



Samhandling med BIM i veiprosjekter

- med bakgrunn i E6 Frya-Vinstra

Kristoffer Aaserud

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2014

Hovedveileder: Ola Lædre, BAT

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



<i>Oppgavens tittel:</i> Samhandling med BIM i veiprojekt – med utgangspunkt i E6 Frya–Vinstra	<i>Dato:</i> 10.06.2014		
	<i>Antall sider (inkl. bilag):</i> 112		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
<i>Navn:</i> Kristoffer Aaserud			
<i>Faglærer/veileder:</i> Ola Lædre (NTNU – Institutt for bygg, anlegg og transport)			
<i>Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:</i> Morten Lund Hoffmann og Bjørn Clausen (Multiconsult AS)			

Ekstrakt:

Mange aktører i anleggsbransjen har fått øynene opp for bruk av samhandlingsmodeller og digitale verktøy. *BygningsInformasjonsModeller* (BIM) benyttes nå i større grad også i veiprojekter, men det er fortsatt et stykke å gå før man er på nivå med byggenæringen. Vegdirektoratet lanserte i 2012 Håndbok 138 *Modellgrunnlag*, som beskriver krav til planlegging, prosjektering og bygging basert på modeller. Denne håndboken inngår nå i kvalitetssystemet til Statens vegvesen, som krever at 3D-modellering benyttes for alle fagområder i sine prosjekter.

Hensikten med denne rapporten er å belyse mulighetene for å bedre samhandlingen mellom aktørene i veiprojekter, ved å innføre hensiktsmessig bruk av BIM. Det vil kunne føre til økt verdiskapning for prosjektdeltakerne og skape produkter av høyere kvalitet som i større grad bidrar til å nå samfunnsmålene.

Rapporten er basert på et litteraturstudie som avdekker etablert teori om moderne, teknologiske prosesser og gjennomføringsmodeller. I tillegg til å kartlegge mulighetene og begrensningene med BIM, er fire modeller for effektivisering og samhandling evaluert. Disse samhandlingsmodellene er: *Integrated Project Delivery* (IPD), *Lean Design & Construction* (LDC), *Virtual Design & Construction* (VDC) og *Integrated Concurrent Engineering* (ICE).

Et praktisk studie er gjennomført, hvor empirisk data innhentet gjennom et casestudie analyseres. De anvendte forskningsmetodene for denne delen er: dokumentgjennomgang, deltakende observasjon og dybdeintervjuer. Casestudiet tar utgangspunkt i veiprojektet E6 Frya–Vinstra, omtalt som et av Norges største veiprojekt og ansett som et pilotprosjekt for samhandling og 3D-modellering i så stort omfang.

Resultatene viser at BIM har potensial til å bli like anvendelig i veiprojekter som i byggeprosjekter, men at visse utfordringer holder igjen utviklingen. Disse er blant annet knyttet til organisatoriske omstillinger, nye gjennomføringsmodeller, og kontraktsmessige restriksjoner. I tillegg finnes det noen teknologiske begrensninger som gjør det problematisk å integrere visse funksjoner og prosesser.

IPD er tilsynelatende den samhandlingsmodellen som i størst grad bidrar til å optimalisere BIM. IPD og BIM utfyller hverandre og sørger for at prosjektgruppen får utnyttet sin kollektive kompetanse. Det vil derfor være formålstjenlig å gradvis integrere flere av prinsippene for IPD, for å oppnå den samhandlingen som kreves for hensiktsmessig bruk av BIM.

Stikkord:

1. Samhandling
2. Veiprojektering
3. Building Information Model (BIM)
4. Integrated Project Delivery (IPD)

Forord

Denne masteroppgaven er utført våren 2014, ved Institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven utgjør 30 studiepoeng i emnet TBA4910 *Prosjektledelse Masteroppgave*, og konkluderer sivilingeniørstudiet Bygg- og miljøteknikk.

BygningsInformasjonsModeller (BIM) setter i dag standarden for gjennomføring av byggeprosjekter, og det er ønskelig å se på mulighetene for å anvende BIM også i veiprojekter. Bygg- og anleggsnæringen beskyldes for å ha dårlig produktivitet og ikke følge med på den teknologiske utviklingen — noe hensiktsmessig bruk av BIM kan forbedre. Anvendelse av den nye teknologien krever derimot nye tilnæringsmetoder og stiller strenge krav til samhandling mellom aktørene.

Rapporten har som formål å tilrettelegge for hensiktsmessig bruk av BIM i veiprojekter. Ved å belyse hvilke utfordringer de forskjellige aktørene møter ved å omstille seg til de nye arbeidsmetodene, vil man muliggjøre funksjonell utvikling og optimalisering av teknologien og de tilhørende prosessene. Først og fremst er det nødvendig å kartlegge dagens bruk av BIM og hvilket potensial BIM har i veiprojekter.

Jeg ønsker at oppgaven skal bidra til å gi økt forståelse knyttet til samhandling med BIM i bygg- og anleggsprosjekter. I tillegg er det ønskelig å utvikle min egen kunnskap om den nye teknologien som fremtrer i bransjen, med tilhørende gjennomføringsmodeller og prosesser. Oppgaven vil dessuten tilføre nyttig erfaring med forskningsarbeid og heve min kompetanse i å produsere en profesjonell forskningsrapport.

Jeg vil benytte anledningen til å takke min veileder ved instituttet, Ola Lædre, for gode innspill underveis. I tillegg vil jeg takke følgende ressurspersoner fra Multiconsult AS: ekstern veileder, Morten Lund Hoffmann; og kontaktperson for casestudiet, Bjørn Clausen. En stor takk rettes også til kontaktpersoner i Statens vegvesen og AF Gruppen, og alle som lot seg intervju. Kjersti Myhrvold takkes for god hjelp med korrekturlesing.

Trondheim, juni 2014
Kristoffer Aaserud

Denne rapporten er skrevet i L^AT_EX
Kristoffer Aaserud, NTNU©2014
e-post: kriaase@gmail.com

Sammendrag

Statistikk viser at bygg- og anleggsnæringen er preget av dårlig effektivitet i forhold til andre industrier, og at denne trenden fortsetter. Dette gir dårlige resultater for alle involverte og skaper en lite bærekraftig utvikling. Det hevdes at dårlig samhandling mellom de tre hovedaktørene i byggeprosessen — byggherre, prosjekterende og utførende — er en bakenforliggende årsak til dette problemet. I tillegg poengteres det at bransjen ligger etter den teknologiske utviklingen, og har vanskeligheter med å integrere og utnytte mulighetene som tilbys.

Mange aktører i anleggsbransjen har fått øynene opp for bruk av samhandlingsmodeller og digitale verktøy. *BygningsInformasjonsModeller* (BIM) benyttes nå i større grad også i veiprosjekter, men det er fortsatt et stykke å gå før man er på nivå med byggenæringen. Vegdirektoratet lanserte i 2012 Håndbok 138 *Modellgrunnlag*, som beskriver krav til planlegging, prosjektering og bygging basert på modeller. Denne håndboken inngår nå i kvalitetssystemet til Statens vegvesen, som krever at 3D-modellering benyttes for alle fagområder i sine prosjekter.

Hensikten med denne rapporten er å belyse mulighetene for å bedre samhandlingen mellom aktørene i veiprosjekter, ved å innføre hensiktsmessig bruk av BIM. Det vil kunne føre til økt verdiskapning for prosjektdeltakerne og skape produkter av høyere kvalitet, som i større grad bidrar til å nå samfunnsmålene.

Rapporten er basert på et litteraturstudie som avdekker etablert teori om moderne, teknologiske prosesser og gjennomføringsmodeller. I tillegg til å kartlegge mulighetene og begrensningene med BIM, er fire modeller for effektivisering og samhandling evaluert. Disse samhandlingsmodellene er: *Integrated Project Delivery* (IPD), *Lean Design & Construction* (LDC), *Virtual Design & Construction* (VDC) og *Integrated Concurrent Engineering* (ICE).

Et praktisk studie er gjennomført, hvor empirisk data innhentet gjennom et case-studie blir analysert. De anvendte forskningsmetodene i denne delen av oppgaven er dokumentgjennomgang, deltakende observasjon og dybdeintervjuer, hvor totalt ti nøkkelpersoner fra de tre hovedaktørene i caseprosjektet er intervjuet. Casestudiet tar utgangspunkt i veiprosjektet E6 Frya–Vinstra, som under forskningsperioden er i

gjennomføringsfasen. Prosjektet er omtalt som et av Norges største veiprosjekt, og er et pilotprosjekt for samhandling og 3D-modellering i så stort omfang.

For å besvare problemstillingen *"Hvordan kan man oppnå hensiktsmessig bruk av BIM i veiprosjekter?"* ble det formulert fire forskningsspørsmål:

1. Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?
2. I hvilken grad utnyttes dette potensialet i dag?
3. Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM for de forskjellige aktørene?
4. Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

Disse forskningsspørsmålene etablerer rammen for intervjuguiden som benyttes under dybdeintervjuene. Resultatene fra det praktiske studiet diskuteres med bakgrunn i teorien fra litteraturstudiet, og danner grunnlaget for konklusjonen som forsøker å besvare forskningsspørsmålene.

Resultatene viser at BIM har potensial til å bli like anvendelig i veiprosjekter som i byggeprosjekter, men at visse utfordringer holder igjen utviklingen. Disse er blant annet knyttet til organisatoriske omstillinger, nye gjennomføringsmodeller, og kontraktsmessige restriksjoner. I tillegg finnes det noen teknologiske begrensninger som gjør det problematisk å integrere visse funksjoner og prosesser.

Anvendelse av BIM i veiprosjekter er i en tidlig utviklingsfase, og i caseprosjektet er bruken mer eller mindre begrenset til det geometriske aspektet. Modellens informasjonsinnhold er minimalt, noe som avgrenser bruksområdet og reduserer mulighetene BIM tilbyr. Økt bruk og en mer aktiv tilnærming til de nye prosessene vil imidlertid bidra til en utvikling som hever utnyttelsesgraden på sikt.

Bruk av BIM tilbyr mange fordeler, men omstillingen til nye arbeidsmetoder er krevende og medfører derfor en del ulemper for de forskjellige aktørene. Det konstateres at 3D-visualisering gir økt forståelse, forenkler arbeidet og fører til færre feil og avvik. Dessuten vil modellen kunne gi økt pålitelighet og bedre beslutninger, som kan gi et bedre prosjektresultat og berike alle aktørene. De nye prosessene krever derimot omfattende endringer i organisasjonen, med omdefinert regulering og ansvarsfordeling. Grensene mellom aktørene utydeliggjøres og forutsetter et eksepsjonelt godt samspill.

For å optimalisere BIM i veiprosjekter er det først og fremst nødvendig å etablere nye mål og fundamentale retningslinjer i prosjektorganisasjonen for å oppnå den samhandlingen som kreves. IPD er tilsynelatende den samhandlingsmodellen som i størst grad bidrar til å oppnå dette. Det vil derfor være formålstjenlig å gradvis integrere flere av prinsippene for IPD. BIM og IPD utfyller hverandre og sørger for at prosjektgruppen får utnyttet sin kollektive kompetanse.

Summary

Statistics show that the construction industry is characterized by poor efficiency compared to other industries, and that this trend is continuing. This gives poor results for all parties involved, and entails an unsustainable development. It is claimed that poorly interaction between the three main players in the construction process — the builder, designer and contractor — is a root cause of this issue. In addition, it's pointed out that the industry lags behind the technological development, and have difficulties in integrating and utilizing the opportunities offered.

Many actors in the construction industry have become aware of the use of collaboration models and digital tools. *Building Information Models* (BIM) is used to a greater extent in infrastructure projects, but there is still a large gap to reach the extent utilized in the building industry. In 2012 the Norwegian Directorate of Public Roads released a manual, *Håndbok 138 Modellgrunnlag*, which describes the requirements for planning, design and construction based on digital models. This manual is a part of the Norwegian Public Roads Administration's quality system, that requires 3D modeling for every disciplines in all of their projects.

The purpose of this thesis is to identify the possibilities to improve the interaction between actors in infrastructure projects, by introducing appropriate use of BIM. This could lead to increased value for the project participants, and create higher quality products that are more conducive to achieving social goals.

The report is based on a literature study that recognize established theory of modern technological processes and execution models. In addition to surveying the potential of BIM, four models of efficiency and collaboration were evaluated. These models are: *Integrated Project Delivery* (IPD), *Lean Design & Construction* (LDC), *Virtual Design & Construction* (VDC), and *Integrated Concurrent Engineering* (ICE).

A practical study is conducted, where empirical data collected through a case study is analyzed. The applied research methods for this study are document review, participative observation, and in-depth interviews, where a total of ten key individuals from the three main actors in the case study project were interviewed. The case study is based on the infrastructure project E6 Frya–Vinstra. The project is described as

one of the largest infrastructure projects in Norway, and is considered a pilot project for collaboration and 3D modeling in such a large scale.

In order to answer the issue "*How to achieve appropriate use of BIM for infrastructure projects?*", four research questions were articulated:

1. What is the potential of BIM in infrastructure projects?
2. To what extent this potential utilized today?
3. What advantages and disadvantages are associated with the use of BIM?
4. How to enhance the advantages and reduce the disadvantages?

These research questions establishes the framework for the interview guide used in the in-depth interviews. The results from the practical study are discussed based on the theory from the literature study, and form the basis for the conclusion which aims to answer the research questions.

The results shows that BIM has the potential to be equally applicable to infrastructure projects as in construction projects, but certain challenges are holding back the development. This is partly due to organizational restructuring, the implementation of new models, and contractual constraints. In addition, there are some technical limitations that makes it difficult to integrate certain features and processes of BIM.

Application of BIM in infrastructure projects is at an early stage of development, and in the case study project the utilization is more or less limited to the geometric aspect of the model. The information content is minimal, which limits the application, and reduces the opportunities BIM can provide. Increased use and a more active approach to the new processes will provide a suitable development that enhances the utilization.

BIM provides many advantages, but the transition is difficult, and thus involve some disadvantages for the various actors. It is found that BIM improves the comprehension, simplify work, and reduces the number of errors and discrepancies. Moreover, the model provides greater reliability and better decisions, which can improve the project results and enrich all of the actors. However, the new processes requires major changes in the organization, with redefined regulation and responsibility. The boundaries between the actors are becoming indistinct, and requires exceptionally good interaction.

To optimize BIM in infrastructure projects it is primarily necessary to establish new objectives and fundamental guidelines in the project organization to achieve the collaboration required. IPD is apparently the collaboration model that is most conducive to achieve this. Therefore, it will be expedient to gradually integrate several of the principles of IPD. BIM and IPD complement each other and ensures that the project participants will take maximum advantage of their collective expertise.

Innholdsfortegnelse

Tittelside	i
Forord	iii
Sammendrag	v
Summary	vii
Innholdsfortegnelse	ix
Figurer	x
Tabeller	x
Forkortelser	xi
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 Historikk	1
1.1.2 Dagens situasjon	2
1.2 Formål	4
1.3 Problemstilling	4
1.4 Fremgangsmåte	4
1.5 Samarbeidsbedrifter	5
1.6 Avgrensninger og forutsetninger	6
1.7 Disposisjon	6
2 Metodebeskrivelse	9
2.1 Forskningsmetode	9
2.2 Kvalitetssikring	10
2.2.1 Reliabilitet	10
2.2.2 Validitet	10
2.3 Litteraturstudie	11
2.3.1 Innhenting av informasjon	11
2.3.2 Evaluering	12
2.4 Praktisk studie	13
2.4.1 Casestudie E6 Frya–Vinstra	14
2.4.2 Dokumentgjennomgang	14
2.4.3 Deltakende observasjon	15
2.4.4 Intervjuer med nøkkelpersoner	16

3	Teoretisk grunnlag	19
3.1	Begreper og definisjoner	19
3.2	Byggeprosessen	21
3.3	Samhandling i bygg- og anleggsprosjekter	22
3.4	Building Information Model (BIM)	23
3.4.1	BIM i anleggsnæringen	26
3.4.2	Verktøy	27
3.5	Integrated Project Delivery (IPD)	29
3.5.1	IPD-ish vs "pure" IPD	33
3.6	Lean Design & Construction (LDC)	36
3.7	Virtual Design & Construction (VDC)	38
3.8	Integrated Concurrent Engineering (ICE)	40
3.9	Integrering av modellene	41
4	Resultater	45
4.1	Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?	45
4.1.1	Hva ser du for deg at BIM kan brukes til i prosjektet?	45
4.1.2	Hva ønsker du modellen skal inneholde med tanke på din rolle i prosjektet?	47
4.1.3	Hvordan mener du de forskjellige aktørene bør kommunisere gjennom BIM?	48
4.1.4	Hva er viktige suksessfaktorer for å få utløst modellens virkelige potensial?	49
4.2	I hvilken grad utnyttes BIM sitt potensial i veiprosjekter i dag?	51
4.2.1	I hvor stor grad blir BIM brukt i utførelsesfasen i dag?	51
4.2.2	Hvordan fungerer modellen i praksis som verktøy i utførelsesfasen?	52
4.2.3	Hvilke tiltak kan man gjennomføre for å oppnå hensiktsmessig bruk av modellen?	53
4.2.4	Hvordan påvirker modellen samhandlingen mellom aktørene?	54
4.3	Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?	55
4.3.1	Hvilke fordeler er det ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?	55
4.3.2	Hvilke ulemper er det ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?	57
4.4	Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?	60
4.4.1	Hvordan kan man forsterke fordelene ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?	60
4.4.2	Hvordan kan man redusere ulempene ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?	62

5	Diskusjon	65
5.1	Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?	65
5.2	I hvilken grad utnyttes BIM sitt potensial i veiprosjekter i dag?	67
5.3	Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?	69
5.4	Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?	73
6	Konklusjon	77
6.1	Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?	77
6.2	I hvilken grad utnyttes BIM sitt potensial i veiprosjekter i dag?	78
6.3	Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?	78
6.4	Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?	79
7	Videre arbeid	81
	Referanser	83
	Vedlegg	89

Figurer

1	Utvikling i timeverksproduktivitet og produktivitetsindeks	2
2	De seks forretningsområdene i Multiconsult AS (Multiconsult, 2014) .	5
3	Sammenheng mellom de ulike delene i rapportens struktur (Fritt etter Olsson (2011))	7
4	Validitet og reliabilitet – skivebom versus presisjon (Samset, 2007) . .	11
5	TONE-kriteriene	12
6	Kart over delstrekning E6 Frya–Vinstra (Statens vegvesen, 2013) . . .	14
7	Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001)	21
8	De tre samarbeidsnivåene som definert av NASFA et al. (2010)	22
9	Integrert bruk av BIM gjennom hele byggeprosessen (Autodesk, 2008)	24
10	Visualisering i felt med <i>Virtual Reality</i> (Douglas Fisher, 2013)	28
11	IPD sammenlignet med tradisjonell prosjektgjennomføring (AIA, 2007)	31
12	McLeamy-kurven (AIA & AIACA, 2007)	32
13	IPD-organisasjonen	33
14	Lean Project Delivery System (Fritt etter NASFA et al. (2010)) . . .	37
15	Prosjektets integrasjon i VDC (POP-modellen)	38
16	Kartlegging av VDC-prosjektets oppbygning (Fritt etter Fischer (2012))	39
17	IPD-organisasjonen med BIM som verktøy (Fritt etter Magnus et al. (2007))	43

Tabeller

1	Fasestruktur i kjerneprosessen etter Statsbygg (Eikeland, 2001)	21
2	De tre samarbeidsnivåene som beskrevet av NASFA et al. (2010) . . .	22
3	Forskjeller mellom tradisjonell gjennomføring og IPD (Fritt etter AIA & AIACA (2007))	35

Forkortelser

AIA	–	American Institute of Architects
BIM	–	BygningsInformasjonsModell(ering)
CIFE	–	Center for Integrated Facility Engineering
(n)D	–	(antall) Dimensjoner i modell
DAK	–	Data assistert konstruksjon
DCM	–	Design, Construction & Maintenance
FDVU	–	Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling
FKB	–	Felles kartdatabank
HMS	–	Helse, miljø og sikkerhet
ICE	–	Integrated Concurrent Engineering
IK	–	Internkontroll
IPD	–	Integrated Project Delivery
IT	–	Informasjonsteknologi
KS	–	Kvalitetssikring
LCA	–	Life Cycle Assessment / Livsløpsanalyse
LCC	–	Life Cycle Costing / Livssyklus kostnader
LCI	–	Lean Construction Institute
LDC	–	Lean Design & Construction
LPDS	–	Lean Project Delivery System
NASFA	–	National Association of State Facilities Administrators
NTNU	–	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
NVDB	–	Norsk vegdatabank
PBC	–	Private BIM Cloud
PBL	–	Plan- og bygningsloven
POP	–	Produkt, organisasjon og prosess
UB	–	Universitetsbiblioteket (NTNU)
VA	–	Vann og avløp
VDC	–	Virtual Design & Construction
VIKO	–	Veien til informasjonskompetanse
VIPS	–	Vegvesenets interaktive planleggingssystem

1 Innledning

I dette kapitlet presenteres samarbeidsbedriften for arbeidet og bakgrunnen for valg av oppgave beskrives. Formålet med rapporten legges frem, etterfulgt av en presentasjon av problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål. Forskningsarbeidets fremgangsmåte beskrives i tillegg til avgrensninger og forutsetninger knyttet til oppgavens gjennomføring. Avslutningsvis følger rapportens disposisjon med en kort beskrivelse av hvert kapittel.

1.1 Bakgrunn

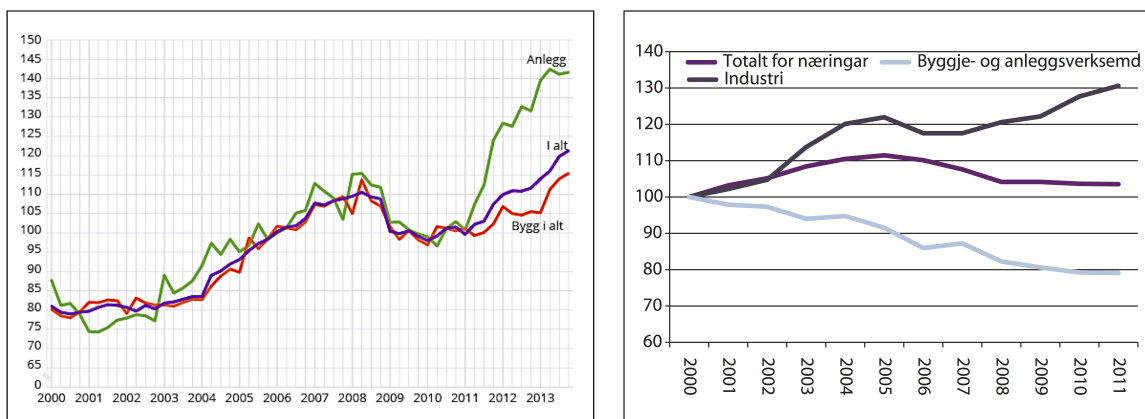
En innledende prosjektoppgave ble skrevet høsten 2013 i emnet TBA4531 *Prosjektledelse Fordypningsprosjekt* ved NTNU. Rapporten har tittelen "BIM som verktøy for bedre samspill mellom aktørene i byggeprosessen" og er resultatet av et litteraturstudie med hensikt å kartlegge eksisterende samhandlingsmodeller (Aaserud, 2013). Det ble sett på etablert teori vedrørende hvordan disse prosessene bør integreres i Bygnings-InformasjonsModeller (BIM) og i hvilken grad det er hensiktsmessig å benytte disse for de tre forskjellige aktørene — rådgiver, entreprenør og byggherre. Formålet med fordypningsprosjektet var å danne et utgangspunkt for denne masteroppgaven. Deler av det teoretiske grunnlaget er derfor hentet fra prosjektoppgaven.

1.1.1 Historikk

Figur 1a på neste side viser at bearbeidingsverdien i bygg- og anleggsnæringen har gjennomgått en kraftig vekst de siste årene, med visse sesongmessige variasjoner. Utviklingen i produksjonsindeksen henger ifølge Statistisk Sentralbyrå (2014) sammen med utviklingen i næringens omsetning. Økt produksjon medfører større konkurranse mellom aktørene, noe som krever at aktørene må effektivisere arbeidsprosessene sine for å være konkurransedyktige. Dette er i strid med utviklingen i Figur 1b som viser at timeverksproduktiviteten for bygg- og anleggsvirksomhet har gått betraktelig ned i samme periode.

Det skal nevnes at det er store usikkerheter knyttet til produktivitetsutviklingen, både med tanke på variasjoner i næringen og måling av produktivitet. Mange hevder derimot

at effektiv prosjektgjennomføring hindres av for stor avstand mellom byggherre, prosjekterende og utførende i byggeprosessen. Det pekes på flere årsaker til dette, blant annet strenge offentlige krav og lovverk, forskjellige entrepriserformer og kultur- og mentalitetsforskjeller, spesielt knyttet til utenlandsk arbeidskraft. Det hevdes at det finnes få incentiver for erfaringsutveksling og samarbeid mellom de tre aktørene, og at dette gir et kompetansegap som er kostnadsdrivende i mange prosjekter.



(a) Sesongjustert produksjonsindeks, 2000–2013
(Statistisk Sentralbyrå, 2014)

(b) Utvikling i timeverksproduktiviteten,
2000–2011 (Stortingsmelding 28, 2012)

Figur 1: Utvikling i timeverksproduktivet og produktivitetsindeks

Uavhengig av avstanden, og årsakene til denne, er det grunn til å tro at en bedre samhandling mellom byggherre, prosjekterende og utførende, både i og utenfor prosjekter, vil være gunstig for alle aktørene — ikke minst for byggherre. Teknologiutviklingen i bygg- og anleggsbransjen har de siste årene gitt stadig større muligheter for samhandling og erfaringsutveksling mellom aktørene, men det er tilsynelatende få som benytter seg av disse. Dette gjelder spesielt for anleggsnæringen som har integrert teknologiske prosesser for samhandling i mindre grad enn bygg, som på sin side har adoptert mye av teknologien fra forretningsområdene industri, olje og gass.

1.1.2 Dagens situasjon

Prosjektering gjennomføres i dag ved hjelp av digitale verktøy og det er derfor naturlig å knytte samhandlingsprosesser til disse. Økt bruk av BIM og nye bruksområder knyttet til BIM gir gode muligheter til å bedre samhandlingen, men for mange begrenser bruken seg kun til 3D-prosjektering. Det stilles gjerne krav til BIM fra byggherre, men manglende avklaring mellom aktørene om hva modellen skal inneholde og hvordan den skal brukes gjør at man sitter igjen med en modell som ikke tjener sitt formål. Den manglende samhandlingen fører til at entreprenøren ikke får utnyttet modellens fulle

potensial, og veletablerte arbeidsprosesser i prosjektets gjennomføringsfase innebærer ofte at modellen ikke blir benyttet i det hele tatt. Rådgiveren bruker dermed mye ressurser på aspekter ved en modell som ikke blir benyttet og byggherren får lite igjen for den ekstra investeringen knyttet til prosjekteringen.

Mange aktører i anleggsbransjen har i dag fått øynene opp for samhandlingsmodeller og bruk av digitale verktøy. 3D fagmodeller og BIM benyttes i større grad i veiprosjekter, og Vianova Systems (2014b) sier man har opplevd en radikal endring de siste 2-3 årene ved at alle fagdisipliner nå inkluderes i BIM fra en tidlig planleggingsfase. I tillegg ser man endring fra sekvensiell til integrert arbeidsprosess, ved at alle fagfelt deltar og bidrar til modellen fra starten. I 2012 lanserte Vegdirektoratet Håndbok 138 *Modellgrunnlag*, som beskriver krav til planlegging, prosjektering og bygging basert på modeller. Håndbok 138 inngår i Statens vegvesens kvalitetssystem og stiller entydige krav til grunnlagsdata (Veidirektoratet, 2012). I tillegg til å standardisere beskrivelsen av blant annet objekter, modeller og sluttdokumentasjon, kreves det at 3D benyttes for alle fagområder (Vianova, 2013).

Det har i senere tid blitt opprettet faglige nettverk for å spre kunnskap og entusiasme om BIM og samspill mellom aktørene, blant annet *BA-Nettverket* som har spesielt fokus på samferdsel og infrastruktur-prosjekter (BA-Nettverket, 2014). Videre skriver BA-nettverket på sine hjemmesider at de ønsker å bedre dataflyten og det faglige spillet mellom alle aktørene i bygg- og anleggsbransjen ved å tilstrebe bruk av felles 3D/BIM i hele byggeprosessen. De ønsker også å inspirere til aktiviteter knyttet til forskning og utvikling (FoU) både i og i tilknytning til nettverket. Vianova Systems AS, som er en av de aktive deltakerne i BA-nettverket, tydeliggjør viktigheten med denne utviklingen ved å presentere nøkkeltall fra et referanseprosjekt hvor bruk av BIM førte til estimerte besparelser på 4 % av totalbudsjettet (Vianova Systems, 2014a).

Bransjesatsingen BA2015, gjennom *Byggenæringens Prosjektskole*, har iverksatt et målrettet seminarprogram for å øke kunnskapen og forståelsen til BIM i anleggssektoren (Vianova, 2014). Seminarene har hovedfokus på de smidige arbeidsprosessene man må innføre for å få tatt ut den store effektivitetsøkningen som BIM tilbyr. Videre skriver Vianova (2014) at erfaringer fra andre bransjer som har benyttet seg av BIM og andre samhandlingsmodeller for å skape gode arbeidsprosesser også blir vektlagt. De påpeker at BIM-baserte prosjekteringsprosesser som *Concurrent Engineering* har blitt benyttet i flere år innenfor romfart og i oljeindustrien, og kan redusere prosjekteringstiden med opp til 30 %. Avslutningsvis understreker de at det med dagens BIM-teknologi er fullt mulig å oppnå disse gevinstene også innenfor samferdselsprosjektering i Norge.

1.2 Formål

Den teknologiske utviklingen i bygg- og anleggsnæringen stiller nye krav til samhandling mellom aktørene og endrer måten man jobber på. Formålet med dette forskningsarbeidet er å bedre samhandlingsprosessene og legge til rette for hensiktsmessig bruk av BIM i anleggsprosjekter. Det er ønskelig å kartlegge hvilke utfordringer de forskjellige aktørene møter ved å omstille seg til de nye arbeidsmetodene, og belyse hvordan man kan utnytte leveransen fra rådgiveren på best mulig måte. En slik avklaring vil legge til rette for at entreprenøren benytter seg av modellen i større grad, i tillegg til at rådgiveren reduserer unødvendig bruk av ressurser på modellfunksjoner som ikke blir benyttet. Dette vil føre til økt verdi både for entreprenør, rådgiver og byggherre.

1.3 Problemstilling

Problemstillingen baserer seg på formålet beskrevet over og er som følger:

Hvordan kan man oppnå hensiktsmessig bruk av BIM i veiprojekter?

Det er formulert fire forskningsspørsmål for å kunne besvare problemstillingen:

1. Hvilket potensial har BIM i veiprojekter?
2. I hvilken grad utnyttes dette potensialet i dag?
3. Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM for de forskjellige aktørene?
4. Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

Disse forskningsspørsmålene etablerer rammene for innhenting av resultater, analyse og drøfting. Rapportens konklusjon har som hensikt å svare på disse spørsmålene.

1.4 Fremgangsmåte

Et utkast til problemstilling og forskningsspørsmål ble utarbeidet i et oppstartsmøte med kontaktpersoner i Multiconsult i januar 2014. Dette grunnlaget ble tilpasset i samarbeid med faglig veileder ved NTNU før endelig problemstilling og forskningsspørsmål ble fastsatt og godkjent av alle parter. Oppgaveteksten finnes i Vedlegg A, og er videre definert og beskrevet i dette innledende kapitlet.

Forskningsarbeidet består av to deler — en teoretisk del og en praktisk del. Den teoretiske delen omfatter et litteraturstudie som kartlegger eksisterende faglitteratur

og etablerer det teoretiske grunnlaget som benyttes i analysen. Den praktiske delen omhandler empirisk data innhentet gjennom dokumentgjennomgang, deltakende observasjon og intervjuer med nøkkelpersoner i tilknytning til et casestudie. Detaljert beskrivelse av fremgangsmåte for disse metodene finnes i Kapittel 2 *Metodebeskrivelse*.

Etter gjennomføringen av det praktiske studiet ble all empirisk data sammenfattet og drøftet med bakgrunn i den etablerte teorien. Videre analyser av funnene leder til en konklusjon som svarer til forskningsspørsmålene i Kapittel 1.3. Kapitlene som presenterer resultater, diskusjon og konklusjon er alle delt inn i henhold til disse.

1.5 Samarbeidsbedrifter

Masteroppgaven er gjennomført i samarbeid med Multiconsult AS, et av Nordens ledende miljøer innenfor rådgivning og prosjektering. Samarbeidet ble innledet sommeren 2013 i forbindelse med sommerjobb i avdeling for prosjektstyring av konsernoppdrag.



