn i modell må dermed vurderes opp mot verdien av denne informasjonen. Alle aktører i byggebransjen driver butikk, og for at noe skal implementeres må det først være en påviselig gevinst ved det. Derfor vil det ifølge intervjuobjektene være nødvendig at noen av de større offentlige eiendomsforvalterne går foran og tar kostnaden for å vise at det kan lønne seg. I utgangspunktet blir ikke all tilgjengelig informasjon lagt inn i modellen med mindre det blir satt krav til det. Et slikt krav må komme fra byggherreorganisasjonen.

På Moholt er det ikke satt noen spesifikke føringer i forhold til bruksområde eller graden av informasjon i modell. Videre er byggherreorganisasjoner hovedsakelig opptatt av å sitte igjen med god FDV-dokumentasjon. Det har med andre ord ingen betydning for en byggherre om entreprenøren henter denne dokumentasjonen fra modell eller ikke. Per dags dato sitter ikke byggherre-1 med et system som kan håndtere en modell til forvaltning, drift og vedlikehold.

«Vi har ikke et system som kan håndtere en 3D-modell. Derfor ønsker vi ikke å legge føringer på hvordan entreprenøren anskaffer denne informasjonen. Vi som byggherre ser nytten av å kunne bruke en modell til FDV, men det vil kreve en oppgradering av våre systemer. Det vil også være en kostnadsside ved dette som må vurderes. Noen må gå foran å overbevise bransjen om at det kan lønne seg å benytte modell til FDV.» (Byggherre-1, 2016).

Byggherren har dermed muligheten til å sette føringer når det kommer til bruk av BIM, men siden de ikke har systemer som kan takle en modell vil det være meningsløst. Derfor lar byggherren det i stor grad være opp til entreprenøren å bedømme hvor mye informasjon som skal inn i modellen, og hvilke bruksområder BIM skal ha i prosjektet.

Avslutningsvis mener intervjuobjektene at informasjonsnivået i modellen på Moholt er hensiktsmessig, men også nødvendig.

5.1.3 BIM og interaksjoner

Det har tidligere kommet frem at på grunn av modellens krav til nøyaktighet på Moholt, må alle disiplinene involveres tidlig og legge inn sine føringer og krav i modellen. I så måte er Veidekkes involverende planlegging (IP) en god måte å jobbe på. På Moholt har denne arbeidsmetoden forbedret koordineringen og kommunikasjonen i prosjektet, ettersom alle disiplinene har blitt inkludert og fått anledning til å planlegge sine aktiviteter i samråd med de andre disiplinene.

Intervjuobjektene på Moholt har stort sett sammenfallende svar på hvordan de synes IP fungerer. Involverende planlegging får i hovedsak positiv respons, men en aktør kunne fortelle at de hadde noen oppstartsproblemer i form av at de ikke var helt klar over hva det gikk ut på og hvorfor det skulle gjøres. Det kommer frem av intervjuene at et viktig utgangspunkt for implementering av nye arbeidsmetoder, er at alle har et felles grunnlag og en forståelse av hva som kreves av alle aktørene. Dette er en formidling som i hovedsak må komme fra Veidekke som er grunnlegger for arbeidsmetoden.

«En av de største utfordringene vi møter med BIM er sørge for at alle forstår hva de skal ha, og hva de skal bruke det til. Involverende planlegging er en god måte å skape bedre forståelse rundt prosjektet på et tidlig stadie, men det er også viktig at alle aktørene forstår hvorfor denne arbeidsmetoden blir benyttet. Dette kan vi bli flinkere til å formidle.» (V-1, 2016).

Involverende planlegging ser dermed ut til å være en positiv måte å jobbe på, gitt at alle forstår formålet med det, spesielt i et slikt prosjekt som Moholt. Det tekniske faget fortalte i sitt intervju at de var veldig positive til denne type interaksjoner tidlig i prosjektet, ettersom det ga et slags eierskap til prosjektet som man ikke nødvendigvis har i andre prosjekter. Alle aktørene i dette prosjektet latet til å ha en felles forståelse for nødvendigheten av tidlig interaksjon i dette prosjektet, ettersom kravet til nøyaktighet i modellen er så stor.

Når det gjelder hvordan BIM påvirker kravet til interaksjoner generelt er svarene til en viss grad noe forskjellige. BIM blir sett på som et verktøy for samarbeid og interaksjon på tvers av disipliner. Underentreprenøren på Moholt mener at BIM har en utelukkende positiv effekt på samarbeidet mellom aktørene, ettersom det bidrar til visualisering og kommunikasjon. Med kommunikasjon menes det i denne sammenheng at det er lettere å kommunisere og formulere hva man ønsker hvis man kan vise det i en felles modell.

Dermed kan BIM bli sett på som en tilrettelegger for samarbeid, men ikke noe som utelukkende fører til en høyere grad av interaksjon. Byggherren på dette prosjektet ser på BIM som et samarbeidsverktøy, men at det er flere utenomliggende faktorer som påvirker graden av interaksjon. For eksempel er Moholt-prosjektet noe spesielt ettersom treverket produseres i Østerrike, og i den forbindelse kreves det en høyere grad av interaksjon enn vanlig på et tidlig stadium.

Kravet til modellnøyaktighet på et tidlig stadie later til å være hovedårsaken til at det i dette prosjektet var nødvendig med mye interaksjon i startfasen. *«I utgangspunktet tror jeg ikke at BIM krever mer interaksjon mellom aktørene. Tradisjonelle prosjekter krever også mye samarbeid, men med BIM har vi en felles plattform for interaksjon som jeg tror kan forenkle samarbeidet. Kvaliteten på interaksjonene kan dermed bedres med BIM ettersom det bidrar til*

visualisering, forståelse og kommunikasjon. Moholt-prosjektet er noe spesielt, hvor det som følge av modellkravet er nødvendig med en høy grad av interaksjon. I slike tilfeller er det nødvendig med fysiske møter slik at alle disiplinene jobber på samme plan til samme tid. » (RIB-1, 2016).

Informasjonen fra intervjuene tyder dermed på at BIM setter høyere krav til interaksjoner i prosjekter som Moholt. Allikevel later det til at jo flere bruksområder BIM skal ha, og jo mer informasjon det skal være i modellen, jo mer vil det kreve av aktørene i form av interaksjon og samarbeid. *«Skal detaljnivået i modellen økes, tror jeg det vil kreve mer interaksjon mellom aktørene. Dette er nødvendig for at modellen skal bli nøyaktig. Koordinering og kommunikasjon er essensielt i slike prosjekter.» (UE-1, 2016).*

Det er en generell konsensus blant intervjuobjektene at prosjektet på Moholt krever mer interaksjon enn tradisjonelle prosjekter. Dette gjelder hovedsakelig den tidlige fasen av prosjektet og frem til modellen er ferdig. BIM later til å være både en årsak og en løsning på denne interaksjonen. På den ene siden er prosjektet slik at det krever en nøyaktig modell som igjen krever høyere interaksjon mellom aktørene. På den andre siden blir BIM også sett på som noe som ikke bare muliggjør, men også tilrettelegger og forenkler denne interaksjonen.

5.2 ONV12

Prosjektet ONV12 skal være en del av et allerede eksisterende næringsbygg, som skal være i drift under byggefasen. Dette prosjektet er fortsatt i en BIM-intensiv fase hvor det jobbes med å koordinere føringer fra ulike disipliner slik at modellen kan ferdigstilles.

5.2.1 Bruken av BIM på ONV12

Dette prosjektet utføres som en totalentreprise hvor Veidekke opererer som totalentreprenør. I likhet med prosjektet på Moholt er det ikke et spørsmål om de skal benytte modell, men hva den skal benyttes til. Prosjektet befinner seg som nevnt innledningsvis i en BIM-intensiv fase hvor det jobbes med å sammenstille de ulike disiplinene i samme modell. I den forbindelse foregår det kollisjonskontroller hvor de ulike aktørene møtes i driftsmøter og sammenstiller modellene. På ONV12-prosjektet benyttes det en modell som kan betegnes som uintelligent, i den forstand at den ikke inneholder annen informasjon enn objektbasert geometri.

Modellen benyttes aktivt på ONV12, hvor hovedbruksområdene er kollisjonskontroll og visualisering, i tillegg til at den brukes som et beslutningsgrunnlag. *«Modellen vår har ingen intelligens, og jeg ser heller ikke behovet for det i vårt prosjekt. Eventuelle problemer løses på byggeplass, og dette oppleves som det mest hensiktsmessige. Visualisering og kollisjonskontroll er det vi hovedsakelig benytter modellen til, og i den sammenheng er modellen veldig nyttig. Vi befinner oss fortsatt på et tidlig stadiet i byggeprosessen, og modellen er enda ikke helt ferdig koordinert.»* (V-2, 2016).

