

Øyvind Vagstad

Konsekvensar av krav til BIM i vegprosjekt

Forslag til framtidas krav

Masteroppgåve i Veg
Veileder: Eilif Hjelseth

Juni 2020

Øyvind Vagstad

Konsekvensar av krav til BIM i vegprosjekt

Forslag til framtidens krav

Masteroppgåve i Veg
Veileder: Eilif Hjelseth
Juni 2020

Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne masteroppgåva er det avsluttande arbeidet på mastergraden min, ved Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet i Trondheim. Mastergraden er innan hovudprofilen veg, ved institutt for bygg- og miljøteknikk. Masteroppgåva omfattar 30 studiepoeng og er skriven i løpet av våren 2020.

Masteroppgåva bygger vidare på forprosjektet eg skreiv i løpet av haustsemesteret i 2019. Innhaldet i forprosjektet er eit litteratursøk, som avdekkjer eit forskingshol innan BIM, problemstilling og forskingsspørsmål for masteroppgåva, samt ein metodeplan for gjennomføring av masteroppgåva (Vagstad, 2019). Sjølv om det har blitt gjort endringar i forhold til planen frå forprosjektet, har dette arbeidet vore til god hjelp for gjennomføring av masteroppgåva.

Grunna pandemisituasjonen våren 2020, har det tatt lang tid å slutføre intervju i oppgåva. Dette skuldast at intervjuobjekta var midt i etablering av heimekontor, noko som var ein ny situasjon for mange. Etter kvart kunne folk ta seg tid til å stille til intervju igjen, og eg fekk utført alle intervju som planlagt. Det vart dessverre ikkje tid til å utføre så mange supplerande intervju som eg ønska, og eg måtte ta til takke med dei funna som vart gjort i den første runden med intervju. Ved å endre litt på vinklinga av oppgåva, gav intervju frå den første runden tilstrekkeleg data til å gjennomføre studien.

Eg ønsker å takke rettleiaren min frå NTNU, Eilif Hjelseth, for god oppfølging og rettleiing. Eg ønsker også å takke Thomas Jenssen frå Nye Veier AS. Han har vore kontaktpersonen min hos Nye Veier AS, og han har vore til stor hjelp både fagleg og med å finne fram til gode prosjekt og intervjuobjekt.

Til slutt vil eg takke alle intervjuobjekta for deira bidrag til oppgåva. Denne masteroppgåva hadde ikkje vore mogleg å gjennomføre utan bidrag frå flinke og hjelpsame folk frå byggherren, entreprenøren og rådgivargruppa i prosjekta.

Trondheim, Juni 2020

Øyvind Vagstad

Samandrag

Byggherren Nye Veier AS har mål om å bygge trafikksikre hovudvegar raskt og effektivt, og å få mest mogleg ny veg ut av tildelte økonomiske rammer. Dette skal dei mellom anna gjere ved digitalisering av verksemda. Nye Veier stiller derfor vesentleg høgare krav til BIM enn det som tidlegare har vore vanleg i vegprosjekt. Dei omfattande krava som stillast til BIM, har ført til innovasjonar og utvikling. Krava som stillast kan og vere dyre for prosjekta, og det er ikkje avdekka tidlegare forskning på konsekvensane av å stille dei høge krava til BIM. Samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør er relativt nytt innan vegprosjekt, og det er ikkje avdekka tidlegare forskning som omhandlar krav til BIM i slike entreprisar. Det finnst derfor eit forskingshol knytt til konsekvensar av krav til BIM i slike entreprisar.

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensar av krav byggherren stiller til BIM, i vegprosjekt utført som samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Det skal og vurderast om det er grunnlag for å foreslå endring av krava som stillast, basert på funna i oppgåva.

Denne oppgåva er ein innleiande og kvalitativ studie, som omhandlar konsekvensar av byggherren sine krav til BIM. Studien er utført med hovudfokus på vurdering av lønsemda til krav, både frå eit prosjekt- og samfunnsøkonomisk perspektiv. Oppgåva svarar på følgjande forskingsspørsmål:

- *Kva for krav stillast til BIM?*
- *Kva er konsekvensane av krava som stillast til BIM?*

For å svare på forskingsspørsmåla, er det utført case-studiar av tre vegprosjekt. For kvart prosjekt er det utført dokumentstudie av kontraktsdokument, og semistrukturerte intervju med ein representant frå kvar av aktørane. Nye Veier er byggherren i alle prosjekta, og prosjekta er utført som samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør.

Resultata av dokumentstudien viser kva for krav som stillast til BIM i dei tre prosjekta, og dei semistrukturerte intervju avdekkjer fleire konsekvensar av krava. Desse konsekvensane blir diskutert saman med nokre observasjonar frå dokumentstudiet, og resultatet er tre konsekvensar av krava som stillast til BIM:

- Auka/reduert lønsemd
- Auka innovasjon
- Investeringar i utstyr og kompetanse

Oppgåva konkluderer med at det er avdekka tre konsekvensar av krava som stillast til BIM, og at diskusjonen og analysane kan brukast til å foreslå fire konkrete endringar for Nye Veier sine krav til BIM, i framtidens prosjekt. Dei to første forslaga går ut på at balansen mellom predefinerte og prosessdefinerte krav bør gå i retning av fleire prosessdefinerte krav, og at dette bør gjerast gjennom kontinuerleg forbetring og erfaringsdeling. Det tredje forslaget er at dei predefinerte krava, som avgrensar dei prosessdefinerte krava, bør fjernast. Det siste forslaget er at enkelte krav bør detaljerast meir, eller beskrivast på ein annan måte, for at dei skal gi den ønska funksjonen.