Figur 2: De seks forretningsområdene i Multiconsult AS (Multiconsult, 2014)

Multiconsult tilbyr tverrfaglig rådgivning og prosjektering innenfor seks ulike forretningsområder, som illustrert i Figur 2. Disse er Bygg og eiendom, Industri, Olje og gass, Samferdsel og infrastruktur, Energi og Miljø og naturressurser. Multiconsult har som mål å være det ledende ingeniørselskapet i Norge på ledelse og styring av multifaglige prosjekteringsoppdrag. De største og mest komplekse oppdragene til Multiconsult styres av en egen enhet, Konsernoppdrag. I tillegg til en egen gruppe oppdragsledere består denne enheten av tre avdelinger: Metode og verktøy, Kontrakt og risikostyring og Prosjektstyring.

Det empiriske datagrunnlaget i denne rapporten er innhentet gjennom et casestudie, veiprojektet E6 Frya–Vinstra, hvor Multiconsult står for prosjekteringen. Statens

vegvesen er byggherre, med AF Gruppen som entreprenør. Selv om Multiconsult har vært avgjørende for koordineringen av forskningsarbeidet mot kontaktpersoner hos disse aktørene, var arbeidet avhengig av deres bidrag.

I prosjektet E6 Frya–Vinstra er det stort fokus på samhandling og bruk av 3D-modeller både hos entreprenør og byggherre. Multiconsult, med avdelingen Metode og verktøy i Konsernoppdrag, er en av de ledende aktørene innen utvikling av arbeidsprosesser med BIM, og var dermed meget interessert i å utforske bruken av BIM i samferdselsoppdrag med utgangspunkt i dette prosjektet. Samferdsel og infrastruktur ligger langt bak de andre forretningsområdene med tanke på bruk av BIM, og dette er en gylden mulighet til å utvikle arbeidsprosessene med utspring i bakgrunnen beskrevet i Kapittel 1.1.

1.6 Avgrensninger og forutsetninger

I veiprojektet E6 Frya–Vinstra er bruken av BIM begrenset til en 3D-modell uten ytterligere informasjon enn selve geometrien. Det er allikevel valgt å benytte betegnelsen BIM, da denne i tillegg omfatter prosessen og samhandlingen knyttet til modellen. BIM er et velkjent begrep i bygg- og anleggsbransjen og innebærer i det store og hele at alle jobber opp mot én digital 3D-modell som inkluderer all nødvendig informasjon og oppdateres kontinuerlig.

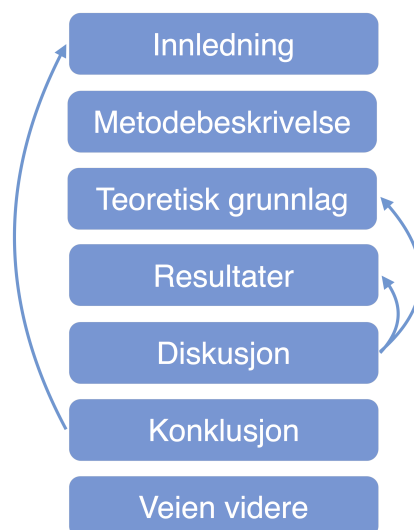
Da store deler av grunnlaget til drøftingen i denne rapporten baserer seg på informasjon innhentet ved intervjuer, forutsettes det at tilstrekkelig antall aktuelle respondenter stiller til intervju og at informasjonen disse deler er relevant for problemstillingen. For å få et helhetlig bilde av situasjonen er det vesentlig å intervjuer nøkkelpersoner som representerer de tre forskjellige aktørene, og at disse har tilhørighet til casestudiet.

1.7 Disposisjon

Det anbefales å lese rapporten kronologisk, først og fremst for å ikke gå glipp av viktige avklaringer og aspekter som angår temaet, men også for å få en helhetsforståelse for problemstillingen. En del nyttige tilbakemeldinger fra respondentene kan være presentert i resultatene uten å bli diskutert ytterligere. Figur 3 på neste side viser rapportens overordnede struktur og hvordan de ulike kapitlene hører sammen. Under følger en kort beskrivelse av hvert kapittel.

- Kapittel 1 *Innledning* definerer oppgavens motivasjon og formål. Problemstillingen presenteres sammen med en kort beskrivelse av fremgangsmåte, avgrensninger og forutsetninger.

- Kapittel 2 *Metodebeskrivelse* beskriver fremgangsmåte og forskningsmetode i detalj. En generell beskrivelse av forskningsmetode og kvalitetssikring etterfølges av redgjørelser for både den teoretiske og empiriske delen av forskningsarbeidet. Totalt fire forskningsmetoder er benyttet.
- Kapittel 3 *Teoretisk grunnlag* viser til relevant teori innhentet gjennom litteraturstudiet. I tillegg avklares begreper og definisjoner benyttet i rapporten.
- Kapittel 4 *Resultater* presenter data fra det praktiske studiet med hovedvekt på dybdeintervjuene. Kapittelet er delt inn i henhold til de fire forskningsspørsmålene, og er basert på intervjuguiden i Vedlegg B.
- Kapittel 5 *Diskusjon* drøfter resultatene med utgangspunkt i funnene fra litteraturstudiet. Dette kapittelet er også delt inn i henhold til de fire forskningsspørsmålene. En forutsetning for full forståelse av diskusjonen er at man har satt seg inn i Kapittel 3 og 4.
- Kapittel 6 *Konklusjon* har som hensikt å svare på spørsmålene stilt innledningsvis, med bakgrunn i drøftingen i Kapittel 5. Kapittelet følger inndelingen etter de fire forskningsspørsmålene.
- Kapittel 7 *Videre arbeid* kommer med forslag til ytterligere studier som bør gjennomføres for å fortsette utviklingsarbeidet knyttet til problemstillingen med utgangspunkt i denne rapporten.



Figur 3: Sammenheng mellom de ulike delene i rapportens struktur (Fritt etter Olsson (2011))

2 Metodebeskrivelse

Dette kapittelet består av tre deler. Først beskrives generell vitenskapelig metode, deretter betraktes litteraturstudiet som er gjennomført, etterfulgt av en beskrivelse av det praktiske studiet, bestående av tre metoder. Fire forskningsmetoder er altså benyttet i dette arbeidet for å danne et godt grunnlag for analyse og drøfting.

2.1 Forskningsmetode

Forskningsmetode, eller vitenskapelig metode, innebærer bestemte strategier og metoder man benytter for å innhente kunnskap om et nytt tema. Det skilles mellom kvalitative og kvantitative metoder etter hvilken måte data samles inn på, mens deduktiv og induktiv forskning beskriver den vitenskapelige tilnærmingen og målet for forskningen. Definisjonene under er hentet fra Samset (2004):

- **Kvalitativ metode** har helhetsforståelse som mål og baserer seg på tekstlig informasjon med mange opplysninger om få undersøkelsesenheter. Etterprøvbarhet er ofte problematisk og det er størst vekt på relevans.
- **Kvantitativ metode** har generalisering og samsvar som mål og baserer seg på tallbasert informasjon med få opplysninger om mange undersøkelsesenheter. Det er stor grad av etterprøvbarhet og størst vekt på presisjon.
- **Deduktiv forskning** benyttes der utgangspunktet er en teoretisk forankret problemformulering. Målet er å underbygge teorier eller etablere teoribasert kunnskap.
- **Induktiv forskning** benyttes gjerne som utgangspunkt når en arbeider innenfor et nytt og lite utforsket felt. Her springer derimot *ikke* problemstillingen ut av presise oppfatninger om et fenomen uttrykt i form av en teori.

I denne oppgaven er tekstlig informasjon mest relevant, noe som begrunner valget av kvalitativ metode. Tallbasert informasjon anses som lite hensiktsmessig for å besvare forskningsspørsmålene, og ved tilnærming gjennom casestudie vektlegges relevans mer enn presisjon. Hensikten med forskningsarbeidet er å etablere ny teoretisk kunnskap basert på eksisterende teori, altså ved deduktiv forskning.

2.2 Kvalitetssikring

En metode er definert som en fremgangsmåte for å frembringe kunnskap eller etterprøve påstander som fremsettes med krav om å være sanne, gyldige eller holdbare (Dalland, 2000). Derfor er det viktig å gjennomføre nøye kvalitetssikring av all innhentet data, både teoretisk og empirisk. Dette gjøres ved å vurdere informasjonens reliabilitet og validitet.

2.2.1 Reliabilitet

Reliabilitet står for pålitelighet og forbindes gjerne med etterprøvbarehet. Reliabilitet sikres ved at en benytter entydige indikatorer. Det vil si at dersom ulike personer bruker samme indikator uavhengig av hverandre på samme problem, skal resultatet bli det samme (Samset, 2004).

Vurdering av reliabilitet krever at en ser indikator og metode for datainnsamling i sammenheng. Samset (2004) påpeker at en entydig kvalitativ indikator normalt krever flere presiseringer, som for eksempel:

- Indikator (hva)
- Utvalg (hvem)
- Mengde (hvor mye)
- Kvalitet (hvor godt)
- Tid (når)
- Sted (hvor)

Reliabiliteten av de funn en gjør avhenger av hvor presis undersøkelsen er, hvordan målingene er gjort og hvor nøyaktig en behandler dataene. Høyest reliabilitet får en dersom flere uavhengige målinger av samme fenomen gir samme resultat. Ofte er det ikke tid og ressurser til å gjennomføre slike uavhengige målinger. En må derfor prøve å sikre høy reliabilitet innenfor de rammene en har satt for undersøkelsene man holder på med, ved å være så nøyaktig og påpasselig som mulig gjennom hele prosessen (Nilsen & Wasenden, 2010).

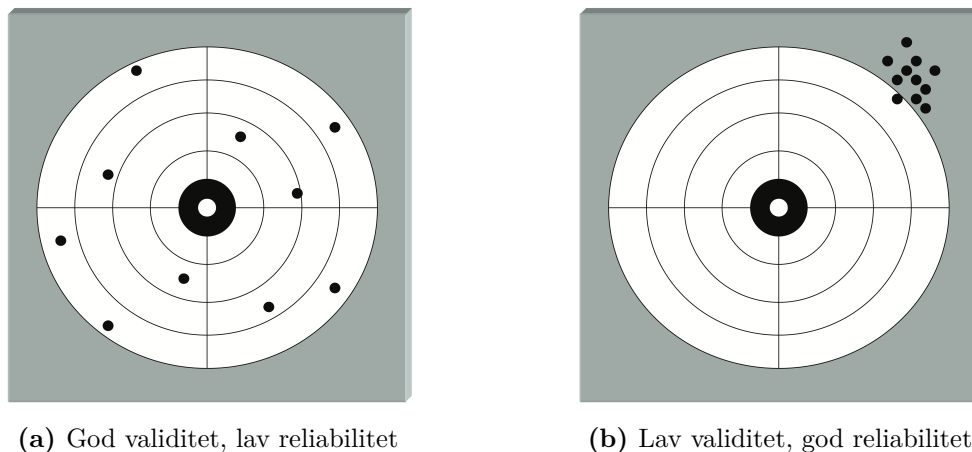
2.2.2 Validitet

Validitet refererer til informasjonens gyldighet. Denne kan ikke etterprøves, men må baseres på skjønn. Validitet sikres ved å velge hensiktsmessige indikatorer, det vil si de som gir mest mulig direkte mål. Man bør også benytte flere indikatorer som tilsammen gir god indikasjon på det fenomenet som skal beskrives (Samset, 2007).

Undersøkelser har stor validitet når det som er målt avspeiler de egenskaper som en ønsker problemstillingen skal avklare. Dette oppnås gjennom høy reliabilitet og definisjonsmessig gyldighet, altså at det er god sammenheng mellom begrepene i den valgte problemstillingen og de operasjonaliserte begrepene i undersøkelsen (Nilsen &

Wasenden, 2010). Dersom dataene er lite pålitelige, vil undersøkelsen ikke være egnet til å besvare problemstillingen. Validitet kan derfor ses i sammenheng med reliabilitet.

Samset (2007) utdyper at når det gjelder kvalitative vurderinger er det mer begrensede muligheter for å sikre presisjonen, og i noen tilfeller, for eksempel i analyse som i stor grad er basert på antakelser, vil det være den definisjonsmessige validiteten som vil være avgjørende for vurderingenes gyldighet. Utfordringen blir da å sikre at det begrepet eller informasjonselementet som brukes gir et godt uttrykk for hva man ønsker å beskrive. Om det er tilfellet, kan en i alle fall være forholdsvis sikker på at informasjonen er relevant i forhold til de man skal analysere, selv om det kanskje skorter på pålitelighet og presisjon. Figur 4 illustrerer dette med treffsikkerhet på blink, hvor Figur 4a viser god validitet og lav reliabilitet, mens Figur 4b viser det motsatte.



Figur 4: Validitet og reliabilitet – skivebom versus presisjon (Samset, 2007)

2.3 Litteraturstudie

Deler av litteraturstudiet ble gjennomført høsten 2013 i forbindelse med en *Spesialtemarapport* som resulterte i et fordypningsprosjekt (Aaserud, 2013). Noe av det teoretiske grunnlaget i Kapittel 3 er hentet fra dette fordypningsprosjektet som igjen benyttet kilder fra spesialtemarapporten. Hensikten med denne rapporten var å kartlegge hvilken forskning som allerede var gjort i emneområdet, hva slags litteratur som er tilgjengelig og hvor man finner den. I tillegg var det en god øvelse i å vurdere kildenes reliabilitet og validitet. For utdypende informasjon om kildevurdering og grundig evaluering av de enkelte kildene vises det til spesialtemarapporten. Et sammendrag av tilnærmingen gis imidlertid i de to påfølgende delkapitlene.

2.3.1 Innhenting av informasjon

For det innledende litteratursøket ble NTNU Universitetsbiblioteket (UB) sin internettside (www.ntnu.no/ub) i all hovedsak benyttet. Avansert søk i BIBSYS Ask, eTidsskrifter, eBøker og databasekatalogen er funksjoner på denne siden som var til god nytte. Aktuelle databaser ble funnet ved å først gå inn på *fagfelt – byggfag*. Søkemotorene Google og Google Scholar ble også benyttet, men i mindre grad. Google var derimot veldig nyttig i de tilfeller relevante artikler ikke var tilgjengelige gjennom BIBSYS eller NTNU sin lisens. Ved å søke på full tittel og krysskontrollere forfatter og årstall med artikkelen funnet gjennom disse databasene kan en finne den samme artikkelen gjennom ”åpne” nettsider med fri tilgang, og fortsatt stole på kvalitetsstempelen UB gir.

Ifølge Flood (2013) er litteraturen som er distribuert gjennom UB sine databaser kvalitetssikret. I forbindelse med Spesialtemarapporten, Fordypningsprosjektet og ytterligere litteratursøk for denne rapporten er det imidlertid foretatt en detaljert evaluering som beskrevet i Kapittel 2.3.2.

Søkeområdet var i første omgang relatert til samhandlingsproblemer mellom aktørene i byggenæringen og aktuelle løsninger på problemene. Deretter ble det søkt på spesifikke modeller og prosesser for samhandling. Nøkkelord som gikk igjen var *samhandling/samspill, collaboration/cooperation, interaction/integration, construction, management, BIM, IPD, LDC, VDC, ICE* — og andre utgaver av disse ordene. Søket gikk etterhvert mer og mer over til engelske søkeord, da det viste seg at disse ga flere relevante treff.

Søk i innhold ga generelt mange treff, spesielt i Google sine søkemotorer, men også i store fagdatabaser som Compendex (via engineeringvillage.com). Da var det nødvendig å spesifisere søket med mange nøkkelord og taktisk bruk av boolske operatører (and/og, or/eller, not/ikke). Compendex var den mest brukte databasen i litteratursøket, da den ga flest relevante treff. Denne databasen dekker også mange e-tidsskrifter av kjente fagorganisasjoner og utgivere, som *American Society of Civil Engineers (ASCE)*, *Emerald* og *Elsevier*, som alle anses som pålitelige.

2.3.2 Evaluering

For å vurdere litteraturen ble *TONE*-kriteriene (Figur 5) fra NTNU UB sin hjelpeside for litteratursøk og oppgaveskriving, *VIKO – Veien til informasjonskompetanse*, benyttet. I samsvar med hovedprinsippene bak *TONE*-kriteriene beskriver

Troverdighet
Objektivitet
Nøyaktighet
Egnethet

Figur 5:
TONE-kriteriene

VIKO (2013) en rekke spørsmål som skal besvares, for å evaluere om:

- teksten er kvalitetssikret og skrevet av en kunnskapsrik og anerkjent forfatter
- forfatteren er objektiv og interessekonflikter fraværer
- kilden er oppdatert, eksakt og dokumentert
- litteraturen er relevant for informasjonsbehovet

Disse spørsmålene ble aktivt benyttet for å evaluere kildene, både i forbindelse med Spesialtemarapporten, Fordypningsprosjektet og ytterligere kilder anvendt i denne rapporten. Kilder som ikke oppfylte kriteriene ble forkastet, men ved å benytte de riktige søkemotorene og databasene var ikke det et utbredt problem.

De fleste fagartiklene som ble innhentet er publisert i USA, da de er ledende på utvikling av BIM, besitter de største programvareleverandørene på det internasjonale markedet og har mange anerkjente forfattere innenfor området. Det var derfor viktig å være ekstra kritisk til egnethet for å forsikre seg om at teorien passer til eller kan tilpasses norske forhold. Mye av teorien om samhandling- og effektiviseringsmodeller er relevant, det er derimot større avvik når det gjelder kulturforskjeller, gjennomføringsmetoder, prosesser, krav og regelverk. I disse tilfellene ble teorien tilpasset med bakgrunn i forfatterens egne erfaringer og tidligere tilegnet kunnskap ved NTNU, og eventuelt kvalitetssikret ved å referere til norsk litteratur.

2.4 Praktisk studie

Mens litteraturstudiet tar for seg det teoretiske datagrunnlaget, innebærer det praktiske studiet innhenting av empirisk informasjon. Utgangspunktet for dette er et casestudie nærmere beskrevet i Kapittel 2.4.1. Det er viktig å påpeke at casestudier ikke er representative eller generaliserbare da resultatene alltid er tids- og stedsavhengige. Casestudier kan derimot gi viktige bidrag til ulike fagfelt og har som mål å gi innsikt og forståelse (Olsson, 2011).

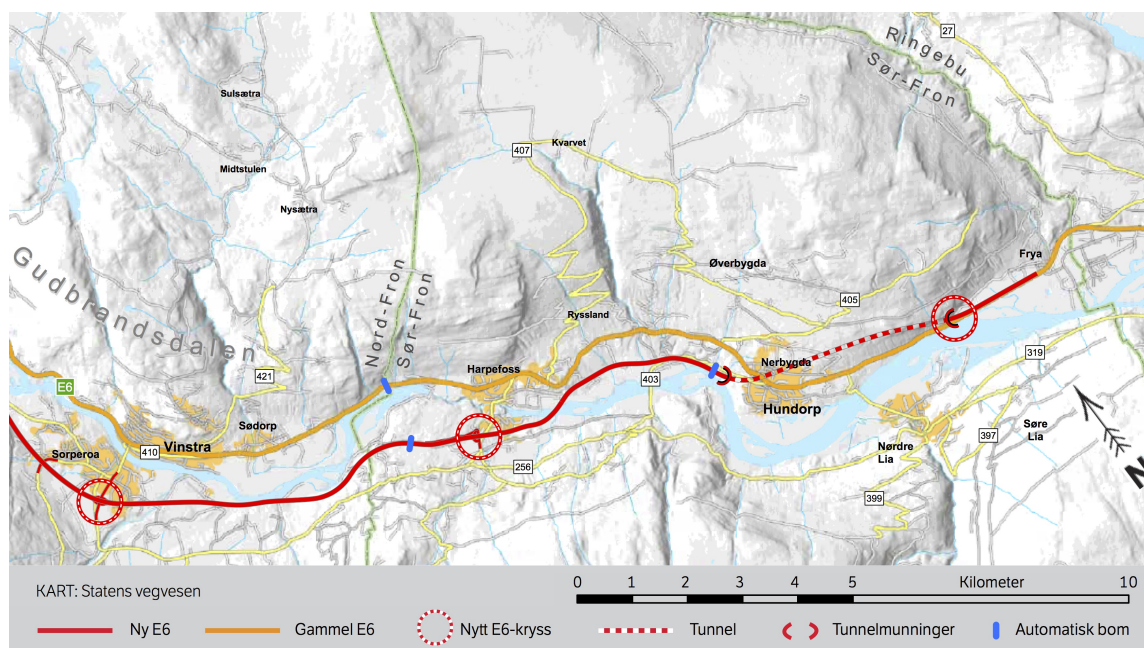
Olsson (2011) anbefaler å benytte flere metoder for innhenting av informasjon. For dette studiet er følgende metoder benyttet:

- Dokumentgjennomgang
- Deltakende observasjon
- Intervjuer med nøkkelpersoner

Disse tilnærmingene er beskrevet i de påfølgende underkapitlene, med informasjon om analyse og mulige feilkilder relatert til studiene.

2.4.1 Casestudie E6 Frya–Vinstra

Det praktiske studiet er basert på et case hvor studieobjektet er veiprojektet E6 Frya–Vinstra. Prosjektet er en del av utbyggingen av E6 Biri–Otta i Gudbrandsdalen, se Figur 6. Prosjektets byggefase startet i juni 2013 og er planlagt å være ferdig høsten 2016. Statens vegvesen er utbygger, AF Anlegg er entreprenør i hovedentreprise og Multiconsult AS er engasjert som prosjekterende rådgiver for byggeplan på initiativ av vegvesenet. Ytterligere informasjon om prosjektet er presentert i Vedlegg C.



Figur 6: Kart over delstrekning E6 Frya–Vinstra (Statens vegvesen, 2013)

Prosjektet er omtalt som Norges største veiprojekt gjennom tidene, og det er derfor ekstra viktig å få til effektive prosesser. Både Statens vegvesen og AF Anlegg har spesielt fokus på samhandling i prosjektet og innser at digitale verktøy er løsningen for å få til dette på en god måte. I oppstarten av prosjektets byggefase ble det avholdt et samhandlingsseminar for alle aktørene, noe som resulterte i en plakat med mål for samhandling (se Vedlegg D). I tillegg er det økt fokus på bruk av 3D-modeller i planleggingen og utførelsen av prosjektet hos alle aktørene.

2.4.2 Dokumentgjennomgang

Olsson (2011) anbefaler å utføre dokumentgjennomgang som en forberedende aktivitet selv om det i hovedsak benyttes andre metoder for datainnsamling. Han påpeker viktigheten med å merke seg hvordan eksisterende data er produsert, hva de brukes til, og kjente styrker og svakheter knyttet til den aktuelle gjennomføringen.

I dette studiet er dokumentgjennomgang anvendt som en forberedende aktivitet for å kartlegge fremgangsmåte og prosedyrer i prosjektet i tiden før forskningsarbeidet startet. Typiske dokumenter er prosjektbeskrivelser, møtereferater, tekniske avklaringer og generelle kontraktsbestemmelser. Disse dokumentene ble ansett som relevante for problemstillingen og var tilgjengelig gjennom kontaktpersonen i Multiconsult. Tidligere dokumenter ble tilsendt ved oppstarten av forskningsarbeidet, noe som ga god innsikt i prosjektet. Nye møtereferater og tekniske avklaringer har blitt undersøkt kontinuerlig for å overvåke videre gjennomføring og evaluere utviklingen i arbeidet.

2.4.3 Deltakende observasjon

Deltakende observasjon er ifølge Høium (2010) en nyttig metode innen kvalitative tilnærminger som supplement til intervjuer. Halvorsen (2002) sier at fordelene ved observasjon er at den gir forskeren en unik mulighet for å oppnå en helhetsforståelse av fenomenene som undersøkes, mens svakhetene ved observasjon er først og fremst knyttet til tidsaspektet og forskningseffekten. Dalland (2000) understreker imidlertid at observasjonene må pågå over lang tid før en får nok informasjon til å identifisere mønstre i handlingene, noe som gjør denne metoden svært ressurskrevende. Dessuten hentyder forskningseffekten til at de observerte lar seg påvirke av vissheten om å være observert, slik at de endrer atferd og en får vanskelig tak i hvordan de egentlig ville ha handlet i den aktuelle situasjonen.

I denne oppgaven omfatter deltakende observasjon møtedeltakelse, generell observasjon på anleggskontor ved tilstedeværelse over lengre perioder, og inkludering i samtaler mellom aktørene og internt hos den enkelte aktør. Det er blant annet foretatt deltakende observasjon under *Særmøte 7 – Geomatikk*, den 11. februar 2014, hvor kontroll av fagmodell og gjennomgang av digitale leveranser ble gjennomført. Dette ga god innsikt i problemer relatert til de nye arbeidsprosessene knyttet til BIM og bidro til å tilspisse oppgaven. Dessuten danner studiet grunnlag for å innhente aktuell teori og utarbeide relevante spørsmål til dybdeintervjuene. På den måten bidro observasjonsstudiet til å oppdrive resultatene som er presentert i Kapittel 4 og dermed påvirke drøftingen i Kapittel 5.

Da slike samlinger har blitt avholdt i stor avstand fra forskerens tilholdssted, har mengden deltakende observasjon under disse omstendighetene vært begrenset. Ved gjennomføringen av det praktiske studiet var det dessverre liten aktivitet på dette området, men observasjon i andre fora ble gjennomført. Mengden deltakende observasjon anses dermed som hensiktsmessig, men ble ikke like strukturert og helhetlig som planlagt. Det er derfor ikke viet et eget kapittel til dette i resultatene, men innsikten studiet tilførte er integrert i resultatene som helhet.

Larsen (2010) poengterer at mennesker er forskjellige i måten hvert enkelt individ møter ulike situasjoner. I tillegg vil måten en fremtrer på påvirke hvordan forskningssituasjonen blir definert. Målrettet og strukturert observasjon, tolking, refleksjon og vurdering i forhold til videre arbeid i forskningen er nyttige verktøy, og det er viktig å være reflektert over eget ståsted. Dette var noe som lå i bakhodet under observasjonsstudiet for å sikre valide resultater.

Videre beskriver Larsen (2010) at man som deltaker bidrar i samspillet og påvirker prosesser og resultater på forskjellige måter. Som observatører sanser, opplever, registrerer, sorterer, tolker og koder man omgivelsene og egne reaksjoner. I denne prosessen påvirker personlige erfaringer, kunnskaper, verdier, forestillinger og holdninger for forståelsen til den gitte hendelsen, noe som kan påvirke resultatenes reliabilitet.

2.4.4 Intervjuer med nøkkelpersoner

Kunnskap innhentet ved hjelp av kvalitative forskningsintervjuer har forankring i den fenomenologiske forskningstradisjonen. Det sentrale her er at personene selv får komme til orde og redegjøre for sine erfaringer og subjektive opplevelser av et gitt fenomen. Fenomenologisk forskning har ikke til hensikt å fange inn virkeligheten gjennom forhåndsdefinerte begreper, teorier og modeller slik man ser det innenfor andre deler av samfunnsvitenskapelig og naturvitenskapelig forskning. Hensikten er snarere å få frem forskningsobjektene erfaringer og opplevelser ved å tolke og analysere funn i relasjon til kontekst og situasjon, for å avdekke kunnskap om erfaringer som hittil har vært skjult (Høium, 2010).

Jacobsen (2005) anbefaler åpne, individuelle intervjuer når man ønsker en dyp og grundig beskrivelse av fenomenet og relativt få enheter undersøkes. Det er derfor valgt å benytte denne intervjuformen i dette studiet. En slik metode er tidkrevende, spesielt med tanke på etterarbeidet, da åpenheten innebærer spørsmål uten faste svaralternativer. Dette gir store mengder kompleks informasjon som er krevende å tolke og systematisere. Utbytte av slike intervjuer er derimot meget verdifullt.

Intervjuene med nøkkelpersonene som representerte en av aktørene ble imidlertid gjennomført i gruppe. Fremfor individuelle oppfatninger og meninger får man i gruppeintervjuer frem "diskusjonsinformasjon" som innebærer blant annet enighet/uenighet og meningsdanning i gruppa (Jacobsen, 2005). Dette sparer tid, da man unngår at den samme informasjonen gjentas flere ganger. I tillegg kan intern diskusjon mellom respondentene avdekke flere aspekter ved temaene enn ved individuelle intervjuer. Begrensingen er at respondentene kan holde tilbake informasjon de ikke ønsker å dele med sine kolleger, men dette ble ikke ansett som problematisk i dette tilfellet.

Det er valgt å benytte en løs intervjustruktur som tillater intervjuobjektet å selv definere viktige områder og gi retning til intervjuet. Svarene er åpne og gitt i informan- tens egne ord. Det er benyttet en intervjuguide med noen brede tematiske punkter determinert på forhånd (Vedlegg B). Innledningsvis presenteres formålet med undersø- kelsen og vesentlige begreper forklares. Deretter følger fire hovedtemaer som referer til de fire forskningsspørsmålene. Hvert tema har spørsmål som danner utgangspunktet for intervjuet. Intervjuguiden ble sendt ut til respondentene i forkant av intervjuene. Respondentene holdes anonyme, men faglig bakgrunn og rolle i prosjektet registreres.

McCracken (2002) anbefaler åtte som et tilstrekkelig antall respondenter, og sier at det er bedre å ha få respondenter og gjennomføre lange og dype samtaler med disse, enn å ha overfladiske samtaler med mange. Det understrekes at det er kvaliteten og rikholdigheten i dataene som er det sentrale og ikke hvor mange respondenter en har.

For å få et helhetlig bilde av situasjonen og avdekke problemområder som angår flest mulig involverte er det valgt å utføre intervjuer med nøkkelpersoner hos alle de tre aktørene. Det er gjennomført tre intervjuer med personer med ulik kompe- tanse hos AF, tre personer fra Multiconsult og fire personer fra Statens vegvesen. Valg av respondenter ble utført av kontaktpersoner i de respektive selskapene, med utgangspunkt i de gitte kriteriene.

Det er ansett som hensiktsmessig å ha stor variasjon i intervjuobjektens kompetanse og posisjon i prosjektet for å dekke et bredt område og kartlegge utfordringer og muligheter knyttet til bruk av BIM på flere nivåer. Da dagens BIM mer eller mindre er begrenset til geometrien til prosjektet og det tross alt er et veiprosjekt, er fokuset rettet mot personer med tilknytning til geomatikk, stikning og oppmåling. Hos Multiconsult og vegvesenet har nøkkelpersonene spesiell kompetanse innen 3D-modellering og geomatikk. Fagfeltet Vann og avløp (VA) ble også prioritert, da det i dag er dette fagfeltet som benytter BIM mest aktivt. Resultatene fra intervjuene er presentert i Kapittel 4.

En mulig feilkilde i slike intervjuer er relatert til respondent-utvalget. Det er be- grenset hvor mange intervjuobjekter man kan behandle, og det er derfor viktig å få et representativt utvalg som dekker hele feltet man ønsker å undersøke. I dette studiet var det ønskelig å intervju representanter fra flere kompetansenivåer — fra anleggsarbeidere til ingeniører. Det var derimot problematisk å arrangere intervjuer med anleggsarbeiderne, da disse er avhengige av å aktivt opprettholde driften så lenge de er på jobb. Meninger om for eksempel hvordan ting foregår i felt er derfor ytret via lederne, og ikke direkte av de som arbeider der daglig og innehar den praktiske erfaringen. Bildet av hvordan gjennomføringen i felt faktisk fungerer kan derfor være påvirket av respondentens utenforstående opplevelse og ikke representere virkeligheten.

Under intervjuene er det også mulige feilkilder knyttet til selve kommunikasjonsprosessen. Redusert pålitelighet kan oppstå dersom respondenten misforstår spørsmålene, intervjueren noterer ned svarene unøyaktig, endrer meningsinnholdet ved renskriving, eller feiltolker utsagnene. Ved observasjon er det lett å bli distraheret og ikke oppfatte det essensielle i situasjonen. Godt forarbeid gjør derimot at man har mer klart for seg hva man ser etter, noe som kan redusere disse feilene (Dalland, 2000).

Intervjuerens personlighet, fordommer, holdninger og forventninger er med på å påvirke utvalget av den informasjon respondenten deler. I tillegg vil måten man selv tolker og bearbeider dataene på kunne bli påvirket. Dalland (2000) understreker derfor viktigheten med å ha personlig distanse til problemet og møte emnet man undersøker med blanke ark og friske øyne.

Formålet med å analysere kvalitative data er å øke forståelsen av det som er undersøkt (Askerøi & Høie, 2010). I denne analysen er målet å finne likhetstrekk og forskjeller i datagrunnlaget, og avsløre eventuelle mønstre eller sammenhenger. I en slik analyse må man ifølge Halvorsen (2002) utelate rådata som ikke er relevant for problemstillingen. Risikoen er dermed at man kan gå glipp av kompleksiteten og variasjonsrikdommen i materialet. Mye tid ble derfor benyttet til å gå igjennom lydopptaket av intervjuene og transskribere all relevant informasjon i detalj. Deretter ble informasjon fra respondenter som tilhører samme aktør kombinert og poeng som ble gjentatt sammenslått.