ONV12-prosjektet har ikke benyttet tidlig involvering av aktører i samme grad som Moholt. De tekniske fagene på ONV12 kjøper rådgivningstjenester eksternt og har i så måte ingen særlig innvirkning på intelligens i modellen. Det som ikke blir løst av kollisjonskontrollene blir løst på byggeplass, og dette oppleves av de tekniske fagene som en hensiktsmessig måte å jobbe på. Allikevel ble mangel på tidlig involvering et lite problem på ONV12 ettersom modellen ble detaljprosjektert uten tilstrekkelige føringer fra andre disipliner. Veidekke ønsket i dette

prosjektet å tegne modellen i flere omganger, for å utvikle og justere endringene underveis i takt med kunnskapen om prosjektet. På denne måten kan alle disiplinene komme med sine føringer, som igjen vil resultere i en nøyaktig modell.

Hvilke bruksområder BIM skulle ha i dette prosjektet ble bestemt av Veidekke. Det var ingen utenomliggende faktorer som krevde et spesifikt nivå av intelligens i modellen, så det ble derfor ikke satt noen føringer om dette. Prosjektet er i så måte veldig annerledes enn prosjektet på Moholt, ettersom modellen ikke brukes til å bestille prefabrikkerte elementer. Dette senker kravet til den tidlige nøyaktigheten i modellen. Rådgivende organisasjon sitter med muligheten til å legge inn mer informasjon i modellen, men dette er avhengig av hva som kreves av oppdragsgiver, i dette tilfelle Veidekke. *«Vi som rådgivende aktør kunne lagt inn all tilgjengelig informasjon om betongdekkene i modellen, men hverken vi eller oppdragsgiver ser noe poeng i dette. Modellen på ONV12 brukes hovedsakelig til kollisjonskontroll og visualisering, og til de formålene nærmer vi oss en god og nøyaktig modell.»* (RIB-2, 2016).

5.2.2 Nivå av BIM

På spørsmål om hva et høyt nivå av BIM innebærer, svarte intervjuobjektene på ONV12 at det må være en intelligent modell som kan benyttes som FDV-dokumentasjon av byggherreorganisasjonen i etterkant av ferdigstillelse. For at dette skal bli gjort må det ha en gevinst for kunden. Byggherreorganisasjonen i ONV12-prosjektet har ikke satt noen føringer på dette, ettersom de foreløpig ikke er i nærheten av å benytte modell til forvaltning av bygg. Det er en konsensus blant intervjuobjektene på ONV12 at nivå av BIM må kategoriseres etter bruksområder og intelligens i modell. Et overordnet mål når det kommer til utnyttelse av BIM må være at byggherren benytter modellen til FDV.

«Foreløpig ser vi ingen gevinst i å benytte en modell til forvaltning av våre bygg. Det vil være en betydelig kostnad ved å sette de føringene, for ikke å snakke om kostnaden en implementering av et slikt system vil ha. Vi driver butikk og må kunne tjene penger på det for at vi i det hele tatt

skal vurdere noe slikt. Det er godt mulig det vil være nyttig å ha all informasjonen i en modell, men det er en kostnadsside ved det som må vurderes.» (Byggherre-2, 2016).

Når byggherre-2 (2016) snakker om implementering av et slikt system, refereres det til det systemet som en byggherreorganisasjon må ha på plass for å kunne administrere en modell. Dette systemet i seg selv vil ha en signifikant kostnad, i tillegg til kostnaden som påløper ved å sette føringer om en intelligent modell.

Bruken av BIM oppleves som hensiktsmessig og tilstrekkelig for de utførende på ONV12-prosjektet. Det poengteres i intervjuene at det er unødvendig bruk av tid og penger å lage en modell som inneholder informasjon som ikke vil bli benyttet i etterkant. For at BIM skal bli benyttet på andre bruksområder vil det kreve et initiativ fra en av aktørene, i første omgang Veidekke. Det kommer frem av intervjuene at de med fordel kunne ha benyttet BIM til riggplanlegging. Ved å planlegge dette i 3D kunne man ha unngått å satt opp stillas i ulendt terreng. Dette handler igjen om visualisering og den muligheten en modell gir til å forutse problemer før de oppstår. BIM-koordinatorer blir trukket frem som pågangsdrivere for BIM og ses på som nyttige for å heve BIM-kompetansen i prosjektet. Ved eventuelle problemer med bruk av modell blir det tilkalt en BIM-koordinator som bistår.

ONV12- prosjektet befinner seg i en fase hvor det fortsatt foregår detaljprosjektering. Det innebærer at modellen ikke er ferdig koordinert og sammenstilt enda, som vil si at det kan fortsatt være områder BIM blir benyttet til som ikke kom med i denne studien. Avslutningsvis kan det oppsummeres med at modellen på ONV12 brukes til visualisering og kollisjonskontroll, men innehar ingen informasjon og kan derfor ikke betegnes som intelligent.

5.2.3 BIM og interaksjoner

Interaksjoner mellom aktørene på ONV12 foregår hovedsakelig i form av driftsmøter. Det benyttes ikke en arbeidsmetode som involverende planlegging, ettersom det ikke er vurdert nødvendig. ONV12-prosjektet er ikke av en slik karakter at det er nødvendig med en tidlig sammenstilling av de ulike disiplinene for at prosjektet skal kunne innfri de gitte krav.

Når det gjelder hvordan BIM i stor eller liten grad påvirker interaksjoner, er svarende noe sprikende. I utgangspunktet brukes BIM som en tilrettelegger for interaksjon som øker forståelsen og forenkler kommunikasjonen i prosjektet. På ONV12 er det hovedsakelig visualiseringen som er med på å øke forståelsen, og på den måten gjøre kommunikasjonen mer tydelig ettersom det er enklere å formulere ønsker og føringer i en modell.

Intervjuobjektene i dette prosjektet opplevde ikke bruken av BIM som noe som førte til mer eller mindre interaksjon. BIM betraktes som et hjelpemiddel som er spesielt nyttig til planlegging, og som på den måten kan være med på å redusere byggetiden, som blir beskrevet som det dyreste i dagens byggenæring.

På et generelt grunnlag svarer intervjuobjektene at de tror at en større utnyttelse av BIM vil kreve en større grad av interaksjoner mellom aktørene. Om modellen har et større krav til nøyaktighet eller krav til informasjonsinnhold, vil det kreve at aktørene koordinerer denne prosessen i større grad enn hva som gjøres på ONV12. Det samme vil gjelde de ulike bruksområdene BIM kan benyttes til.

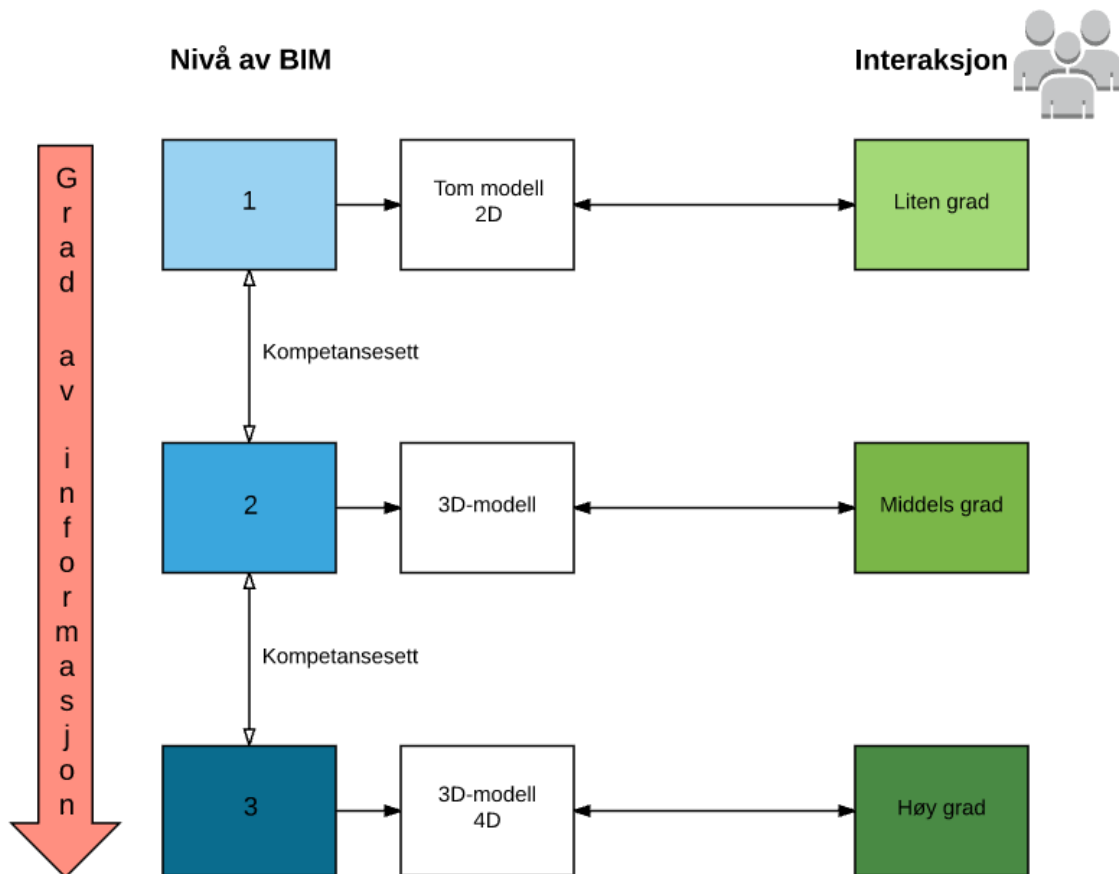
«Bruk av BIM ser i hvertfall ikke ut til å minske kravet til interaksjon. Jeg tror graden av interaksjon vil øke i takt med graden av BIM. Hvis modellen blir benyttet til mange ulike formål vil det kreve at alle aktørene er med på det fra starten av. Da er det nødvendig med et regelsett og en arbeidsmetode som alle er innforstått med. Det handler om å samhandle samarbeide, og gjøre det mer effektivt og sømløst. Man få finne et hensiktsmessig utnyttelsesnivå som må ses i