Abstract

The public owner and operator, Nye Veier AS, aims to build traffic-safe main roads quickly and efficiently, and get the most value out of the allocated financial framework. They will do this, among other things, by digitizing the industry. Nye Veier therefore impose significantly higher requirements for BIM, than previously used in road projects. These requirements have led to innovations and development, but the requirements can also be expensive for the projects, and no previous research has been uncovered regarding the consequences of setting the high requirements for BIM. Interaction contracts with early contractor involvement are relatively new in road projects, and no previous research has been uncovered that addresses BIM requirements in such contracts. Thus, there is a research gap linked to the consequences of requirements for BIM, in such contracts.

The research topic for the master's thesis is to find the consequences of the requirements Nye Veier sets for BIM, in road projects carried out as interaction contracts with early contractor involvement. It will also be evaluated whether there are reasons for suggesting changes to the requirements, based on findings in the project.

This thesis is an initial and qualitative study, about the consequences of requirements for BIM. The study was conducted with a focus on assessing profitability for requirements, both from a project perspective and a socio-economic perspective. The thesis answers the following research questions:

- What are the requirements for BIM?
- What are the consequences of the BIM requirements?

To answer the research questions, three case-studies of road projects were conducted, and all the projects were interaction contracts with early contractor involvement. In all projects, a document study of contract documents was conducted, and semi-structured interviews with representatives from each of the actors in the projects were also conducted. Nye Veier is the owner and operator of all three projects.

The result of the document study presents the BIM-requirements in all three projects, and the semi-structured interviews reveal several consequences of the BIM-requirements. These consequences are discussed together with observations from the document study, and the result is three main consequences of the BIM-requirements:

- Increased / decreased profitability
- Increased innovation
- Investment in equipment and expertise

The thesis concludes that three consequences of the BIM-requirements have been uncovered, and that the discussion and analysis can be used to propose four concrete changes for Nye Veier's BIM-requirements in future projects. The first two proposals are that the balance between pre-defined and process-defined requirements should move towards several process-defined requirements, and this should be done through continuous improvement and experience sharing. The third proposal is that the pre-defined requirements, which delineate the process-defined requirements, should be removed. The last suggestion is that some requirements should be more detailed, or described in a different way, to give them the desired function.

Innhald

Forord	i
Samandrag	ii
Abstract	iii
Figurar	vii
Tabellar	vii
Forkortingar og symbol.....	viii
1 Innleiing	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Tidlegare forskning.....	1
1.3 Problemstilling og forskingsspørsmål	2
1.4 Avgrensingar	3
1.5 Leserettleiing	4
2 Metode	5
2.1 Forskingsdesign	5
2.2 Framgangsmåte	6
2.3 Case-beskriving	6
2.3.1 Prosjekt 1, E6 Kvithammar – Åsen	7
2.3.2 Prosjekt 2, E39 Mandal øst – Mandal by	7
2.3.3 Prosjekt 3, E6 Kvål – Melhus	8
2.3.4 Kontraktsform og gjennomføring – Anskaffing	8
2.3.5 Kontraktsform og gjennomføring – Totalentreprise med samhandlingsfase	10
2.3.6 Kontraktsform og gjennomføring – Integrert prosjektleveranse.....	10
2.4 Litteraturstudie	11
2.4.1 Avdekking av forskingshol	11
2.4.2 Supplerande litteraturstudie	11
2.4.3 Kjeldekritikk	12
2.5 Dokumentstudie.....	12
2.5.1 Datainnhenting	12
2.5.2 Behandling og analyse av data.....	13
2.5.3 Styrker og svakheiter	13
2.6 Semistrukturerte intervju	13
2.6.1 Intervjuprosessen	13
2.6.2 Val av intervjuobjekt	14

2.6.3	Behandling og analyse av data.....	14
2.6.4	Styrker og svakheiter	15
3	Teoretisk grunnlag og bakgrunnsinformasjon	16
3.1	BIM	16
3.2	BIM i vegprosjekt	17
3.3	Entreprenøremodellar	17
3.4	Standardar, system og retningslinjer for å stille krav	18
3.4.1	Handbok V770 – Modellgrunnlag	18
3.4.2	NS-EN ISO 19650 – (Del 1 og 2).....	18
3.4.3	Modell Modenhets Indeks	19
3.4.4	CoClass.....	19
3.4.5	Andre standardar	19
3.5	BIM-modenheit	20
3.6	Predefinerte og prosessdefinerte krav	21
3.7	Vurderingar av kostnader og nytte	23
3.7.1	Lønsemda av prosjekt.....	23
3.7.2	Lønsemda av krav til BIM	23
4	Resultat.....	25
4.1	Forskingsspørsmål 1 – Kartlegging av krav	25
4.1.1	BIM-krav i prosjekt 1, E6 Kvithammar – Åsen.....	26
4.1.2	BIM-krav i prosjekt 2, E39 Mandal øst – Mandal by	28
4.1.3	BIM-krav i prosjekt 3, E6 Kvål – Melhus	29
4.2	Forskingsspørsmål 2 – Konsekvensar av krav	32
4.2.1	Enkelte krav fører til høgare kostnad enn nytte for prosjektet.....	32
4.2.2	Enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet.....	33
4.2.3	Det er nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare for å kunne tilfredsstille enkelte krav til BIM.....	34
4.3	Oppsummering av resultat	34
5	Diskusjon og analyse.....	36
5.1	Forskingsspørsmål 1 – Kartlegging av krav	36
5.1.1	Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3	36
5.1.2	Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige	37
5.1.3	Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM	37
5.1.4	Oppsummering av diskusjon og analyse for forskingsspørsmål 1	38
5.2	Forskingsspørsmål 2 – Konsekvensar av krav	39
5.2.1	Enkelte krav fører til høgare kostnad enn nytte for prosjektet.....	40