Ved å analysere datamateriale i kategorier som er konstruert med utgangspunkt i tidligere forskning og relevant teori kan en lette tolkningen av intervjuene fordi forskeren vet hva han skal lete etter (Askerøi & Høie, 2010). Videre belyser Askerøi & Høie (2010) risikoen for at man blir bundet av kategoriene og ikke klarer å være lydhør for og følge opp eventuelle nye innfallsvinkler som intervjupersonene tilfører. Også i analysen av transskriberingen er det fare for å påvirke materialet dersom det presses inn i forhåndsdefinerte kategorier. I denne analysen er alle poeng sortert under det intervju spørsmålet og temaet som er mest relevant, selv om informasjonen ble delt ved et annet tidspunkt. De ble derimot på ingen måte endret for å tilpasses spørsmålet eller eventuelle forventninger — i tråd med den åpne intervjuformen.

I denne rapporten er det begrenset hvor mye en skal henge seg opp i tekniske løsninger og detaljer til BIM. Respondentene har imidlertid lett for å påpeke slike omstendigheter, da det er mer konkret og lettere å forholde seg til enn bakenforliggende prosesser og virkninger. Det er forsøkt å ha en viss distanse til detaljer knyttet til tekniske funksjoner, da denne rapporten betrakter samhandlingen og prosessene i større utstrekning enn verktøyene. Der det virker hensiktsmessig er derimot teknologiske betraktninger inkludert — til en viss grad.

3 Teoretisk grunnlag

Dette kapitlet presenterer etablert teori relatert til BygningsInformasjonsModeller (BIM) og samhandling i bygg- og anleggsprosjekter. Bakgrunns litteratur om BIM-baserte prosjekteringsprosesser legges frem for å belyse arbeidsprosessene som kan innføres for å få tatt ut den store effektivitetsøkningen BIM tilbyr. Disse prosessene er IPD, LDC, VDC og ICE. Informasjon om hensiktsmessig integrering av disse modellene legges frem mot slutten av kapitlet. Innledningsvis forklares begreper og definisjoner som blir benyttet i rapporten, etterfulgt av en generell beskrivelse av byggeprosessen og definisjon av samhandling i bygg- og anleggsprosjekter.

3.1 Begreper og definisjoner

Byggenæringen er en bransje med en særegen terminologi, hvor mange tradisjonelle ord og uttrykk benyttes i tillegg til moderne begreper og utenlandske betegnelser. For å unngå forvirring er det her definert og beskrevet noen begreper som går igjen:

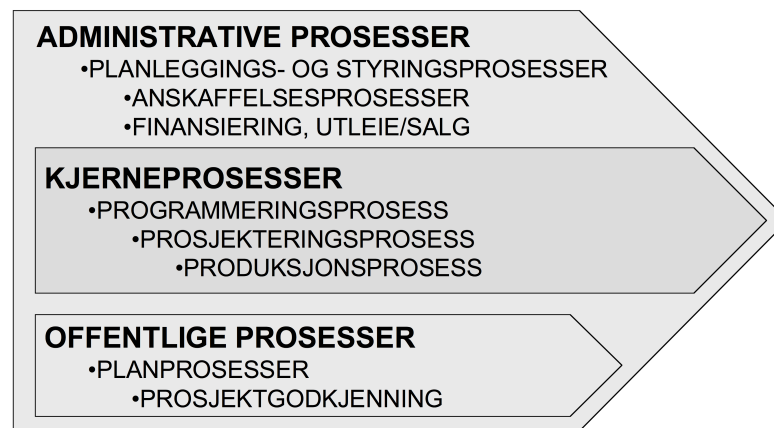
- **Aktørene i byggeprosessen** eller **(hoved)aktørene** innebærer utelukkende byggherre, prosjekterende og utførende. Når andre involverte aktører som underentreprenører og andre leverandører inkluderes, tydeliggjøres dette. En aktør kan være en person, en gruppe eller en virksomhet, alt etter hvilket detaljeringsnivå en velger. Aktørene er de enhetene som handler i systemet. De tildeles roller og oppgaver, og de er bærere av egne interesser, verdier, kompetanse og ressurser (Eikeland, 2001).
- **Byggherren** er den aktøren som mottar ytelse i forbindelse med bygg- og anleggsprosjekter, også kjent som tiltakshaver, prosjekteier eller oppdragsgiver. Byggherre har eieransvaret for og eierrettighetene til prosjektet, og bærer i utgangspunktet risikoen for dets kostnader og bruksverdi (Eikeland, 2001).
- **Prosjekterende** aktør består av ingeniører og arkitekter som har ansvaret for å utvikle og beskrive prosjektet som objekt, og dermed danne grunnlaget for produksjonsprosessen (Eikeland, 2001).
- **Utførende** aktør er gjerne en entreprenør som tar på seg oppdraget for utførelsen av de fysiske arbeidene på byggeplassen, i tillegg til de administrative funksjonene, planlegging, organisering og ledelse, som er knyttet til gjennomføringen av prosjek-

terte arbeider (Eikeland, 2001). Ansvarsområder, risiko og belønning knyttet til utførelsen avhenger av entreprisform og kontraktstype. En *totalentreprenør* har ansvaret for både prosjekteringen og utførelsen.

- **Prosjektorganisasjoner** er generelt kjennetegnet av at organisasjonens formelle mål er knyttet til fullføringen av en bestemt oppgave, som kan være mer eller mindre klart definert. Når oppgaven er fullført, avsluttes prosjektet, derfor betegnes prosjektorganisasjoner også som midlertidige eller temporære organisasjoner (Eikeland, 2001). I denne rapporten benyttes begrepet om den samlede gruppen aktører som gjennomfører et prosjekt.
- **Utradisjonelle kontraktsformer** er et samlebegrep for en rekke kontraktsformer som avviker fra de tradisjonelle kontraktsbestemmelsene i bygg- og anleggsprosjekter definert av for eksempel NS 3431, NS 8405 eller NS 8406. Lædre (2009) lister opp følgende eksempler på utradisjonelle kontraktsbestemmelser: Samspillskontrakt, samhandlingskontrakt, alliansekontrakt, incentivkontrakt, incitamentkontrakt og målpriskontrakt.
- **Flerpartsavtale** brukes om *Multi-party agreement* — et begrep brukt i den amerikanske litteraturen, som viser til en utradisjonell kontraktsform som tillater at flere parter er enige om et felles sett av vilkår og forventninger. Som et minimum må byggherre, prosjekterende og utførende signere kontrakten, men i noen tilfeller, der andre medlemmer av prosjektgruppen anses å være avgjørende for prosjektets suksess, er også disse brakt inn (NASFA et al., 2010).
- **Building Information Model** (BIM) oversettes gjerne til norsk som BygningsInformasjonsModell, og akronymet BIM benyttes ofte både for teknologien (Building Information Model) og prosessen (Building Information Modelling). BIM vil som en forenkling bli benyttet bevisst i denne rapporten.
- **Samordningsmodell** er et begrep som dekker dagens bruk av BIM i infrastruktur utover selve 3D-modelleringen. En samordningsmodell samler alle fag-objekter i én felles modell og skal være et speilbilde av stikningsdata (Vianova, 2013). Det er spesielt fokus på håndtering av geometri, dataflyt og praktisk bruk i anleggsfasen.
- **Samhandlingsmodeller** er gjennomføringsmodeller i byggeprosessen som setter samhandling i fokus. Denne rapporten tar for seg følgende samhandlingsmodeller: *Integrated Project Delivery* (IPD), *Lean Design & Construction* (LDC), *Virtual Design & Construction* (VDC) og *Integrated Concurrent Engineering* (ICE).
- **Waste** er et begrep som dekker flere årsaker knyttet til dårlig produktivitet. NASFA et al. (2010) lister opp følgende kategorier av *waste*: Overproduksjon, venting, unødvendig transport, overprosessering, overflødig lagerbeholdning, unødvendig bevegelse, feil, omarbeid, uutnyttet potensial hos ansatte og miljø/energibruk.

3.2 Byggeprosessen

Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører frem til, eller er en forutsetning for, det planlagte byggverk (Eikeland, 2001). Begrepet dekker dermed en rekke delprosesser, som vist i Figur 7. Kjerneprosessene tar for seg utviklingen og produksjonen av bygget, og det er vanlig å skille disse fra de administrative prosessene som legger til rette for, planlegger og styrer kjerneprosessene. De offentlige prosessene er en forutsetning for byggingen og tar hånd om arealplanlegging etter Plan- og bygningsloven (PBL). I denne oppgaven er fokuset rettet mot kjerneprosessene, og i påfølgende kapitler vil disse bli omtalt som selve byggeprosessen.



Figur 7: Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001)

Kjerneprosessene deles videre inn i flere faser eller trinn. Det er i denne rapporten valgt å benytte tilsvarende fasestruktur som den Statsbygg legger til grunn for sin prosjektstyring, som presentert i Tabell 1. Betegnelsene på fasene 2-6 beskriver den prosjektdokumentasjonen som skal godkjennes ved utløpet av disse fasene, mens de resterende (1, 7-9) beskriver prosessen som foregår. Avslutning inkluderer overtakelse som etterfølges av forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) gjennom hele byggets levetid, eller til videre salg.

Tabell 1: Fasestruktur i kjerneprosessene etter Statsbygg (Eikeland, 2001)

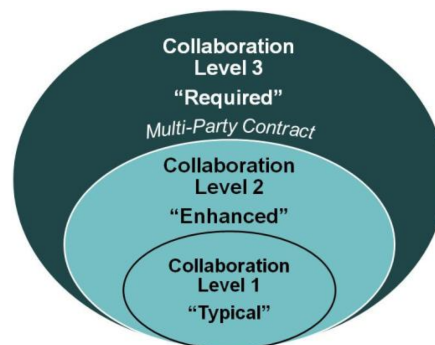
Programmering	Prosjektering	Produksjon
1. Utredning	4. Skisseprosjekt	7. Kontrahering og bygging
2. Romprogram	5. Forprosjekt	8. Ferdigstillelse
3. Byggeprogram med kostnadsramme	6. Detaljprosjekt	9. Avslutning

Vær oppmerksom på at denne inndelingen avviker i en viss grad fra den tradisjonelle fasestrukturen man finner i amerikansk litteratur, spesifikt i Figur 11 og Figur 12. Noen av delprosessene kan ha andre navn, annen rekkefølge, kombinert eller delt opp.

3.3 Samhandling i bygg- og anleggsprosjekter

Samhandling er i denne sammenhengen definert av Bjørke et al. (2009) til å være: «en tilstand hvor flere mennesker arbeider samtidig (i sann tid) med samme oppgave (felles mål)». Videre beskriver de at god samhandling er forbundet med faktorer som tillit, mangfold, motivasjon, vilje og evne. For å kunne oppnå god samhandling i et byggeprosjekt er det viktig at alle aktørene har en felles forståelse av hva dette innebærer.

Eikeland (2001) forklarer at samspeillet i byggeprosessen fokuserer på hvordan faktiske forhold i selve prosessen påvirker resultatene, det vil si produktet og dets kvaliteter, kostnader og tidsforbruk frem til produktet tas i bruk. Det er etablert flere nivåer av samarbeid, og byggherren må i hvert enkelt prosjekt avgjøre hvilket samarbeidsnivå som er hensiktsmessig. De tre samarbeidsnivåene, definert av NASFA et al. (2010), er illustrert i Figur 8 og nærmere beskrevet i Tabell 2.



Figur 8: De tre samarbeidsnivåene som definert av NASFA et al. (2010)

Tabell 2: De tre samarbeidsnivåene som beskrevet av NASFA et al. (2010)

Samarbeidsnivå	Kjennetegn
1: "Typisk"	Samarbeid er ikke kontraktmessig påkrevd
2: "Forbedret"	Noen kontraktfestede krav til samarbeid
3: "Påkrevd"	Samarbeid påkrevd av en flerpartsavtale

Byggeprosessen har lenge vært fagoppdelt og sekvensiell i den forstand prosjektdeltakerne tar hver sin isolerte posisjon og etablerer seg egne mål for prosjektet. Ulike og motstridende suksesskriterier mellom aktørene kan ofte føre til konflikter og tvister, og mye ressurser går med til posisjonering og krangel. I tillegg til at produktiviteten i byggenæringen faller i forhold til andre industrier, stiller byggherre større krav til verdiskapning. Mange mener økt samhandling vil bidra til å bedre byggeprosessen og skape merverdi både for byggherre og de andre involverte aktørene.

Dette gjenspeiles av NASFA et al. (2010), som trekker frem tre drivende krefter for hvorfor gjennomføringen av byggeprosjekter bør endres:

- Byggherren stiller større krav til verdiskapning i sine prosjekter.
- Dagens byggeprosess er beskyldt for å ha dårlig produktivitet og mye *waste*.
- Det har vært en stor teknologisk utvikling de siste årene.

Disse faktorene vil neppe forsvinne, men heller forsterkes i fremtiden hvis ingen tiltak blir iverksatt. Å forsøke å endre hvordan man samhandler dreier seg om å forandre et av de rådende kulturelle trekkene ved næringen. Samhandlingsstrukturer er forankret gjennom årtier og forandres ikke over natten. Kulturendring er en langsiktig prosess som ofte kommer i gang som et resultat av ytre forhold, som for eksempel krav i markedet. Når næringen nå selv ønsker å påvirke denne prosessen, så bør det gjøres fra mange kanter og ståsted (Bjørke et al., 2009).

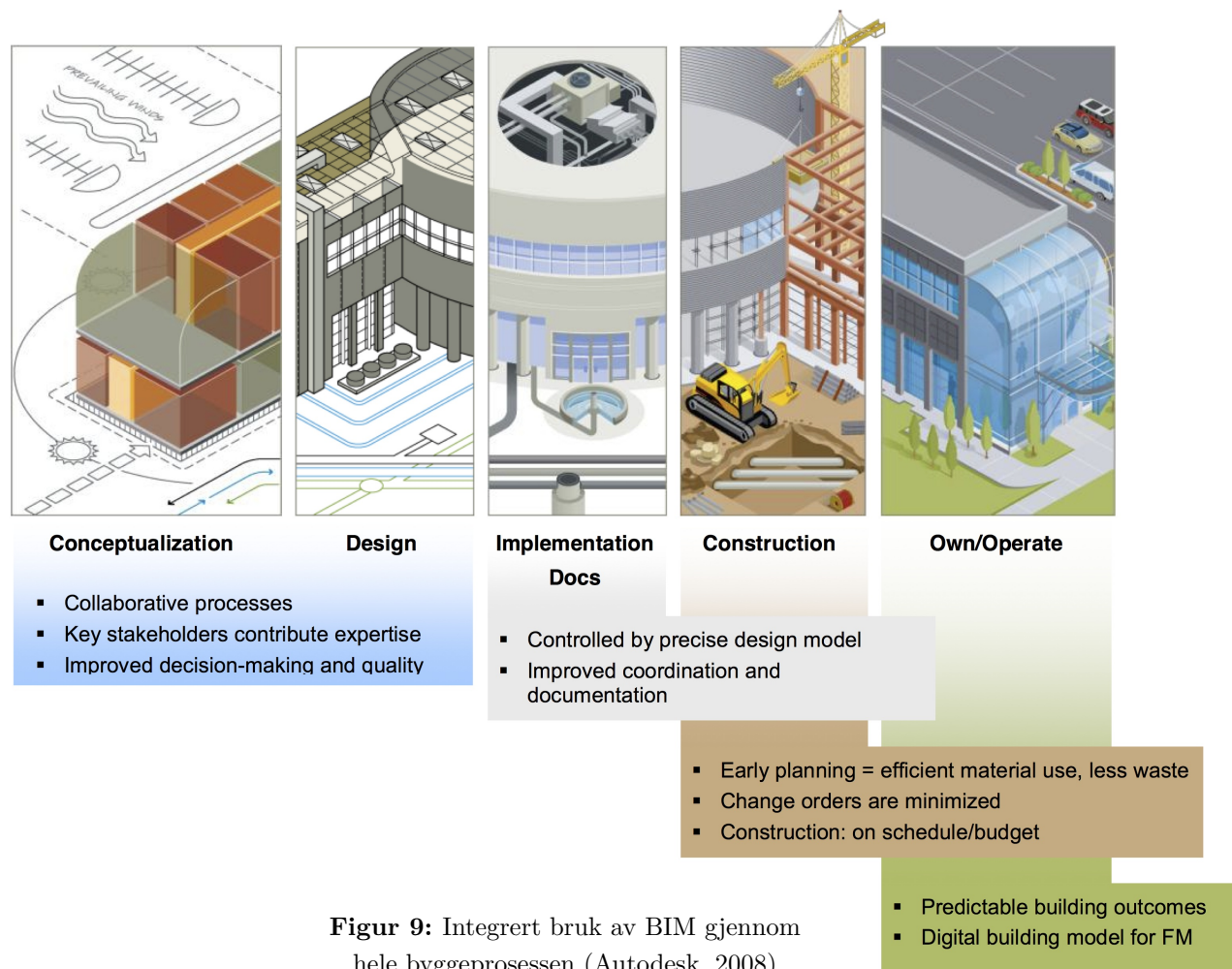
I lys av dagens teknologiske utvikling er det mange som hevder at BIM er løsningen på problemene relatert til dårlig samhandling. I rapporten til Bjørke et al. (2009) konkluderes det med at BIM kan danne grunnlaget for den ønskede kulturendringen ved å være en katalysator for endring av arbeidsprosesser fra tidligfase, prosjektering, bygging og til driftfasen. Det påpekes at dersom ikke de tradisjonelle problemene i byggenæringen adresseres vil ikke BIM løse næringens utfordringer knyttet til prosjektgjennomføring. BIM i seg selv krever endring i måten man samarbeider på under prosjekteringen, men innføring av BIM-basert prosjektering kan hjelpe til med å forbedre kommunikasjon og samhandling mellom aktørene.

3.4 Building Information Model (BIM)

De fleste komplekse byggeprosjekter i moderne tid involverer tverrfaglig samarbeid og utveksling av store datamengder knyttet til konstruksjonen. Tradisjonelt har denne samhandlingen vært basert på hyppig utveksling av dokumenter og 2D-tegninger, men i løpet av det siste tiåret har utbredt bruk av objektorientert dataassistert konstruksjon (DAK) generert stor interesse for BIM (Singh et al., 2011). BIM har nå utviklet seg til å bli et vanlig verktøy for å koordinere informasjon gjennom hele byggeprosessen. I tillegg til å produsere 3D-modeller kan man utvikle 4D- og 5D-modeller som inkluderer informasjon om tidsplaner, kostnader og produktinformasjon (Wright, 2012).

Begrepet BIM blir brukt både om teknologien (BygningsInformasjonModell) og prosessen (BygningsInformasjonModellering). BIM som teknologi legger til rette for utveksling av data i flere dimensjoner, noe som gir økt byggbarhet og større grad av automatisering i byggeprosessene (Singh et al., 2011). BIM muliggjør en rekke fordelaktige prosesser som blant annet prosjekteringsintegritet, virtuell modellfremstilling, simuleringer, analyser, distribuert tilgang og gjenfinning og vedlikehold av bygningsdata. BIM som prosess støtter prosjektgjennomføring på en mer samarbeidsorientert og integrert måte og fører til bedre beslutninger blant de involverte i prosjekteringen (NASFA et al., 2010).

BIM har blitt definert som «*prosessen å skape og bruke digitale modeller for prosjektering, bygging og/eller drift av prosjekter*» (Wright, 2012). I tillegg til dette er det et mangfold av bruksområder knyttet til all informasjonen en slik modell kan inneholde. Det har i senere tid blitt mer og mer fokus rettet mot I-en i BIM, nettopp *Informasjon*. I tillegg til å være et glimrende verktøy for kommunikasjon mellom aktørene i byggeprosessen, gir 3D-modellen gode muligheter til å visualisere prosjektet, gjøre simuleringer og analyser, knytte flere fagområder sammen og utføre kollisjonskontroller. Informasjonen som er knyttet til hvert enkelt objekt i modellen er dermed verdifull på flere områder. Beregning av livssyklus kostnader (LCC), gjennomføring av livsløpsanalyser (LCA) og tilrettelegging for bygningsforvaltning, tilpasning og ombygging er bare noen av mulighetene BIM bringer med seg. Integrert bruk av BIM gjennom hele byggeprosessen, fra utredning til forvaltning, er illustrert i Figur 9.



Figur 9: Integrert bruk av BIM gjennom hele byggeprosessen (Autodesk, 2008)

NASFA et al. (2010) beskriver hvordan BIM kan være av stor verdi for alle byggherrer, både offentlige og private, i perioden etter overtakelse. I den offentlige arena er de fleste eiere også forvaltere av sine bygninger, og det er her BIM tilfører stor verdi.

Mange opplever at store mengder prosjektinformasjon går tapt mellom slutten av byggefasen og begynnelsen av bruksfasen. Dette gjør det vanskelig å samle, organisere, administrere og lagre de mange forskjellige informasjonstypene som kreves for god og langsiktig bygningsforvaltning.

Byggenæringen har tradisjonelt sett tatt utgangspunkt i at deltakerne er i stand til å oversette 2D-tegninger til det ferdige resultatet i 3D. Evnen til å bygge opp en virtuell modell muliggjør tidlig påvisning av eventuelle konstruksjonsproblemer, og reduserer dermed blant annet behovet for omarbeid (Wright, 2012). Nye verktøy og teknologier er viktige bidragsytere som gjør det mulig å integrere prosjektering og bygging i praksis. Autodesk (2008) lister opp følgende:

- BIM som prosjekteringsverktøy gir plattformer for integrerte prosesser basert på koordinert, pålitelig informasjon og resulterer i økt samordning, færre endringsordrer og mindre omarbeid.
- Produksjon etter 3D-modeller eliminerer arbeidstegninger, gir bedre toleranse, leveransetid og sikkerhet og raskere plassmøting.
- Kollisjonskontroll av grensesnitt mellom fagområder.
- 3D-visualisering bidrar til å forbedre rammevilkår, interessentengasjement og beslutningstagning.
- Modellbasert tidsplan (4D) fører til bedre koordinasjon av byggeprosessen og økt pålitelighet til fremdriftsplan.
- Modellbasert fakturering (5D) gir raskere utført og mer presise kostnadsestimater, energianalyser, etc. Kan også benyttes til å hente ut materialister og lignende.
- Modellbasert analyse ved bruk av BIM-baserte data og digitale analyseverktøy for å forstå prosjektets energiforbruk, strukturelle ytelse, LCA, LCC og andre slutningsresonnement fra prosjekteringsforløp.
- Laserscanning fanger eksisterende forhold som kan kombineres med BIM for å gi pålitelige *som bygd*-modeller for anvendelse i FDVU-fasen.

Det er med dette tydelig at integrasjon av BIM drives av økt etterspørsel fra byggherren etter et produkt som er preget av bedre samarbeid og mindre friksjon og konflikter mellom partene i prosjektteamet. Dette forsterkes av de mulighetene som med dagens teknologi finnes i industrien, og fører til nye måter å gjennomføre prosjekter på. Det er en generell enighet om at større adopsjon av BIM-teknologi kan føre til større avkastning, høyere konkurransefortrinn, økt produktivitet, bedre

investering i prosjektgruppen og større kundetilfredshet (Wright, 2012). Disse utsagnetne forsvares av undersøkelser presentert i McGraw-Hill SmartMarket Report (Wright & Charalambides, 2011).

Manglende kunnskap og bevissthet om BIM resulterer derimot i mangel på tillit og motivasjon til å adoptere og anvende BIM-basert samarbeid. Samtidig, som en følge av denne hemmingen, forblir kunnskapsnivået om BIM lavt. For at BIM skal lykkes som prosess, og i større grad bli implementert av større deler av byggeindustrien, er det viktig at alle interessegrupper er innforstått med hvilke potensielle fordeler hensiktsmessig bruk av BIM kan tilføre. En brukersentrert BIM-forskning må være mer inkluderende, siden suksessen av BIM-adopsjon ligger i kollektiv deltakelse og bidrag fra alle interessenter i et byggeprosjekt (Singh et al., 2011).

3.4.1 BIM i anleggsnæringen

Som beskrevet i Kapittel 1.1.2 har BIM-teknologien begynt å etablere seg også i anleggsnæringen. Vianova Systems (2014b) forteller at det i dag benyttes samordningsmodeller basert på 3D modellering i de fleste store infrastrukturprosjekter. Videre påpeker de at objektene en slik modell inneholder foreløpig kun beskrives med geometri og objektnavn, men at trenden er å tilføye mer informasjon og egenskaper. Utnyttelsen i anleggsprosjekter nærmer seg altså fullstendig BIM som beskrevet tidligere i dette kapitlet, men det er ikke å komme bort i fra at bruksområdene avviker litt, og at det dermed oppstår andre behov og utfordringer.

Vianova Systems (2014c) forklarer hvordan BIM benyttes i infrastrukturprosjekter i dag. De respektive fagprosjekterende bygger opp og forholder seg strengt til en digital 3D-modell, som er kjernen i prosjektet. Fra denne modellen, som ofte kalles *fagmodell*, kan alle mulige tegninger genereres ved behov. Den endelige BIM-modellen, også kjent som *samordningsmodellen*, er en fullkommen, digital versjon av det ferdige anlegget og kan sees på som en digital prototyp. Med en slik prototyp i virkelighetsnær 3D-utførelse kan man teste ut styrker og svakheter på alle måter — også hvordan prosjektet blir mottatt av publikum, politikere og myndigheter.

Den viktigste fordelene med BIM, også i anleggsprosjekter, er ifølge Vianova Systems (2014c) den metodiske samhandlingen på tvers av fagene. Alle fagprosjekterende modellerer og jobber i 3D, og benytter et felles utvekslingsformat. Ved at man samler de forskjellige fagmodellene i en felles modell, kan man på et tidlig tidspunkt avdekke eventuelle konflikter mellom de ulike konstruksjonselementene ved kollisjonskontroller og analyser. Man kan ikke manipulere samordningsmodellen, men den er derimot uvurderlig for å koordinere arbeidet, luke ut feil og sikre de riktige beslutningene.

I tillegg mener Vianova Systems (2014b) at samordningsmodellen gir stor verdi for entreprenøren, som bruker modellen til planlegging, uttak av stikningsdata og mengdeberegning. Den endelige BIM-modellen er ikke bare uvurderlig i prosjekteringsfasen, men også senere i forvaltningen av det ferdige anlegget gjennom hele livsløpet. Vianova Systems (2014c) påpeker at tegninger blir et resultat av 3D-modellen, og ikke omvendt. Det samme gjelder tabeller og lister over utrustningsobjekter. Objekter i modellen kan dessuten forsynes med blant annet lenker til produktinformasjon og monteringsanvisninger — som gir ekstra fordeler.

3.4.2 Verktøy

Bruksområdet i veiprosjekter krever andre verktøy enn det som benyttes for tradisjonell BIM for bygg. Relevante verktøy for denne rapporten er *Novapoint^{DCM}*, *Gemini* og *Navisworks[®]*.

Novapoint er et profesjonelt konstruksjonsverktøy for infrastruktur- og samferdselsprosjektering, utviklet av Vianova Systems. *Novapoint^{DCM} 19* hevdes å være markedets første teknologi som muliggjør ekte ”BIM for infrastruktur” (Vianova Systems, 2014d). Vegvesenets interaktive planleggingssystem (VIPS), gjerne omtalt som vegmodeller, benyttes for å fremstille og definere vegbanen mot terrengoverflaten i Novapoint.

Gemini tilbyr en rekke IT-løsninger som dekker alle sentrale behov innenfor kommunal- og anleggsteknikk, og benyttes som 3D prosjekteringsverktøy for planleggere, konsulenter og entreprenører (Powell, 2014). Gemini-løsningene er utviklet av Powell, og gir god støtte til kart-, plan- og oppmålingsavdelingene. Reguleringsplaner konstrueres i henhold til *Veilederen for Digitale Planer* med samtidig visning i 3D.

Navisworks[®] er utviklet av Autodesk[®] og muliggjør samordning, simulering og prosjektanalyse for integrert gjennomgang av prosjekter. Programvaren tilbyr helhetlig gjennomgang av samordningsmodeller for prosjekterende og entreprenør, og inneholder data som gir interessenter bedre kontroll over prosjektresultatene. Verktøy for integrasjon, analyse og kommunikasjon hjelper aktørene med å koordinere disipliner, løse konflikter og planlegge prosjekter før gjennomføringsfasen begynner (Autodesk, 2014). I case-prosjektet benyttes Navisworks-modellen også for visualisering i felt med håndholdte enheter.

Selv om BIM i anleggsnæringen medfører fordeler på mange områder, innebærer det visse utfordringer som krever teknologisk utvikling for å løses. Blant annet vil fjell som avdekkes i utførelsesfasen alltid avvike fra antatt fjell fra prosjekteringen (Statsbygg et al., 2012). Dette fører til varians i mengdebeskrivelser, som påvirker kostnadsestimat, logistikk og tidsplan. For å få korrekt grunnlag fra prosjekteringen,

og dermed nøyaktig masseberegning, vil det være nødvendig å kartlegge geologiske forhold. Dette kan gjøres ved å benytte georadar, men med dagens utstyr vil dette være alt for tidkrevende og kostbart.

Store veiprojekter som benytter BIM er ofte av stort omfang og brer seg utover vidstrakte områder. Det kan være vanskelig å behandle og koordinere store 3D-modeller, noe som kan medføre problemer knyttet til nøyaktighet og pålitelighet. Ved å redusere tidsbruk ved å navigere i feltmodellen, og unngå mulige faderer ved eventuelle feiltakelser som resultat av dette, kan integrert navigasjonssystem i feltenhetene for nøyaktig geolokasjon være løsningen (Bengtsson, 2013). Ved stor nok presisjon kan man dermed benytte visualiseringsmodellen som verktøy for blant annet internkontroll (IK) og kvalitetssikring (KS). Andre muligheter som dermed oppstår er funksjoner som *Virtual Reality*.

Virtual Reality innebærer at feltenheten kombinerer modell og virkelighet i skjermbildet ved å ta i bruk enhetens innebygde kamera. Modellen følger synsområdet på skjermen når man fysisk beveger enheten, og visualiserer hvordan prosjekteringsgrunnlaget integreres i den virkelige verden (Douglas Fisher, 2013). Figur 10 viser et eksempel hvor man i et eksisterende, urbant område avdekker det skjulte anlegget i infrastrukturen — noe som kan være meget nyttig i FDVU-fasen. Tilsvarende visualisering kan dessuten benyttes i uberørt landskap i tidligere faser.



Figur 10: Visualisering i felt med *Virtual Reality* (Douglas Fisher, 2013)

3.5 Integrated Project Delivery (IPD)

IPD er en integrasjonsmodell med hensikt å forbedre prosjektresultatet ved hjelp av en samarbeidsorientert tilnærming. Dette oppnås ved å samkjøre prosjektgruppens incentiver og mål gjennom delt risiko og belønning, tidlig involvering av alle parter og en flerpartsavtale (Becerik-Gerber et al., 2010). IPD tar samarbeidet mellom aktørene til et høyere nivå ved å benytte flere utradisjonelle kontraktsbestemmelser. Dette skal ifølge AIA (2007) føre til at industrien på lang sikt leverer bærekraftige løsninger med høyere kvalitet.

Det finnes mange definisjoner av IPD, men ingen offisielle. American Institute of Architects, California Council (AIA & AIACA, 2007) var av de første til å utarbeide en definisjon (fritt oversatt):

«IPD er en metode for prosjektgjennomføring som integrerer mennesker, systemer, forretningsstrukturer og praksis inn i én prosess som kollaborativt utnytter alle prosjektdeltakernes innsikt og egenskaper for å optimalisere prosjektresultater, gi økt verdi for eieren, redusere waste, og maksimere effektiviteten gjennom samtlige faser av byggeprosessen.»

BIM, VDC og LDC bidrar alle med hver sine fordeler til byggeprosessen, men IPD bringer alle disse metodene sammen og fører til godt samarbeid, integrasjon av aktører, strømlinjede prosesser og et forbedret sluttresultat (Sive & Hays, 2009). Et annet begrep ofte benyttet for IPD er *Lean Project Delivery System* (LPDS), utviklet av *Lean Construction Institute* (LCI). Mange av prinsippene tilskrevet Lean ligner på de for IPD, og det er ikke uvanlig å referere til IPD som "Lean Project Delivery" der anvendelsen av Lean-tankegang og prinsipper er benyttet i prosjektet (NASFA et al., 2010). Dette tydeliggjør hvor tett LDC og IPD er knyttet sammen. Utfyllende informasjon om LDC presenteres i Kapittel 3.6.