sammenheng med prosjektet. På mer komplekse prosjekter vil det kreve mer koordinering i prosjekteringsfasen.» (UE-2, 2016).

Interaksjonene i ONV12 later til å være passende gitt kompleksiteten og utførelsen av prosjektet. Ingen av intervjuobjektene hadde noen spesielle preferanser angående mer eller mindre interaksjon med andre aktører i dette prosjektet. Bruken av BIM i dette prosjektet later ikke til å ha noen nevneverdig effekt på integrasjonsnivået, men modellen fungerer som en arena og en tilrettelegger for integrasjon av høy kvalitet og effektivitet. Det foregår ingen planlagt koordinering i forhold hvordan modellen skal sammenstilles.

6 Analyse

Analysedelen er strukturert slik at de to referanseprosjektene først vil beskrives med en kort analyse og plassert i rammeverket. Videre vil prosjektene bli sammenlignet og satt opp mot teori, før resultatene blir diskutert og avslutningsvis bidrar til et nytt og forbedret rammeverk.



Figur 6: Rammeverk.

6.1 Moholt

Denne seksjonen vil analysere Moholt på bakgrunn av rammeverk og resultat.

Av resultatene fremkom det at modellen på Moholt er av høy betydning, ettersom den benyttes til å produsere tremateriale i Østerrike. Dette ser ut til å ha vært en katalysator for høy modellnøyaktighet og høy grad av informasjon, ettersom det ikke er rom for feil i modellen da dette ville ha ført til feilbestillinger. I så måte er kollisjonskontrollen på Moholt spesielt sentral, og et bruksområde av BIM som kan betegnes som essensielt. Med andre ord er ikke kollisjonskontrollen på Moholt viktig kun fordi den gir fordelene av en nøyaktig modell som visualiseringsmessig er pålitelig, den er også viktig for å få riktige materialer.

Videre blir det å bruke modellen som et visualiseringsverktøy fremstilt som noe positivt for alle parter. Visualiseringen bidrar til å øke forståelsen for prosjektet, i tillegg til at den faciliterer kommunikasjon mellom aktørene ettersom det oppleves som lettere å forklare behov ved hjelp av modellen. Den nøyaktige modellen på Moholt gjør også at visualiseringen blir mer pålitelig.

Som det fremkommer av resultatene kan en nøyaktig modell resultere i redusert byggetid, ettersom de utførende bruker mindre tid på problemløsning ute på byggeplass. Bruk av prefabrikkerte elementer er i seg selv tidsbesparende og i så måte ser Moholt ut som et prosjekt som har særdeles god effektivitet på byggeplass. Det å bruke lengre tid på samarbeid ved hjelp av IP i planleggingsfasen for en mer effektiv byggeprosess ser ut til å ha fungert godt på Moholt.

Interaksjoner som følge av BIM på Moholt kan betegnes som høy. Med arbeidsmetoden involverende planlegging har Veidekke introdusert en ny måte å jobbe på i prosjekteringsfasen. IP fremmer interaksjon mellom aktørene i prosjekteringsfasen i form av kontinuerlige møter, noe som ved hjelp av kommunikasjon og koordinering skal resultere i en bedre og mer nøyaktig modell. Denne type interaksjon later til å være spesielt hensiktsmessig på Moholt ettersom modellen er av så stor betydning. Aktørene involveres tidlig i prosjektet slik at koordineringen av disiplinene kan gå mer smertefritt, samt at det skaper bedre kommunikasjon mellom aktørene.

Moholt har en informasjonsrik modell i form av at utsparinger ligger i en nøyaktig modell. De benytter også modellen til fremdriftsplanlegging i tillegg til at modellen brukes til mengdeberegninger og bestillinger. Informasjonsnivået i modellen er noe mer omfattende enn på ONV12, og kan vurderes som høy. Interaksjon i form av fysiske møter kan vurderes til å være høy på bakgrunn av deres arbeidsmetode med involverende planlegging. Moholt-prosjektet kan dermed vurderes til å ligge i sjiktet rundt nivå tre i rammeverket.

6.2 ONV12

Denne seksjonen vil analysere ONV12 på bakgrunn av rammeverk og resultat.

Det fremkommer av resultatene at ONV12 bruker BIM i prosjekteringsfasen. ONV12 er fortsatt i en fase hvor modellen koordineres mellom de forskjellige disiplinene. Derfor er det ikke grunnlag for å diskutere hvordan BIM blir brukt under selve byggefasen.

Det var aldri et spørsmål om BIM skulle bli tatt i bruk ved ONV12. BIM fasiliteter et godt grunnlag når det kommer til visualisering, noe hver aktør ønsker å benytte og er brukt i høy grad. Byggherren ser nytte i å ha en BIM-modell for visualisering til potensielle kunder og leietagere. Rådgiverne og arkitekten er de som i hovedsak produserer BIM-modellen og bruker den aktivt til å prosjektere bygget. Det blir lagt inn generell objektbasert geometri i modellen, noe som vil si at modellen inneholder ingen intelligens eller informasjon om bygningsobjektene.

Ved ONV12 diskuteres det om BIM-modellen kan være en del av beslutningsprosessen. Det er viktig å ha en modell som har en viss kvalitet og er pålitelig for at den kan ta del i selve planleggingen videre. Det vises til at kollisjonskontrollen er med på å skape kvalitet i modellen og er et viktig verktøy som må tas i bruk for at modellen skal bli brukt i ONV12.

Resultatene viser at nivået og graden av informasjon i BIM-modellen på ONV12 er hensiktsmessig etter det prosjektet krever. Dette begrunnes med at det ville vært unødig bruk av tid og penger å legge inn informasjon i modell som ikke blir brukt under utførelse eller i etterkant av ferdigstillelse. Utførende finner det også mer hensiktsmessig å løse eventuelle floker på byggeplassen. Dermed ser det ut til å være attributter i prosjektene som er med på å avgjøre hva slags type informasjon som er hensiktsmessig.

ONV12 bruker driftsmøter under prosjektering- og gjennomføringsfase for å skape interaksjoner mellom aktørene i prosjektet. Rådgiveren ved ONV12 viser til bruken av BIM som et hjelpemiddel for å kommunisere med andre disipliner under detaljprosjekteringen. Det gjør det lettere å dra ut spesielle detaljer ut av modellen, legge det ved i en mail og sende dette videre til en annen deltaker for å diskutere og løse utfordringene. Videre blir det påpekt at BIM-modellen ikke fører til mer eller mindre interaksjon når BIM blir brukt på dette nivået. Det argumenteres med at utfordringene må løses uavhengig om bygget er tegnet i 3D eller ikke. BIM-modellen gjør det bare enklere å fremme hva og hvor utfordringene ligger, noe som vil si at BIM blir sett på som et verktøy som forenkler samarbeid og skaper forståelse. Interaksjonen mellom aktørene i prosjektet øker ikke, men interaksjonene øker i kvalitet.

ONV12 er altså i ferd med å ferdigstille en 3D-modell, men det er lite intelligens i modellen og den blir først og fremst brukt til visualisering, kommunikasjon og forståelse mellom aktørene. Informasjonsnivået i modellen kan derfor vurderes til å være liten til moderat. Interaksjon i form av møter og koordinering for å lage modell kan vurderes til å være moderat. Dette fører til at nivået av BIM sett opp mot rammeverket ligger i sjiktet rundt nivå to.