5.2.2	Enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet	42
5.2.3	Det er nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare for å kunne tilfredsstille enkelte krav til BIM	43
5.2.4	Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3	45
5.2.5	Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige	46
5.2.6	Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM	46
5.2.7	Oppsummering av diskusjon og analyse for forskingsspørsmål 2	49
5.3	Studien sin relevans ved totalentreprisar utan samspel	51
6	Konklusjon og anbefalingar	52
6.1	Del 1 – Konsekvensar av krava som stillast	52
6.2	Del 2 – Forslag til endringar	53
7	Vidare arbeid.....	57
	Referansar.....	58
	Vedlegg.....	61

Figurar

Figur 1: Problemstilling og forskings spørsmål.....	3
Figur 2: Illustrasjon av forskingsdesign	5
Figur 3: Tidslinje for forskingsmetodane vår 2020	6
Figur 4: Oversiktskart E6 Kvithammar – Åsen. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020a)....	7
Figur 5: Oversiktskart E39 Mandal øst – Mandal by. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020b).....	8
Figur 6: Oversiktskart E6 Kvål – Melhus. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020c)	8
Figur 7: Overordna flytskjema for prosjekta.....	9
Figur 8: Dei tre felte innan BIM. Figur henta frå (Succar, 2009)	16
Figur 9: BIM-nivå jamfør «BIM Working Party Strategy paper». Figur henta frå (Lorimer et al., 2011)	20
Figur 10: BIM-nivå jamfør ISO 19650 – del 1. Figur henta frå (Standard Norge, 2018a).....	21
Figur 11: Prinsipp for å stille krav til informasjonsleveransar. Figur henta frå (Hjelseth, 2020)	22
Figur 12: Resultat av forskings spørsmål 1	34
Figur 13: Resultat av forskings spørsmål 2	35
Figur 14: BIM-krava si plassering i «Prinsipp for å sette krav til informasjonsleveransar», (Hjelseth, 2020).....	38
Figur 15: Oppsummering av diskusjon og analyse for forskings spørsmål 1	39
Figur 16: Hovudfunn og observasjonar.....	39
Figur 17: Illustrasjon av krav og behov	47
Figur 18: Eksempel på prosesskart. Figur henta frå ISO 19650 - del 2 (Standard Norge, 2018b).....	48
Figur 19: Hovudfunn, observasjonar og konsekvensar av BIM-krav.....	49
Figur 20: Konsekvensar av BIM-krav	50
Figur 21: Konsekvensar av BIM-krav	52
Figur 22: Kontinuerleg forbedring av krav til BIM, basert på Deming Cycle.	54
Figur 23: Foreslått endring i balanse mellom pre- og prosessdefinerte krav til BIM, basert på «Prinsipp for å sette krav til informasjonsleveransar», (Hjelseth, 2020)	55

Tabellar

Tabell 1: Oversikt over tilgjengelege kontraktsdokument for prosjekta.....	12
Tabell 2: Rekkefølge på intervju	14
Tabell 3: Oversikt over prosjekt	25
Tabell 4: BIM-krav i kapittel C3 for prosjekt 1 i fase 1	26
Tabell 5: BIM-krav i kapittel D1.2 for prosjekt 1 i fase 1	26
Tabell 6: BIM-krav i kapittel C3 for prosjekt 2 i fase 1 og 2.....	28
Tabell 7: BIM-krav i kapittel D1.2 for prosjekt 3 i fase 1 og 2.....	29

Forkortingar og symbol

AIM	Asset Information Model
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
BIM-modell	Bygningsinformasjonsmodell
BVP	Best Value Procurement (Prestasjonsinnkjøp)
DAK	Dataassistert Konstruksjon
FKB	Felles kartdatabase
HMS	Helse, Miljø og Sikkerheit
IFC	Industry Foundation Classes (Opent filformat)
IPL	Integrert prosjektleveranse
Leverandør	Entreprenør og rådgivarar
NVDB	Nasjonal vegdatabank
VDC	Virtual design and construction

1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

Produktiviteten i den norske bygge- og anleggsbransjen er redusert med 10 % mellom 2000 og 2018 (SSB, 2018). Effektivisering av byggenæringa er derfor eit mykje omtalt tema, og det er einigheit om eit behov for digitalisering. Det er kjent at utviklinga av BIM i vegprosjekt har gått tregare enn utviklinga av BIM i byggeprosjekt. Dei siste åra har det likevel vore ei betydeleg utvikling innan BIM i vegprosjekt, og det er utført store prosjekt med høge krav til BIM. Utvikling innan BIM har ført til stor utvikling i korleis prosjekt gjennomførast. Det er lite retningslinjer for kva byggherren skal krevje av BIM i vegprosjekt, og det er lite forskning som er gjort på området. Gjennomgangen av tidlegare forskning underbygger eit behov for vidare forskning på krav til BIM i vegprosjekt.

Nye Veier er ein statleg byggherre som har vore operativ frå 01.01.2016. Målet deira er å bygge trafikksikre hovudvegar raskt og effektivt, og å få mest mogleg ny veg ut av tildelte økonomiske rammer (Nye veier AS, 2018). Dette skal dei mellom anna gjere ved digitalisering av verksemda. Kontraktane til Nye Veier stiller derfor vesentleg høgare krav til BIM enn det som tidlegare har vore vanleg i vegprosjekt. Dei omfattande krava har ført til innovasjonar og utvikling, men dei kan og vere kostbare for prosjekta. Det er ikkje avdekkja tidlegare forskning som omhandlar konsekvensane av å stille høge krav til BIM i norske vegprosjekt, og det er usikkert kor lønsame alle krava er. Det vil derfor vere nyttig å kartlegge konsekvensane av krava som stillast, med eit fokus på lønsemda av krav.