Fordelene IPD medfører kan bidra til å løse mange av dagens problemer knyttet til tradisjonell prosjektgjennomføring. AIA & AIACA (2007) forklarer hvilke retningslinjer som må følges for å oppnå disse og hvilke resultater det gir. Alle prosjektdeltakerne må overholde følgende prinsipper for IPD:

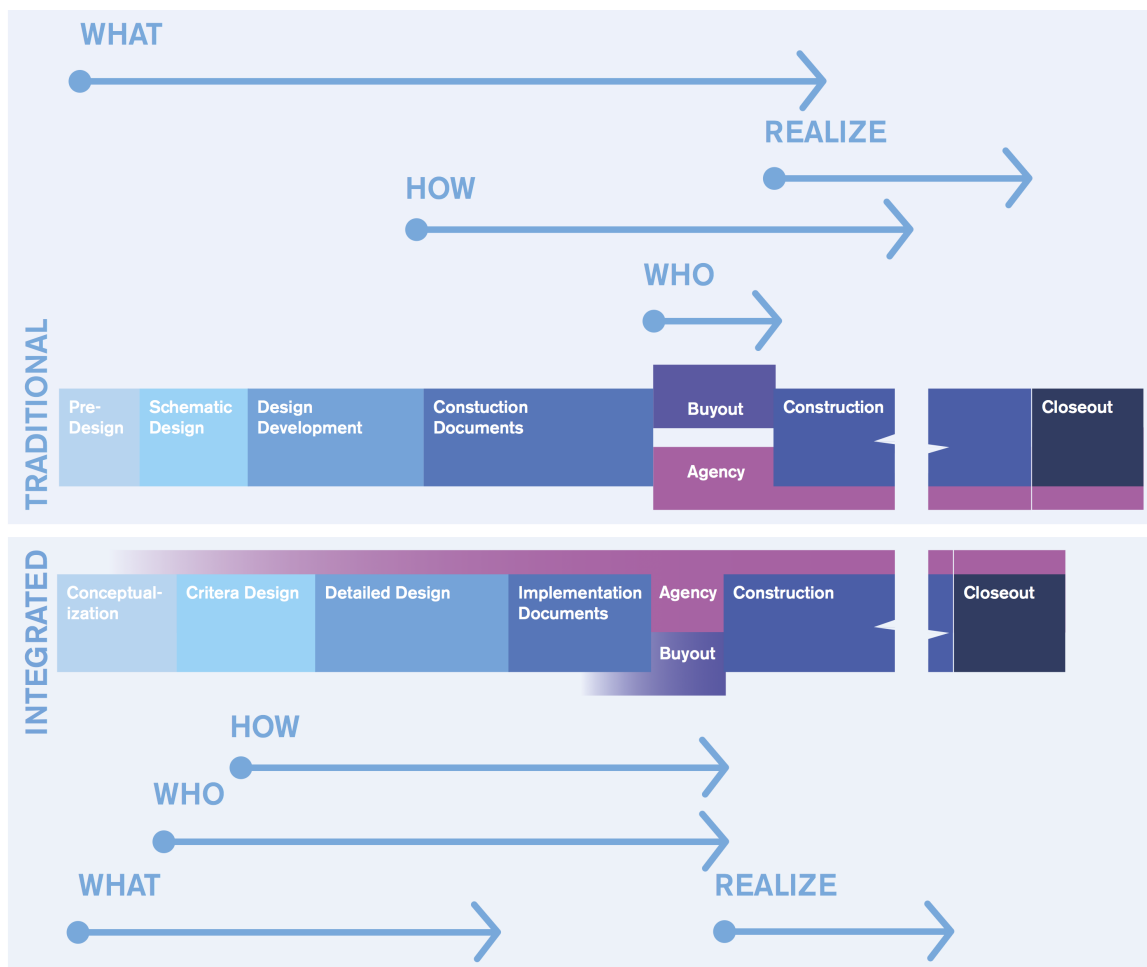
1. Gjensidig respekt og tillit: Alle prosjektdeltakerne må forstå verdien av samhandling og være forpliktet til å jobbe som et team i prosjektets beste interesse. Aktørenes suksess er nært knyttet til prosjektets suksess.
2. Gjensidig nytte og belønning: Fordi den integrerte prosessen krever tidlig involvering av flere parter, kompenserer IPD-strukturen for denne. Kompensasjonen

er basert på verdiskapning i organisasjonen og belønner tiltak som fører til ”prosjektets beste” ved å incentivere oppnåelse av prosjektmål. Avkastning er verdibasert og hensiktsmessig balansert mellom aktørene.

3. Felles innovasjon og beslutningstagning: Innovasjon stimuleres når ideer utveksles fritt blant alle deltakerne. I et integrert prosjekt blir ideer dømt på sine meritter, ikke på forfatterens rolle eller status. Viktige avgjørelser blir vurdert av prosjektgruppen og i størst grad gjort enstemmig.
4. Tidlig involvering av aktører: I et integrert prosjekt er sentrale aktører involvert så tidlig som mulig, eller når det er hensiktsmessig. Beslutningsprosesser forbedres ved økt tilstrømming av kunnskap og kompetanse fra alle aktørene. Den samlede kompetansen og kunnskapen er viktigst under prosjektets tidlige stadier hvor veloverveide beslutninger har størst effekt.
5. Tidlig måldefinisjon: Prosjektmål utvikles tidlig og skal være endelig avklart og respektert av alle deltakerne. Innsikt fra hver deltaker verdsettes i en kultur som fremmer innovasjon og ytelse. Prosjektets resultater er i sentrum, innenfor en ramme av de enkelte prosjektdeltakernes mål og verdier.
6. Intensiv planlegging: IPD-tilnærmingen anmoder at økt innsats i planleggingen resulterer i økt effektivitet og besparelser i gjennomføringsfasen. Hensikten er derimot ikke i seg selv å redusere innsatsen, men å forbedre prosjekteringsresultatene for å effektivisere og forkorte den kostbare byggefasen.
7. Åpen kommunikasjon: IPD sitt fokus på felles ytelse er basert på åpen, konsis, transparent og tillitsfull kommunikasjon. Ansvarsområder er klart definert i en kultur som fremmer identifisering og løsning av problemer i stedet for å fordele skyld. Tvister håndteres når de oppstår og løses raskt.
8. Egnet teknologi: Teknologier spesifiseres ved oppstart for å maksimere funksjonalitet, generalitet og interoperabilitet. Åpen og kompatibel datautveksling basert på disiplinerte og transparente datastrukturer er viktig å støtte IPD.
9. Organisasjon og ledelse: Prosjektgruppen danner en uavhengig organisasjon, og alle gruppedlemmene er forpliktet til å følge denne organisasjonens mål og verdier. Rollene er klart definert uten å skape kunstige barrierer som reduserer åpen kommunikasjon og fører til risikoaversjon.

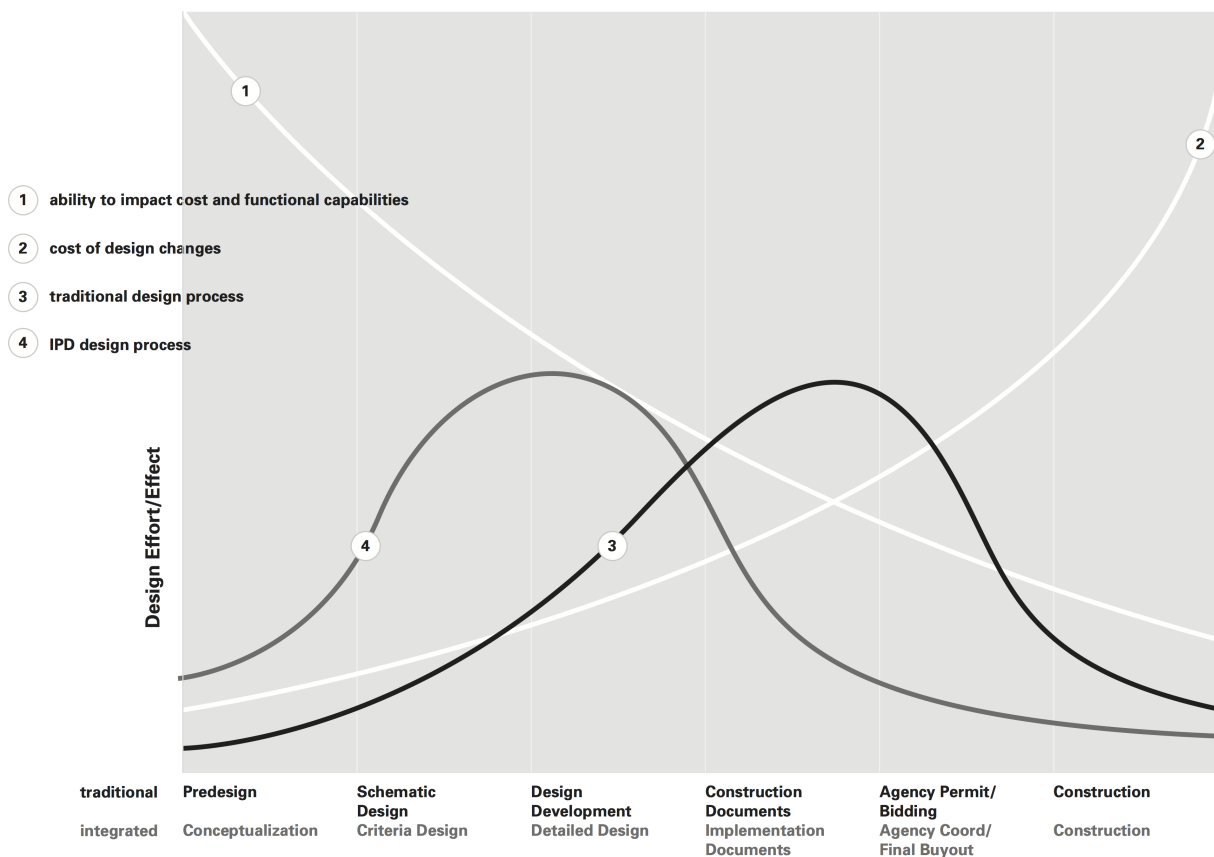
Figur 11 viser hvordan AIA (2007) sammenligner IPD med tradisjonell prosjektgjennomføring. Man ser at stegene i tidligfasen er mer arbeidskrevende ved en IPD, men til gjengjeld har man mer oversikt når detaljeringsfasen igangsettes og denne går dermed raskere unna. Dette oppnås ved at man i større grad involverer alle aktørene tidlig i

prosjektet og kartlegger *hva* som skal bygges, *hvem* som skal bygge det og *hvordan* det skal gjennomføres. Dermed kan kontraheringen starte tidligere etter en mer effektiv tegnings- og dokumentleveranse. Ved at prosjektet er definert og koordinert på et mye høyere nivå før byggestart, oppnår man i tillegg en mer effektiv byggefase og dermed kortere byggetid. Tilsammen gir dette en raskere prosjektgjennomføring og tidligere overlevering av et produkt som i teorien skal gi økt merverdi for byggherre og sluttbruker.



Figur 11: IPD sammenlignet med tradisjonell prosjektgjennomføring (AIA, 2007)

Dette skiftet gjenspeiler seg i den såkalte McLeamy-kurven (Figur 12). Ved IPD får man, i motsetning til tradisjonell prosjektgjennomføring, utført prosjekteringen mens det fortsatt er gode muligheter til å gjøre endringer og endringskostnaden er lav. Resultatet er en mer effektiv utnyttelse av ressurser og vesentlig større mulighet til å redusere byggekostnadene og forbedre bygningens funksjonalitet (Sive & Hays, 2009).



Figur 12: McLeamy-kurven (AIA & AIACA, 2007)

Sive & Hays (2009) har kartlagt en rekke drivende krefter for økt bruk av IPD, og fordelt de i fem kategorier:

- Marked: Økt krav til ytelse og produktivitet
- Industri: Bedre sosialt arbeidsmiljø
- Teknologi: Nye muligheter knyttet til BIM og VDC
- Bærekraftig utvikling: Bruk av systemer og analyser
- Samarbeid: Økt samspill og flerfaglig fokus

Videre beskriver Sive & Hays (2009) imidlertid at det er en rekke grunnleggende prinsipper man må fastsette for å bedre IPD sin posisjon i markedet. Først og fremst må man kartlegge hvilke besparelser man kan oppnå ved å innføre IPD. Tradisjonelt er byggherre mest opptatt av kostnader knyttet direkte til prosjektet, og først og fremst investeringskostnader. Ved å få frem nytten av IPD gjennom hele prosessen, vil det være mer attraktivt for byggherre å iverksette samarbeidsprosessene. Deretter må man få frem de grunnleggende prinsippene bak en vellykket byggeprosess og forklare hvordan IPD bidrar til å oppnå målene på best mulig måte. Det er dessuten viktig at

pågangdriverne har klokkertro på det de tilbyr. Det er ikke tilstrekkelig at de får solgt inn konseptet hvis de ikke er fullstendig motiverte til å gjennomføre det på best mulig måte. Siste punkt er å fjerne barrierene. Mange vil være skeptiske til delt ansvar og til å dele sine arbeidsmetoder og ”hemmeligheter” med prosjektgruppen. Det er da viktig å vise til hvordan flerpartsavtalen håndterer dette, og forklare hvilke fordeler denne kontraktstrategien medfører.

Wright & Charalambides (2011) påpeker fire årsaker til at gjennomføringen av IPD mislykkes. Partenes suksess avhenger av deres evne til å unngå disse problemene:

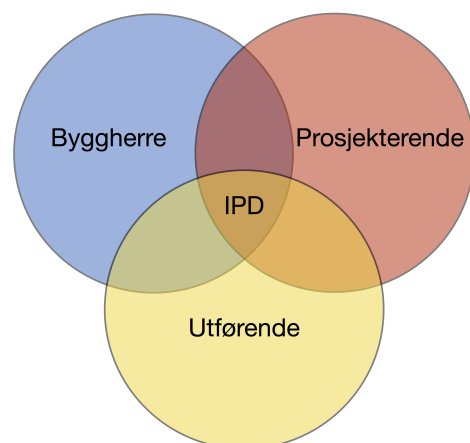
- Unnlattelse av å etablere klare mål, driftsprosedyrer eller ansvar, med konkrete tiltak for å lykkes med prosjektet.
- Et sammenstøt mellom lederstiler og forretningskulturer, eller fremveksten av interne mellommenneskelige problemer som motvirker fremdriften.
- Mangel på tillit eller gjensidighet der den ene parten oppfatter at den andre får en urettmessig fordel gjennom alliansen.
- Endringer i en av partnerorganisasjonene som reduserer deres engasjement for å lykkes i alliansen.

3.5.1 IPD-ish vs ”pure” IPD

Basert på Figur 8 fra Kapittel 3.3 deles IPD inn i to grupper (NASFA et al., 2010):

1. IPD som en overordnet filosofi uten flerpartsavtale (Samarbeidsnivå 1 og 2), også kjent som *IPD-ish*.
2. IPD som gjennomføringsmodell med flerpartsavtale (Samarbeidsnivå 3), også kjent som *”pure” IPD*.

Det vil variere fra prosjekt til prosjekt hvor hensiktsmessig det er å benytte seg av *IPD-ish* eller *”pure” IPD*, og i hvor stor grad man kan anvende IPD før man må inngå en flerpartsavtale. En flerpartsavtale innebærer at det dannes en midlertidig, virtuell eller formell organisasjon med prosesser skreddersydd for teamarbeid og en felles måloppnåelse om å gjøre det som er ”best for prosjektet”. Dette kalles IPD-organisasjonen og er illustrert i Figur 13 hvor de tre aktørene integreres til en felles enhet.



Figur 13: IPD-organisasjonen

Ved å anvende IPD som en overordnet filosofi i prosjektet, vil man kunne få team som samarbeider bedre for økte kostnadsbesparelser, kortere tidsplaner og mer effektiv håndtering av endringer i prosjekteringen. Det er imidlertid vanskeligere å fordele ansvar, og incentivene for optimal måloppnåelse er mindre. Dette kan være en hensiktsmessig tilnærming for mindre prosjekter eller for byggherrer uten autoritet til å inngå flerpartsavtaler, gi fra seg juridiske rettigheter eller samtykke til særegne forsikringsavtaler. Dette gjelder spesielt offentlige byggherrer som ikke alltid har rett til å gi fra seg ansvar eller dele avanse. Samarbeidsnivå 1 innebærer som regel en totalentreprise eller hovedentreprise med ekstra fokus på samarbeid mellom aktørene, men samhandlingen er ikke kontraktsfestet (Wright, 2012).

Samarbeidsnivå 2 legger til rette for samlokalisering av prosjektdeltakerne, risikofordeling mellom prosjekterende og byggherre, produktivitetsincentiver for utførende, og eventuelle resultatinentiver og ansvar hos underentreprenører. Dette samarbeidsnivået passer best for hovedentreprise med fastpriskontrakt (NASFA et al., 2010).

Hovedforskjellen mellom samarbeidsnivå 2 og 3 i IPD-sammenheng er at man i nivå 3 tar samhandlingen til et nytt nivå ved å kontraktsfeste ansvarsområdene. Risiko blir delt og håndtert av alle aktørene i prosjektets beste interesse, og modellen legger til rette for å sømløst inkludere Lean-prinsipper og BIM for å oppnå et forbedret sluttresultat.

Det er også risiko knyttet til å benytte "pure" IPD. Det er en relativt ny gjennomføringsmodell med få referanseprosjekter og flerpartskontrakten krever at partene kan stole på hverandre og endrer sine tradisjonelle måter å fatte avgjørelser på. De prosjekterende vil miste noe av sin kontroll og byggherre vil påta seg større risiko. Pr i dag er dette en krevende omstilling, men som beskrevet er det potensielt store fordeler å hente.

Det er spesielt viktig å kartlegge måloppnåelse for prosjektet tidlig i prosessen og forsikre seg om at alle partene i prosjektgruppen er innforstått med denne i sin helhet. De mest vellykkede integrerte prosjektene er i stand til å justere risikoen underveis og samtidig incitere atferd som vil resultere i oppnådd prosjektmål. Dette vil igjen føre til oppnådde organisatoriske mål på lang sikt.

Lite hindrer prosjektgruppen å utvikle samarbeidet fra nivå 1 til nivå 2, spesielt hvis man har valgt totalentreprise eller hovedentreprise med fastpriskontrakt. Det skal derimot noe mer til å gå til nivå 3, men det er betydelig lettere hvis man allerede er på nivå 1 (NASFA et al., 2010). Tabell 3 på neste side lister opp hovedforskjellene mellom tradisjonell kontraktstrategi og IPD-ish/"pure" IPD.

Tabell 3: Forskjeller mellom tradisjonell gjennomføring og IPD (Fritt etter AIA & AIACA (2007))

Tradisjonell prosjektgjennomføring		Integrert prosjektgjennomføring
Fragmentert; basert på “minstekrav” eller “minimumsbehov;” sterkt hierarkisk og kontrollert	Samhandling	En integrert lagenhet bestående av sentrale interessenter; etablert tidlig i prosessen; åpen og samarbeidende
Lineær, distinkt og segregert; kompetanse innhentet etter behov; informasjon blir hamstret; “siloeer” av kunnskap og ekspertise	Prosess	Samtidig og på flere nivåer; tidlige bidrag av kunnskap og ekspertise; åpen og delt informasjon; tillit og respekt mellom interessenter
Forvaltet individuelt; overføres i størst mulig grad til andre	Risiko	Forvaltet kollektivt; rettferdig delt
Etterstrebes individuelt; minimum innsats for maksimal avkastning; vanligvis basert på initielle kostnader	Kompensasjon/ Belønning	Lag-suksess nært knyttet til prosjektets suksess; verdibasert og balansert
Basert på tegninger; analog; 2-dimensjonal	Teknologi/ Kommunikasjon	Modell-basert; digital; flerdimensjonal BIM (3D/4D/5D)
Incitere ensidig innsats; allokere og overføre risiko; ingen deling	Kontrakter/ Avtaler	Incitere, fostre, fremme og støtte multi-lateral, åpen deling og samarbeid; delt risiko

3.6 Lean Design & Construction (LDC)

LDC er definert av LCI som en gjennomføringsmodell basert på produksjonsstyring, med vekt på pålitelighet og effektiv verdiskapning. Målet er å gjennomføre prosjektet med maksimal verdiskapning i alle ledd — til fordel for samtlige interessegrupper i prosjektet. NASFA et al. (2010) beskriver LDC slik:

«Den kontinuerlige prosessen med å eliminere waste, møte eller overgå alle kundens behov, ha fokus på hele verdistrømmen, og etterstrebe perfektjon i utførelsen av et konstruert prosjekt.»

Intergraph (2012) og Sive & Hays (2009) belyser fem fundamentale prinsipper for LDC i byggeprosessen, ved at man legger til rette for å:

1. Forbedre kommunikasjon med alle prosjektdeltakere ved visualisering og åpenhet vedrørende tidsplan, prosjektering og fremgang.
2. Definere, produsere og måle verdi og suksess fra eier/bruker-perspektivet og eliminere alt som ikke skaper verdi.
3. Opprette og mobilisere team som et "nettverk av forpliktelser" mellom enkeltpersoner i prosjektgruppen.
4. Eliminere alle former for *waste*, overflødighet og ineffektivitet på grunnlag av prosjektets totale ytelse, ikke bare for enkeltkomponenter.
5. Ha en forutseende planlegging med leveranser til riktig tid, engasjement fra alle parter, tilgjengelighet av ressurser, tilgang til området og koordinering av avhengigheter i andre aktiviteter.

Den ideelle anvendelsen av LDC begynner i løpet av prosjekteringen med verdistrøm og prosjektplan kartlagt av prosjekteringsteamet. Dokumentproduksjon er videre basert på de forpliktelsene hver av partene gjør for teamet. Denne prosessen utvikler en følelse av fellesskap blant teamene som skal gjennomføre prosjektet i praksis. Det er derfor viktig å innarbeide LDC så tidlig som mulig i prosessen, slik at alle aktørene er deltakende fra begynnelsen av. Utførelsesfasen blir planlagt i fellesskap fra de milepælene som er utviklet i forprosjektet. Hvert planleggingsmøte, som arrangeres i god tid før aktivitetene skal gjennomføres, resulterer i en mer detaljert tidsplan som klart og presist presenterer alle aktivitetene som må skje før eller samtidig med den neste aktiviteten (NASFA et al., 2010).

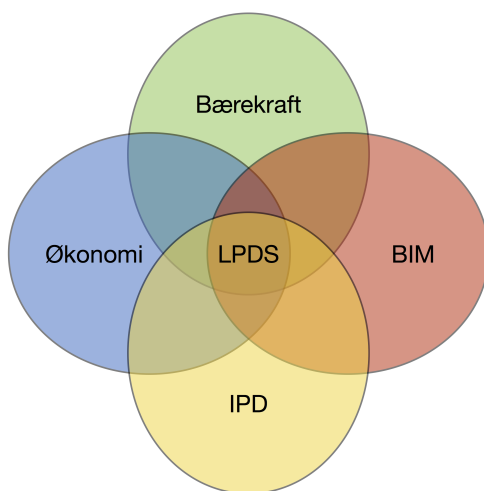
Nøkkelen til økt effektivitet av Lean er ifølge NASFA et al. (2010) måling av tilslutning til prosjektplanen. Hver av partene rapporterer sin evne til å møte tidsplan og

forpliktelser gjort forrige uke. Dersom forpliktelser ikke er oppfylt, er begrensninger identifisert og fjernet av teamet. Kraften av gruppepress, bygget på et fundament av gjensidig respekt og forståelse i løpet av prosjektet er en mektig drivkraft for gruppemedlemmer til å møte forpliktelsene. Hver av partene er incitert til å være leder kontra sinke i prosjektet, i et forsøk på å flytte det fremover mot vellykket gjennomføring som definert av verdistrøm.

Intergraph (2012) belyser hvordan man med dagens teknologi kan integrere LDC i digitale modeller for å forbedre arbeidsflyt. Under er det listet opp noen av fordelene de hevder man kan oppnå:

- Eliminere menneskelige feil
- Forhindre overflødig arbeid
- Redusere lagerbeholdning og eliminere produktoverskudd
- Opprette nåtidsdata med umiddelbare oppdateringer
- Forbedre kommunikasjon med visualisering i 3D
- Tillate modulbasert design og konstruksjon
- Muliggjøre leveranser til riktig tid
- Planlegge arbeid som kobles til 3D-modellen, tidsplanen, materialer, tegninger og dokumenter

I Kapittel 3.5 ble det kort poengtert hvordan Lean ble koblet med IPD i form av Lean Project Delivery System (LPDS). De er begge modeller som optimaliserer et prosjekt til å maksimere avkastningen. Om man tar utgangspunkt i IPD før man



Figur 14: Lean Project Delivery System
(Fritt etter NASFA et al. (2010))

implementerer LDC, eller omvendt, spiller ingen rolle. Prosjektorganisasjoner som har vært tidlig ute med å tilegne seg én av metodene har i ettertid vist til meget vellykkede resultater (NASFA et al., 2010).

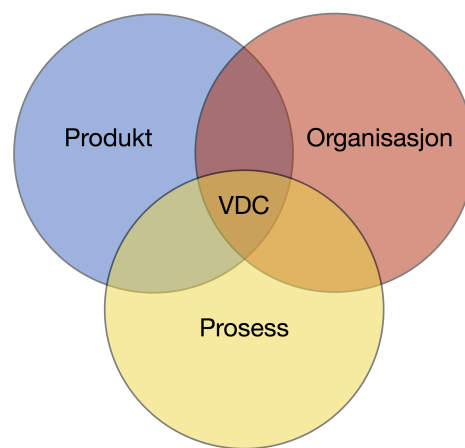
Figur 14 illustrerer hvordan industrien konvergerer mot LPDS. Mulighetene BIM og IPD tilbyr, danner det teknologiske grunnlaget for å effektivisere byggeprosjekter og redusere *waste*. Sammen med det økonomiske presset bak Lean-tankegangen og økt fokus på miljø og bærekraft, bidrar LPDS til å optimalisere verdiskapning for alle interessegrupper i prosjektene.

3.7 Virtual Design & Construction (VDC)

VDC er en arbeidsmetode som ble utformet av Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), ved Stanford University, i 2001. Metoden går ut på å administrere tverrfaglige modeller for å bidra til å støtte prosjektmål og oppnå suksess. Veidekke (2013) definerer VDC som følger:

«VDC er en arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte byggeprosjektets mål og suksesskriterier. VDC bygger på Lean-tankegangen ved å ha fokus på hva som tilfører prosjektet verdi, og minimerer hva som er lite hensiktsmessig. VDC bidrar til optimalisering av BIM i prosjektene ut i fra mål og bruksområder, og veileder prosjektene i bedre tverrfaglig samhandling i prosjektene.»

Kunz & Fischer (2012) beskriver VDC som bruk av integrerte tverrfaglige modeller for prosjektering i byggeprosjekter for å støtte eksplisitte, felles forretningsmessige mål. Et VDC-prosjekt vektlegger de aspektene av prosjektet som kan bli utviklet og håndtert, det vil si *produktet*, gjerne representert med BIM, *organisasjonen* som definerer, prosjekterer, bygger og forvalter produktet, og *prosessen* som denne organisasjonen skal gjennomføre for å nå målene sine. Dette omtales som *POP-modellen*, og integreres i VDC som illustrert i Figur 15.



Figur 15: Prosjektets integrasjon i VDC (POP-modellen)

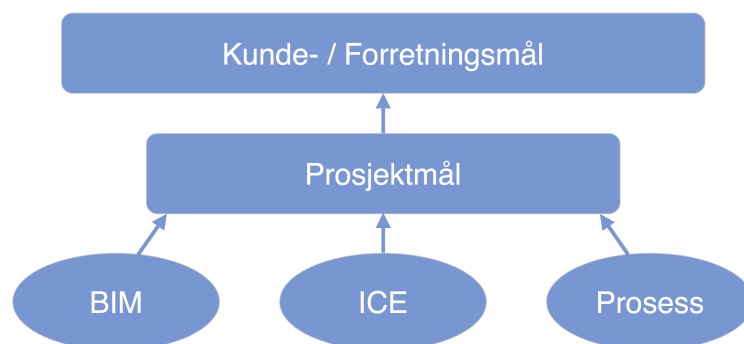
Videre bemerker de at VDC-modeller er *virtuelle* ved at de presenterer data-baserte beskrivelser av prosjektet. De er *integrerte* da de prosjektinvolverte har tilgang til delt informasjon, og dermed *tverrfaglige* ettersom alle aktørene på tvers av fag, så vel som relevante underentreprenører, er involvert. Modellene omtales som *ytelsesmodeller* i den forstand at de forutsier visse aspekter av prosjektets resultater, sporer mange som er relevante og kan vise forutsett og målt ytelse i forhold til oppgitte resultatmål (Kunz & Fischer, 2012).

VDC legger vekt på 3D og 4D modellering, og fremhever kommunikasjonsprosessene for samhandlingen bak LPDS. Khanzode et al. (2006) understreker at verktøyene i POP-modellen kan brukes svært effektivt for å oppnå målene i LPDS. 3D-modeller anvendes i LPDS for prosjektering av produktet, og 4D-modeller tilføres for å dekke prosessen. Videre påpeker de at POP-modellen i sin helhet kan benyttes til å analysere avveininger mellom produktet, organisasjonen og prosessen under *Lean Design*-fasen.

Kunz & Fischer (2012) trekker frem fem hovedkomponenter VDC inkluderer:

- Tekniske modelleringsmetoder for å representere produktet, organisasjonen og prosessen (Figur 15).
- Modellbaserte analysemetoder for å forutsi prosjektets tidsplan, kostnader, innsats, skjult arbeid, organisering, risiko og komplikasjoner knyttet til flerdimensjonal modellering.
- Visualiseringsmetoder for å presentere *POP-modellen* på måter som er tydelige både for fagfolk og et bredt spekter av interessegruppene.
- Forretningsmessige analyser for å håndtere prosjektprosesser ved hjelp av målte resultater og ytelser.
- Økonomisk påvirkning ved kvantitative modeller av både kostnader og verdien av kapitalinvesteringer inkludert prosjektet som helhet, individuelle prosjektelementer og inkrementelle investeringer for å endre prosessen.

Figur 16 viser hvordan Fischer (2012) kartlegger VDC-prosessen. Man kan se at *organisasjon* fra Figur 15 er byttet ut med ICE (Integrated Concurrent Engineering), noe som antyder koblingen mellom ICE og VDC. *Produktet* er her, som tidligere omtalt, representert ved BIM.



Figur 16: Kartlegging av VDC-prosjektets oppbygning (Fritt etter Fischer (2012))

Det trekkes spesielt frem to funksjoner i ICE som gjør det hensiktsmessig å integrere modellen i VDC (Fischer, 2012):

1. Et nøye utformet nettverk av kunnskapsrike prosjektdeltakere som har kompetanse og kultur for å arbeide uavhengig av sentral styring.
2. Rask, presis og utfyllende kommunikasjon av prosjektets hensikt, valg og forutsigelser.

Ved å gjennomføre disse prosessene skal man i teorien kunne redusere ventetiden for respons mellom prosjektdeltakerne. Dette beskrives nærmere i Kapittel 3.8.

3.8 Integrated Concurrent Engineering (ICE)

Ved tradisjonelle samarbeidsprosesser i prosjektering oppstår det ofte en buffer i arbeidet mellom de forskjellige fagene og aktørene som fører til hyppige forsinkelser i kommunikasjonen mellom disse (Chachere et al., 2009). ICE er basert på *Lean Production*-filosofien og ønsker å maksimere verdiskapning og minimere sløsing ved å integrere prosjektdeltakerne. Formålet er å effektivisere kunnskapsarbeidet ved å redusere ventetiden for respons mellom de tekniske arbeiderne i et prosjekt, og samtidig tilby en mer driftsikker prosess. Dette ved å skape flere, samtidige informasjonsstrømmer med forsvinnende liten responstid, og koordinere enhetlige, intuitive og deskriptive resultatmål.

Med ICE samles all relevant ekspertise og beslutningstaking på ett sted, og det vil dermed bli lettere å håndtere grensesnittet mellom prosjektdeltakerne. Ved å skape bedre flyt i prosjekteringsprosessen er det spesielt responstiden på beslutninger mellom tilgrensende fag som blir redusert og deltakerne kan utveksle erfaringer og kompetanse på tvers av fagområder. Samlokalisering er nødvendig for å gjennomføre ICE, enten fysisk eller virtuell. Det finnes spesielle prosjekteringsverktøy for virtuell samlokalisering som *Virtual Big Room*, *Oobeya Space* og *iRoom*, i tillegg til en rekke IT-løsninger for samarbeid i BIM, som for eksempel *Private BIM Cloud* (PBC).

Chachere et al. (2009) beskriver at man ved å benytte ICE reduserer prosjektets tidsplan med flere størrelsesordener, i tillegg til å oppnå vesentlig lavere prosjekteringskostnader og bedre vedlikeholdstandard, takket være følgende tilnærming:

1. Foreta en særdeles rask sammensetning av dyktige designere.
2. Opprette et lokale tilpasset forprosjektering av komplekse systemer.
3. Etablere et sett av konsistente sosiale prosesser.
4. Benytte seg av avanserte modellering-, visualisering- og analyseverktøy.

Det beskrives hvordan hastigheten på de fleste tekniske prosesser er begrenset av deres responstid, altså forsinkelsen fra en prosjektdeltaker stiller et spørsmål til han mottar et svar som er godt nok til at videre arbeid kan utføres. Det foreslås at prosjektledere bør etablere spesifikke og målbare mål for svært kort responstid, både som et samlet mål for prosjektgrupper og som en praktisk metode for å beskrive, vurdere og håndtere teknisk samarbeid i prosjekteringen. I tillegg foreslås det å benytte responstid som en teoretisk faktor sammen med aktivitetenes varighet, koordinering og omarbeid for å kunne avgjøre den totale prosjektvarigheten.

Som beskrevet er ICE en arbeidsmetodikk som er hensiktsmessig å utføre sammen med BIM i en velorganisert VDC-modell for å støtte filosofien bak LDC. Dette leder til neste kapittel, som belyser hensiktsmessig integrering av modellene.