6.3 Sammenligning

6.3.1 Bruken av BIM

Den største forskjellen mellom Moholt og ONV12 er at modellen har en langt større signifikans på Moholt. BIM-modellen ved Moholt inkluderer mer informasjon enn det BIM-modellen til ONV12 inkluderer. Forskjellig grad av informasjon i modellene har til gjengjeld ikke påvirket mulighetene for bruk av modellen til visualisering i prosjektene.

Resultatene fremmer bruken av kollisjonskontroll på begge prosjektene. Det skapes kvalitet og pålitelighet i arbeidet rundt en BIM-modell ved bruk av en kollisjonskontroll. Teorien fremmer også dette ved å si at kollisjonskontrollen er et viktig verktøy som kan skape pålitelighet til BIM-modellen (Merschbrock og Munkvold, 2015). Videre påpeker Gu og London (2010) at feil og mangler i modellen kan resultere i tap av tillit. Resultatene viser at det er to forskjellige synspunkt på hva kollisjonskontrollen gjør for prosjektene. Ved ONV12 blir den brukt for å skape et grunnlag for en modell som skal bli brukt i prosjektet. Kollisjonskontrollen skaper derfor en sikkerhet for brukerne i form av at det er en viss kvalitet på modellen. I tillegg til at modellen brukes for å øke påliteligheten til modellen på begge prosjekter, er den helt nødvendig for bestillingen av produksjonsmaterialene ved Moholt. Dette vil si at på ONV12 brukes kollisjonskontrollen som et hjelpemiddel til å utarbeide en modell de utførende kan stole på som beslutningsgrunnlag, mens den på Moholt brukes til utarbeide et bestillingsgrunnlag.

Den største forskjellen på Moholt og ONV12 når det gjelder bruksområder av BIM er at Moholt benytter modellen til bestilling, og at visualiseringen per dags dato er noe mer pålitelig. Dette kommer av at ONV12 fortsatt er i en prosess hvor de koordinerer modellen, og at modellen følgelig vil bli mer pålitelig når den er ferdig koordinert. Ettersom modellen på ONV12 ikke kommer til å ha den samme mengden av informasjon som modellen til Moholt har, vil det være en forskjell i modellnytte i gjennomføringsfasen.

Teorien tar opp størrelsen, kommunikasjonen mellom prosjektdeltakerne, BIM-ferdighetene til aktørene, samt komponenter i organisasjonsstrategien som faktorer som vil ha innvirkninger på suksessen til BIM i et prosjekt (Barlish og Sullivan, 2012). Størrelsen på Moholt i forhold til ONV12 i form av kostnader er nesten tre ganger så stor og det samme gjelder størrelse målt i areal. På bakgrunn av at Moholt krever mer BIM-kompetanse, har dette prosjektet fått en tilpasset prosjekteringsgruppe. Videre har det blitt disponert mer tid til planlegging på Moholt enn det har på ONV12, som kan vurderes til å være en av implikasjonene et høyt nivå av BIM har på interaksjonene mellom aktørene.

6.3.2 Nivå av BIM

Et interessant tema, er hensiktsmessigheten av informasjon. Under intervjuene på både Moholt og ONV12 ble det påpekt at nivået av informasjon i modell var på et hensiktsmessig nivå. Dette innebærer at det ville vært unødig bruk av tid og penger å legge inn informasjon i modell som ikke blir brukt under utførelse eller i etterkant av ferdigstilling. Det later dermed til at det finnes et hensiktsmessig informasjonsnivå for aktørene i prosjektet. På Moholt var det nødvendig med informasjon om utsparinger i modellen ettersom produsenten benyttet denne modellen til produksjon av trematerialet. På ONV12 er de riktignok fortsatt i prosessen hvor modellen koordineres, men de utførende på dette prosjektet finner det mer hensiktsmessig å løse eventuelle floker på byggeplassen, noe som vil si at informasjonsgraden i modellen er lavere enn på Moholt. Dermed ser det ut til å være karakteristikk i prosjektene som er med på å avgjøre hva slags type og grad av informasjon som er hensiktsmessig.

Videre kan denne informasjon relatere til det teorien sier om informasjonsflyt. Hjelseth (2010) poengterte at det er viktig å kunne ha muligheten til å skille mellom relevant og urelevant informasjon for å skape en effektiv informasjonsdeling. Chen et al. (2015) påpekte at det er viktig at man får rett informasjon til rett tid i prosjekter. Om informasjonsnivået i modellen kan holdes på et hensiktsmessig nivå, kan dette gjøre at informasjonsdelingen blir mer effektiv ettersom det ikke lenger blir en utfordring å skille mellom relevant og urelevant informasjon. Selv om graden av informasjon i modell på Moholt og ONV12 er forskjellig, later det til at det på begge prosjektene er et hensiktsmessig informasjonsnivå. Videre kan dette relateres til hva

Succar et al. (2012) skrev om utfordringer som oppstår når aktørene i et og samme prosjekt sitter med forskjellige kunnskaper. Om informasjonsnivået kan holdes på et nivå som passer med prosjektet, slik som på Moholt og ONV12, kan det bidra til å minske disse utfordringene.

Ut i fra hvilken grad av informasjon det finnes i 3D-modellen på de to forskjellige prosjektene er det mulig å plassere dem inn i rammeverket. Som nevnt defineres ONV12 til å ligge i sjiktet rundt nivå to ettersom de kun inkluderer objektbasert geometri, og informasjonsnivået i modellen kan betegnes som moderat. Ved Moholt inkluderer de nødvendig informasjon i 3D-modellen i form av blant annet utsparinger, som er viktig for å skape et bestillingsgrunnlag. Dette betyr at modellen inneholder mer informasjon enn kun objektbasert geometri og informasjongraden kan dermed anses som høy. Dette innebærer at Moholt benytter seg av et høyere nivå av BIM enn hva som gjøres på ONV12.

6.3.3 BIM og interaksjoner

Det ble gjennomført en samspillsentreprise på Moholt. Dette førte til tidlig involvering av aktørene i prosjektet. Bryde et al. (2013) påpeker at tidlig involvering er essensiell for implementering av BIM i et prosjekt samtidig som det kan skape en god BIM-prosess.

Tidlig involvering av aktører i form av samspillsentreprisen ved Moholt skapte eierskap til prosjektet og dette kommer som følge av at de involverte får være med på selve beslutningsprosessen. Tune (2015) mener at samspillsentreprisen gir en tettere kobling mellom aktørene i prosjektet. Dette forekommer ved at aktørene sammen skaper en felles forventning og forståelse for prosjektet og dette fører igjen til et godt miljø på prosjektet. BIM var også i fokus i samspillsentreprisen og ble tidlig implementert i prosjektet. Linderoth (2010) påpeker at det skapes bedre kommunikasjon mellom aktørene, samt at troen på å fullføre prosjektet innenfor kostnad- og tidsrammene er større ved tidlig implementering av BIM. Det tyder på at samspillsentreprisen legger et godt grunnlag for å skape en felles strategi, god koordinering og forståelse av prosjektet mellom aktørene.

I tillegg til samspillsentreprisen ble det implementert IP ved prosjektet på Moholt, noe som har skapt endringer i arbeidsprosessen med og rundt BIM. Både Linderoth (2010), Statsbygg (2013), Gu og London (2010), Bråthen (2015) og Bosch-Sijtsema (2013) tar opp utfordringer og løsninger rundt endringer og koordinering av arbeidsprosesser ved implementering av BIM. Det er en enighet om at arbeidsprosessene burde endres og koordineres for å skape gode beslutningsgrunnlag i prosjektet. Videre fremmes det at denne arbeidsprosessen er med på å skape en strategi eller et rammeverk på hvordan alle aktørene skal kommunisere og jobbe med BIM. Standardiserte arbeidsprosesser og fremgangsmåter på hvordan BIM-modellen skal bli produsert viser seg å være viktig for å få en god modell. IP er med på å påvirke alle nevnte punkter og har bidratt med at aktørene i prosjektet har jobbet sammen mot en felles modell. Videre er det et stort fokus på koordinering av roller ved implementering av BIM og endringer i arbeidsprosessen. Det er et større krav om kompetanse rundt BIM og dens bruksområder. Moholt har hatt fokus på å få med seg aktører som har hatt kompetansen på plass. De ukentlige møtene som blir utført under prosjekteringsfasen er med på å samle kunnskapen til aktørene. Samtidig skaper det kontinuitet og kvalitet under etableringen av BIM-modellen. Merschbrock og Munkvold (2015) tar opp et veldig lignende konsept med bruk av BIM-rom under prosjekteringsfasen. Målet med dette rommet er å samle aktørene for å diskutere utfordringene og videreutvikle BIM-modellen. Denne arbeidsmetoden kan relateres til ICE (Olsen, 2015). Konseptet med ukentlig oppfølging later til å fungere på Moholt i den form av at det skaper god kommunikasjon mellom aktørene, feil blir tidligere oppdaget, samt at det skaper kvalitet i arbeidet som blir utført.