Nye Veier har i hovudsak to entreprisemodellar, totalentreprise og totalentreprise med samhandlingsfase. I tillegg til dette gjennomfører Nye Veier eit pilotprosjekt med entreprisemodellen Integrert prosjektleveranse (IPL), som også har samhandlingsfase. IPL og Totalentreprise med samhandlingsfase er i følge Wondimu et al. (2018) to av fleire moglege tilnærmingar av samspelentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Entreprisemodellar med samhandlingsfase er relativt nytt innan vegprosjekt, og det er ikkje avdekkja tidlegare forskning som omhandlar krav til BIM i slike entreprisar. Det er derfor interessant å undersøke kva krav som stillast i desse entrepriseformene.

1.2 Tidlegare forskning

Masteroppgåva bygger vidare på eit forprosjekt som vart skriva i løpet av hausten 2019. Innhaldet i forprosjektet er mellom anna ein litteraturstudie som avdekkjer eit forskingshol innan BIM, og foreslår problemstilling og forskingsspørsmål for masteroppgåva. Dette kapittelet er ei kortfatta oppsummering av resultatet frå litteraturstudien i forprosjektet (Vagstad, 2019). Forskingshol er brukt som uttrykk for områder der det er utført lite eller mangelfull forskning.

Litteraturstudien viser at det er vesentleg færre treff når ein søker etter forskning på BIM i anleggsprosjekt og vegprosjekt, enn det er i byggeprosjekt. Det er gjort få funn som peiker på forskingshol innan temaet BIM i vegprosjekt, og to av dei mest interessante funna er presentert i avsnitta under.

Det funne nokre studentoppgåver som omhandlar BIM i vegprosjekt, mellom anna masteroppgåva «Erfaringer med BIM i planlegging, bygging og forvaltning» av Asle Nesland. Masteroppgåva er frå 2018, og den presenterer erfaringar frå dei ulike aktørane i modellbaserte infrastrukturprosjekt. Ein av konklusjonane i oppgåva er at «Forskningen viser at bransjen ønsker seg fastere rammer og klarere krav fra byggherre og offentlige instanser, for å kunne gjennomføre et mer helhetlig arbeid med hensyn på BIM» (Nesland og Lædre, 2018).

Det er og funne nokre vitenskaplege artiklar, og det mest interessante funnet er artikkelen «BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective». Denne artikkelen undersøker 259 akademiske publikasjonar som omhandlar BIM og infrastruktur. Eitt av funna i artikkelen er fire forskingshol innan temaet BIM for infrastruktur, og det eine av desse forskingshola er manglande rammeverk for informasjonsstyring og måling av datanytte (Bradley *et al.*, 2016).

Problemstillinga i denne masteroppgåva omhandlar konsekvensane av krav til BIM og kva krav som bør stillast i framtida. Artikkelen og masteroppgåva, som er nemnt i avsnitta ovanfor, viser eit forskingshol. Forskingsholet underbygger aktualiteten til problemstillinga.

1.3 Problemstilling og forskings spørsmål

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensar av krav byggherren stiller til BIM, i vegprosjekt utført som samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Det skal og vurderast om det er grunnlag for å foreslå endring av krava som stillast, basert på funna i oppgåva.

For å svare på denne problemstillinga er det utarbeida to forskings spørsmål. Desse er presentert i avsnitta under, saman med ei forklaring på korleis forskings spørsmåla skal bidra til å svare på problemstillinga.

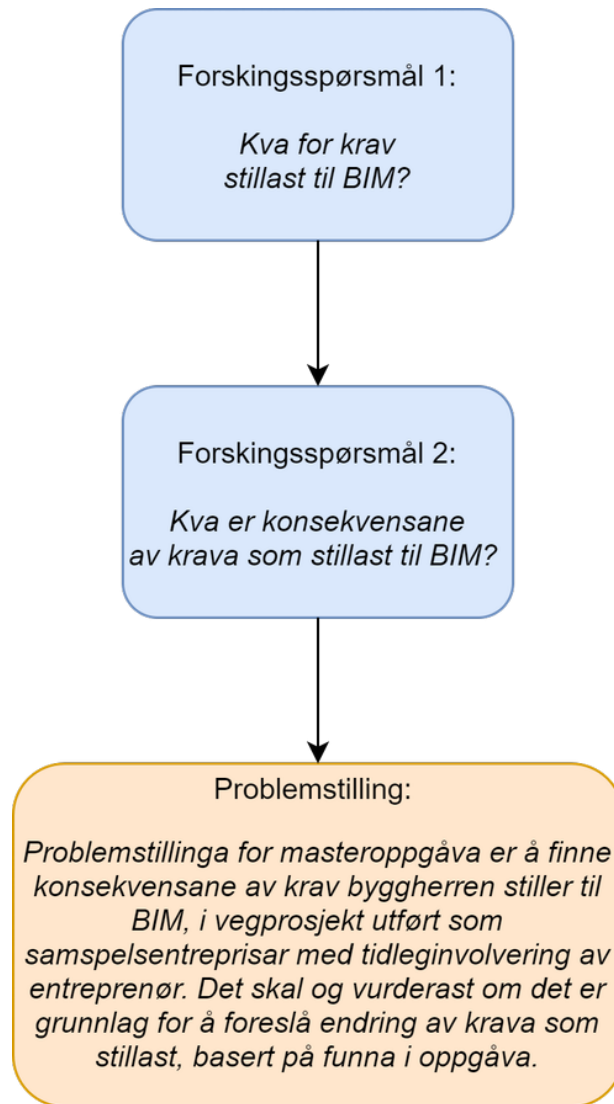
1. Kva for krav stillast til BIM?

Det første forskings spørsmålet tar utgangspunkt i byggherren sine krav, og målet er å finne ut kva for krav som stillast til BIM. Bransjen er i utvikling, og ny teknologi skapar nye moglegheiter innan BIM. Dette betyr at det kan vere stor utvikling innan korleis prosjekt nyttar BIM og stiller krav til BIM.