3.9 Integrering av modellene

Byggeindustrien er kjent for å ligge etter i tiden med tanke på teknologisk utvikling. En årsak til dette kan være at bransjen er bundet av restriksjoner og sanksjoner som tillater små eller ingen muligheter for innovasjon i gjennomføringsprosessen. Selv om innovasjon fremkommer i stor grad når det gjelder materialbruk og utforming, er selve prosessen holdt tilbake ved at aktørene unnviker risikoen knyttet til den.

Som Wright & Charalambides (2011) beskriver, var denne risikoaversjonen dominant ved utviklingen av DAK. Teknologien ble kun brukt som et verktøy for å produsere tegninger for utskrift, i stedet for å utnytte programvarens kapasitet til å bistå i beslutningsprosessen ved å levere optimaliserte resultater til brukeren. Fremfor å utvikle teknologien ble DAK snarere tvert imot *begrenset* til å produsere 2D-tegninger, og man brukte separate regneark for å få frem numeriske verdier. Dette var i stor likhet med den tradisjonelle måten å jobbe på — med tegnebrett og kalkulator.

I denne delen av rapporten presenteres mulighetene for utvikling av BIM med integrering av samhandlingsmodellene beskrevet tidligere i kapittelet. IPD er omtalt som det nye paradigmet i byggenæringen. BIM, LDC, VDC og ICE er alle modeller som er med på å bedre byggeprosessen og gi store fordeler for flere interessegrupper, men som Sive & Hays (2009) uttaler, kan alle disse implementeres som byggesteiner i IPD. Det vil derfor bli lagt vekt på integrering av IPD i BIM som prosess for å bedre samhandlingen mellom aktørene. Som beskrevet i Kapittel 3.5 får man fullt utbytte av IPD i samarbeidsnivå 3, altså ved å benytte ”*pure*” IPD. Denne modellen blir derfor utgangspunkt for videre omtale av IPD.

Wright & Charalambides (2011) belyser hvordan BIM og IPD er komplementerende verktøy. BIM forenkler integrasjon av informasjon og gir en felles plattform for lagring og henting av data, og IPD gir et rammeverk for å integrere felles mål og verdier hos prosjektdeltakerne. BIM er velegnet til å fange opp den kollektive kompetansen til prosjektgruppen som IPD er avhengig av. Dette gir en bedre og mer helhetlig forståelse av prosjektet og fører til at IPD-organisasjonen mer effektivt kan vurdere hvilke prosjektalternativer som bidrar mest til å oppfylle prosjektets overordnede mål.

I Kapittel 3.4 beskrives en rekke fordeler BIM kan tilføre aktørene gjennom hele byggeprosessen. Koordinering av 3D-, 4D- og 5D-modeller kan derimot være svært krevende i større prosjekter, men både Wright (2012), AIA & AIACA (2007) og NASFA et al. (2010) hevder denne koordineringen kan forbedres av tidlig involvering av aktørene i byggeprosessen gjennom en samarbeidskontrakt som IPD. De påpeker at IPD kan benyttes uten BIM, og vice versa, men at fordelene ved hver av prosessene forsterkes ved å integrere den andre.

Byggherrer er i dag mer bestemte i sine krav om mer pålitelige resultater i byggeprosessen. Ifølge Autodesk (2008) har de følgende forventninger til forandringer i byggeindustrien ved bruk av moderne verktøy og teknologi:

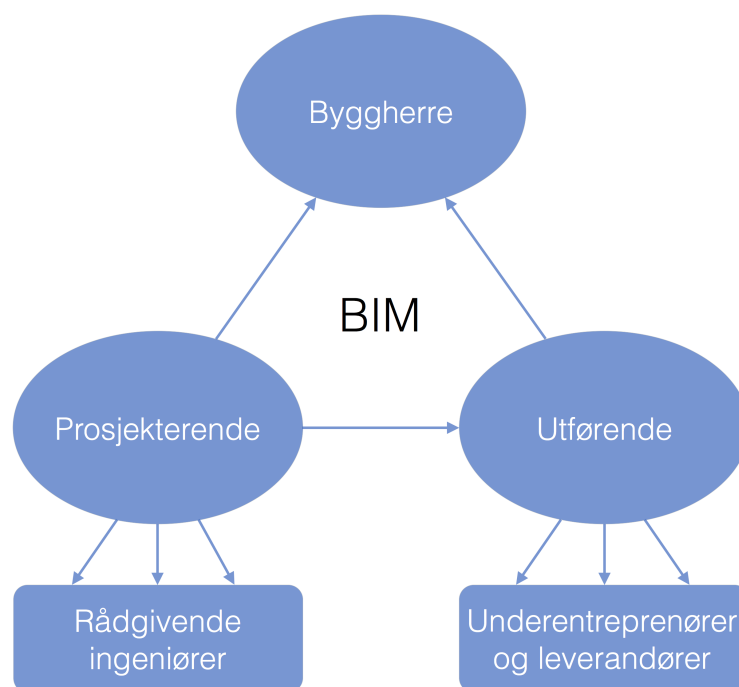
- Beslutningsprosesser: Redusere dårlige beslutninger i prosjekteringen ved bruk av digitale modeller og visualisering i prosjekterings- og byggefasen.
- Kontraktdokumentasjon: Redusere mengden usikkerheter for å unngå feil, mangler, omarbeid og uproduktiv tid.
- Estimering i tidligfase: Etablere kostnadsestimering i BIM for mer nøyaktig anslag.
- Anskaffelser og tidsplanlegging: Integrere disse stegene i en 4D-modell for å eliminere nedetid og forbedre koordinasjon på tvers av fag.
- Koordinasjon: Involvere viktige underentreprenører og leverandører i BIM tidlig i prosjektet for å unngå komplikasjoner på byggeplass.
- Kostnadseffektivitet: Redusere merkostnader grunnet koordinasjon-, fabrikk- og installasjonsfeil ved å opprettholde en god informasjonsflyt mellom prosjekterende og utførende. Redusere bruk av overtid og administrative kostnader ved å optimalisere tidsplanene.
- FDVU: Overlevere den tradisjonelle FDVU-dokumentasjonen som en del av en fullstendig flerdimensjonal BIM.

Prosjekterende og utførende prøver å oppfylle disse kravene ved å tilnærme seg samarbeidsorienterte gjennomføringsmetoder basert på digitale modeller. Disse prosessene preges av økt involvering av prosjektplanlegging, kommunikasjon og risikostyring, på en omfattende og åpen måte under prosjekterings- og byggefasen (Autodesk, 2008). Nye partnerskap som baserer seg på digitale samarbeidsmodeller for å forenkle beslutningsprosessen, skaper ifølge Autodesk (2008) en konstruksjons- og livssyklus-tankegang blant de prosjekterende og en design-tankegang hos entreprenørene. Dette fører til at de sammen administrerer prosjektet med større fokus på prosesser og utfall, og dermed økt vekt på verdiskapning.

Tidlig og åpen deling av kunnskap effektiviserer prosjektkommunikasjon og tillater byggherre å effektivt balansere prosjektalternativer for å møte sine organisatoriske mål. Bruk av integrerte modeller styrker prosjektgruppens forståelse av byggherrens ønskede resultater, og forbedrer dermed teamets evne til å kontrollere kostnader og administrere budsjettet, som igjen øker sannsynligheten for å oppnå prosjektets mål, herunder tidsplan, livsløpskostnader, kvalitet og bærekraft (AIA & AIACA, 2007).

Moen & Moland (2010) presiserer at prosjektering med BIM forutsetter at prosjektorganisasjonen klarer å håndtere den nye teknologien og løse problemer som dukker opp. I tillegg må hver enkelt forstå hvordan teknologien skal brukes og arbeidsrollene må være temmelig klare. Videre påpeker de at man ikke automatisk får bedre samspill og færre feil når BIM innføres som en del av prosjekteringen, men at et godt fungerende samspill og god informasjonsflyt betinges av prosesser man finner i prosjektering både med og uten BIM. BIM forutsetter bedre kommunikasjon og økt presisjon både hos deltakerne og av de ulike programmene.

Som Becerik-Gerber et al. (2010) uttaler, har IPD etablert seg som den gjennomføringsmodellen som mest effektivt legger til rette for bruk av BIM i byggeprosjekter. IPD skaper den samarbeidsvillige atmosfæren som kreves for omfattende bruk av BIM, ved å justere målene for alle aktørene og incentivere til å jobbe tett sammen i alle faser av prosjektet. Koblingen av BIM med IPD muliggjør et samarbeidsnivå som ikke bare forbedrer effektiviteten og reduserer feil, men også muliggjør utforskning av alternative tilnærminger og utvidelser av markedsmuligheter. IPD-organisasjonen er illustrert i Figur 17, hvor BIM knytter partene sammen.



Figur 17: IPD-organisasjonen med BIM som verktøy (Fritt etter Magnus et al. (2007))

Autodesk (2008) drøfter implikasjonene ved å innføre IPD i BIM og hvordan det vil påvirke prosjektgjennomføringens daglige prosesser på flere områder:

- Kontrakter og relasjoner: Forholdet mellom aktørene i byggeprosessen er fundamentalt endret, noe som krever utradisjonelle kontraktsformer. Endringer

i forretningsmodeller og omfang av leveranser vil påvirke forholdet mellom interessentene grunnet fordeling av risiko og belønning.

- Regulering: Nye samarbeidsmodeller fører til fundamentale endringer i hvordan prosjektene reguleres, først og fremst med tanke på ansvarsområder, da grensene mellom prosjekterende og utførende utydeliggjøres.
- Arbeidsmiljø: Fleksible prosjektstrukturer og moderne samhandlingsteknologi vil kunne føre til en globalisering og øke den overordnede fleksibiliteten til arbeiderne. Arbeidskraft kan hentes fra hvor som helst og arbeidet kan legges til avsidesliggende steder.
- Byggeprosessen: Effektivisert prosjektgjennomføring som beskrevet i Kapittel 3.5 (Figur 11) krever omfattende omstruktureringer.
- Utdanning: Samarbeidsprosesser på dette nivået krever at hver aktør har kjennskap til arbeidsprosessene til de andre aktørene. Utbredt fokus på samhandling bør inngå i utdannelsen til arkitekter, ingeniører og entreprenører i større grad enn det gjør i dag.
- Teknologi: Det er vanskelig å si hvordan nye arbeidsmetoder vil påvirke den teknologiske utviklingen, men det vil i alle fall fortsatt være et marked for kraftigere maskiner som kan takle mer avanserte analyser og modeller med større datainnhold. Dagens deling og lagring av informasjon tenderer mot å bli mer og mer nettbasert, da det meste foregår i nettskyen.

Delte beslutningsstrategier er en fundamental del av IPD-prosessen. BIM er vellykket integrert i IPD hvis prosjekterende og utførende deler samme modell, da separate modeller er mindre effektivt (NASFA et al., 2010). BIM bør være lett tilgjengelig på byggeplasskontoret slik at endringer og problemområder kan gjennomgås med formenn og underentreprenører underveis.

4 Resultater

Fjerde kapittel presenterer resultatene fra det praktiske studiet. Sammen med det teoretiske grunnlaget fra litteraturstudiet etablerer resultatene rammen for analysen og drøftingen i Kapittel 5. I tillegg til deltakende observasjon og dokumentgjennomgang ble totalt ti dybdeintervjuer gjennomført. Det vil bli lagt vekt på intervjuene i dette kapittelet, da valide resultater fra de andre metodene er av begrenset omfang, som beskrevet i Kapittel 2.4.

Alle respondentene har tilknytning til casestudiet E6 Frya–Vinstra og representerer både rådgiver, byggherre og entreprenør. Intervjuguiden som ble brukt under intervjuene finnes i Vedlegg B. Kapittelet er delt inn i fire underkapitler som refererer til hvert av forskningsspørsmålene. Disse underkapitlene er igjen inndelt i henhold til spørsmålene fra intervjuguiden.

4.1 Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?

Under dette temaet ble respondentene blant annet spurt om fremtidige bruksområder for BIM i veiprosjekter og hva som skal til for å oppnå disse. Hensikten er å kartlegge hvilke funksjoner i BIM de forskjellige aktørene ser på som hensiktsmessige og hvordan de mener teknologien helst bør brukes og utvikles.

4.1.1 Hva ser du for deg at BIM kan brukes til i prosjektet?

Gjennomgående for alle aktørene er at de ønsker økt bruk av BIM i alle ledd, både i byggeplanlegging og i felt. Entreprenør og byggherre etterlyser mer informasjon og større detaljeringsgrad knyttet til objekter i modellen. Detaljerte og gjennomtenkte modeller krever færre avklaringer underveis, og tilfører dessuten muligheter som kostnadsestimering for byggherre og grunnlag for prising og produktbestilling for entreprenør. Det fremheves at man i en komplett modell bør kunne hente ut materiallister som kan brukes til tekniske beskrivelser, mengdebeskrivelser og kostnadsberegninger. En respondent foreslår også at entreprenøren burde kunne sende fullstendige fagmodeller til leverandør for bestilling av produkter og materialer. Optimalisering av masseforflytning angis som spesielt viktig i veiprosjekter.

Samtlige aktører tar opp direkte toveis kommunikasjon i BIM som et ønskelig bruksområde. Dette vil føre til raskere prosesser ved blant annet endringsordrer og tekniske avklaringer, og ved å redusere ventetid i felt spare mye tid og penger. I tillegg er det ønskelig å inkludere fremdriftsplaner og oppfølging av utført arbeid, for eksempel ved å innføre fargekoding av modell. I denne sammenheng ser byggherre muligheter for å integrere prosedyrer for rapportering og dokumentasjon av blant annet helse, miljø og sikkerhet (HMS), internkontroll (IK) og kvalitetssikring (KS). Det forklares at det i dag blant annet tas mange bilder for dokumentasjon, men at disse gjerne bare blir arkivert og glemt. Ved å knytte dokumentasjonen opp mot objekter i modellen vil man lettere finne igjen det man trenger senere og dermed legge til rette for økt bruk.

En respondent foreslår at man bør gjennomføre endringsordre direkte i modellen for å redusere den store mengden uoversiktlige lister og tidkrevende papirarbeid. I tillegg påpeker både rådgiver og byggherre verdien med å etablere FDVU-grunnlag ved å rapportere inn utført arbeid og oppdatere modellen ”som bygd”. En annen ting som poengteres er at 3D-modellen i dag blir omgjort til et polygon og ”dør” etter den er levert til felles kartdatabank (FKB) og norsk vegdatabank (NVDB). De sitter da kun igjen med tegninger, uten all den informasjonen modellen inneholdt, og mister mye av verdien. Et utviklingsområde er at FKB og NVDB også kan ta imot og bruke BIM.

Flere respondenter mener det vil være hensiktsmessig å samle alt prosjekteringsgrunnlag i én modell, ikke fordelt på flere tegninger og modeller slik det blir gjort i dag. Avvik mellom tegninger og modell skaper forvirring og krever intrikate avklaringer underveis. Det kom imidlertid frem at det i prosjekteringsfasen ble gjennomført et paradigmeskifte. Ved oppstart av prosjekteringen var det spesifisert at tegninger skulle gjelde foran modell, noe som deretter ble endret til det motsatte. Tilsynelatende var ikke alle innforstått med denne endringen og ikke alle prosjekterende klarte å omstille seg til å ha fokus på modellen. Mange sender derfor fortsatt ut tegninger og entreprenøren må grundig kontrollere tegninger mot modell. Det er også poengtert at det er vanskelig å få til den grad av detaljering som kreves i en modell med de ressursene som er tildelt prosjekteringen.

Majoriteten av respondentene ser for seg at de i fremtiden kan oppnå en mer eller mindre papirløs arbeidsdag. Det påpekes likevel at det ikke er hensiktsmessig å inkludere for mye detaljer i modellen, som for eksempel boltlister og armeringstegninger. Selv om mange mener de i fremtiden vil kunne gå mer og mer bort fra tegninger og arbeide utelukkende i BIM, er det altså et behov for å beholde tegninger til en viss grad. Det er imidlertid uenighet mellom respondentene i hvilket omfang man kan kvitte seg med tegninger. Noen mener de på et tidspunkt kan avskaffe tegninger fullstendig, mens andre mener tegningsmengden maksimalt kan halveres. Også rådgiver ønsker

færre detaljtegninger, men påpeker at det ikke vil være mulig å eliminere de fullstendig på grunn av begrensninger ved detaljnivå i modell. En løsning som trekkes frem er at man linker tegninger opp mot modellen for å kunne få opp detaljtegninger digitalt på PC eller håndholdte enheter i felt.

4.1.2 Hva ønsker du modellen skal inneholde med tanke på din rolle i prosjektet?

Fra entreprenørens side er det spesielt ønskelig å tilføre mer informasjon til modellen som benyttes ute i felt. Dette innebærer blant annet teknisk informasjon knyttet til objekter, som for eksempel dimensjoner og andre tekniske spesifikasjoner. Et stort problem som stadig dukker opp i utførelsesfasen er at produktene som brukes ikke stemmer overens med det som er prosjektert, spesielt innen VA-faget som er det området som utnytter BIM mest. Dette fører til en rekke tekniske avklaringer som stanser fremgangen i arbeidet og dermed påvirker både tidsplan og budsjett i stor grad. Flere respondenter fra entreprenør og byggherre foreslår at man knytter objekter i modellen opp mot prosesskoder fra produktleverandørens varekataloger for å oppnå mer byggbare data. Dette gjelder blant annet kummer og rør som er spesielt avhengig av korrekte mål og koordinater for et godt resultat.

Entreprenøren trekker frem mer automatisk og sømfri overføring fra modell til maskiner og instrumenter for stikning som en ønskelig utvikling. Det er angivelig visse begrensninger i dagens kompatibilitet mellom programvarene som blir brukt, noe som bør tas opp mot programleverandøren. Når det gjelder bruk av håndholdte enheter i felt, er et stort teknologisk forbedringspotensial å implementere geolokasjon med nøyaktig posisjonering for visualisering og navigering i modellen. Det vil forenkle bruken ved at man til enhver tid vet hvor man er i modellen, som i et veiprosjekt kan bli veldig stor. Det er også ønskelig å kunne vise høyder i tverrprofil av modellen i felt. En respondent trekker også frem *Virtual Reality* som en aktuell teknologi for å visualisering i felt.

I tillegg til økt detaljeringsgrad og teknisk objektinformasjon, er data som kan brukes til masseberegning og planlegging og oppfølging av fremdrift et ønske som går igjen blant flere av respondentene. 4D- og 5D-modeller blir nevnt og det bemerkes at det er lite hensiktsmessig at disse oppgavene foregår uavhengig av BIM — som de gjør i dag. Både entreprenør og byggherre etterlyser at en del objekter i modellen defineres av flater, for at de enkelt skal kunne utføre blant annet masseberegning av betong og forskalinger. Dette krever imidlertid at objektene modelleres som *faces* i motsetning til polygon som er dagens praksis.

Respondenter fra rådgiver etterlyser verktøy som er mer tilpasset vei- og landskapsprosjektering. Det er derimot uvisst om dette skyldes begrensninger i programvare

eller manglede kunnskap. De påpeker at for å utnytte mulighetene med BIM fullt ut bør den være mer komplett ved at man tetter igjen store hull og sprang som i dag preger modellen. De gjør oppmerksom på at de i dag sitter på mye data fra blant annet konseptutviklingen som ikke er inkludert i modellen og mener dagens BIM bør inneholde alt som er prosjektert for at samtlige eksisterende materiale skal være tilgjengelig.

Et annet ønske fra rådgiverne er å innføre simultanoppdatering slik at man kan være sikker på at modellen til enhver tid består av oppdaterte versjoner av alle fagområder. I dag må hvert fag manuelt eksportere sine lag til BIM, noe som fører til at det blir gjort alt for sjeldent — gjerne ikke før hver enkelt anser seg som fullstendig ferdig med prosjekteringen av sitt område. Dette skaper uoversiktlig og bidrar til unødvendig mye oppfølging og korrespondanse mellom fagene, og kan i verste fall føre til dobbeltarbeid eller omprosjektering grunnet manglende eller for sen kollisjonskontroll. De slår fast at om alle hadde vært trygge på at modellen hele tiden var oppdatert ville bruken økt. De viser så til fagområdet bygg, hvor en enkel lagring av arbeidet automatisk utfører den eksporten som trengs. Rådgiverne belyser fordelene med at programvaren *Gemini*, som benyttes av entreprenør, leser veimodeller direkte, og etterlyser lignende funksjoner i *Navisworks* for å slippe tidkrevende manuell overføring av datagrunnlag.

4.1.3 Hvordan mener du de forskjellige aktørene bør kommunisere gjennom BIM?

Det er full enighet om at BIM bør benyttes mer aktivt både til visualisering i møtevirksomhet, som kommunikasjonsmiddel og administrativt verktøy. Det foreslås for eksempel at alle møter legges opp slik at man jobber seg igjennom modellen med *layers* og *viewpoints* som agenda. Det påpekes at det er store utviklingsmuligheter med mer operative samordningsmodeller som er lettere å ta opp og kommunisere gjennom.

Mange etterlyser toveis kommunikasjon slik at rapporteringer, oppdateringer og oppfølging skjer gjennom modell. Dette gjelder blant annet tekniske avklaringer, sjekkpunkter, kontrolldokumentasjon og registrering av utfordringer, avvik og fullført arbeid. I dag benyttes separate løsninger som *eRoom* for tekniske avklaringer, informasjonsdeling, fagnotater, etc. Dette kunne med fordel vært implementert i modellen. Mange mener det vil være hensiktsmessig å benytte kun én fullstendig modell som alle jobber opp mot, og at denne bør være online og oppdateres kontinuerlig (*ref. simultanoppdatering*). Et annet stort teknologisk forbedringspotensial vil være å få alle de håndholdte feltenhetene online slik at også disse inneholder den siste versjonen av modellen til enhver tid.

Flertallet ytrer at det bør være mer direkte kommunikasjon mellom rådgiver og entreprenør gjennom BIM, og at flere leveranser fra rådgiver bør gå gjennom BIM for å unngå dobbeltarbeid. Dette gjelder blant annet leveranser av koter/punkter, som noen mener burde integreres i BIM i større grad. Det er ønskelig å ha ytterligere kommunikasjon og visualisering ”over skjerm”, for raskere avklaringer i planleggings- og byggefasen. En respondent fra rådgiver understreker derimot at store prosjekter som E6 Frya–Vinstra trenger en form for styring og koordinasjon som ikke kan gjennomføres kun ved virtuelt samarbeid i BIM.

4.1.4 Hva er viktige suksessfaktorer for å få utløst modellens virkelige potensial?

Her er det klar tale fra samtlige respondenter: Det trengs kompetanseheving ved kursing og tett oppfølging hos alle aktører, i tillegg til at arbeidsprosesser og formålet med BIM forankres og tydeliggjøres hos alle prosjektdeltakerne i tidlig fase. Folk holder seg gjerne til de tradisjonelle prosessene og verktøyene de er vant med, og terskelen for å ta i bruk BIM blir høy hvis de føler seg utrygge. Samtlige respondenter mener at tilrettelegging for mer aktivt bruk av BIM vil bidra til å innarbeide de nye arbeidsprosessene, etablere gode rutiner, og dermed gi bedre resultater.

Respondenter fra alle aktørene mener det bør være et strengere regime i organisasjonen for å få de ansatte til å benytte BIM mer aktivt. Det kreves dermed at de går fullstendig inn for én løsning og ikke holder på de gamle, tradisjonelle metodene som en reserveløsning fordi de føles tryggere. Dessuten må de rette verktøyene være tilgjengelige og oppdaterte til enhver tid. En respondent fra byggherren konstaterer at programvarens funksjoner ikke er optimale og må tilpasses bruksområdet i anleggsbransjen. Han mener programvaren er for innviklet for hensiktsmessig bruk, og at den ikke klarer å følge den enkle tankegangen til brukeren. Oppgaver som i utgangspunktet er ganske enkle blir derfor krevende og man får merkelige resultater i modellen. Det foreslås at det bør etableres et bedre samarbeid med programvareleverandøren. En annen respondent tilknyttet byggherre mener det først og fremst er maskinvaren som må oppgraderes, da datamaskinene de bruker i dag ikke er kraftige nok til å behandle store modeller. Selv om det investeres mye i maskinvare er ikke produktvalget gjennomtenkt eller egnet til bruksområdet.

Prosjektering i BIM stiller høyere krav til detaljering og krever at rådgiverne også har større praktisk kunnskap om byggbarhet. Når programvaren ikke er god nok eller tilpasset faget tar rådgiver snarveier for å ikke bruke for mye tid i en presset situasjon. Det fører til mye feil og reduserer kvaliteten på modellen. En respondent fra rådgiver poengterer derimot at problemet ikke alltid er i datamaskinen, men i kontorstolen. Han mener at bedre informasjonsflyt mellom brukerne og de som

sitter på informasjonsteknisk kompetanse vil føre til økt bruk og bedre utnyttelse av teknologien. Terskelen for å kontakte teknisk brukerstøtte må derfor senkes. Høyt aktivitetsnivå og mye stress gjør det imidlertid vanskelig når man først er i gang med arbeidet. At rådgiverne hele tiden henger bakpå og har press på seg for å levere arbeidsgrunnlag, gjør at det blir mindre fokus på modellen. Det påstås dermed at det er hensiktsmessig å begynne samhandlingsfasen enda tidligere for å avdekke feil og mangler før produksjonen starter.

Det er en forutsetning at entreprenøren kan stole på at modellen er korrekt prosjektert, spesielt med tanke på tekniske løsninger og gjennomførbarhet. Dette, i tillegg til at tegninger ofte sendes ut før modellen oppdateres, bidrar til at modellen kommer i skyggen selv om det er kontraktsfestet at modellen skal gjelde. Det foreslås at entreprenøren er mer involvert i utviklingen av modellen, men en begrensning som dermed belyses er at det vanskelig lar seg gjøre med dagens kontraktsform. I denne sammenheng påpeker flere av respondentene at det ville vært interessant å se på potensialet for bedre samhandling i et BIM-prosjekt med totalentreprise. Det understrekes at bedre rutiner for kommunikasjon mellom utførende og prosjekterende aktør, for å overføre blant annet praktisk anleggsteknisk ekspertise, vil kunne resultere i en mer formålstjenlig BIM med et arbeidsgrunnlag som er mer gjennomførbart i praksis. En respondent poengterer også at det vil være større incentiver for samhandling ved totalentreprise-kontrakt, og at dagens tredeling av aktørene gjør det problematisk å samordne og koordinere arbeidet, noe som fører til mye unødvendig dobbeltarbeid.

Det belyses også at dagens kontraktsform ikke er tilpasset gjennomføringen av BIM-prosjekter med tanke på blant annet dokumentasjonskrav og arbeidsprosesser. Samtidig påstås det at enhetspriskontrakt bremser utviklingen da det ofte oppstår krangel mellom aktørene om blant annet mengder og vederlag ved forsinkelse. Dette medfører at aktørene blir tilbakeholdne, og den nødvendige samhandlingen i et BIM-prosjekt svekkes. At all kommunikasjon skal gå gjennom byggherre er en annen faktor som angivelig bremser arbeidsprosessene og hindrer utviklingen av BIM i prosjektene.

Mange er enige i at kompetanseheving, samt økt forståelse av BIM sitt bruksområde og potensial, vil føre til bedre utnyttelse av teknologien. Det påpekes også at bedre kommunikasjon er et kriterie for å få utløst BIM sitt virkelige potensial. Grensesnittet mellom prosjektering og utførelse må forbedres i tillegg til å raffinere planleggingen og iverksette kontinuerlig oppfølging. En av respondentene på rådgiver-siden informerer om at det i dette oppdraget har vært hele fem oppdragsledere og to til tre prosjekteringsledere involvert, og beskriver det som en helt håpløs situasjon. Manglende kontinuitet påvirker planlegging og utvikling og fører til lite helhetlig arbeid — noe som gir lite heldige resultater.

4.2 I hvilken grad utnyttet BIM sitt potensial i veiprosjekter i dag?

Her ble respondentene bedt om å beskrive dagens bruk av BIM, hvordan det fungerer i praksis og hvilke tiltak som kan gjøres for å oppnå hensiktsmessig bruk av modellen.

4.2.1 I hvor stor grad blir BIM brukt i utførelsesfasen i dag?

Når respondentene blir spurt om hvordan de utnytter BIM i dag er det spesielt to bruksområder som går igjen. I all hovedsak blir BIM brukt til visualisering for å avdekke feil og kollisjonsområder mellom fag, og som metode for overlevering av stikningsdata og annet byggegrunnlag. Det poengteres at BIM er mer eller mindre avgrenset til en geometrisk modell med begrenset informasjon, men at den til en viss grad også blir brukt til planlegging av arbeid og bestilling av produkter og materialer.

Alle deler av prosjektet modelleres, det nevnes blant annet vegoppbygning, VA-system, tunnelprofil, konstruksjoner, fundamentering, skiltplassering og styringssystem. Det bemerkes derimot at dette er relativt grove modeller og at detaljer ofte prosjekteres som tegninger. Ikke alt er definert av rådgiver og er derfor utelatt fra modellen. Rådgiver bekrefter at tegninger blir brukt i stedet for modell når det er behov for høy detaljering, da dette er vanskelig og tidkrevende å få til og dermed lite hensiktsmessig å utføre. I kontrakten er det dessuten definert visse områder som ikke skal prosjekteres i modell. Dette er blant annet veioppmerking, VA armatur i kummer, grøftegeometri, marksikringsgrense og konstruksjonsarmering. Det kommer også frem at boltegrupper for vegrekkverk heller ikke modelleres, da det gir spesielt tunge filer. En av respondentene fra rådgiver formidler en intern norm de har fastsatt for å selv spare tid og redusere rådgiverutgifter for byggherre:

«Hvis vi bruker mer tid på å modellere enn det entreprenøren bruker på å finne ut av det selv, skal vi la være.»

Andre bruksområder som blir nevnt er at koter for maskinstyringsdata hentes ut fra modellen. Disse krever imidlertid mye bearbeiding da det i dag ikke er noen god løsning for å overføre dataen direkte. Det påpekes også at modellen inneholder noe informasjon knyttet til blant annet kummer og rør, men at dette med fordel kunne vært mer av dette. Flere respondenter fra entreprenør informerer om at de benytter nettbrett for visualisering av samhandlingsmodell i felt, men at dette er en veldig forenklet og komprimert visningsmodell som ikke inneholder noe som helst informasjon utover geometrisk data.

Samtlige respondenter er enige i at BIM blir utnyttet i alt for liten grad i prosjektet. Mange savner at modellen tas frem i blant annet byggemøter og særmøter. Alt ligger

til rette for at det skal være mulig, men det virker som det er opp til hver enkelt å ta initiativ til dette. Når slike metoder ikke er forankret i organisasjonen skal det mye til at noen tar initiativ selv. Dette fører til at man fortsetter å bruke tradisjonelle tegninger og dermed mister fordelene med 3D-visualisering, noe som kan komplisere kommunikasjonen og hindre muligheten for å avdekke og løse problemer.

En respondent hevder det er lagt opp til at entreprenøren skal benytte en produksjonsmodell basert på fagmodellene fra prosjekteringen, men at de tradisjonelle veimodellene (VIPS) fortsatt råder. Det bemerkes også at selv om prosjektdeltakerne benytter nye, moderne verktøy, anvender de fortsatt tradisjonelle, utdaterte arbeidsprosesser tilsvarende de som gjaldt for flere tiår tilbake. En lignende uttalelse er at de jobber med 2D-mentalitet i en 3D-verden. En respondent kommenterer derimot at 3D er mer naturlig for den kommende generasjonen og sammenligner paradigmeskiftet med overgangen fra brettspill til dataspill. De som har vokst opp med denne teknologien vil ha lettere for å relatere seg til og tilegne seg verktøyene, og han ser derfor lyst på fremtidig utvikling av BIM.

4.2.2 Hvordan fungerer modellen i praksis som verktøy i utførelsesfasen?

Under dette spørsmålet innrømmer flere respondenter at daglig bruk av modellen stort sett fungerer veldig bra, men at det er lett å henge seg opp i negative ting da det er en del innkjøringsproblemer.

Rådgiver forteller at de ved hjelp av BIM får koordinert alle fag på en god måte og at modellen brukes aktivt av mange. Det er derimot individuelle interesser som påvirker hvordan BIM blir tatt i bruk i organisasjonen, og det kan tyde på at interessen også varierer mellom de forskjellige fagområdene. Respondenter fra de andre aktørene påpeker at leveransene i BIM fungerer bra, og at folk ser fordelene med BIM og stort sett er positive til den teknologiske utviklingen. En respondent fra entreprenør uttaler imidlertid at folk er entusiastiske når de får se visualiseringer, men at mange ikke ser potensialet med BIM og derfor ikke får utnyttet alle mulighetene som tilbys.

En annen årsak som begrenser bruken og hindrer hensiktsmessig utvikling er dessuten at de færreste våger å ta steget og gå over til nye arbeidsmetoder grunnet for dårlig kompetanse. Et annet utsagn som angivelig gir treg utvikling er at stadig nye arbeidsmetoder implementeres underveis i prosjektet etter at kontrakt er fastsatt. Dette gjør at metodene ikke forankres hos alle prosjektdeltakerne, arbeidet blir lite helhetlig og det blir vanskelig å etablere gode samhandlingsprosesser.