ONV12 implementerte ikke BIM i en tidlig fase på prosjektet. BIM-modellene blir produsert og ferdigstilt en til to måneder før det skal produseres på plass. Det er ikke nødvendig at modellen blir produsert og ferdigstilt tidligere, for den skal ikke bli brukt før selve beslutningsprosessen ute på plass. Aktørene blir heller ikke involvert før de må, noe som fører til at strategien, arbeidsmetodene og miljøet kommer på plass i et senere stadie i prosjektet. Teorien tar opp hvordan det skal skapes en god BIM-modell ved å starte med en “dummy” modell der alle faste rammer er satt på plass før videre informasjon legges inn (Statsbygg, 2013). Modellproduksjonen til ONV12 har vært litt utfordrende og muligheten for at disse faktorene har hatt en påvirkning er sannsynlig.

Ut i fra dette vises det at teorien samsvarer med hva som faktisk har skjedd på prosjektene når det kommer til tidlig implementering av BIM og involvering av aktører. ONV12 har støtt på utfordringer ved implementering av BIM og integrerte BIM på et senere stadiet i prosjektet enn det Moholt gjorde. Dette har ført til senere koordineringen av aktørene. Videre kan IP også bli sett på noe som fremmer interaksjon mellom aktørene i prosjektet. Derfor har IP ført til at det er en høyere grad av interaksjon mellom aktørene i Moholt-prosjektet, sammenlignet med interaksjonsgraden på ONV12. BIM har på begge prosjektene fungert som en plattform for informasjon og interaksjon, som følge av at modellen fungerer som et tilholdssted for informasjon og skaper bedre forståelse for prosjektene hos alle parter.

6.4 Diskusjon

Denne delen tar opp de to hoveddelene i rammeverket, nivå av BIM og interaksjoner, som skal bidra til å ytterligere utforme rammeverket. Videre vil forskningsspørsmålet bli diskutert, hvor det tas opp hva slags type prosjekter som bør ha et høyt nivå av BIM. Avslutningsvis vil det endelige rammeverket bli presentert, som fungerer som en behjelpelig illustrasjon til konklusjonen.

6.4.1 Nivå av BIM

Et interessant tema som fremkommer av resultatene er at intervjuobjektene på begge prosjektene forbinder et høyt nivå av BIM med bruk av modell til FDV. For at dette skal skje må hovedsakelig to forutsetninger være på plass. For det første må modellen inneholde alle nødvendige opplysninger som kreves for at den skal kunne benyttes til forvaltning, drift og vedlikehold. Dette har en kostnadsside, hvor det er kunden som må betale og prosjekterende som må utføre modelleringen. Den andre forutsetningen er at byggherreorganisasjonen må ha et system som kan administrere en modell, noe ingen av byggherrene i de to prosjektene har.

Dette med kostnad er selvfølgelig veldig sentralt ettersom alle byggeaktører i bunn og grunn driver butikk. For at en byggherreorganisasjon skal iverksette implementering av et system som kan administrere en 3D-modell, må det være en påviselig gevinst ved det, og denne gevinsten er ikke åpenbar. Innovasjonslitteraturen som omhandler byggenæringen etterlyser en såkalt “champion”, som innebærer at noen må gå foran å vise vei for at andre skal komme etter (Kulatunga et al., 2011). Om det skal bli aktuelt for byggherrer flest å benytte modell til FDV, må en av de større offentlige eiendomsforvalterne vise at det finnes en gevinst ved det. Det er grunn til å tro at om det finnes en gevinst, vil den hovedsakelig gjelde store og til en viss grad kompliserte prosjekter som har en omfattende FDV-dokumentasjon.

Rammeverket beskriver også kompetansesett som kreves for å utvikle seg fra et nivå til et annet. Disse kompetansesettene som inneholder alt fra programvare til opplæringsprogram og tekniske ferdigheter, er essensielle for å lykkes med et høyt BIM-nivå. Om en av aktørene mangler kompetansen som er nødvendig for å modellere, kan det potensielt føre til store problemer i gjennomføringsfasen. Slike kompetansesett er med andre ord en nødvendighet for å lykkes med et høyt nivå av BIM.

I forbindelse med nivåer av BIM er det naturlig å diskutere hva som leder opp til et gitt nivå. I utgangspunktet er det tre faktorer som utmerker seg når det gjelder hva som leder til det gitte nivået, henholdsvis kunde, hovedentreprenør og prosjektkarakteristikker. Kunden, altså byggherren, sitter med beslutningsmyndighet til å sette ønskede føringer for bruk av BIM i et prosjekt. For at en byggherre skal sette føringer må det finnes incentiver for det. Gjør det ikke det, går beslutningene videre til hovedentreprenør som setter sammen prosjekteringsgruppen. Videre bør hovedentreprenør vurdere prosjektkarakteristikkene og ta en beslutning på hvilket informasjonsnivå som er ønskelig i modellen, og hvilke bruksområder modellen skal ha. Informasjonsnivået bør ha en sammenheng med bruksområder. Om det skal settes krav til nøyaktighet i modellen i prosjekteringsfasen, later det til å være en forutsetning at aktørene koordinerer og kommuniserer i større grad tidlig i prosjektet.

6.4.2 Interaksjoner

Når det kommer til interaksjoner som følge av BIM er det verdt å diskutere hvordan rammeverket forholder seg til dette. Rammeverket som ble basert på teori indikerer at et høyt nivå av BIM både gir og krever et høyt nivå av interaksjoner, men resultatene fra prosjektene viser at den ene betingelsen er større enn den andre. Med dette menes det at for å gjennomføre et gitt BIM-nivå, vil det kreve en viss grad av interaksjon for å lykkes. Rammeverket baserer seg på prosjekteringsfasen hvor modellen sammenstilles, og det later til å være slik at om man skal lykkes med et høyt nivå av BIM, vil det kreve et høyt nivå av kommunikasjon og koordinering i denne fasen. Om en modell skal være nøyaktig og inneholde nødvendig informasjon må alle disiplinene frembringe sine føringer på et tidlig stadie. Det er altså ikke slik at BIM i utgangspunktet fører til mer interaksjon og samarbeid. Bruk av modell i byggeprosjekter fungerer som en plattform for samarbeid, kommunikasjon og felles forståelse. For at denne plattformen skal fungere optimalt er man avhengig av et tilstrekkelig koordinering og kommunikasjon i prosjekteringsfasen.

Videre bør det diskuteres hva som kan fasilitere interaksjoner. Veidekkes arbeidsmetode, involverende planlegging, fungerer godt som tilrettelegger. En slik arbeidsmetode er noe som kan legge grunnlaget for å lykkes med et høyt nivå av BIM, ettersom det innebærer tidlig involvering av aktørene. Alle bedrifter som bedriver prosjekter med et høyt krav til modellen hva angår informasjon og nøyaktighet, bør implementere lignende arbeidsmetoder. Idèen om å planlegge bedre slik at utføringen går glattere er i seg selv ikke revolusjonerende, men på byggeprosjekter må man veie opp tiden man bruker på planlegging i forhold til hvor mye som er nødvendig. På større og mer komplekse prosjekter, spesielt i prosjekter hvor modellen brukes til bestilling, er en slik arbeidsmetode som involverende planlegging spesielt gunstig. Dette med bestilling fra modell er sentralt ettersom det setter krav til at alle disiplinene legger inn sine føringer før gjennomføringsfasen starter. Derfor er det trolig at arbeidsmetoder som IP først og fremst vil gi avkastning i slike tilfeller. En arbeidsmetode som involverende planlegging kan dermed vurderes til å være en arbeidsmetode som fasiliterer høy interaksjon, i form av fysiske møter som forbedrer kommunikasjonen og koordineringen i prosjektet. Samspillsentreprise bør også vurderes i slike sammenhenger, ettersom en slik entreprisreform kan ytterligere tilrettelegge slike arbeidsmetoder.

Tilstrekkelig og tydelig formidling ble presentert som et problem fra Veidekkes side. Det handler om å tydeliggjøre hva de ønsker av de andre aktørene med tanke på modellen. Interaksjon i form av fysiske møter kan hjelpe til med denne koordineringen slik at alle aktørene har et klart bilde av hva som kreves av dem.