2. Kva er konsekvensane av krava som stillast til BIM?

Det andre forskings spørsmålet skal undersøke konsekvensane av krava som stillast til BIM. Dette forskings spørsmålet svarar direkte på delar av problemstillinga for oppgåva.

Forskingss spørsmåla og problemstillinga er utarbeida i samarbeid med Eilif Hjelseth frå NTNU og Thomas Jenssen frå Nye Veier. Det er ikkje avdekka liknande studiar som ser på konsekvensar av byggherren sine krav til BIM, og denne studien må derfor sjåast på som ein innleiande studie. Studiet er utført med hovudfokus på vurdering av lønsemda til krav, både frå eit prosjekt- og samfunnsøkonomisk perspektiv.



Figur 1: Problemstilling og forskingsspørsmål

1.4 Avgrensingar

Masteroppgåva omfattar 20 veker med arbeid. Dette medfører at det må settast avgrensingar for å kunne svare på forskingsspørsmåla og problemstillinga. I tillegg til avgrensingane som er gitt i problemstillinga, er følgande avgrensingar lagt til grunn for oppgåva:

- Forskinga er avgrensa til norske prosjekt, og for å avgrense arbeidet er det valt ut tre prosjekt som skal undersøkast. Dette er vidare omtalt i Kapittel 2 Metode.
- Forskinga er avgrensa til Nye Veier sine prosjekt. Andre byggherrar stiller andre krav til BIM, og i denne oppgåva er det krava som Nye Veier stiller til BIM som er undersøkt.
- Forskinga er avgrensa til å vurdere krava som byggherren stiller til BIM, og det er nødvendig å involvere dei ulike partane byggherre, entreprenør og rådgivar, for å undersøke kva konsekvensar dei ser av krava som vert stilt frå byggherren.
- Forskinga avgrensast til samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Det er sett på to totalentreprisar med samhandlingsfase og ein IPL entreprise. Felles for desse to entrepriseformene er at dei har samhandlingsfase, der entreprenøren er tidleg involvert i planlegging og prosjektering av prosjektet.

1.5 Leserettleiing

Kapittel 1 presenterer bakgrunnen for oppgåva, problemstilling og forskingsspørsmål, samt avgrensingar i forskinga.

Kapittel 2 presenterer og diskuterer val av forskingsmetode. Kapitlet presenterer også case-prosjekta og forklarar kvifor desse er valt.

Kapittel 3 presenterer teoretisk grunnlag og bakgrunnsinformasjon som er relevant for oppgåva.

Kapittel 4 presenterer resultatet frå intervju og dokumentstudien. Kapitlet er delt inn etter dei to forskingsspørsmåla, og resultat av forskingsspørsmåla blir presentert under kvar si overskrift.

Kapittel 5 presenterer diskusjonar og analyser av resultat frå kapittel 4. Kapitlet er delt inn etter forskingsspørsmåla, på same måte som kapittel 4. Det presenterast også ei oppsummering av diskusjonen og analysen, samt ei vurdering om deler av denne studien også kan vere relevant for andre entreprisreformer.

Kapittel 6 presenterer konklusjonen for oppgåva. Dette kapitlet er delt i to, og det svarar på dei to delane av problemstillinga. Del 1 samanfatar konsekvensane av krava som er funne i denne studien. Del 2 kjem med forslag til endringar, basert på studien.

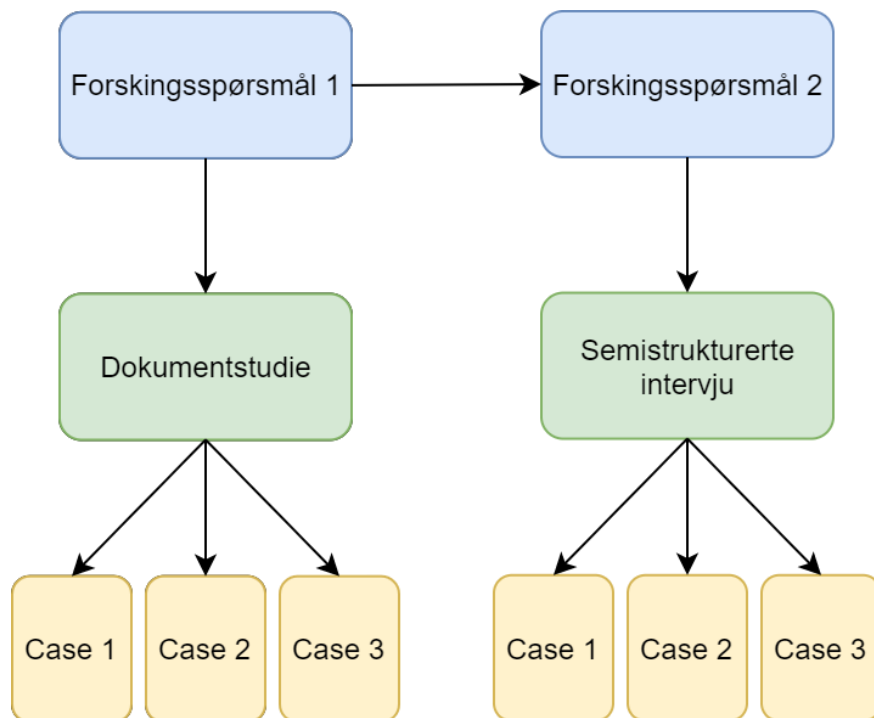
Kapittel 7 presenterer forslag til vidare arbeid.

2 Metode

I dette kapittelet blir det presentert kva for forskingsmetodar som er brukt i oppgåva. Det blir også presentert korleis og kvifor desse metodane er brukt.