Under intervjuene blir det gjentatt gang på gang at kompetansen blant de som burde bruke BIM aktivt er for dårlig. Det presiseres at mange sliter med helt elementære

ting som å navigere i modellen, og at de ikke forstår begreper og uttrykk for å kunne kommunisere og arbeide med BIM. Respondenter fra entreprenøren legger til at modellens lagdeling for de forskjellige fagområdene fungerer bra, men at det burde vært enda enklere å filtrere ut den informasjonen hver enkelt trenger for at modellen skal bli mer oversiktlig og lettere å håndtere. Det poengteres igjen at det kan bli mye å forholde seg til, spesielt i dette prosjektet hvor man har blitt nødt til å koordinere både tegninger, fagmodeller og samhandlingsmodell.

Flere respondenter fra entreprenør fremhever tekniske detaljer som påvirker brukervennligheten og samhandlingen med BIM i praksis. Det påpekes blant annet at det er tungvint å måtte plote koordinater som er inkludert i modellen fra rådgiver manuelt inn i et eget program for videre bruk. Om det er manglende kompatibilitet i programvaren, eller om brukerne ikke er kjent med hvordan det kan løses er ikke kjent. Slike ting bør man uansett få klarhet i, eller eventuelt rapportere til programvareleverandøren for videre utvikling. En annen ting som kommenteres er at separate plattformer benyttes til fildeling og korrespondanse, henholdsvis *eRoom* og *Lync*, som gjerne kunne vært overført til BIM.

4.2.3 Hvilke tiltak kan man gjennomføre for å oppnå hensiktsmessig bruk av modellen?

Det foreslås mange tiltak for å løse problemene knyttet til hensiktsmessig bruk av BIM, og mange har allerede blitt lagt frem under de foregående spørsmålene.

En forutsetning for hensiktsmessig bruk av BIM er at programvaren som benyttes optimaliseres med tanke på bruksområdene i anleggsvirksomhet, og at maskinvaren som er tilgjengelig er kraftig nok til å håndtere disse programmene på en god måte. Modell-leveransen må optimaliseres av rådgiver som må være på et høyere faglig nivå med tanke på gjennomførbarhet i felt. Modellen som benyttes av entreprenør i gjennomføringsfasen bør inneholde mer objektinformasjon og det vil være hensiktsmessig å få feltenhetene online og integrere georeferanser. En respondent fra entreprenør innrømmer at de kunne vært mer aktive for å få inn mer informasjon i modelleveransen. Hvem som har skylden for problemene er ikke alltid like lett å avgjøre, men det er tydelig at det bør legges til rette for mer åpen kommunikasjon mellom aktørene.

Rådgiver beskyldes for å ikke følge med på utviklingen fra programleverandøren. I tillegg bidrar angivelig for lite kunnskap om BIM til at de fortsatt produserer tradisjonelle tegninger, noe som gir en del dobbeltarbeid og tar fokuset vekk fra utviklingen. Det bemerkes derimot at de gjennom kontrakten er pålagt å utarbeide en viss mengde tegninger, noe som hentyder at kommunikasjonen bør forbedres for å sikre hensiktsmessig leveranse fra rådgiver. Videre påpekes det at det bør utarbeides en felles

fagforståelse mellom aktørene for å oppnå en god modell og heve detaljeringsgraden til et nivå som tjener alle parter. På den måten får rådgiveren bedre innsikt i hva som trengs i modellen til en hver tid og entreprenøren blir kjent med arbeidsgrunnlaget på et tidligere tidspunkt, som vil føre til mer effektivt arbeid i gjennomføringsfasen.

Respondentene fra rådgiver konstaterer at det må settes av mer ressurser til prosjekteringen. I tillegg må detaljeringsgrad avklares tidlig for å få kartlagt tilstrekkelig bemanning. Dette oppdraget ble etterhvert mye mer omfattende enn rådgiverne hadde regnet med, noe som er årsaken til at de ofte henger bakpå med prosjekteringen. En respondent uttalte følgende, som er i tråd med filosofien bak samhandling med BIM:

«Hensikten med BIM er at man skal spare ressurser i utførelsesfasen og da må det settes av mer til prosjekteringen for å få godt nok grunnlag.»

Videre påpeker de at det er store utfordringer med BIM med tanke på intern samarbeidskultur. For å få til hensiktsmessig utnyttelse av BIM må man respektere andre fag med tanke på blant annet grunnlagsbehov, rekkefølge og interne frister. Dessuten må alle fag oppdatere sin modell hyppigere, noe som kan løses ved å innføre simultanoppdatering. Det fortelles at spesialkompetansen for BIM hos rådgiveren er spredt over et stort område, noe som gjør det vanskelig å få hjelp om man skulle støte på problemer. Et eksempel som illustrerer dette er at man ved å oppsøke brukerstøtte kan få høre at det ikke eksisterer noen løsning på problemet, men ved å henvende seg til noen andre ved en senere anledning kan det vise seg at det faktisk finnes en særdeles enkel løsning.

4.2.4 Hvordan påvirker modellen samhandlingen mellom aktørene?

Det påstås at BIM skaper både økt fellesforståelse i prosjektet og teknisk forståelse av hva som skal bygges. 3D-visualisering av modell bidrar til bedre dialog og forståelse av problemstillinger på tvers av fagene. I stedet for å bla i tegninger eller skissere grovt på papir kan man visualisere direkte i modellen, noe som gjør det lettere å få frem det man ønsker å formidle. Det påpekes av flere at dagens samordningsmodell fungerer bra, og at de nye metodene bidrar til enklere kommunikasjon mellom aktørene. Kommunikasjonen gjennom BIM er imidlertid bedre mellom rådgiver og byggherre enn internt hos rådgiver. Det bemerkes derimot at utnyttelsen av BIM avhenger av interesse og at det blant rådgiverne typisk er mer fokus på det faglige enn på BIM.

En respondent fra byggherre mener kommunikasjon mellom aktørene har blitt bedre enn det var for ett år siden. I tillegg hevdes det at arbeidsgrunnlag for endringer kommer raskt og oppdateres hyppigere enn tidligere. Det påpekes at det har blitt større åpenhet mellom aktørene og at alle har mer innsyn i hva som blir gjort,

blant annet i framgang hos rådgiver og resultater hos entreprenør. Det poengteres derimot at rapportering fra entreprenør burde vært bedre for å få fullt utnytte av BIM. For at modellen skal kunne oppdateres og utvikles til en reell representasjon av prosjektet må de være flinkere til å sende inn ”som bygd”-informasjon underveis. Dette vil gi bedre oversikt over prosjektet med tanke på fremdrift og budsjett, og danne grunnlagsmateriale til FDVU-dokumentasjon. En respondent fra entreprenør forklarer at 3D-objekter forblir som prosjektet i modellen så lenge de har bygd etter de generelle krav og forskrifter, mens eventuelle feil og avvik måles, rapporteres og oppdateres i modellen.

Når det gjelder samhandlingsfasen i oppstarten av prosjektet forteller en respondent at det var positivt å bli kjent med de andre prosjektdeltakerne, men det var for lite faglig fokus og man fikk ikke i stor nok grad formidlet de faglige utfordringene. Flere respondenter er enige i dette, men konstaterer derimot at faglig fokus og utfordringer med BIM bør gjennomgås i en annen sammenheng, uavhengig av samhandlingsseminaret.

4.3 Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?

Respondentene listet opp fordeler og ulemper knyttet til bruk av BIM for byggherre, entreprenør og rådgiver. Mange punkter viste seg å gjelde samtlige aktører og er derfor samlet i egne avsnitt. Fordelene og ulempene er separert i hvert sitt underkapittel og aktørene presenteres hver for seg.

4.3.1 Hvilke fordeler er det ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?

Punkter som går igjen for **alle aktørene** er først og fremst at 3D-visualisering forenkler kommunikasjonen, gir økt forståelse av hva som skal bygges og fører til færre feil og avvik grunnet kollisjonskontroll og bedre kvalitetssikring. Arbeid i BIM gir kortere kommunikasjonslinjer mellom aktørene, større åpenhet, bedre dataflyt, raskere endringer og sikrere beslutninger. Det fremheves at man kan forutse problemer tidlig for å unngå endringer underveis, noe som fører til mer effektivt arbeid. I tillegg kan man enkelt se hvordan endringer påvirker andre deler av prosjektet, og på den måten avverge dominoeffekten som kan oppstå ved lite gjennomtenkte endringer.

Denne effektiviseringen påpekes spesielt med tanke på oppdateringer i arbeidsgrunnlaget, enten det er snakk om endringsordre eller tekniske avklaringer. I motsetning til å måtte sende ut reviderte tegninger og passe på at de siste utgavene blir brukt til enhver tid, foregår nå endringer umiddelbart på alle områder — noe som er fordelaktig både for tidsplan og budsjett. Respondentene er derimot usikre på hvem som er mest tjent med disse innsparingene og mener det vil avhenge av kontraktsform. Det poengteres

at overskuddsbedrifter kan produsere høyere kvalitet, men anbudskonkurransen avgjør hvem som får jobbene — noe som gjør det uvisst hvordan utviklingen gagnar de forskjellige aktørene. Det er uansett enighet om at alle aktørene har noe å tjene på riktig bruk av BIM. Som en av respondentene uttaler entusiastisk:

«Det er ingen tvil om at dette er fremtiden!»

Fordeler for **byggherre** hevdes å være reduserte byggherrekostnader og tidsbesparelser. Ved å hente ut registrert informasjon fra modell oppnår man enklere og mer korrekte oppgjør og det er enklere å kostnadsberegne prosjektet i utgangspunktet. Kortere vei mellom entreprenør og rådgiver gjør at byggherre slipper å sitte som mellomledd ved all kommunikasjon. Ved at prosjektet er grundigere prosjektert ved et tidligere stadie, og at man har bedre rutiner for KS/IK, vil man kunne unngå en del feil og avvik underveis. Dette er takket være tidlig avdekking av feil hos rådgiver og grundig gjennomgang av arbeidsgrunnlaget hos entreprenør. Det påpekes også at løsninger som prosjekteres fullt ut av rådgiver kan gi bedre kvalitet på sluttproduktet i motsetning til at entreprenør skal finne egne løsninger i felt slik det har vært lagt opp til tidligere. Generelt vil bruk av BIM gi byggherren bedre oversikt i prosjektet, og modellen tilbyr potensielt god ”som bygd”-dokumentasjon som kan anvendes videre i FDVU-fasen. I tillegg er den et godt visuelt presentasjonsmiddel, spesielt mot media og publikum.

Respondentene mener **entreprenøren** har fordeler ved at BIM forenkler deres arbeid. Visualisering i modellen gir et godt bilde av hva som skal bygges og er dermed et godt planleggingsverktøy. Det påpekes at de blir lett kjent med prosjektet og at de kan gå gjennom hele arbeidsgrunnlaget på forhånd. Dette fører til mindre feil i grunnlaget, da de kan avdekke konflikter og anskaffe en sikrere teknisk beskrivelse på et tidligere stadie — noe som igjen fører til færre tilfeller av ”løsning på stedet” og dermed reduserer feil og avvik i utførelsen. Stikningsarbeid trekkes spesielt frem som tidsbesparende da man eksporterer alle stikningsdata direkte fra modellen til instrumenter og sparer mye tid ved å slippe å taste inn koordinatene manuelt. *«Effektivisert arbeid gir økt profit»*, som en av respondentene uttalte.

Det hevdes at planlegging av fremdrift, løsninger og prising blir lettere, og at man enkelt kan registrere planlagt og utført arbeid. BIM gir bedre beregningsgrunnlag i leveransen fra rådgiver. Ved å gjennomføre beregninger i modellen kan man blant annet redusere materialsvinn og unngå unødvendig masseforflytning. Man får alt på ett sted og reduserer antall lister og tegninger, noe som gjør det lettere å hente ut nødvendig informasjon. En respondent fra entreprenør uttaler at det er lettere å lese en 3D-modell enn en rekke tegninger, spesielt for å få en helhetlig forståelse og se

relasjoner i grensesnitt. At det er en fast tid for oppdatering av modell er en fordel, i motsetning til tidligere hvor mange tegninger og revisjoner kunne skape kaos og uoversiktighet. Det påpekes derimot at det er et stort forbedringspotensial på dette området.

For **rådgiver** vektlegges det at de får et mer helhetlig syn og jobber mer løsningsorientert, i tillegg til at de kan bruke mindre tid på å produsere tegninger og mer tid på det faglige. Kollisjonskontroll mellom fagområder i en samordningsmodellen avdekker konfliktområder og feil på et tidlig stadie og fører til færre avvik i leveransen, som gjør at det blir mindre å ta igjen senere. Verktøyene gir raskere avklaringer av gode løsninger og legger til rette for en funksjonell vurdering av alternativer.

Entreprenøren mener det er størst fordel med BIM for rådgiver da det er de som har oppgaven med å kvalitetssikre og følge opp. Dessuten vil koordinering mellom fag kunne gjennomføres enklere og på en mer oversiktlig måte. Rådgiverne påpeker selv at kollisjonskontroll er spesielt nyttig og gjør det lettere å avdekke feil, spesielt i tverrfaglig grensesnitt. I tillegg er det enklere og raskere for rådgiveren å eksportere hele modellen kontra diverse filer i leveransen til entreprenøren. De legger vekt på at BIM bidrar til å gjøre hele samordningsprosessen enklere.

4.3.2 Hvilke ulemper er det ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?

Det hevdes at **alle aktørene** kan oppleve visse ulemper i forbindelse med overgangen til BIM, spesielt hvis ikke alle funksjoner fungerer knirkefritt. Ny kunnskap til nye arbeidsmetoder og ny teknologi krever opplæring og kompetanseheving hos alle prosjektdeltakere, og det kreves ekstra disiplin i forbindelse med samhandling, spesielt ved delt entreprisform. Det uttales at delt entreprisform gir flere grensesnitt som krever utvidet kompetanse i flere ledd. De forskjellige aktørene sitter i dag på varierende kompetanse fordelt mellom avdelinger og organisasjoner som helst burde vært samlet i prosjektet. Entreprisformen begrenser også inkluderingen av entreprenør i tidlig fase, noe som kan føre til mye ekstraarbeid senere. En respondent beskriver at jobben gjøres to ganger ved denne konkurranseformen.

Omstilling til nye arbeidsmetoder kan være utfordrende og i overgangsperioden kan det være vanskelig å ha oversikt. Da det fortsatt benyttes en del tegninger som ikke alltid samsvarer med modell skapes det forvirring, folk blir usikre og det går mye ekstra tid til avklaringer. Liten kunnskap om hva som finnes i modellen gjør arbeidet mer tungvint enn det burde være og det kan være en falsk trygghet å stole blindt på modellen. Noen respondenter mener det kan bli uoversiktlig med for mye detaljert informasjon i én modell, spesielt hvis lagdelingen ikke er tilpasset deres bruk.

Ulemper for **byggherre** knyttet til bruk av BIM er at de må beregne mer ressurser i tidlig fase som rådgiver kan bruke på å utvikle konkurransegrunnlaget. De ekstra rådgiverutgiftene skal i utgangspunktet føre til enda større besparelser i utførelsesfasen, men økt kontantstrøm tidlig i prosjektet gir større risiko og vil også kunne kreve nye finansieringsformer. Endringer i tidsplan gjør også at det kan bli for liten tid til byggeplanlegging da byggestart gjerne er fastsatt på et tidlig tidspunkt og overskridelser i prosjekteringsfasen spiser av planleggingsfasen. I tillegg hevdes det at rådgiver bruker mye ressurser på å lage en presentasjonsmodell for konseptvalg og visualisering, på et detaljnivå som ikke er hensiktsmessig for senere bruk.

Det påpekes at det er utfordrende å følge med i utviklingen kapasitetsmessig, både med tanke på bemanning og utstyr. Kontrollingeniørene har for eksempel ikke kraftige nok maskiner til å drive 3D-modellene, ifølge en respondent. Ny teknologi krever ny kunnskap og det går med mye tid og ressurser til å implementere nye arbeidsmetoder — både hos rådgiver, entreprenør og i egen organisasjon — noe som kan frembringe frustrasjon og misnøye i oppstarten. Byggherre må ta initiativ til å kurse de andre aktørene som har for liten kompetanse innen 3D. Det hevdes at stahet blant rådgiverne gjør at de ikke vil innrømme sine feil og mangler, noe som øker frustrasjonen hos de andre aktørene. Et typisk tilfelle som beskrives er at rådgiver skylder på programvareleverandøren og manglende funksjonalitet, men felles møtevirksomhet avslører derimot at problemet faktisk ligger hos brukeren.

For **entreprenøren** påpekes det spesielt at det er vanskelig å omstille seg til de nye arbeidsprosessene, særlig hvis modellen inneholder mye feil. Det uttales at de ofte blir skeptiske til en modell med mange avvik og mangler og dermed benytter tegninger i stedet, da disse ofte er mer pålitelige og gir mer rom for tilpasninger. I disse tilfellene får ikke entreprenøren utnyttet fordelene med BIM og må bruke mye tid på avklaringer som igjen skaper konflikter mot krav til tidsbruk fra byggherre. De er altså avhengig av gode, gjennomarbeidede løsninger fra rådgiver for å oppnå hensiktsmessig bruk av BIM. En annen ulempe er at prosjekterte objekter som ikke samsvarer med leverandørens produktkatalog må omprosjekteres eller "løses på stedet". Dette gir avvik og medfører også unødvendig støy mellom byggherre og entreprenør.

Respondenter fra entreprenøren uttaler at det er utfordrende å ta steget videre og prøve nye ting, men at det stort sett bare positive er opplevelser knyttet til BIM når man først har lært å bruke verktøyene og er vant med prosessene. En hindring er derimot at modellen ikke oppdateres ofte nok og endringer kommer for sent — gjerne etter at planlegging av arbeid og bestilling av deler og utstyr er gjennomført. Det poengteres at BIM foreløpig ikke er helt komplett og at det derfor kan bli mye å forholde seg til. Respondentene gir uttrykk for at verktøyene er kompliserte og at

det oppstår problemer med å hente ut informasjon hvis man ikke har tilstrekkelig kunnskap eller erfaring.

Ifølge respondentene medfører det ulemper for **rådgiver** at det stilles større krav til detaljering og kvalitetssikring av arbeidsgrunnlaget. Dette skyldes blant annet at mindre ”løses på stedet” av entreprenør — det skal bygges som det er prosjektert i modellen. For eksempel holder det ikke lenger å levere senterpunkt for kum med kommentar ”tilpasses på stedet”, i modellen skal det detaljeres fullt ut. Rådgiverne mener verktøyene ikke er tilpasset denne detaljeringen og at de derfor bruker mye tid på kompliserte oppgaver. Dette løses ofte ved at detaljer leveres som tradisjonelle tegninger, noe som gir mye dobbeltarbeid og andre krav til oppfølging. De må også modellere detaljer for produkter som leveres ferdig fra leverandør, noe som kan være vanskelig og tidkrevende. Det understrekes også at det er forskjellige produktdetaljer fra de forskjellige leverandørene — spesielt knyttet til VA-anlegg. Dette er produkter som velges av entreprenør på et senere tidspunkt, noe som gjør det problematisk å detaljere på forhånd. I frustrasjon påpekes det at selv ikke standard-produkter fra Basal (leverandør av felles produkt- og kvalitetsstandard for betongprodukter) stemmer overens, noe som gjerne oppdages først i gjennomføringsfasen og fører til hasteløsninger.

Det påpekes at den økte detaljeringsgraden i tidlig fase innebærer mer gjennomarbeidede løsninger, og dermed krever økt praktisk kunnskap om anleggsteknikk og byggbarhet. Dette er noe rådgiverne innrømmer de mangler og mener de må bli bedre på. I dag blir modellen ofte feil og mye tid går med til endringsarbeid. I tillegg kommer entreprenøren med endringer og tillegg underveis da de ikke vet på forhånd alt hva de ønsker å få ut av modellen for blant annet bruk i felt (viewpoints etc). En respondent fastslår at det er mye å holde styr på i en stor modell som skal dekke et så stort veiprojekt. Det blir vanskelig å ha oversikt og ekstra krevende å utføre hyppige oppdateringer.

Det stilles store forventninger til innhold i modellen og hva BIM skal utrette for prosjektet — noe som overlates til rådgiveren å virkeliggjøre. Det er derimot tidkrevende å prosjektere i 3D, spesielt når man ikke er vant til det. I tillegg medbringer 3D-prosjektering ekstra interne prosesser som tar mer tid, blant annet intern godkjenning og kvalitetssikring. Det påstås at heller ikke rådgiver har god nok kunnskap om BIM og prosessene rundt. For dårlig planlegging gjør at de henger bakpå og for dårlig tid gjør at de ikke rekker å utføre nødvendige kontroller og kvalitetssikringer. En respondent mener detter er rådgiverens egen feil og at de ikke vet hva de begir seg ut på når de tar jobben. Han uttaler at de ikke klarer å styre bemanningen sin, at det blir vanskelig å opprettholde frister og at pengene løper løpsk.

Det påpekes også at de bruker mye tid på småting i modellen for at det ikke skal feiltolkes, da de i større grad har ansvar for at ting blir riktig. Rådgiverne selv kommenterer at det settes av for lite tid og ressurser til dette arbeidet og at det går ut over samhandlingen og kvaliteten på leveransene. De mener konkurranse i bransjen er årsaken til at det tilegnes for liten bemanning til oppdraget. Dessuten påpeker de at alt for mye ressurser gikk med til en optimaliseringsfase tidlig i prosjektet som spiste mye av prosjekteringsfasen de angir er for kort i utgangspunktet. En respondent mener blant annet at veifaget bør ha mer tid i begynnelsen slik at veilinja er klar når de andre fagene kommer inn og trenger grunnleggende data. I dag er det ikke satt av nok tid til dette, og strekningen blir stykkevis og delt fordi man må få ut data til de som trenger det raskt. Delene blir sydd sammen til slutt, men det slås fast at dette er en lite hensiktsmessig måte å jobbe på, og at de hele tiden blir liggende på etterskudd og ikke klarer å komme à jour.

4.4 Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

Med utgangspunkt i det som ble trukket frem tidligere i intervjuet ble respondentene bedt om å komme med forslag til hvordan man kan forsterke fordelene og redusere ulempene for de forskjellige aktørene.

4.4.1 Hvordan kan man forsterke fordelene ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?

Respondentene mener **alle aktørene** bør gjennomføre tiltak for å bruke BIM mer bevisst slik at potensialet utnyttes bedre og for at de skal klare å følge med på utviklingen. Det uttales at man ikke kommer videre med bruk av BIM slik fokuset er i dag. Gammeldags tankegang blant ledelsen hindrer god utvikling og det hjelper ikke at de yngre er ivrige på å utvikle teknologien og prosessene når det ikke legges ordentlig til rette for det. Det hevdes at mer konsekvent arbeid med BIM vil gi økt kunnskap og erfaring, og føre til bedre utnyttelse og økt verdi på sikt.

Tidligere involvering av alle parter og tettere dialog mellom aktørene er avgjørende for hensiktsmessig utvikling av BIM som verktøy og prosess. Dessuten understrekes det at det ikke nytter å prøve å implementere arbeidsprosesser med BIM litt etter litt i et prosjekt, men at det må være fullt fokus på BIM fra dag én. Det gjelder blant annet å tvinge mer over i modell ved å avskaffe tegninger i størst mulig grad. En respondent forsøkte å få gjennomslag for dette i prosjektet, men det ble bestemt å beholde en del tegninger på grunn av usikkerhet, da dette er et pilotprosjekt. Det

viste seg derimot å være lite hensiktsmessig. Folk flest ønsker at bruken av BIM skal være mer konsekvent hvis det først skal realiseres.

Det påpekes at kommunikasjonen underveis i prosjektet også må bli bedre. En respondent kom med et eksempel hvor det under et møte ble tatt opp hva entreprenøren manglet av arbeidsgrunnlag. Det viste seg å være en enkel oppgave for rådgiver å levere dette da dette allerede eksisterte i modellen og bare ble hentet rett ut. Slike ting bør kunne formidles mer effektivt for å unngå unødvendig bruk av ressurser. Respondentene anbefaler at man innfører direkte toveis kommunikasjon gjennom BIM for å effektivisere kommunikasjonen mellom aktørene, spesielt med tanke på behandling av avvik og endringer. I dag tar slike avklaringer lang tid på grunn av alle leddene man må igjennom, noe som gjør at entreprenøren mister mye tid i utførelsesfasen. Det poengteres at dette er en kontraktmessig avhengighet, grunnet krav til godkjenning fra byggherre, som hindrer direkte kommunikasjon mellom entreprenør og rådgiver.

Det angis at **byggherre** bør involveres i flere prosjekteringsmøter i tidlig fase for å spare tid på avgjørelser senere. Generelt sett må det bevilges mer ressurser til tidlig fase, noe som eventuelt krever nye finansieringsformer. Hvis fagmodellene er ferdig på et tidligere stadiet i prosjektet vil det redusere en del av problemene, kostnadene og tidsbruken i gjennomføringsfasen. Noen mener det bør gjennomføres flere samarbeidsmøter med mer faglig innhold i tidlig fase for at aktørene kan bli enige om arbeidsgrunnlaget.

Flere respondenter fastslår at det bør utvikles en nasjonal standard med krav til BIM i veiprosjekter med klare retningslinjer for å sikre utviklingen og gjøre samhandlingen lettere, og at man i det minste bør man ta i bruk Håndbok 138 i større grad. Håndbok 138 gir bedre grunnlag for å arbeide med BIM, men det er lite kjennskap og forståelse til denne blant de ansatte (Håndbok 138 var ikke utgitt da dette prosjektet startet, men ble til en viss grad innført underveis). For å ytterligere forsterke fordelene med BIM for byggherre foreslås det at det blir økt fokus på FDVU ved at man er nøyere på å registrere "som bygd"-informasjon. Dette må implementeres som en rutine for alle aktørene fra prosjektstart.

For å forsterke fordelene for **entreprenøren** understrekes det at modellen må ha større detaljeringsgrad og inneholde mer informasjon. Dette vil redusere en del dobbeltarbeid for entreprenøren, men krever derimot mer praktisk ekspertise hos de andre aktørene. Det understrekes at entreprenøren vil bli tryggere på å bruke BIM hvis kvaliteten på modelleveransen fra rådgiver økes. Mer informasjon knyttet til objekter gir grunnlag for mer bruk av håndholdte felt-enheter og det er også stor interesse for å integrere kvalitetsdokumentasjon i felt. Georadar for kostnadsestimering og reduksjon av "løses

på stedet"-problematikk er en teknologisk utvikling som vil være hensiktsmessig for å få fullt utbytte av BIM i veiprojekter. Det poengteres derimot at videre utvikling først og fremst krever at modellen er prosjektert riktig.

Det anbefales at **rådgiver** oppretter rutiner for erfaringsoverføring på tvers av regioner og prosjektgrupper for å utvikle arbeidet med BIM og dermed forsterke fordelene. Det foreslås for eksempel at det holdes oppstartsmøter når nye grupper setter i gang med lignende prosjekter, for å opplyse om hvilke problemer man kan støte på og påpeke suksessfaktorer. Det konstateres at faste prosjekteringsgrupper som kjenner hverandre og hverandres arbeidsmetoder, og tar med erfaringer til neste prosjekt, vil gi kontinuerlig utvikling.

Som et eksempel på dagens mangel på rutiner kommer det frem at ingen av respondentene, som nå har god erfaring med BIM, er involvert i oppstarten av et nytt veiprojekt som nå igangsettes. Det er altså ikke lagt opp til noen som helst form for erfaringsoverføring. Rådgiverne påpeker ofte under intervjuet at det er ting de ville gjort anderledes hvis de hadde begynt på et lignende nytt prosjekt igjen — en erfaring organisasjonen ville vært tjent med å overføre til nye prosjekter. Det poengteres også at hvis man jobber med BIM kontinuerlig og gjentar lignende prosjekter umiddelbart, vil man kunne bevisstgjøre problemområder og suksesser, og dermed skape rutiner, effektivisere prosessene og stille sterkere i fremtiden.

En respondent fra rådgiver gjør oppmerksom på at det er behov for å øke team-følelsen internt for å skape bedre samhandlingsprosesser mellom fagene. I tillegg påpeker han at alle involverte, også underleverandører, må ha tilgang til modellen — noe som ikke er tilfellet i prosjektet i dag. Dette er ikke kun av praktiske årsaker, men også for å inkludere alle deltakerne i prosessen og skape mer samhold.

4.4.2 Hvordan kan man redusere ulempene ved bruk av BIM for de forskjellige aktørene?

Noe som vil kunne redusere ulempene for **alle aktørene** er tidligere involvering av alle parter. Ved å skape en felles forståelse av modellen med tanke på både teknologi og bruksområde, understreke hva skal de forskjellige partene få ut av BIM og opplyse hvor og hvordan man henter ut det man trenger fra modellen, vil alle brukerne få mer ut av det. Det understrekes at man må sette av mer ressurser og ha større fokus på BIM. Viktigste av alt vil være å iverksette kompetanseheving hos alle prosjektdeltakerne ved kursing og opplæring. Det foreslås dessuten at alle aktørene bør ha egne BIM-koordinatorer for å forsikre seg at anvendelsen er hensiktsmessig og gjennomføres uten problemer for brukerne.

For **byggherren** påpekes det at kontrollingeniørene bør være mer bevisst på innholdet i modellen og ha mulighet til å hente ut det de trenger til sitt arbeid. I tillegg fastslås det at byggherreorganisasjonen bør opprette kurs for både brukere og de som kontrollerer for å øke kompetanse og bevissthet til bruk av BIM. Det bør kartlegges hvilke muligheter det er for å oppnå økt finansiering tidlig slik at man får flyttet de nødvendige ressursene til et mer formålstjenlig tidspunkt. I tillegg er det et tydelig behov for å forbedre maskinvaren som tilbys brukerne for å legge til rette for økt bruk og redusere frustrasjonen ved problemer knyttet til dette.

Entreprenøren ønsker tydeligere lagvis fremstilling, eventuelt bedre filtrering av synlig informasjon, for å lettere få frem det hver og en faktisk trenger i sitt fag og dermed unngå belastende arbeid. I tillegg etterlyser de økt brukervennlighet i programvare med funksjoner tilpasset anleggsbransjen, men dette kan være grunnet for lav kompetanse og ikke nødvendigvis skyldes mangler i programvare.

Også respondenter fra entreprenøren mener tidligere integrering og samhandling vil redusere en del ulemper, og mener det vil være hensiktsmessig å avklare detaljeringsgrad på et tidligere stadie. Dessuten påpekes det at økt kompetanse i anleggsforståelse hos rådgiverne og nøyere kvalitetssikring av modellen før leveranse vil lette arbeidet og redusere frustrasjon og merarbeid. Det konstateres at tidligere låsing av objekter i modellen og helt koordinatriktig modell er en forutsetning for at BIM skal tjene sitt formål for entreprenøren.

Det trekkes frem at **rådgiver** bør bli flinkere til å planlegge og sette av mer ressurser til kvalitetssikring før leveranser. Rådgiverne selv er enige i dette, og mener de trenger dedikerte pådrivere for BIM i stedet for at fagansvarlige er koordinatører i et BIM-prosjekt. Det opplyses at fagansvarlig bruker mye tid på administrative ting, som for eksempel å dokumentere timebruk. Respondentene mener fagansvarlig bør fokusere på faget og dermed ha mulighet til å tenke fremover og planlegge hensiktsmessig bruk av BIM. Det anbefales dessuten at de ser på mulighetene for å knytte modellen opp mot produktkatalog fra leverandører, eventuelt involverer entreprenør i utvikling og prosjektering av modellen.

Det er tydelig at rådgiverne trenger mer praktisk kompetanse og anleggsforståelse for å modellere i detalj. Dette kan for eksempel løses ved å samarbeide tettere med entreprenør i prosjekteringsfasen. Uansett bemerkes det at man bør settes av mer ressurser tidlig for at arbeidsgrunlaget skal være godt nok, og dermed unngå å måtte ta igjen mye arbeid senere ved eventuelle feil og avvik. Ved å øke forståelsen av hva som kreves av BIM i et veiprojekt og ha større innsikt i blant annet Håndbok 138, vil rådgiveren kunne presentere et mer reelt tilbud og stille mer forberedt til å gjennomføre oppdraget på en god måte.

5 Diskusjon

I dette kapitlet drøftes de empiriske resultatene fra Kapittel 4 med grunnlag i teorien presentert i Kapittel 3. Underkapitlene viser til forskningsspørsmålene, i likhet med forrige kapittel. Resultatene er innhentet gjennom et casestudie og er derfor, som tidligere bemerket, ikke representative eller generaliserbare. De er derimot viktige bidrag for å drøfte bakgrunns litteraturen med innsikt og forståelse.

5.1 Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?

Fra det praktiske studiet er det tydelig at involverte brukere er positive til utviklingen av BIM i veiprosjektet. Respondentene ser mulighetene og ønsker mer utstrakt bruk av BIM i alle faser. Når det gjelder fremtidig utvikling og forslag til bruksområder er det derimot ikke mange direkte innspill fra brukerne utover det de bruker BIM til i dag, men visse funksjoner og forbedringer dukket opp underveis. Mye av dette er løsninger og funksjoner ved BIM vi kjenner fra byggenæringen, og som bør kunne utnyttes også i veiprosjekter.