6.4.3 Hva slags type prosjekter bør ha et høyt nivå av BIM?

Forskningsspørsmålet i denne oppgaven spurte om noen prosjekter er mer tjent med BIM enn andre. I så måte bør det diskuteres hva slags type prosjekter som kan dra nytte av et høyt nivå av BIM, og hvilke aktører som drar fordel av det. En fullverdig intelligent modell vil i hovedsak være av nytte for en byggherre. Det er byggherreorganisasjonen som skal drifte bygget i tiårene etter at prosjektet står ferdig, derfor er det FDV-dokumentasjon som er av størst interesse for en byggherre. I tillegg er det i byggherrens beste interesse at prosjektet går så smertefritt som mulig, med tanke på tidsbruk og kostnader. Derfor bør det diskuteres til hvilken grad en slik intelligent modell kan være nyttig i gjennomføringsfasen. Siden ingen av prosjektene eller andre kjente prosjekter benytter en slik modell, blir det en hypotetisk diskusjon.

På ONV12 er dette noe vanskelig å diskutere ettersom de fortsatt befinner seg i en fase hvor de både utfører og detaljprosjekterer. Ut i fra resultatene er dette et prosjekt hvor utførende part finner det tilstrekkelig og hensiktsmessig å løse eventuelle floker på byggeplass. Det er ikke unaturlig å tro at en fullverdig intelligent modell kunne løst eventuelle floker før de når byggeplass, og på den måten hatt en positiv effekt på utførelsesprosessen. Det er allikevel et spørsmål om vinninga går opp i spinninga. Som nevnt tidligere er det en solid kostnad å utarbeide en slik modell. Størrelsen på denne kostnaden vil variere med størrelsen på prosjektet. Med tanke på kostnaden ved å både utarbeide en slik modell, og kostnaden implementering av et system som kan administrere en slik modell vil medføre, later det ikke til å være spesielt fordelaktig å benytte en fullverdig intelligent modell på ONV12. Dette fordi den antageligvis vil ha liten til moderat påvirkning på gjennomføringsfasen. Eventuelle fordeler vil derfor i stor grad tilkomme byggherren. Derfor kan nivået av BIM på ONV12 vurderes til å være passende.

På Moholt nærmer prosjektet seg slutten og det er derfor enklere å diskutere fordeler modellen har gitt aktørene. Som vist i resultatene var modellen til dette prosjektet særdeles viktig, ettersom den ble benyttet til å produsere prefabrikkerte trematerialer. Dette er en prosjektkarakteristikk ved Moholt som krever en mer nøyaktig og intelligent modell enn i tradisjonelle prosjekter. Prefabrikkerte elementer er i seg selv tidsbesparende, og det at utsparingene også blir gjort på fabrikk gjør at det uten tvil resulterer i kortere byggetid. Den nøyaktige og til en viss grad informasjonsrike modellen på Moholt kan dermed betegnes som en suksess. En annen suksessfaktor for Moholt-prosjektet kan være valget av å starte med en samspillsentreprise. Denne entrepriseformen kan være spesielt nyttig i prosjekter hvor det er fokus på å bruke tid på planleggingen. Entrepriseform kan dermed være en faktor som kan være behjelpelig til å håndtere BIM-nivåene.

Videre kan det diskuteres hvilke fordeler det gir for hvem. Modellen gir en gevinst for Veidekke og de utførende i form av at den potensielt sett kan føre til mindre feil og byggetid. Dette gir igjen en gevinst for byggherre som etter all sannsynlighet får et prosjekt levert innenfor budsjett- og tidsrammer. Modellen gir dog en kortvarig gevinst ettersom den ikke blir benyttet til forvaltning av prosjektet i etterkant. Det er foreløpig vanskelig å si hvilke fordeler en intelligent modell kan gi byggherre i etterkant, annet enn at det sannsynligvis vil være en større gevinst for de større eiendomsforvalterne som administrerer store mengder bygningsareal.

Det ser derfor ut til å være karakteristikk i prosjekter som er med på å avgjøre hvilket nivå av BIM som er hensiktsmessig. På bakgrunn av prosjektene Moholt og ONV12 er det grunnlag for å si at noen prosjekter er mer tjent med et høyt nivå av BIM enn andre. Forskjellen ligger hovedsakelig i hva modellen skal brukes til. Om modellen er av samme betydning som på Moholt, altså at modellen må være korrekt fordi den utgjør produksjonsgrunnlag for materialer, vil det være nødvendig med en mer informasjonsrik modell på et tidlig stadiet enn i prosjekter som ONV12. Om prosjektet er mer tradisjonelt slik som ONV12, hvor eventuelle unøyaktigheter i modell ikke vil utgjøre et stort problem ettersom det løses på byggeplass, vil det være unødvendig med et høyt nivå av BIM.

6.5 Endelig rammeverk

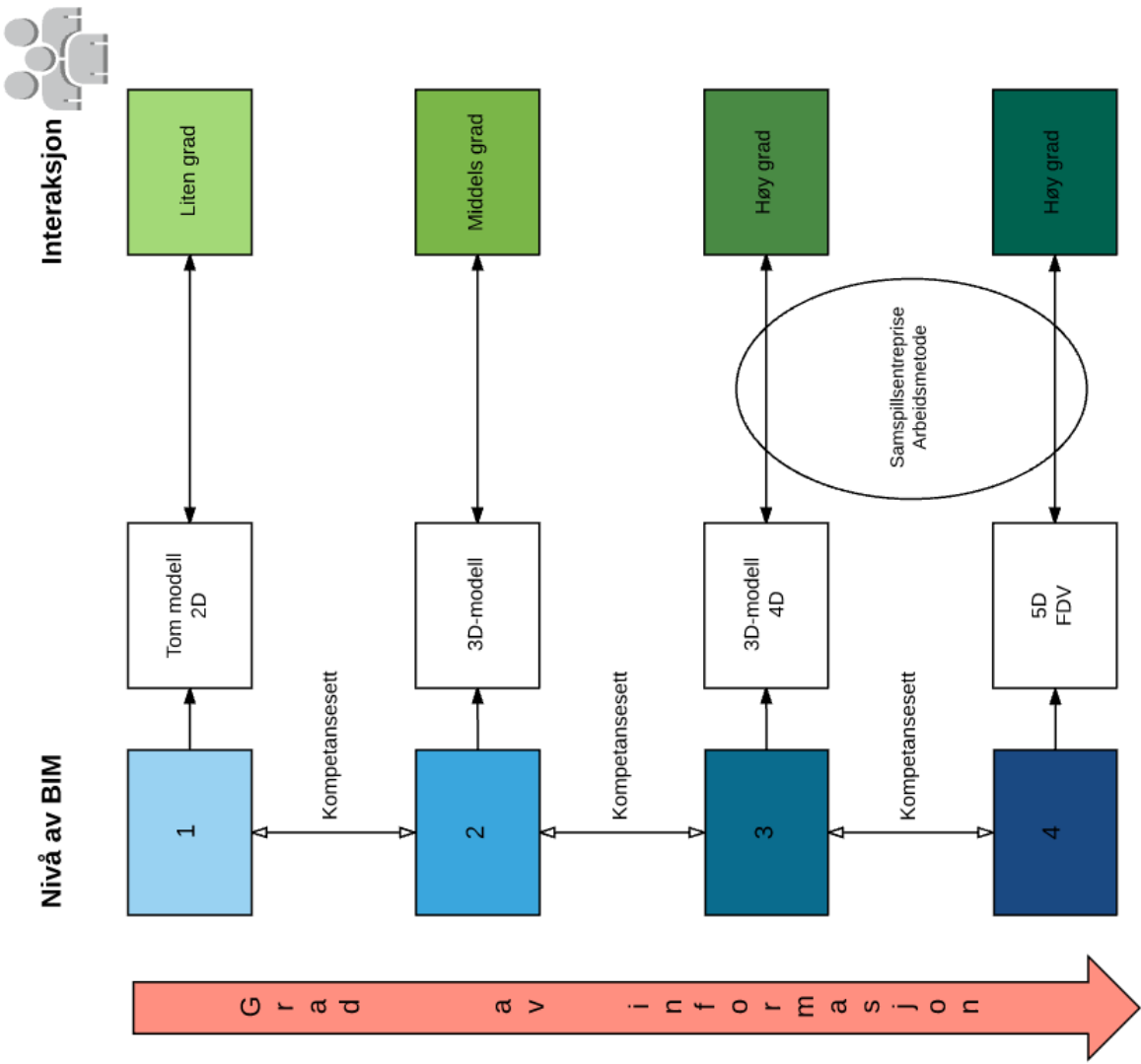
På bakgrunn av analysen og diskusjonen er det nå et grunnlag for å utbedre rammeverket. Det opprinnelige rammeverket består og har det samme utgangspunktet og forklaringene som ble gitt i teoridelen. Rammeverket har nå blitt utvidet med et nytt nivå som kan vurderes til å være det høyeste nivået av BIM, som består av en fullverdig og informasjonsrik modell. Dette fjerde nivået innebærer at en byggherreorganisasjon skal kunne utnytte modellen til forvaltning, drift og vedlikehold. Dette vil kreve en særdeles informasjonsrik modell. Interaksjonen som kreves for å sammenstille en slik modell kan vurderes til å være høy. Legg her merke til at det ikke skilles mellom interaksjonsnivået i det tredje og fjerde nivået. Dette er blitt vurdert som passende fordi interaksjonsnivået på nivå tre allerede inneholder arbeidsmetoder som fasiliterer interaksjon i form av fysiske møter. Det betyr at grunnlaget allerede er lagt for koordinering og kommunikasjon, og det vil simpelthen være snakk om hvor mye informasjon som legges inn i modellen.