2.1 Forskingsdesign

Forskingsdesign er ein overordna plan for forskinga. Denne oppgåva er ein case-studie av tre prosjekt, der forskinga baserer seg på semistrukturerte intervju og dokumentstudiar i dei tre prosjekta. Dokumentstudie av relevante kontraktsdokument er utført for å svare på forskingsspørsmål 1, som skal avdekke kva for krav som stillast til BIM. Forskingsspørsmål 2 baserer seg på semistrukturerte intervju med byggherre, rådgivar og entreprenør i dei tre prosjekta, samt funn frå dokumentstudiet under forskingsspørsmål 1. Forskingsdesignet er illustrert i Figur 2.



Figur 2: Illustrasjon av forskingsdesign

«Kvalitative metoder bygger på teorier om fortolkning (hermeneutikk) og menneskelig erfaring (fenomenologi). Metodene omfatter ulike former for systematisk innsamling, bearbeiding og analyse av materiale fra samtale, observasjon eller skriftlig tekst. Kvantitative forskningsmetoder forholder seg til kvantifiserbare størrelser som systematiseres ved hjelp av ulike former for statistisk metode» (Skolbekken *et al.*, 2010).

I denne masteroppgåva er det utført kvalitativ forskning. Det er gjort semistrukturerte intervju med eit avgrensa tal personar, og intervjuar baserer seg på enkeltpersonar si kvalitative vurdering av tema. Dokumentstudien er og utført på eit avgrensa tal kontraktsdokument, og analysane av krava er kvalitative.

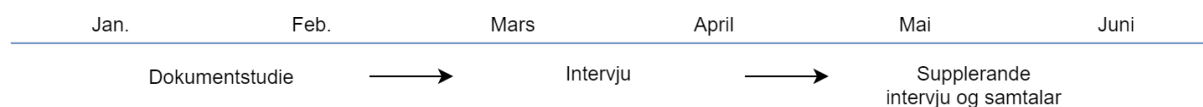
Ved å studere fleire prosjekt kan ein forstå likskapar og ulikskapar mellom dei ulike prosjekta. Resultata kan bli sett på som robuste og pålitelege, men gjennomføringa av slike studiar kan vere både tidkrevjande og kostbar (Baxter og Jack, 2008). «På områder der det finnes lite forskningsbasert kunnskap frå før, kan kvalitative forskningsmetoder vere velegnet. Kvalitativ forskning kan bidra til å bringe frem i lyset fenomenar som har vært lite studert, og til å utvikle velegnede begreper for å studere slike fenomenar» (Skolbekken et al., 2010).

Teorien over slår fast at studiar med fleire prosjekt kan bli sett på som robuste og pålitelege, og det kjem fram at kvalitative forskingsmetodar er godt eigna på områder der det er lite forskingsbasert kunnskap frå før. Det er lite forskning gjort på BIM-krav, spesielt i Norge, og denne oppgåva er ein innleiande studie for å belyse konsekvensar av krav til BIM. Kvalitative forskingsmetodar er derfor godt eigna for oppgåva.

2.2 Framgangsmåte

Den første delen av denne studien vart utført haustsemesteret 2019, i arbeidet med forprosjektet til masteroppgåva. Forprosjektet omfatta ein litteraturstudie som avdekkja forskingshol innan BIM og infrastruktur, og det vart vidare utarbeida forslag til forskings spørsmål og problemstilling for masteroppgåva, basert på forskingshola. Ei kortfatta beskriving av forskingshola vart gitt i Kapittel 1.2, tidlegare i denne oppgåva.

Arbeidet med sjølve masteroppgåva har vore styrt av ei nødvendig rekkefølge på datainnhenting. Den første delen av datainnhentinga var å få tilgang til kontraktsdokumenta som omhandla BIM i dei tre prosjekta. Dokumentstudien gjekk ut på å finne kva krav som vart stilt til BIM i prosjekta. Resultatet frå dokumentstudien la grunnlaget for dei semistrukturerte intervju, som er den andre delen av datainnsamlinga. Intervju vart utført med ein intervjuer, og denne var basert på funna som vart gjort i dokumentstudien og problemstillinga i oppgåva. Intervjuprosessen tok lang tid, og det vart gjort intervju med representantar frå alle dei tre aktørane i dei tre prosjekta. I løpet av det vidare arbeidet med data frå intervju, reiste det seg nokre nye spørsmål som kravde supplerande intervju og samtalar. Dei fleste av samtalene vart gjort via e-post. Figur 3 viser ei grov tidslinje av tidspunkta og rekkefølga på forskingsmetodane.



Figur 3: Tidslinje for forskingsmetodane vår 2020

2.3 Case-beskriving

Val av prosjekt vart gjort med hjelp frå kontaktpersonen min i Nye Veier, og fleire faktorar var viktige i valet:

- Prosjekta er samspelentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør.
- Prosjekta må kunne gi innsyn i kontraktsdokument.
- Forskinga krev intervju med kunnskapsrike intervjuobjekt med tid og vilje til å dele kunnskap og erfaringar. Dette må vere tilgjengeleg i prosjekta.

I samråd med rettleiar frå NTNU, vart det bestemt at tre prosjekt var ideelt, gitt at ein fann tre prosjekt som passa med krava. Dette omfanget ville gjere det mogleg å gå

tilstrekkeleg i djupna på dei ulike prosjekta. Basert på dette vart det valt tre prosjekt med Nye Veier som byggherre. To av prosjekta gjennomførast som totalentreprisar med samhandlingsfase, og det siste gjennomførast som IPL, som og har samhandlingsfase. Etter anskaffingsprosess, kan ein dele begge desse entrepriseformene inn i tre fasar:

- Fase 1, Samhandlingsfase
- Fase 2, Byggefase
- Fase 3, Driftsfase

Alle prosjekta var villige til å gi innsyn i kontraktsdokument, og det vart vurdert som sannsynleg at BIM-resursar frå prosjekta kunne stille til intervju. Byggherren Nye Veier skal bygge, drifte og vedlikehalde dei tre prosjekta i all overskodedeleg framtid.