Brukerne ønsker blant annet å arbeide mer helhetlig med BIM i alle faser, fra konseptutvikling til bygging. Dette innebærer fullstendig prosjektering i 3D, modellbasert tidsplan (4D) for fremdriftsplanlegging og oppfølging, og modellbasert fakturering (5D) for blant annet å utføre kostnadsberegninger og hente ut material- og mengdebeskrivelser. Dette forutsetter derimot at man samler alt i én komplett modell, arbeider utelukkende i BIM og reduserer antall tegninger betraktelig. Dessuten ser flere for seg at man gjennomfører endringsordre og øker graden av innrapporteringer gjennom BIM for å etablere FDVU-grunnlag i modellen for senere bruk.

I tillegg til dagens bruk av BIM i prosjektet, som omfatter prosjektering, 3D-visualisering, kollisjonskontroll, samordning av fag og bruk i felt, tilsvarer dette i stor grad bruksområdene Autodesk (2008) lister opp for integrert bruk av BIM. Ved at respondentene er bevisst på dagens bruk og ser fremtidige muligheter, kan en si at BIM ligger forankret i mentaliteten til utvalget som har bidratt til resultatene. Spørsmålet er derimot om utvalget representerer bredden i de forskjellige brukerne,

spesielt feltarbeiderne, som omtalt i Kapittel 2.4.4. Etter inntrykket som ble gitt av bidragsyterne under det praktiske studiet antas det at de har tilstrekkelig innsikt i hva som foregår i felt, men dette noteres allikevel som en mulig feilkilde.

Ytterligere utviklingsområder som omtales av respondentene er knyttet til teknologien rundt BIM. Funksjoner som tas opp er georeferanser for nøyaktig lokalisering og *Virtual Reality* for visualisering av modellen i felt (Kapittel 3.4.1). Dette er områder under utvikling som sannsynligvis vil integreres i fremtiden. Det er derimot begrensninger i feltenhetene som benyttes i dag med tanke på nøyaktighet i navigeringssystemet, programvarekapasitet og internetttilgang. Brukerne etterlyser dessuten mer byggbar data i feltmodellen, toveis kommunikasjon og simultanoppdatering — noe som også holdes igjen av de nevnte teknologiske begrensningene.

Som Chachere et al. (2009) påpeker i Kapittel 3.8, er god og åpen kommunikasjon nødvendig for å oppnå effektiv samhandling mellom aktørene i henhold til *Lean*-prinsippene. Ved å skape flere, samtidige informasjonsstrømmer mellom utførende og rådgivende aktør, oppnår man redusert responstid og koordinert og målrettet arbeid. Som belyst i Kapittel 3.6 fremhever Intergraph (2012) viktige faktorer for å redusere *waste*, ved å integrere LDC i digitale modeller. Mange av disse angår interaktive kommunikasjonsprosesser for å blant annet muliggjøre leveranser til riktig tid og tilby nåtidsdata med umiddelbare oppdateringer.

Respondentene trekker altså frem viktige poeng ved å etterlyse toveis kommunikasjon og økt informasjonsinnhold i BIM. Dessuten foreslår de å inkludere prosesskoder fra produktleverandørenes varekatalog i modellen for å sikre korrekt datagrunnlag og praktisk gjennomførbarhet. Dette er et tiltak som absolutt vil bidra til å redusere feilprosjektering og avvikshåndtering, effektivisere arbeidet til entreprenøren, og dermed redusere *waste* i prosjektet.

Det er viktig å etablere og opprettholde en god, kontinuerlig dialog med maskin- og programvareleverandør for å kunne bidra til utviklingen og oppnå hensiktsmessige verktøy. Først da vil man kunne utnytte potensialet BIM har. Denne dialogen vil også være verdifull i forbindelse med brukerstøtte, kompetanseheving, effektivisert prosjektering og økt utnyttelse av BIM. Prosedyrer for å innarbeide dette blant brukerne, og dermed senke terskelen for å kontakte brukerstøtte, bør forankres av prosjektorganisasjonen ved prosjektstart.

Selv om det er en del spesielle utfordringer med BIM i veiprojekter, er potensialet tilnærmet like stort som i byggeprosjekter hvis organisasjonen innarbeider rutiner og er villig til å bidra aktivt til utviklingen. Begrensningen er verken i teknologien eller holdningene til brukerne, men i organisasjonens vilje til å satse på BIM ved å

integre de nødvendige arbeidsprosessene og tilpasse seg de nye rollene som beskrives i forbindelse med IPD i Kapittel 3.5.

En av de store utfordringene med BIM i veiprosjekter kontra byggeprosjekter er omfanget av det som skal prosjekteres. Det er stor forskjell på å modellere 18,5 km vei med tilhørende konstruksjoner, i forhold til en bygning på en begrenset tomt. Det krever større kapasitet i verktøyene og ekstra koordinasjon for å holde oversikt i modellen. I tillegg oppstår det mye uforutsett når man opererer i uberørt terreng, spesielt med tanke på grunnforhold. For å kunne prosjektere hele strekningen 100 % er man avhengig av å kartlegge hele området med georadar, noe som vil være for omfattende med dagens teknologi. Derfor må man ta høyde for, og forbehold om visse usikkerheter i utførelsesfasen.

5.2 I hvilken grad utnyttes BIM sitt potensial i veiprosjekter i dag?

Nøkkelpersoner fra casestudiet fremhever at BIM i all hovedsak anvendes til prosjektering, visualisering, kollisjonskontroll og overlevering av arbeidsgrunnlag. Som belyst i Kapittel 5.1 er det ifølge respondentene ytterligere bruksområder som er hensiktsmessige å ta i bruk. Samtidig angir Autodesk (2008) flere vesentlige funksjoner for fullt utbytte av BIM som ikke utnyttes i prosjektet, tilsynelatende grunnet manglende satsning fra aktørene, for løse krav fra byggherreorganisasjonen og uklare mål for BIM i prosjektet. Det er antageligvis fornuftig å forbedre de grunnleggende prosessene før man begynner å utvide bruksområdet.

Da E6 Frya–Vinstra er et pilotprosjekt for BIM i veiprosjekt av denne størrelsen, og aktørene er relativt uerfarne med den type arbeid, har man bevisst holdt igjen omfanget av implementeringen for å ikke risikere prosjektets overordnede suksess. Det har derimot vist seg å være mot sin hensikt, da BIM krever strukturert og helhetlig arbeid med nye prosesser og omfordelte roller. En av årsakene Wright & Charalambides (2011) påpeker for å oppnå suksess i et integrert BIM-prosjekt er nettopp å etablere klare mål, driftsprosedyrer og ansvar, med konkrete tiltak for å lykkes. Ved å beholde noe av de tradisjonelle arbeidsmetodene skapes det forvirring, dårlig flyt og liten samhandling, og man mister mange av fordelene med BIM. Som en respondent uttalte, jobber de med 2D-mentalitet i en 3D-verden. Dette er i oppsiktsvekkende likhet med beskrivelsen til Wright & Charalambides (2011), som poengterte at man i overgangen til DAK begrenset verktøyet til å bli en ny måte å produsere tegninger på, i stedet for å utnytte alle mulighetene programvaren kunne tilby.

Alle mulighetene BIM fremkaller, avhenger av mengden informasjon knyttet til objektene i modellen. Som mange respondenter konstaterer er det et stort potensial for å utvide omfanget av denne informasjonen, både for administrative funksjoner, planlegging, analyse og praktisk bruk i utførelsesfasen. Spesielt etterlyses dette av entreprenøren, som mener mer informasjon må være tilgjengelig i felt for at de skal få godt nok utbytte av BIM. Dessuten vil det føre til effektivisering av arbeidet ved å redusere mye dobbeltarbeid i forbindelse med kostnadsestimering, masseberegning, bestilling og logistikk.

En forutsetning for den nødvendige samhandlingen er som AIA & AIACA (2007) forklarer, blant annet gjensidig nytte og belønning. Nytteten og avkastningen skal være balansert mellom aktørene for at de integrerte prosessene skal føre til prosjektets beste. Åpen kommunikasjon mellom aktørene, i tillegg til tidlig involvering, måldefinisjon og planlegging, er derfor viktig for å avklare hva de forskjellige aktørene skal få ut av BIM og samhandlingen. Under intervjuene kom det frem at det er ønskelig å forbedre kommunikasjonen og samhandlingen mellom aktørene for å utnytte BIM sitt potensial i større grad. Flere litterære kilder påpeker at samarbeidet vi finner blant annet i en IPD-organisasjon er nødvendig for å koordinere BIM i større prosjekter, og at IPD både muliggjør og forsterker BIM.

Det påpekes imidlertid at samhandlingen i prosjektet har blitt merkbart forbedret etter at BIM ble tatt i bruk, blant annet ved bedre dialog og forståelse av problemstillinger på tvers av fag og organisasjoner. Hindringene for full utnyttelse av BIM er ikke bare tilnærmingen til arbeidet og strukturen i prosjektorganisasjonen, men i stor grad knyttet til begrenset kunnskap om teknologien. Som Singh et al. (2011) poengterer, er det viktig at alle prosjektdeltakerne er innforstått med hvilke fordeler og gevinster hensiktsmessig bruk av BIM kan medføre, ikke bare for egen del, men for alle interessegruppene. Deretter er det viktig at alle brukere av BIM vet hvilke muligheter programvaren tilbyr, hvordan de kan benytte seg av disse og hvordan de kan hente nødvendig data fra andre faggrupper og aktører. Flere respondenter fra forskjellige aktører mener det vil være hensiktsmessig å holde et fagrelatert BIM-seminar, i tillegg til samhandlingsseminaret i prosjektets oppstartsfasen, for å få mer innsikt i dette.

I tillegg til å heve kompetansen hos brukerne hevdes det at man må legge til rette med programvare som er tilpasset bruken i veiprojekter, og ikke minst forsikre seg om at maskinvaren som er tilgjengelig for brukerne er kompatibel. Det vil bidra til økt motivasjon, føre til bedre implementering, økt bruk og dermed formålstjenlig utnyttelse. En funksjon som etterlyses er virtuell kommunikasjon "over skjerm" integrert i BIM. Det vil muliggjøre fordelene med å utnytte faglig og teknisk intern kompetanse som er spredt over flere regioner. Dette er dessuten et av bruksområdene omtalt i forbindelse

med VDC og ICE, hvor man effektiviserer kunnskapsarbeidet og reduserer *waste* etter Lean-tankegangen. Selv om separate plattformer for kommunikasjon i seg selv fungerer bra vil det være formålstjenlig å integrere slike prosesser i BIM-programvaren for å skape bevissthet om modellen, incitere til økt bruk og muligens effektivisere prosessene.

Det er en gjenganger at prosjekteringen henger etter utførelsen. Rådgiver begrunner dette med at det er for kort tid mellom skisseprosjekt og byggestart, og at grad av detaljering og nøyaktighet krever flere tidlige avklaringer i prosjekteringsfasen. Entreprenøren vil ha mest mulig data til en hver tid, men det er rådgiveren som får ansvaret for å levere dataen og at alt stemmer overens. Det uttales at entreprenøren leter etter feil og bruker det mot rådgiveren hvis de finner noe som ikke stemmer. Det kan føles ubehagelig og nedsettende å bli utpekt på den måten, men på en annen side gagner det alle i prosjektet at så mange feil som mulig blir oppdaget tidlig.

De nye prosessene tilegner aktørene nye roller det kan være vanskelig å forholde seg til, og den nye teknologien krever at alle verktøy og prosesser er på plass for å unngå frustrasjon hos brukerne. Som Moen & Moland (2010) presiserer, forutsetter BIM bedre kommunikasjon og økt presisjon både hos deltakerne og av de ulike programvarene. Prosjektering med BIM forutsetter dessuten at prosjektorganisasjonen håndterer den nye teknologien, at alle forstår hvordan den brukes, og har klart for seg hvordan man løser problemer. Hver enkelt må ha klare arbeidsroller og veletablerte retningslinjer for samspill og informasjonsflyt for at man skal få utbytte av fordelene ved BIM.

5.3 Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?

Generelt sett har respondentene lett for å henge seg opp i ulempene, eller utfordringene, som oppstår når de tar i bruk nye arbeidsmetoder. Litteraturen som er innhentet legger derimot vekt på fordelene, og har som hensikt å tilrettelegge for hensiktsmessig tilnærming ved å presentere gode løsninger og retningslinjer. Under intervjuene ble det derfor forsøkt å trekke frem så mange fordeler som mulig og litteraturen er evaluert kritisk med tanke på utgiverens vinkling og interesseområde.

Fordelene respondentene påpeker for de ulike aktørene står i tråd med hva som trekkes frem i litteraturen. Prosessene NASFA et al. (2010) utpeker som fordelaktige for BIM i byggeprosjekter er ifølge respondentene også gjeldende i veiprojektet. Det som vektlegges for alle aktørene er fordelene ved 3D-visualisering. Det påpekes at dette gir økt forståelse, forenkler formidlingen og fører til færre feil og avvik grunnet

kollisjonskontroll og bedre kvalitetssikring. I likhet med Autodesk (2008) fremheves fordelene med 3D-modellering for alle prosjektfasene, som illustrert i Figur 9 på side 24. Andre effekter er enklere og raskere arbeid med økt pålitelighet og forbedret beslutningstagning. Totalt sett medfører BIM bedre oversikt og resultater i prosjektet, men omstillingen til de nye arbeidsmetodene har sin pris og kan være utfordrende for mange.

Mye tyder på at det er byggherre som får den direkte fortjenesten av BIM i prosjektet, ved at det gjennomføres med lavere kostnader på kortere tid. Samtidig betyr det at de andre aktørene kan ta på seg flere oppdrag og stille sterkere i en anbudskonkurranse, hvis de kan vise til gode BIM-egenskaper. Det er derimot kontraktsformen og konkurransen i markedet som avgjør hvem som får jobbene og hvor mye de kan hente i overskudd. Uansett vil det være en fordel for bedrifter som har kunnskap om og erfaring med BIM, når det blir den nye standarden for gjennomføring av prosjekter. For å øke bruksverdien av BIM for alle aktørene er det anbefalt å endre strukturen i prosjektorganisasjonen for å legge til rette for den samhandlingen som kreves (Sive & Hays, 2009). En fullverdig IPD-organisasjon hevdes å være den mest formålstjenlige allieringen i BIM-prosjekter.

AIA & AIACA (2007) presenterer retningslinjer for IPD som angivelig vil bidra til å løse mange av dagens problemer knyttet til tradisjonell prosjektgjennomføring. Dette innebærer imidlertid omfattende organisatoriske omstillinger og kontraktsmessige utfordringer, som krever mye forarbeid for å unngå konflikter mellom prosjektdeltakerne. Som beskrevet i Kapittel 3.5.1 vil en slik alliering avstedkomme en flerpartsavtale som krever at partene kan stole på hverandre og er åpne for omstillinger av ansvar og myndighet. Det vil være hensiktsmessig for prosjektorganisasjonen å inngå IPD med samarbeidsnivå 1 eller 2 (*IPD-ish*) i pilotprosjekter for å tilnærme seg samhandlingen steg for steg, med mål om å oppnå samarbeidsnivå 3 — ”*pure*” IPD.

Entreprenøren er angivelig den aktøren som oppnår flest fordeler relatert til forenkling av arbeidet. I tillegg til at leveransen fra rådgiver er samlet og koordinert på en bedre måte, tilbyr BIM flere fordeler. Det er et godt planleggingsverktøy, fører til mindre feil i arbeidsgrunnlaget, og gjør at entreprenøren kan avdekke konflikter og kvalitetssikre grunnlaget før de igangsetter den kostbare og tidkrevende byggefasen. Det som anses som en av de mest effektiviserte prosessene gjennom BIM er håndtering av uforutsette endringer og avvik. Dessuten omtaler flere av respondentene gevinsten ved å redusere tegningsmengden i felt. Visse spesifikke oppgaver, som blant annet stikningsarbeid, er utvilsomt tjent med den nye teknologien, men andre fagområder har også gode muligheter til å utnytte den bedre enn de gjør i dag og dermed også oppnå en del av fordelene.

Autodesk (2008) mener BIM som prosjekteringsverktøy resulterer i færre endringsordrer og mindre omarbeid. Det stemmer med respondentenes utsagn om helhetlig og løsningsorientert arbeid, kollisjonskontroll mellom fagområder og bedre verktøy for analyser, avklaringer og beslutninger. Det som derimot differerer fra teorien er at aktørene opplever stor grad av feilprosjektering og avvikshåndtering grunnet for dårlig praktisk anleggsteknisk kunnskap hos rådgiverne. Prosjektering i BIM krever som nevnt større grad av detaljering, da modellen skal prosjekteres fullt ut og mindre overlates til entreprenøren for å bli tilpasset og løst i felt. Kunz & Fischer (2012) beskriver hvordan prosjekter kan integreres i VDC gjennom *POP-modellen*, hvor porosjektorganisasjonen gjennom felles prosesser arbeider for et felles produkt. Dette legger til rette for en BIM-vennlig oppbygning av prosjektet, hvor man gjennom ICE når prosjektmålet på en god måte for samtlige aktører.

Bruk av BIM medfører ikke bare nye arbeidsroller med ny ansvarsfordeling, men krever økt kunnskap og forståelse til teknologien — både som verktøy og prosess. Mange av utfordringene som fremkaller ulemper for aktørene kan skyldes at entreprisformen ikke er tilpasset den nødvendige omstillingen i prosjektets gjennomføring, som illustrert av AIA (2007) i Figur 11 på side 31. Fra intervjuene hevdes det at prosjektets entreprisform gir flere grensesnitt som krever utvidet kompetanse i flere ledd, og at det derfor vil være hensiktsmessig å samle kompetansen aktørene sitter på i prosjektet. Igjen henspiller dette til ICE, som angitt i Kapittel 3.8 samler all relevant ekspertise og beslutningstagning på ett sted, og gjør det lettere å håndtere grensesnitt mellom prosjektdeltakerne. Ved fysisk eller virtuell samlokalisering skaper ICE bedre flyt i prosjekteringsprosessen, kortere responstid og kompetanse- og erfaringsutveksling mellom fagområder og organisasjoner (Chachere et al., 2009).

Hensiktsmessig prosjektgjennomføring vil, som mange respondenter understreker, være å overføre mer ressurser til tidlig fase, som McLeamy-kurven angir i Figur 12 på side 32. Dette gir bedre muligheter for samhandlingen beskrevet i forrige avsnitt, og som Sive & Hays (2009) beskriver, en mer effektiv utnyttelse av ressurser, reduserte byggekostnader og muligens mer funksjonelle løsninger. Resultatet av dette skiftet vil dermed gagne alle aktørene, men det kan også medføre en stor utfordring for byggherre. Ved å overføre ressurser fra produksjon til programmering- og prosjekteringsfasene, innebærer det større finansiell risiko og kan påvirke eventuelle finansieringspartnere. Det vil dermed være behov for å endre kontraktsformen med tanke på ansvarsfordeling og finansiering. Som blant annet Autodesk (2008) uttaler, vil bruk av BIM imidlertid kunne redusere usikkerheter og føre til bedre kostnadsestimat med nøyaktig anslag i tidlig fase — noe som kan brukes som argument for den initielle finansieringen.

En rekke implikasjoner ved innføring av BIM ble kartlagt i casestudiet og relaterer

til samtlige av Autodesk (2008) sine punkter listet i Kapittel 3.9. Relasjoner, kontrakter, regulering, arbeidsmiljø, byggeprosess, utdanning og teknologi er områder som påvirkes. Det er behov for å kartlegge konsekvensene av disse, og etablere tiltak og retningslinjer for å unngå at de går utover gjennomføringen av prosjektet. Spesielt viktig er forholdet mellom aktørene i byggeprosessen, teknologisk utvikling og tilpasning, økt samhandlingsevne og faglig kompetanse.

Flere respondenter understreker at en stor del av problemene med omstilling til BIM skyldes projekteringsfeil og manglende grunnlag i modellen. Det ekstra arbeidet som kreves for å rette opp i dette gjør at entreprenøren mister mange av fordelene med BIM, i tillegg til at det oppstår uønsket støy mellom aktørene. Det er lite heldig i en samhandlingsprosess og kan dessuten forsterke problemene. En ytterligere ulempe med opphav i projekteringen er at modellen angivelig oppdateres for sjeldent og kanskje til og med for sent. Med utgangspunkt i teorien er dette tvert imot noe BIM skal løse, så det bør være anlegg for å utbedre dette problemet ved å opprette standard prosedyrer og innarbeide gode rutiner hos de projekterende. Bedre prosjektforståelse og samhandlingsmentalitet vil også være en eventuell løsning på dette problemet.

Ulempene som oppgis for rådgiver er i all hovedsak angitt å være krav til økt detaljeringsgrad i modellen, noe som krever en praktisk anleggsteknisk kompetanse de færreste rådgivere har. Denne utfordringen påpekes også av Autodesk (2008), som mener samarbeidsprosesser på dette nivået krever at hver aktør har kjennskap til de andre aktørenes arbeidsprosesser. Selv om Autodesk (2008) tilsynelatende refererer til samhandlingen og bakenforliggende arbeidsprosesser, vil det være rimelig å utvide dette punktet til å gjelde også faglig kunnskap i forbindelse med praktisk gjennomføring av prosjektet. Uansett vil økt samarbeid mellom aktørene kunne redusere problemene knyttet til manglende forståelse og splittet kompetanse. Wright & Charalambides (2011) er en av de som belyser hvordan BIM og IPD er avhengige av hverandre for at prosjektgruppen skal kunne utnytte den kollektive kompetansen de forskjellige partene innehar.

Det uttales også at rådgiveren har for dårlig kunnskap om *prosessene* som angår BIM i veiprojekter. Selv om kunnskapsnivået kanskje ikke er lavere enn hos de andre aktørene medfører det større komplikasjoner, da rådgiveren har ansvaret for modellen og danner hele grunnlaget for videre arbeid med BIM. Dette forårsaker også at de selv ikke forstår omfanget til oppdraget de tar på seg og dermed ikke planlegger arbeidet godt nok. Som en respondent uttalte klarer de ikke styre ressursene sine, det blir vanskelig å opprettholde frister, og det prosjekterte arbeidsgrunnlaget blir hengende etter. Det går ut over samhandlingen og kvaliteten på leveransene, noe som skaper ekstra støy i prosjektgruppen og kan påvirke egenskapene til det endelige produktet.

5.4 Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

Intergraph (2012) understreker grunnleggende prinsipper for vellykket prosjektgjennomføring med BIM gjennom LDC. Et av disse er at man må ha *«fremsynt planlegging med leveranser til riktig tid, engasjement fra alle parter, tilgjengelighet av ressurser og styring av avhengigheter i alle aktiviteter»*. Det er rimelig å anta at teknologiske utfordringer vil løses ved økt bruk og utvikling av verktøyene, men det er derimot tilsynelatende større problemer knyttet til prosessene rundt BIM. For å oppnå den samhandlingen som kreves for fullt utbytte av BIM i veiprosjekter, er man avhengig av å etablere nye retningslinjer og fundamentale mål i prosjektorganisasjonen.

Ved å anvende de ni prinsippene for IPD oppgitt i Kapittel 3.5, vil man ifølge AIA & AIACA (2007) kunne løse mange av problemene knyttet til BIM i tradisjonell prosjektgjennomføring påpekt i casestudiet. Ut i fra respondentenes utsagn vil det være spesielt viktig å sørge for tidlig involvering av aktører, tydelig måldefinisjon, egnet teknologi og åpen kommunikasjon. Disse prosessene må forankres av ledelsen og prosjektorganisasjonen som helhet, og følges opp gjennom prosjektets forløp.

Tidlig involvering sies å være den aller viktigste og mest fundamentale fordel ved IPD, og kan bli styrket ved bruk av BIM for å øke effektiviteten i samarbeidet gjennom hele prosjektet. Et slikt samarbeid kan redusere problemet med fragmentering mellom prosjekterende og utførende aktør, noe som er typisk for standard prosjektgjennomføring og ofte resulterer i ineffektive arbeidsrutiner og kostbare endringer sent i byggeprosessen. BIM muliggjør IPD og kan bidra til dramatiske teknologiske fremskritt i byggeprosessen, men som Becerik-Gerber et al. (2010) påpeker vil ikke det fulle potensialet av BIM bli oppnådd uten å foreta strukturelle endringer i eksisterende gjennomføringsmetoder og tydelige mentalitetsendringer i organisasjonen som helhet.

Intergraph (2012) sitt første prinsipp for LDC er å *«forbedre kommunikasjon med alle prosjektdeltakere ved visualisering og åpenhet vedrørende tidsplan, prosjektering og fremgang»*. Etter analysen av casestudiet og gjennomgangen av det teoretiske grunnlaget er det grunn til å tro at økt kommunikasjon, i likhet med Intergraph (2012) sine prinsipper, er første steg for å redusere ulempene og forsterke fordelene med BIM i veiprosjekter. Økt kommunikasjon mellom alle aktørene må starte så tidlig som mulig, for å inkludere alle i hele prosessen og dermed få viktige innspill allerede fra planleggingen — den viktigste fasen i et samhandlingsprosjekt. Dessverre foregår kontrahering av entreprenør sent i prosessen, som vist i Tabell 1 på side 21.

Aktørene må på et tidlige stadie få klarhet i hva som skal leveres og benyttes, oversikt og kontroll over hva som kan inkluderes i modellen, og forståelse om hvordan det brukes. Felles fagforståelse mellom aktørene kreves for å avklare hensiktsmessig

detaljeringsgrad og hva som trengs i modellen til en hver tid. Dette er det også viktig å gjennomføre så tidlig som mulig for at alle aktørene, spesielt rådgiver, kan planlegge nødvendig kapasitet videre i prosjektet.

Det konkluderes med at det bør legges til rette for mer *direkte* kommunikasjon mellom entreprenør og rådgiver — helst gjennom BIM. Det vil kunne redusere ventetiden i felt ved eventuelle feil og avvik, og muligens føre til at oppdateringer og endringer i modellen kommer på et gunstig tidspunkt. Det er dessuten ønskelig å integrere rapportering i BIM med kontinuerlig oppdatering begge veier, og direkte tilkobling til objekter med mulighet til å tilføre informasjon og kommentarer. I tillegg må alle brukere ha dataverktøy som håndterer alle prosesser, for at arbeid i modellen skal fungere sømfritt. For å kunne inkludere mer informasjon i felt og eventuelt georeferanse, kreves det blant annet kraftigere håndholdte enheter.

I likhet med NASFA et al. (2010) understrekes det i casestudiet at man bør se på alternative kontrakts- og finansieringsformer for å forenkle kommunikasjonslinjene mellom aktørene, tildele mer ressurser tidlig i prosjektet, og muliggjøre tidligere involvering av alle parter. Det er mye som tyder på at det vil tilrettelegge for den samhandlingen som kreves for at BIM kan utnyttes på en god måte. Det blir nevnt at man i dag bruker mye tid på blant annet finansiering og bevilgninger, som heller kunne blitt brukt til å øke kvaliteten på produktet. Dette er rent byråkratiske prosesser som er gammeldagse og lite tilpasset moderne BIM-prosjekter.

Det respondentene fra casestudiet legger størst vekt på for å få mer utbytte av BIM, er først og fremst kompetanseheving hos alle brukere og økt fokus på aktivt bruk. Det anbefales derfor at det arrangeres obligatoriske kurs i forkant av prosjektet for at alle aktuelle brukere skal oppnå høy kompetanse i bruk av BIM. I tillegg må det legges til rette for og motiveres til aktivt bruk av BIM. Regelmessig oppfølging, koordinering og vedlikehold menes å være hensiktsmessig for å sikre kontinuerlig bruk og utvikling. I den forbindelse foreslås det at alle aktører har egne BIM-ansvarlige som tar hånd om dette på fulltid.

For rådgiver anbefales det å tilsette en egen BIM-koordinator for hvert oppdrag med ansvar for å påse at verktøyene er i orden, følge opp fremgang og utvikling, og sørge for at modellen hele tiden er oppdatert i alle fag. I dag er dette ansvaret gjerne gitt til de individuelle fagområdene, noe som er lite hensiktsmessig for samordningen. Eierskapet til fagmodellene hos rådgiver bør derimot være hos den enkelte fagdisiplinen. Det foreslås at det etableres et felles, interaktivt forum for å distribuere intern kompetanse hvis det skulle oppstå tekniske problemer med modellen. Ved å skape en felles forståelse av formålet med BIM i hvert enkelt oppdrag og etablere rutiner for å sette modellen i

fokus, vil man i tillegg oppnå bedre intern samhandling og dermed bedre utnyttelse av BIM. Dette står i tråd med Chachere et al. (2009) sin teori om samhandling og erfaringsoverføring i forbindelse med ICE.

Ved å knytte objekter i prosjekteringsgrunnlaget sammen med produktleverandørens varekataloger for å oppnå mer byggbare data, vil man i stor grad redusere ulemper for entreprenøren i utførelsesfasen, oppnå bedre samhandling, og mindre omarbeid for rådgiver. Det er derimot begrensninger i gjennomførbarheten til dette. Med dagens fasestruktur i prosjektene blir entreprenøren involvert etter detaljprosjekteringen er fullført, og kontraktsformen innebærer at entreprenøren velger produktleverandører. Da detaljer i produktspesifikasjoner varierer fra produsent til produsent, blir det derfor vanskelig å få til i praksis. For å løse dette kan man enten ta høyde for at produktene tilpasses etter at leverandør er valgt, eller involvere entreprenøren i tidlig fase — i tråd med IPD. Av disse alternativene anbefales det sistnevnte, da det innebærer flere fordeler og vil føre til flere besparelser kontra ekstrautgifter.

Flere respondenter uttaler at det bør opprettes en nasjonal standard med klare retningslinjer for å sikre utviklingen og gjøre samhandlingen i veiprosjekter lettere. Det kan bidra til å unngå årsakene som Wright & Charalambides (2011) mener fører til at integrerte prosjekter mislykkes. De påpeker at man i det minste bør inkludere Håndbok 138 i større grad, nå som den er utgitt. Siden den ikke var tilgjengelig da prosjektet startet, har man enda til gode å prøve den i et lignende prosjekt.

6 Konklusjon

Denne rapporten diskuterer samhandling med BIM i veiprosjekter, med grunnlag i casestudiet E6 Frya–Vinstra. I tillegg til et litteraturstudie, er tre forskningsmetoder praktisert for å innhente informasjon fra casestudiet. Disse omtales som det praktiske studiet, og omfatter dokumentgjennomgang, observasjonsstudie og dybdeintervjuer.

For å besvare problemstillingen *”Hvordan kan man oppnå hensiktsmessig bruk av BIM i veiprosjekter?”* er det formulert fire forskningsspørsmål. Disse etablerer grunnlaget for strukturen i kapitlene relatert til det praktiske studiet, inkludert dette. De påfølgende underkapitlene refererer til forskningsspørsmålene, som besvares med bakgrunn i diskusjonen i Kapittel 5. Det presenteres anbefalinger til forhold som bør undersøkes og tiltak som bør gjennomføres for å oppnå hensiktsmessig samhandling med BIM i veiprosjekter. I Kapittel 7 ytres forslag til videre forskningsarbeid.

6.1 Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?

Undersøkelsene i dette studiet viser at BIM har nytteverdi for alle de involverte aktørene i veiprosjektet. Mange av bruksområdene vi kjenner fra BIM i byggeprosjekter er overførbare til anleggsnæringen og viser seg å fungere godt. Potensialet til BIM i veiprosjekter er imidlertid større enn man utnytter i dag, med utviklingsområder innen selve teknologien og arbeidsprosessene. Hensiktsmessige utvikling av bruksområder er blant annet flerdimensjonal analyse, som for eksempel kostnadsestimering, masseberegning, bestilling og logistikk. I tillegg er det ønskelig å utvide bruksverdien til BIM ved å etablere grunnlag for FDVU-dokumentasjon.

Det er særlig stort forbedringspotensial knyttet til implementering av prosessene for å få bedre utbytte av BIM. Nye rutiner for kommunikasjon og samhandling er nødvendig for å utrette dette, og det forutsetter en solid forankring i hele prosjektorganisasjonen. I tillegg kreves det at den tradisjonelle byggeprosessen omstruktureres og nye kontraktsformer utarbeides.

Dagens begrensninger for BIM i veiprosjekter er at man ikke har mulighet til å kartlegge alle geologiske forhold på forhånd, og man får dermed ikke prosjektert hele

strekningen i detalj. Modellen representerer derfor ikke prosjektet 100 %, og man må ta høyde for uforutsette omstendigheter. En mister dermed en del av verdien, påliteligheten og grundigheten BIM normalt tilfører prosjektet. En annen begrensning i motsetning til byggeprosjekter er omfanget og utstrekningen til veianlegget, som kan gjøre modellen uoversiktlig og vanskelig å håndtere. Dette krever ekstra disiplin og koordinasjon, noe som stiller enda høyere krav til prosjektorganisasjonen og de prosjekterende.