Videre er 5D lagt inn som bruksområde i det fjerde nivået. Det innebærer at en 3D-modell benyttes til både fremdriftsplanlegging og kostnadsberegninger, altså to ekstra dimensjoner. Dette er blitt vurdert som passende fordi det vil være naturlig å benytte modellen til kostnadsberegninger om den inneholder all tilgjengelig informasjon.

Sirkelen som strekker seg over det tredje og fjerde nivået er ment å illustrere fasilitatorer for et høyt nivå av BIM. Arbeidsmetode er inkludert ettersom resultat og analyse viste at involverende planlegging var en god og viktig måte å jobbe på for å lykkes med bruken av BIM. Slike arbeidsmetoder som fasiliterer møter og koordinering i prosjekteringsfasen er å anbefale om det skal tas i bruk et høyt nivå av BIM. Nivå 1 karakteriseres som lavt, nivå 2 som moderat, og nivå 3 og 4 karakteriseres som høyt.

Videre er samspillsentreprise lagt til som en fasilitator for et høyt BIM-nivå. Dette fordi denne entreprisformen kan gi ytterligere grunnlag for interaksjon i en tidlig fase av prosjektet, og gjennom kommunikasjon og planlegging tilrettelegge for en arbeidsmetode som involverende planlegging.

Dette rammeverket illustrerer sammenhengen mellom nivå av BIM og interaksjonen som kreves for å sammenstille en modell i prosjekteringsfasen. Rammeverket er et bidrag til definering av BIM-nivåer og hva det vil kreve av interaksjon, og kan benyttes av Veidekke og andre bedrifter til å implementere tiltak for å lykkes med et gitt nivå av BIM.



Figur 7: Endelig rammeverk

7 Konklusjon

Hovedproblemstillingen til denne oppgaven var hvilke implikasjoner nivået av BIM har på interaksjonen mellom aktørene i et prosjekt. Case-studien gjennomført i denne oppgaven som resulterte i det ferdige rammeverket, viser at et høyt nivå av BIM krever et høyt nivå av interaksjon. I denne oppgaven ble det fokusert på interaksjon i form av fysiske møter, kommunikasjon og koordinering. Disse formene for interaksjon er nødvendige for å lykkes med sammenstilling av modell i prosjekteringsfasen.

Denne oppgaven identifiserte to nivåer som ble vurdert til å være høye. Nivå av informasjon i modell er premissgiver for hvilket nivå av BIM et prosjekt benytter, og en høy grad av interaksjon bør benyttes i de to høye nivåene i rammeverket. Informasjonsgraden vil i disse to nivåene inneholde noe utover objektbasert geometri. I disse tilfellene anbefales det å benytte en høy grad av interaksjon, som vil innebære en arbeidsmetode som samler aktørene i en tidlig fase, eksempelvis involverende planlegging. Dermed konkluderes det med at nivået av BIM har implikasjoner på interaksjoner mellom aktørene i byggeprosjekter, i form av at nivået av BIM bør stå i forhold til nivået av interaksjon i prosjekteringsfasen. Høyt nivå av BIM vil kreve et høyt nivå av interaksjon.

Videre var det i denne oppgaven ønskelig å finne ut av om noen prosjekter er bedre tjent med mer bruk av BIM enn andre. Svaret på dette er ubetinget ja. Moholt-prosjektet hadde et spesielt behov for en nøyaktig modell med informasjon til å kunne produsere utsparinger på en ekstern fabrikk. Dette er en prosjektkarakteristikk som krever et høyt nivå av BIM, som igjen krever et høyt nivå av interaksjoner. Om ikke slike karakteristikk er til stede, vil det være unødig bruk av tid og penger og dermed ikke hensiktsmessig å benytte et høyt nivå av BIM.

Videre kan det konkluderes med at samspillsentreprise og arbeidsmetode fungerer som tilretteleggere for et høyt nivå av BIM. Denne arbeidsmetoden bør gå ut på tidlig involvering av alle aktører, slik som Veidekkes konsept involverende planlegging. Dette er en forutsetning for å lykkes med et høyt nivå av BIM.

7.1 Implikasjoner for bransjen

Byggefirmaer bør i forkant av prosjekter vurdere rammeverket og forsøke å plassere sitt eget prosjekt. På denne måten kan rammeverket hjelpe til å vurdere hvilken grad av interaksjon som er nødvendig mellom aktørene i prosjekteringsfasen. For Veidekke sin del kan det sies at de ser ut til å ha gjort mye riktig i de to prosjektene denne oppgaven har studert. Det er en distinktiv forskjell mellom de to prosjektene når det kommer til betydningen av modell, og dette har Veidekke mestret godt. Involverende planlegging har fungert godt på Moholt, og til tross for at prosjektet ikke er ferdigstilt enda ser denne arbeidsmetoden ut til å ha vært en kritisk suksessfaktor. Det er ikke grunnlag for å si at ONV12 har behov for samme grad av interaksjon, og det kan dermed sies at ONV12 har en hensiktsmessig grad av interaksjon. Veidekke anbefales derfor å fortsette med sin arbeidsmetode i prosjekter som Moholt. En videre anbefaling for Veidekke er å jobbe med formidling overfor andre aktører, slik at alle involverte aktører er klar over hva som kreves av dem for å lykkes med et høyt nivå av BIM.

7.2 Videre arbeid

En naturlig videreføring av dette arbeidet vil være å kvantifisere eventuelle økonomiske gevinster de ulike nivåene av BIM kan gi. Basert på case-studie og intervjuer har denne oppgaven gjort en antagelse om at noen prosjekter er mer tjent med et høyere nivå av BIM og tilhørende interaksjonsnivå enn andre. En kvantifisering av økonomiske gevinster vil derfor være med på å styrke denne studien.

Videre ble det i denne oppgaven utarbeidet et nivå som inneholder bruk av modell til FDV. Det vil også være interessant å se nærmere på hvilke fordeler dette kan gi en byggherre.

8 Referanser

- Barlish, K. og Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM — A case study approach. *Automation in Construction*, 24, s.149-159.
- Blayse, A. og Manley, K. (2004). Key influences on construction innovation. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 4(3), s.143-154.
- Bosch-Sijtsema, P. (2013). New ICT changes working routines in construction design projects. *Nordic Academy of Management (NFF) Iceland*. [online] Tilgjengelig på: <http://publications.lib.chalmers.se/publication/179131> [Hentet 10. april 2016].
- Bråthen, K. (2015). Collaboration with BIM - Learning from the Front Runners in the Norwegian Industry. *Procedia Economics and Finance*, 21, s.439-445.
- Bryde, D., Broquetas, M. og Volm, J. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), s.971-980.
- Bryman, A. og Bell, E. (2007). *Business research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- buildingSMART. (2016). [online] Tilgjengelig på: <https://buildingsmart.no/hva-er-afenbim/bs-prosess> [Hentet 25. april 2016].
- Building Research Establishmen. (2016). *BREEAM*. [online] Breeam.com. Tilgjengelig på: <http://www.breeam.com/> [Hentet 10. april 2016].
- Bygballe, L. og Goldeng, E. (2012). Innovasjon I byggenæringen. *Magma*, [online] 1, s.51-60. Tilgjengelig på: http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/93602/Bygballe_Magma_2012.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Bygballe, L. og Ingemansson, M. (2014). The logic of innovation in construction. *Industrial Marketing Management*, 43(3), s.512-524.
- Bygballe, L., Jahre, M. og Swärd, A. (2010). Partnering relationships in construction: A literature review. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(4), s.239-253.
- Byggherre-1, (2016). *Intervju med byggherre på Moholt 50/50*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.
- Byggherre-2, (2016). *Intervju med byggherre på Otto Nielsens Vei 12*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.
- Byggherreforskriften, *Forskrift 7. august 2009 nr. 62 om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser*.
- Chen, K., Lu, W., Peng, Y., Rowlinson, S. og Huang, G. (2015). Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework. *International Journal of Project Management*, 33(6), s.1405-1416.
- Demian, P. og Walters, D. (2013). The advantages of information management through building information modelling. *Construction Management and Economics*, 32(12), s.1153-1165.
- Ding, L. og Xu, X. (2014). Application of Cloud Storage on BIM Life-cycle Management. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, p.1.
- Dorée, A. og Holmen, E. (2004). Achieving the unlikely: innovating in the loosely coupled construction system. *Construction Management and Economics*, 22(8), s.827-838.
- Dubois, A. og Gadde, L 1. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research. *Journal of Business Research*, 55(7), s.553-560.