Vidare i teksten presenterast dei tre prosjekta saman med ei beskriving av korleis prosjekta gjennomførast.

2.3.1 Prosjekt 1, E6 Kvithammar – Åsen

E6 Kvithammar – Åsen er eit vegprosjekt nord for Trondheim, frå Kvithammar i Stjørdal kommune til Åsen i Levanger kommune. Prosjektet skal halvere reisetida på strekninga ved å bygge ny 4-felts motorveg med fartsgrense 110 km/t. Vegstrekninga vil reduserast frå ca. 23 km til ca. 19 km. Arbeidet med reguleringsplanar skal etter planen ferdigstillast i løpet av våren 2020. Planlagt byggestart for forarbeid er hausten 2020, og prosjektet er forventa ferdig i 2025/2026. Prosjektet sin totale kostnad er berekna til å vere ca. 4,0 mrd. kroner (Nye Veier AS, 2020a).

Prosjektet skal gjennomførast som totalentreprise med samhandlingsfase. Kontrakten for fase 1 er mellom byggherren Nye Veier og leverandøren som består av Hæhre Entreprenør AS og ei rådgivargruppe bestående av Aas-Jakobsen, ViaNova, Selberg Arkitekter, NGI, Sweco, Brekke & Strand, ECT, Safetec mfl (op. cit.).



Figur 4: Oversiktskart E6 Kvithammar – Åsen. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020a)

2.3.2 Prosjekt 2, E39 Mandal øst – Mandal by

E39 Mandal øst – Mandal by ligg i utbyggingsområdet E39 Kristiansand- Sandnes. Mellom Døle bru og Mandalskrysset skal det byggast 7 km med fire-felts motorveg, som skal ha ei fartsgrense på 110 km/t. Strekinga frå Mandalskrysset til Ime planleggast som 6 km to-felts veg, med midtrekkverk og fartsgrense på 80-90 km/t. Desse to strekningane er

delt inn i to reguleringsplanar. Reguleringsplanen for strekninga Døle bru til Mandalskrysset og Mandalskrysset til Greipsland, vart vedtatt i september 2019, og arbeidet med bygging er starta. Reguleringsplanen for strekninga Greipsland til Ime vart sendt inn til 1.gongs behandling i januar 2020. Målet er at planen skal vere vedtatt før sommaren 2020 og at anleggstart skal skje så fort som mogleg etter dette. Heile strekninga frå Døle bru til Mandalselva, inkludert vegen ned til Lindland/Ime, er planlagt opna for trafikk før årsskiftet 2021/2022. Prosjektet sin totale kostnad er berekna til å vere ca. 1,75 mrd. kroner (Nye Veier AS, 2020b).

Prosjektet skal gjennomførast som totalentreprise med samhandlingsfase. Kontrakten for fase 1 er mellom byggherren Nye Veier og leverandøren som består av Hæhre Entreprenør AS og ei rådgivargruppe bestående av Rambøll, Sweco, TT Anlegg og Traftec. Leverandøren har og signert kontrakten for fase 2, bygging (op. cit.).



Figur 5: Oversiktskart E39 Mandal øst – Mandal by. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020b)

2.3.3 Prosjekt 3, E6 Kvål – Melhus

E6 Kvål – Melhus er eit vegprosjekt i Melhus kommune, sør for Trondheim. Prosjektet omfattar ca. 7 km med ny 4-felts motorveg. Strekninga er ferdig regulert, og byggestart var hausten 2019. Planlagt ferdigstilling er i 2022, og prosjektet sin totale kostnad er berekna til å vere ca. 1,1 mrd. Kroner (PEAB, 2020).

Prosjektet skal gjennomførast som IPL-kontrakt. Dette er det første vegprosjektet til Nye Veier med denne entrepriseforma, og entrepriseforma er heilt ny innan Norsk vegbygging. Prosjektet skal gjennomførast med Peab som entreprenør og COWI som rådgivar (op. cit.).