6.2 I hvilken grad utnyttes BIM sitt potensial i veiprojekter i dag?

Som angitt, er anvendelse av BIM i veiprojekter i en tidlig utviklingsfase, og i caseprosjektet er bruken mer eller mindre begrenset til det geometriske aspektet. Modellens informasjonsinnhold er minimalt, noe som avgrenser bruksområdet og reduserer mulighetene BIM tilbyr. Dette har vært et bevisst valg av prosjektledelsen, begrunnet med at det er et pilotprosjekt og at de ønsker gradvis tilnærming forbundet med lav risiko. Avgjørelsen har imidlertid virket mot sin hensikt, da formålstjenlig implementering av BIM krever grundig ettersyn og oppriktig interesse blant deltakerne. Det gjelder derfor å incitere til aktivt bruk ved å fremheve fordelene og belyse verdien for brukerne. Samtidig må organisasjonen legge til rette for hensiktsmessig gjennomføring med funksjonelle verktøy og tilpassede prosesser. Det nytter ikke å ta i bruk nye verktøy hvis man beholder gamle metoder. Formålet med arbeidet må være klart, med konkrete rammer, bevisst ansvarsfordeling og veletablerte driftsprosedyrer.

6.3 Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM?

Bruk av BIM i veiprojekter tilbyr mange fordeler, men omstillingen til nye arbeidsmetoder er krevende og medfører derfor en del ulemper for de forskjellige aktørene.

Det konstateres at 3D-visualisering gir økt forståelse, forenkler arbeidet og fører til færre feil og avvik. Dessuten gir modellen angivelig økt pålitelighet og bedre beslutninger. Riktig bruk av BIM vil kunne fremkalle et bedre prosjektresultat, til lavere pris, på kortere gjennomføringstid — og beriker alle aktørene. De nye prosessene krever derimot omfattende omstillinger i organisasjonen, med omdefinert regulering og ansvarsfordeling. Grensene mellom prosjekterende og utførende aktør utyeliggjøres og forutsetter et usedvanlig godt samspill.

Mye av ansvaret for effektiv utførelse blir overført til rådgiver, da arbeidet baserer seg fullstendig på modellen. Den må dermed være detaljrik, nøyaktig og byggbar, noe som krever økt praktisk kunnskap. Analyser i BIM kvalitetssikrer arbeidet og

eliminierer en del feil, men det hjelper lite hvis løsningene ikke er gjennomførbare i praksis. Prosjekteringsfeil er en av årsakene til at implementeringen av BIM går sakte og at samhandlingen mellom aktørene blir redusert.

Entreprenøren er i stor grad tjent ved at teknologien forenkler arbeidet med å overføre det prosjekterte grunnlaget til praksis. BIM er et godt planleggingsverktøy og medfører helhetlig arbeid og god koordinasjon av fagområder. Mye tyder derimot på at dagens gjennomføringsmodell ikke er egnet for samhandlingen BIM forutsetter, og volder ulemper for de involverte aktørene. Inkluderende planlegging, kompetansedeling og erfaringsoverføring er forutsetninger ved BIM som ikke lar seg gjennomføre i stor nok grad med dagens kontraktsform.

Det er vanskelig å vekke fordelene mot ulempene for å verdisette implementeringen av BIM. Det virker derimot som de fleste utfordringene oppstår i overgangsfasen, og at man på sikt vil redusere ulempene ved å etablere gode retningslinjer og forankre arbeidsprosessene. Det påpekes derimot at samhandlingen i prosjektet har blitt bedre med BIM, noe som er et godt tegn. Dessuten er det mye som tilsier at samhandlingen og utbyttet av BIM vil bli enda bedre hvis man arbeider aktivt med utviklingen.

6.4 Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

For å optimalisere BIM i veiprosjekter er det først og fremst nødvendig å etablere nye mål og fundamentale retningslinjer i prosjektorganisasjonen for å oppnå den samhandlingen som kreves. IPD er den samhandlingsmodellen som i størst grad oppfyller dette. Dessuten vil BIM og IPD utfylle hverandre og sørge for at prosjektgruppen får utnyttet den kollektive kompetansen de forskjellige partene innehar, og dermed effektivisere kunnskapsarbeidet.

Først og fremst må man sørge for kompetanseheving i BIM blant alle prosjektdeltakerne. Det må etableres en felles forståelse av BIM i prosjektet og økt fokus på aktivt bruk. Prosjektdeltakerne må være innforstått med hvilke muligheter BIM tilbyr, og ikke minst vite hvordan man benytter seg av disse. Et fagrelatert BIM-seminar vil være formålstjenlig å gjennomføre i oppstartsfasen, i tillegg til samhandlingsseminaret.

Man vil kunne redusere ulempene betraktelig ved å oppdatere modellen hyppigere — minst én gang om dagen. Det er viktig å vektlegge at modellen skal være åpen og felles for alle involverte. Det anbefales å tilsette BIM-koordinatorer som i tillegg til dette sørger for at verktøyene er i orden, følger opp fremgang og utvikling, koordinerer arbeidet, og kommuniserer med programvareleverandør for brukerstøtte og hensiktsmessig utvikling.

Det er ønskelig å innføre rapportering i BIM med kontinuerlig oppdatering begge veier, direkte tilkobling til objekter og mer informasjon knyttet til objektene. Programvaren må tilpasses bruken i veiprojekter og man må forsikre seg om at maskinvaren som er tilgjengelig er kompatibel med denne og kan drifte tunge modeller.

Det bør opprettes en nasjonal standard for gjennomføring av veiprojekter med BIM. Denne bør inneholde konkrete krav og klare retningslinjer relatert til prosessen, verktøyene og leveransene. Etter at Håndbok 138 ble utgitt, bør en i det minste ta utgangspunkt i denne fra første stund. Man må dermed sørge for at alle parter har kjennskap og forståelse til denne, og sørge for at den tjener sin hensikt i prosjektet.

7 Videre arbeid

I denne masteroppgaven er det sett på bruk av BIM i veiprojekt, med fokus på samhandlingsprosessene det innebærer. Grunnlaget for drøftingen er et casestudie, analysert på bakgrunn av teori om BIM i bygg- og anleggsnæringen og utbredte samhandlingsmodeller. Casestudier er i seg selv ikke representative eller generaliserbare, så det vil være hensiktsmessig å utvide forskningen med ytterligere kvalitative eller kvantitative undersøkelser.

Neste steg i forskningen vil være å følge et lignende prosjekt med totalentreprise for å se hvordan kommunikasjonen fungerer i en fullstendig samhandlingsprosess med tidlig involvering. Prosjektet trenger ikke nødvendigvis å være like stort og omfattende som E6 Frya–Vinstra, men det bør være av sammenlignbar karakter.

Det vil være interessant å implementere prinsipper fra IPD, for å undersøke hvilke andre tilnærminger som er formålstjenlige. Dette vil kreve strukturert oppfølging av flere prosjekter gjennom hele prosessen, da samhandlingen er utstrakt og omfattende. Hvis mulig, er ”*pure*” IPD med flerpartsavtale et mål man bør tendere mot, da det på sikt vil være den mest funksjonelle modellen for store, integrerte BIM-prosjekter.

Deretter vil det være nyttig å inkludere flere samferdselsprosjekter, som jernbane, for å samordne større utbygginger. Ved å etablere felles rutiner for de store statlige prosjektene, vil man kunne utføre et mer lønnsomt og helhetlig utviklingsarbeid, som kan lede til en nasjonal standard for gjennomføring av samferdselsprosjekter med BIM.

Referanser

- Aaserud, K. (2013). BIM som verktøy for bedre samspill mellom aktørene i byggeprosessen. *TBA4531 Prosjektledelse Fordypningsprosjekt*.
- AIA (2007). Integrated Project Delivery – A Working Definition. *2007 American Institute of Architects National Convention in San Antonio*.
- AIA & AIACA (2007). Integrated Project Delivery: A Guide. *American Institute of Architects National & American Institute of Architects California Council*.
- Askerøi, E. & Høie, M. (2010). Kategorisering av kvalitative intervjudata. *Studenten som forsker i utdanning og yrke. Vitenskapelig tenkning og metodebruk* (side 81–92), Høgskolen i Akershus. ISBN: 978-82-488-0035-4.
- Autodesk (2008). Improving Building Industry Results through Integrated Project Delivery and Building Information Modeling. *Autodesk Whitepaper*.
- Autodesk (2014). Internettside: *Autodesk Navisworks*.
<http://www.vianovasystems.no/Produkter/Autodesk-produkter/Autodesk-Infrastructure-Design-Suite/Autodesk-Navisworks#.U4rvVha7rwI>. Hentet: 31.05.2014.
- BA-Nettverket (2014). Internettside: *BA-Nettverket – Nettverk for bedre samspill og dataflyt i bygg- og anleggsprosjekter*. <http://banettverket.no/default.aspx>. Hentet: 04.04.2014.
- Becerik-Gerber, B., DDes, & Kent, D. (2010). Implementation of Integrated Project Delivery and Building Information Modeling on a Small Commercial Project. *46th ASC Annual International Conference, Wentworth Institute of Technology, Boston, Massachusetts*.
- Bengtsson, J. (2013). Presentasjon: *Bruk av Novapoint GO i fellesprosjektet E6 – Dovrebanen*. http://geoforum.no/kurs-og-konferanser/publiserte-foredrag/2013/geomatikkdagene-2013/app-for-navigering-og-dokumentasjon-pa-anlegg/at_download/file. Hentet: 31.05.2014.

- Bjørke, A., Jensen, Ø., Hustad, S., Rygvold, M., & Bjørke, H. (2009). Bygg ned barrierene! *Norconsult rapport*, volum 14292(1).
- Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. *CIFE Working Paper*, volum 116.
- Dalland, O. (2000). *Metode og oppgaveskriving for studenter*, volum 3. Gyldendal Akademisk. ISBN: 82-00-45280-8.
- Douglas Fisher (2013). Internettside: *Why a Living 3D Model Is an Indispensable City Planning Tool*. http://www.geodatapoint.com/articles/print/why_a_living_3d_model_is_an_indispensable_city_planning_tool.
Hentet: 13.05.2014.
- Eikeland, P. T. (2001). Teoretisk analyse av byggeprosesser. *Samspillet i byggeprosessen: Forprosjektrapport til "Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosesser"*.
- Fischer, M. (2012). Presentasjon: *CIFE's VDC Vision and Overview*. <http://www.stanford.edu/class/cee320/CEE320A/Fischer280912.pdf>.
Hentet: 15.12.2013.
- Flood, E. H. (2013). Presentasjon: *Litteraturarbeide: Kurs for 5. års studenter høsten 2013*. <http://folk.ntnu.no/flood/kurs/kurssept2013.ppt>.
Hentet: 25.09.2013.
- Halvorsen, K. (2002). *Forskningsmetode for helse- og sosialfag: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, volum 1. Cappelen akademisk forlag.
ISBN: 978-82-022-1830-0.
- Høium, K. (2010). En fenomenologisk tilnærming til å undersøke hvem som bestemmer – hjelperen eller den voksne utviklingshemmede. *Studenten som forsker i utdanning og yrke. Vitenskapelig tenkning og metodebruk* (side 50–65), Høgskolen i Akershus. ISBN: 978-82-488-0035-4.
- Intergraph (2012). Technology Advances in Lean Construction. *Intergraph Whitepaper*.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? – innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, volum 2. Høyskoleforlaget. ISBN: 978-82-763-4663-3.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process. *CIFE Working Paper*, volum 93.

- Kunz, J. & Fischer, M. (2012). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. *CIFE Working Paper*, volum 97(14).
- Larsen, L. (2010). Deltagende observasjon som metode for feltforskning. *Studenten som forsker i utdanning og yrke. Vitenskapelig tenkning og metodebruk* (side 128–153), Høgskolen i Akershus. ISBN: 978-82-488-0035-4.
- Lædre, O. (2009). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Tapir Akademiske Forlag. ISBN: 978-82-519-2400-9.
- Magnus, T. L., Parrott, E. J., & Katsantonis, V. (2007). Tri-Party Agreement for Integrated Project Delivery. *ConsensusDocs 300: A Collaborative Approach to Project Design and Construction*.
- McCracken, G. (2002). *The Long Interview*. SAGE Publications, Inc. ISBN: 978-08-039-3353-8.
- Moen, S. E. & Moland, L. E. (2010). BygningsInformasjonsModellering (BIM) – En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska. *Fafo-rapport*, volum 31.
- Multiconsult (2014). Internettside: *Forretningsområder*. <http://www.multiconsult.no/Forretningsomraader/>. Hentet: 22.4.2014.
- NASFA, COAA, APPA, AGC, & AIA (2010). Integrated Project Delivery For Public and Private Owners. *A Joint Effort of the National Association of State Facilities Administrators (NASFA); Construction Owners Association of America (COAA); APPA: The Association of Higher Education Facilities Officers; Associated General Contractors of America (AGC); and American Institute of Architects (AIA)*.
- Nilsen, S. E. & Wasenden, W. (2010). Kvantitative metoder for datainnsamling og analyse. *Studenten som forsker i utdanning og yrke. Vitenskapelig tenkning og metodebruk* (side 253–274), Høgskolen i Akershus. ISBN: 978-82-488-0035-4.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Tapir Akademiske Forlag. ISBN: 978-82-519-2771-0.
- Powell (2014). Internettside: *Powell – Produkter – Teknisk Infrastruktur*. <http://www.powel.no/produkter/Gemini/>. Hentet: 31.05.2014.
- Samset, K. (2004). Presentasjon: *PhD-seminar: Forskningsmetode*. http://www.concept.ntnu.no/attachments/093_04_phdsemanr_Samset_forskningsmetode%20web.pdf. Hentet: 18.12.2013.

- Samset, K. (2007). Kvalitativ versus kvantitativ informasjon. *Concept rapport Nr 17*, (side 202–216). ISSN: 0804-5585.
- Singh, V., Gu, N., & Wang, X. (2011). A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform. *Automation in Construction*, volum 20, (side 134–144).
- Sive, T. & Hays, M. (2009). Integrated Project Delivery: Reality and Promise – A Strategist’s Guide to Understanding and Marketing IPD. *Society for Marketing Professional Services Foundation*.
- Statens vegvesen (2013). Kart: Ny E6 Frya–Sjoa. http://www.vegvesen.no/_attachment/500639/binary/836874?fast_title=Kart+E6+Frya-Sjoa+%282013%29.pdf. Hentet: 16.01.2014.
- Statistisk Sentralbyrå (2014). Internettside: *Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomhet, 4. kvartal 2013*. <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/bygganprod/kvartal/2014-02-07#content>. Hentet: 26.02.2014.
- Statsbygg, NLA, & NAML (2012). Informasjonsmodell for landskapsobjekter. *BIM for landskapsarkitektur*. Tilgjengelig fra: http://underland.no/bim_for_landskap.pdf. Hentet: 04.06.2014.
- Stortingsmelding 28 (2011–2012). Gode bygg for eit betre samfunn – Ein framtidretta bygningspolitikk. *Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement*.
- Veidekke (2013). Internettside: *VDC i prosjekteringsledelse*. <http://www.veidekke.no/jobb-og-karriere/samarbeid-med-skoler/studentoppgaver/article68730.ece?q=vdc&source=3329>. Hentet: 15.12.2013.
- Veidirektoratet (2012). Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata og modeller. *Håndbok 138, Veileder*. ISBN: 978-82-7207-653-4.
- Vianova (2013). Presentasjon: *Samordningsmodell / BIM i infrastrukturprosjekter*. http://banettverket.no/resources/1/BA2013/Bergen%20210313/Samordningsmodell_3D_foredrag-VN.pdf. Hentet: 24.05.2014.
- Vianova (2014). Internettside: *Vianova – Skolerer infrastrukturbransjen i BIM*. <http://www.vianovsystems.no/Nyheter/Skolerer-infrastrukturbransjen-i-BIM#.U1pGY15jXwI>. Hentet: 24.04.2014.
- Vianova Systems (2014a). Internettside: *Vianova Systems – Betydningen av BIM*. <http://www.vianovsystems.no/BIM/Verdi#.U1ZWnF5jVfw>. Hentet: 22.04.2014.

- Vianova Systems (2014b). Internettside: *Vianova Systems – BIM i dag*. <http://www.vianovasytems.no/BIM/BIM-i-dag#.U1J5j15jXwJ>. Hentet: 22.04.2014.
- Vianova Systems (2014c). Internettside: *Vianova Systems – Hva er BIM*. <http://www.vianovasytems.no/BIM/Hva-er-BIM#.U4oGzRa7pFw>. Hentet: 31.05.2014.
- Vianova Systems (2014d). Internettside: *Vianova Systems – NovapointDCM*. <http://www.vianovasytems.no/Produkter/NovapointDCM#.U4rsGha7pFw>. Hentet: 31.05.2014.
- VIKO (2013). Internettside: *Veien til informasjonskompetanse*. <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>. Hentet: 25.09.2013.
- Wright, J. A. (2012). The Integration of Building Information Modeling and Integrated Project Delivery into the Construction Management Curriculum. *American Society for Engineering Education*.
- Wright, J. A. & Charalambides, J. (2011). Building Information Modeling and Integrated Project Delivery: What is the future? *3rd International Construction Specialty Conference (ICSC), Canadian Society for Civil Engineering (CSCE), Ottawa, Canada*.

Vedlegg

A	Oppgavetekst	(4 sider)
B	Intervjuguide	(2 sider)
C	Informasjon om casestudiet	(2 sider)
D	Målplakat for samhandling	(1 side)



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

MASTEROPPGAVE
(TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave)

VÅREN 2014
for
Kristoffer Aaserud

Tittel:
Samhandling med BIM i veiprojekt
med utgangspunkt i E6 Frya–Vinstra

BAKGRUNN

- Manglende samhandling mellom aktørene fører til dårlig effektivitet i prosjektgjennomføringen.
- Økt bruk av BIM og nye bruksområder knyttet til BIM gir muligheter til å bedre samhandlingen.
- Manglende erfaring med bruk av BIM i samferdselsprosjekter.
- Entreprenøren utnytter ikke modellens fulle potensial. Rådgiveren bruker mye ressurser.
- Stort fokus på samhandling og 3D-modell hos entreprenør og byggherre.
- Bygger på prosjektoppgave “BIM som verktøy for bedre samspill mellom aktørene i byggeprosessen”.

PROBLEMSTILLING

I dette forskningsarbeidet er det ønskelig å kartlegge hvordan entreprenøren kan utnytte 3D-leveransene fra prosjekterende i bygg- og anleggsprosjekter på best mulig måte. En slik avklaring vil legge til rette for at entreprenøren benytter seg av modellen i større grad, i tillegg til at prosjekterende reduserer unødvendig bruk av ressurser på modellfunksjoner som ikke blir benyttet. Dette vil føre til økt verdi både for entreprenør, prosjekterende og byggherre.

Problemstillingen er som følger:

Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM i veiprojekt?

Det er formulert noen forskningsspørsmål for å kunne besvare problemstillingen:

1. Hvilket potensial har BIM i veiprojekter?
2. Hvordan kan man utløse dette potensialet?
3. Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM for de forskjellige aktørene?
4. Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

METODE

1. Litteraturstudie for teoretisk grunnlag
 - a. Byggeprosessen
 - b. Entrepriseformer
 - c. Samhandling i bygg- og anleggsprosjekter
 - d. BygningsInformasjonsModeller (BIM)
 - Generell informasjon om teknologi og prosess
 - Fordeler og ulemper
 - Hva kan overføres fra B&E til S&I
2. Praktisk studie av prosjektet (case-studie)
 - a. Bruk av eksisterende data
 - Om aktørene
 - Målsetninger
 - Møtereferat
 - b. Møtedeltakelse
 - c. Intervju med nøkkelpersoner
 - Multiconsult (2 stk)
 - SVV (2 stk)
 - AF (6-8 stk)
3. Beskrivelse av funn
4. Drøfting av resultater
5. Forslag til forbedringer

Case-studie i samarbeid med Multiconsult AS:

Oppdrag: Veiprosjektering E6 Frya–Vinstra

Kunde: Statens Vegvesen

Totalentreprenør: AF Gruppen

Byggeperiode: juni 2013–november 2016

AVGRENSNINGER

I veiprosjektet E6 Frya–Vinstra er bruken av BIM begrenset til en 3D-modell uten ytterligere informasjon enn selve geometrien. Det er allikevel valgt å benytte betegnelsen BIM, da denne i tillegg omfatter prosessen og samhandlingen knyttet til modellen. BIM er et velkjent begrep i bygg- og anleggsbransjen og innebærer i det store og hele at alle jobber opp mot én digital 3D-modell som oppdateres kontinuerlig.



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ eksternt samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og eksternt samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

(Evt) Avtaler om eksternt veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.



Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for bygg, anlegg og transport

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren ”Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU”.

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befaring, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i ”Retningslinje ved feltarbeid m.m.”. Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i ”Laboratorie- og verkstedhåndbok”. Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: Ola Lædre

Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner: Morten Lund Hoffmann

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 30.01.2014, (evt revidert: 17.02.2014)

Underskrift

Faglærer

Intervjuguide

Innledning:

Intervjuet gjennomføres i forbindelse med en masteroppgave i emnet TBA4910 Prosjektledelse ved Institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), våren 2014.

Problemstillingen for oppgaven er som følger:

Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM i veiprosjekter?

Det er formulert noen forskningsspørsmål for å kunne besvare problemstillingen:

1. Hvilket potensial har BIM i veiprosjekter?
2. I hvilken grad utnyttes dette potensialet i dag?
3. Hvilke fordeler og ulemper er knyttet til bruk av BIM for de forskjellige aktørene?
4. Hvordan kan man forsterke fordelene og redusere ulempene?

Veiprosjektet E6 Frya—Vinstra benyttes som case-studie. Alle respondenter og spørsmål er knyttet til case-prosjektet. Intervjuet har som hensikt å innhente empirisk data som sammen med et teoretisk studie skal danne grunnlaget for drøfting av forskningsspørsmålene over. Intervjuet vil være samtalepreget, men ha forankring i spesielle tema som er oppført på neste side. Disse temaene er direkte knyttet til forskningsspørsmålene. For å sikre korrekt gjengivelse av intervjuet vil lydopptak av samtalen gjennomføres hvis respondenten tillater dette. Respondentene vil forbli anonyme og ikke bli identifisert i rapporten på noen som helst måte. Om ønskelig kan det transkriberte referatet oversendes til respondenten for godkjenning.

Begrepsforklaring:

Building Information Model/Modelling (BIM)

BIM er en prosess som innebærer at alle jobber opp mot én digital 3D-modell som oppdateres kontinuerlig. I tillegg til å være et verktøy for produksjon av 3D-modeller kan BIM inneholde informasjon knyttet til komponenter i prosjektet. I veiprosjektet E6 Frya—Vinstra er bruken av BIM begrenset til en 3D-modell uten ytterligere informasjon enn selve geometrien. Det er allikevel valgt å benytte betegnelsen BIM, da denne i tillegg omfatter samhandlingsprosesser knyttet til modellen.

Utførelsesfasen

Den fasen av et bygge- eller anleggsprosjekt som tar for seg de fysiske arbeidene på byggeplassen, også kjent som gjennomføringsfasen. Utførende aktør har i tillegg ansvaret for de administrative funksjonene, planlegging, organisering og ledelse, som er knyttet til gjennomføringen av alle prosjekterte arbeider.

Aktører

Innebærer i all hovedsak byggherre, prosjekterende og utførende, i dette studiet henholdsvis Statens vegvesen, Multiconsult og AF Anlegg.

Intervjutema:

0. Generelt

- a) Fortell kort om din bakgrunn
- b) Din rolle i prosjektet

1. BIM sitt potensial i veiprosjektet

- a) Hva ser du for deg at BIM kan brukes til i prosjektet?
- b) Hva ønsker du at modellen skal inneholde med tanke på din rolle i prosjektet?
- c) Hvordan mener du de forskjellige aktørene bør kommunisere gjennom BIM?
- d) Hva er viktige suksessfaktorer for å få utløst modellens virkelige potensial?

2. Dagens utnyttelse av BIM sitt potensial i veiprosjektet

- a) I hvor stor grad blir BIM brukt i utførelsesfasen i dag?
- b) Hvordan fungerer modellen i praksis som verktøy i utførelsesfasen?
- c) Hvilke tiltak kan man gjennomføre for å oppnå hensiktsmessig bruk av modellen?
- d) Hvordan påvirker modellen samhandlingen mellom aktørene?

3. Fordeler og ulemper knyttet til bruk av BIM i veiprosjektet

- a) Hvilke fordeler er det ved bruk av BIM for:
 - Byggherre?
 - Entreprenør?
 - Rådgiver?
- b) Hvilke ulemper er det ved bruk av BIM for:
 - Byggherre?
 - Entreprenør?
 - Rådgiver?

4. Optimalisering av BIM-bruken i veiprosjektet

- a) Hvordan kan man forsterke fordelene ved bruk av BIM for:
 - Byggherre?
 - Entreprenør?
 - Rådgiver?
- b) Hvordan kan man redusere ulempene ved bruk av BIM for:
 - Byggherre?
 - Entreprenør?
 - Rådgiver?

04_Samferdsel & infrastruktur

E6 Frya - Vinstra_

Vegprosjektering

E6 Frya – Vinstra er delstrekning 1 av prosjektet E6 Ringebu – Otta. Tiltaket går gjennom kommunene Ringebu, Sør-Fron, Nord-Fron og Sel i Oppland fylke. Utbyggingen medfører at ny E6 legges utenom tettstedene Ringebu, Hundorp, Harpefoss, Vinstra og Kvam.

Delstrekning 1 Frya – Vinstra er en ulykkesbelastet strekning og omfatter ca 18,5 km 2-felts E6 med midtrekkverk og forbi kjøringfelt, inkludert Hundorptunnelen på ca 4,3 km. Det er ca 20 konstruksjoner langs denne strekingen. I tillegg skal det bygges ca 12,5 km lokalveger og gang/sykkelveger.

PROSJEKT

E6 FRYA - VINSTRA

PROSJEKTTYPE

Vegprosjektering

STED

Sør- og Nord-Fron kommune, Oppland

OPPDRAGSGIVER

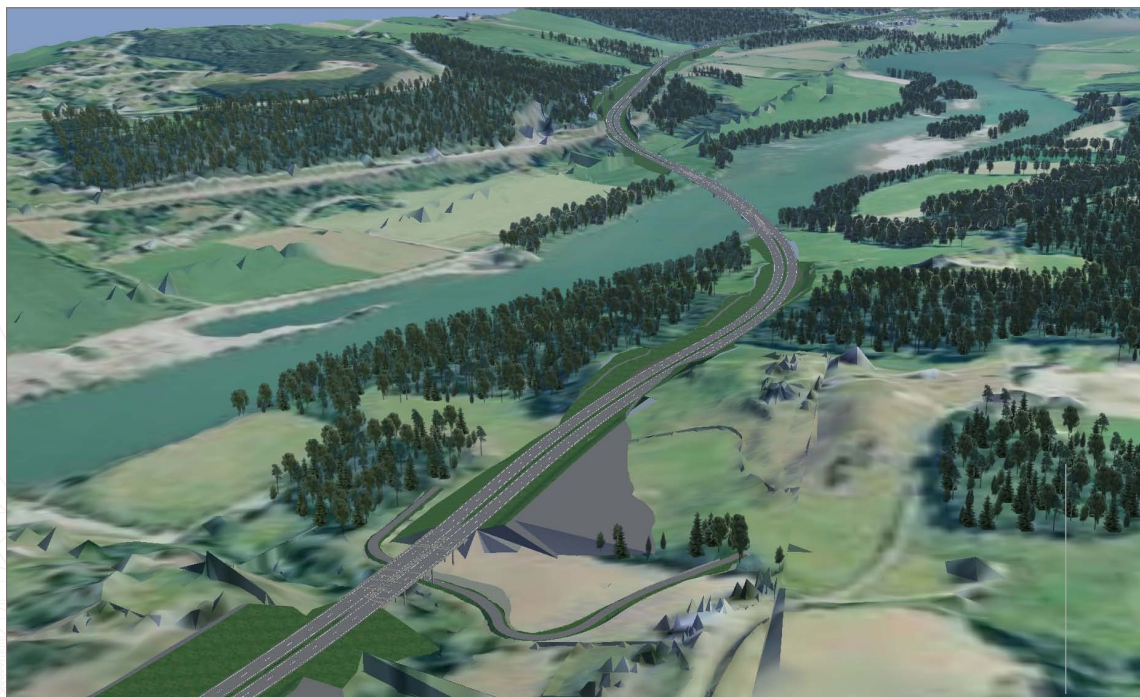
Statens vegvesen Region øst

PERIODE

2011 - 2014

NØKKELTALL

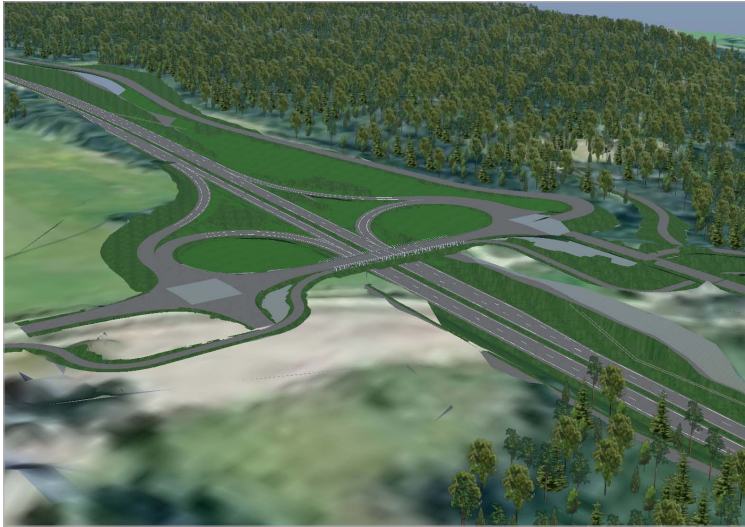
Ca 18,5 km ny E6 | Ca 12,5 km lokalveger og gang/sykkelveger | Ca 4,3 km lang tunnel
Ca 20 konstruksjoner



Utsnitt fra arbeidsmodell som viser elvekryssingen med Harpe bru | 3D modell: Multiconsult

411-HM-002:01_065, rev. 27.01.2012

04_Samferdsel & infrastruktur



Utsnitt fra arbeidsmodell som viser kryss Harpefoss | 3D modell: Multiconsult

E6 Frya - Vinstra_ Vegprosjektering

OPPDRAK

E6 FRYA – VINSTRA

OPPDRAGSTYPE

Vegprosjektering

STED

Sør- og Nord-Fron kommune, Oppland

VÅR KONTRAKT

70 mill. kr.

KUNDENS KONTAKTPERSON

Statens vegvesen Region øst

Våre tjenester

- Detaljprosjektering
- Konkurransegrunnlag
- Byggeplaner
- Faseplaner
- Ytre miljøplan
- Visualiseringer
- Støyskjerming
- 3D prosjektering med samordningsmodell
- Byggeoppfølging

Fagdisipliner

- Veg
- Tunnel
- Konstruksjon
- Landskapsarkitektur
- Vann og avløp
- Akustikk
- Geoteknikk
- Elektro
- Anleggsteknikk

Løsning av oppdraget

Multiconsult utarbeider konkurransegrunnlag og byggeplaner for ny E6. Arbeidet omfatter prosjektering av ny tofelts veg, tunnelop med portaler, kulverter, tekniske bygg, bruer, rasteplasser samt flere lokalveger.

Arbeidet er delt inn i ulike faser med gjennomføring av optimaliseringsfase for utarbeidelse av konkurransegrunnlag.



Bilde fra der hvor planlagt rasteplass ved Mellomsdokka skal anlegges.

| Foto: Multiconsult



Bilde fra Odenrud (område ved nordre portal Hundortunnelen) sett nordover | Foto: Multiconsult

Entreprise H1 - E6 Frya-Vinstra

Målsettinger for samhandling i gjennomføringsfasen



Felles målsettinger

1. Vi skal bygge det flotteste veganlegget i Norge som dessuten vinner *Vakre vegers pris* i 2017!
2. Vi skal fullføre E6 F-V uten skader på mennesker og miljø!
3. Vårt samspill er basert på respekt og arbeidsglede og vil huskes som konfliktfritt i etterkant!
4. Vi skal levere beskrevet og riktig kvalitet innenfor avtalt tid og kostnad!
5. Prosjektets skal oppfattes i samfunnet som et mønsterprosjekt både i gjennomføringen og i ettertiden!

Kjøreregler - samhandling

1. Vi er positive og løsningsorienterte
2. Vi føler alle eierskap til prosjektet og dets mål
3. Vi spiller hverandre gode
4. Vi unngår feil og misforståelser ved å snakke med hverandre før vi handler
5. Vi sier ifra når vi ser fallgruver
6. Vi snakker før vi skriver og vi tenker før vi snakker
7. Vi har en åpen og ærlig dialog og prater MED og ikke OM
8. Vi har stor takhøyde og respekt for hverandres fagområder
9. Vi har tydelige ansvar og myndighetsnivåer
10. Vi løser utfordringer på lavest mulig nivå

Kjøreregler - sikkerhet

1. Sikkerhet skal alltid gå først
2. Vi har gode rutiner som alle har ansvar for å følge og håndheve
3. Vi passer på hverandre på byggeplassen og tør å si ifra om usikre forhold
4. Vi har jevnlig vernerunder
5. Vi forebygger fremfor å reparere



Statens vegvesen



Signert

[A collection of handwritten signatures in black ink, including names like Vidar A. Holen, Per Jonsson, and others.]