- Dubois, A. og Gadde, L. 2. (2002). The construction industry as a loosely coupled system: implications for productivity and innovation. *Construction Management and Economics*, 20(7), s.621-631.
- Eastman, C. (2011). *BIM handbook*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Eikeland, P. (1998). *Samspillet i Byggeprosessen*. 1st ed. [ebok] Tilgjengelig på: <http://pte.no/pdf/TeoretiskAnalyse.pdf> [Hentet 9. april 2016].
- Elmualim, A. og Gilder, J. (2013). BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation. *Architectural Engineering and Design Management*, 10(3-4), s.183-199
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), s.219-245.
- Grilo, A. og Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19(5), s.522-530.
- Gu, N. og London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), s.988-999.
- Gustafsson, M., Gluch, P., Gunnemark, S., Heinke, K. og Engström, D. (2015). The Role of VDC Professionals in the Construction Industry. *Procedia Economics and Finance*, 21, s.478-485.
- Hartmann, A. (2006). The context of innovation management in construction firms. *Construction Management and Economics*, 24(6), s.567-578.
- Hermansen, S. (2011). Den virtuelle byggeprosess: Planlegging og gjennomføring. *Universitetet i Stavanger*. [online] Tilgjengelig på: http://idtjeneste.nb.no/URN:NBN:no-bibsys_brage_21423.

- Hjelseth, E. (2010). Exchange of Relevant Information in BIM Objects Defined by the Role- and Life-Cycle Information Model. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), s.279-287.
- Holmen, E., Pedersen, A. og Torvatn, T. (2005). Building relationships for technological innovation. *Journal of Business Research*, 58(9), s.1240-1250.
- Hostick, D., Slavich, A., Larson, L., Hostick, C., Skumanich, M., Crawford, M. og Weber, T. (2003). *Characterizing Building Construction Decision Processes to Enhance DOE Program Design*. 1st ed. [ebok] Tilgjengelig på:
http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-14507.pdf
[Hentet 12. april 2016].
- Håkansson, H. og Ingemansson, M. (2012). Konkurransen som hinder for innovasjon og teknisk fornyelse I byggenæringen. *MAGMA*, 7, s.55-61. Tilgjengelig på:
<http://www.magma.no/konkurransen-som-hinder-for-innovasjon-og-teknisk-fornyelse-ibyggeneringen>.
- Kam, C., Senaratna, D., McKinney, B., Xiao, Y. og Song, M. (2013). The VDC Scorecard: Formulation and Validation. *Center for Integrated Facility Engineering: Stanford University*.
- Kulatunga, K., Kulatunga, U., Amaratunga, D. og Haigh, R. (2011). Client's championing characteristics that promote construction innovation. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 11(4), s.380-398.
- Kumar, B. (2015). *A practical guide to adopting BIM in construction projects*.
- Lindgaard, H. and Nilsen, M. (2015). Hva hindrer innovasjon i byggebransjen, og hva kan fostre innovasjon?. *Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – Forprosjekt*.
- Linderoth, H. (2010). Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. *Automation in Construction*, 19(1), s.66-72.

- Löf, M. og Kojadionovic, I. (2012). *Possible Utilization of BIM in the Production Phase of Construction Projects: BIM in work preparations at Skanska Sweden AB*. 1st ed. KTH - Department of Real Estate and Construction Management.
- Lovdata.no. (2016). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften) - Lovdata*. [online] Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028?q=byggherre> [Hentet 21. april 2016].
- Merschbrock, C. og Munkvold, B. (2015). Effective digital collaboration in the construction industry – A case study of BIM deployment in a hospital construction project. *Computers in Industry*, 73, s.1-7.
- Mignone, G., Hosseini, M., Chileshe, N. og Arashpour, M. (2016). Enhancing collaboration in BIM-based construction networks through organisational discontinuity theory: a case study of the new Royal Adelaide Hospital. *Architectural Engineering and Design Management*, pp.1-20.
- Oh, M., Lee, J., Hong, S. og Jeong, Y. (2015). Integrated system for BIM-based collaborative design. *Automation in Construction*, 58, s.196-206.
- Olsen, T. (2015). Effektivisering av prosjekteringsprosessen - Med implementering av BIM, Lean Construction og VDC. *Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet: Institutt for bygg, anlegg og transport*. [online] Tilgjengelig på: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2349903>.
- RIB-1, (2016). *Intervju med rådgivende ingeniør bygg på Moholt 50/50*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.
- RIB-2, (2016). *Intervju med rådgivende ingeniør bygg på Otto Nielsens vei 12*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.
- Shang, G. og Low, S. (2014). *Lean construction management*.

Sebastian, R. (2011). Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18(2), s.176-187.

Stanford University. (2016). *Introduction to VDC / VDC and BIM Scorecard*. [online] Vdcscorecard.stanford.edu. Tilgjengelig på:
<https://vdcscorecard.stanford.edu/content/introduction-vdc> [Hentet 27. april 2016].

Statsbygg. (2016). *Prosjektmodell - statsbygg.no*. [online] Statsbygg.no. Tilgjengelig på:
<http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/Prosjektmodell/> [Hentet 12. april 2016].

Statsbygg (2013). Statsbyggs BIM-manual 1.2.1. [online] Tilgjengelig på:
<http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/manualer/StatsbyggBIM-manual-Ver1-2-1-2013-12-17.pdf> [Hentet 16. april 2016].

Succar, B., Sher, W. og Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), s.120-142.

Šuman, N. og Semič El-Masr, M. (2013). The Integrated Approach for Introducing Innovation in construction Industry. *OTMCJ*, 5(2), s.834-843.

Tune, H. (2015). Samspill i norsk bygg- og anleggsbransje. Tilgjengelig på:
<http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2349852>.

UE-1, (2016). *Intervju med underentreprenør på Moholt 50/50*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.

UE-2, (2016). *Intervju med underentreprenør på Otto Nielsens vei 12*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.

Undervisningsbygg, (2007). *Kontrakts-/innkjøpsstrategi og fremdriftsplanlegging*. 1st ed. [ebok] Tilgjengelig på:
<http://www.anskaffelser.no/sites/anskaffelser/files/Veileder%20%E2%80%93%20forde-ler%20og%20ulemper%20med%20ulike%20entreprisereformer%20-%20Undervisningsbygg.pdf> [Hentet 1. mai 2016].

Underwood, J. og Isikdag, U. (2010). *Handbook of research on building information modeling and construction informatics*. Hershey, PA: Information Science Reference.

V-1, (2016). *Intervju med prosjektleder på Moholt 50/50 ved Veidekke*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.

V-2. (2016). *Intervju med anleggsleder på Otto Nielsens vei 12 ved Veidekke*. Intervjuere Lindegaard, H og Nilsen, M.

Veidekke, (2014). *Involverende planlegging i produksjon*. [online] Tilgjengelig på:
<http://veidekke.no/incoming/article8702.ece/binary/Faktaark-Involverende-Planlegging-2014.pdf> [Hentet 10. mars 2016].

Veidekke1. (2016). *Fakta om Veidekke - Om oss - Veidekke i Norge*. [online] Veidekke.no. Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece> [Hentet 10. mars 2016].

Veidekke2, (2016). *Verdigrunnlag - Verdigrunnlag - Veidekke i Norge*. [online] Veidekke.no. Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/om-oss/verdigrunnlag/article10247.ece> [Hentet 10. mars 2016].

Veidekke3, (2016). *Involverende planlegging - lean construction - Kompetanse - Veidekke i Norge*. [online] Veidekke.no. Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/om-oss/kompetanse/article8308.ece> [Hentet 10. mars 2016].

Veidekke4, (2016). *Veidekke+deg = sant - Jobb - Veidekke i Norge*. [online] Veidekke.no.

Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/job/article7899.ece#involverende> [Hentet 10. mars 2016].

Veidekke5, (2016). *Moholt 50/50 studentboliger, Trondheim - Prosjekter - Veidekke i Norge*.

[online] Veidekke.no. Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/prosjekter/article19204.ece> [Hentet 16. mars 2016]

Veidekke6, (2016). *Otto Nielsens vei 12, Trondheim - Prosjekter - Veidekke i Norge*. [online]

Veidekke.no. Tilgjengelig på: <http://veidekke.no/prosjekter/article20172.ece> [Hentet 16. mars 2016].

Veidekke7. (2016). *Illustrasjon*. [email].

Wong, A., Wong, F. og Nadeem, A. (2010). Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), s.288-302.

Yin, R. (2003). *Case study research*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.

Yin, R. (2010). *Qualitative research from start to finish*.