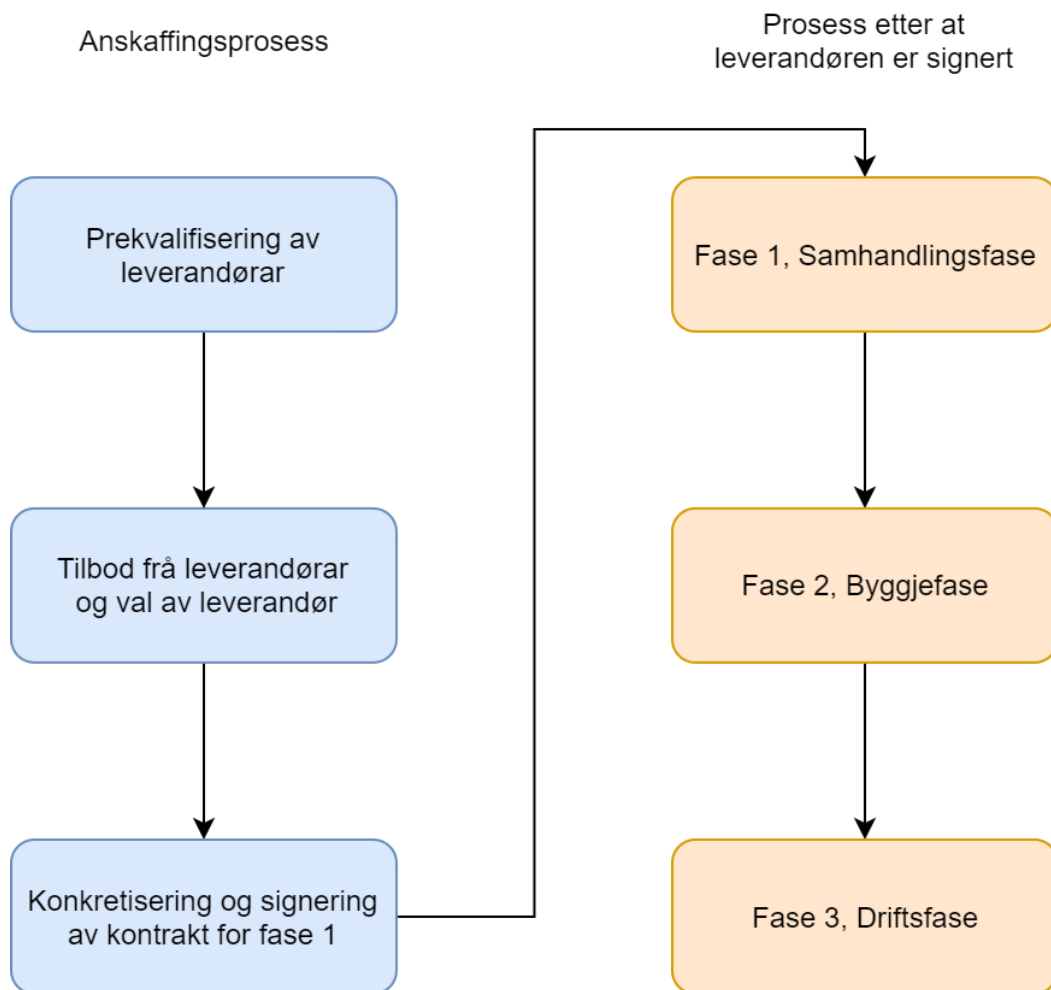


Figur 6: Oversiktskart E6 Kvål – Melhus. Figur henta frå (Nye Veier AS, 2020c)

2.3.4 Kontraktform og gjennomføring – Anskaffing

Dette underkapittelet er i stor grad basert på eit intervju med BIM-rådgivar for Nye Veier i utbyggingsområdet Trøndelag.

Begge dei to entrepriserformene har same anskaffingsprosess. Denne er omtalt i dette underkapittelet. Etter anskaffingsprosessen deler ein prosjekta inn i tre fasar. Heile prosessen går fram av Figur 7.



Figur 7: Overordna flytskjema for prosjekta

Starten på anskaffingsprosessen er at Byggherren lagar eit konkurransegrunnlag som leggst ut i DOFFIN (Database for offentlege innkjøp). Etter dette begynner ei prekvalifisering, der ulike leverandørar bekreftar at dei er i stand til å løyse prosjektet. Leverandørane må dokumentere at dei er i stand til å løyse prosjektet, utan å gå for detaljert til verks. Dei må mellom anna dokumentere at dei har kvalifikasjonar med omsyn til HMS og kvalitet, og dei må vise til referanseprosjekt. Etter dette, blir det prekvalifisert nokre leverandørar.

Dei prekvalifiserte leverandørane får vere med vidare i konkurransen, og dei jobbar vidare med prosjektet på eit detaljnivå som framleis er veldig overordna. Leverandørane utarbeidar tilbod på maksimalt 6 sider, der kriteria er prestasjon, risikovurdering, tilleggsverdi, samt tilbydt kompetanse og vurdering av utpeikte nøkkelpersonar (Nye Veier AS, 2020d). I tillegg til det skriftlege tilbodet, blir det utført ein intervjurunde der dei prekvalifiserte leverandørane deltar. Intervjua er mellom byggherren og leverandørane, og det er ein jury i bakkant som observerer og dokumenterer. Etter evaluering av tilbod og intervju, veljast ein leverandør til konkretiseringsfasen.

I konkretiseringsfasen skal den valte leverandøren beskrive korleis dei har tenkt å løyse prosjektet. Om dette er tilfredsstillande, og om alle nødvendige avklaringar rundt oppgåva er i boks, blir det skrive kontrakt for samhandlingsfasen. Heile denne anskaffingsprosessen kallast Best Value Procurement (BVP), og prestasjonsinnkjøp på norsk.

Prosessen vidare er noko ulik mellom dei to ulike entreprisemodellane, og dei er derfor omtalt i kvart sitt påfølgande underkapittel.

2.3.5 Kontraktsform og gjennomføring – Totalentreprise med samhandlingsfase

Dette underkapitlet er også i stor grad basert på eit intervju med BIM-rådgivaren for Nye Veier i utbyggingsområdet Trøndelag. Totalentreprise med samhandlingsfase er entreprisemodellen i prosjekt 1 og 2. Anskaffingsprosessen er vist i Figur 7 og presentert i teksten over.

I samhandlingsfasen optimaliserast geometri og prosjektet generelt, og ved behov skal regulering eller omregulering skje i denne fasen. Det skal gjerast estimering og kalkulasjon, og ved slutten av samhandlingsfasen skal det vere kontroll på risikofordeling mellom entreprenør og byggherre i byggefasen. Prosjektet skal kunne realiserast innan budsjettet.

Etter dette, signerast kontrakten for byggefasen som ei totalentreprise. Innhaldet i denne kontrakten er resultatet av samhandlingsfasen. Når kontrakten er underskriven overtar entreprenøren ein del av byggherrepliktene, mellom anna oppfølging av kvalitet, godkjenningar og meir. Byggherren står no i større grad på sidelinja og har mindre sjanse til å påverke prosjektet.

Om alt går etter planen, skal samhandlingsfasen redusere prisen frå prekvalifiseringa, utan at det går ut over sikkerheit, funksjon og kvalitet. Ein ønsker og å løyse flest mogleg problem i denne fasen, slik at det i minst grad er behov for kontraktsavklaringar i etterkant. Derfor må risikoen som står att kartleggast grundig, saman med ei kartlegging av kven som er økonomisk ansvarleg for dei ulike risikoane. I teorien skal ein vere mest mogleg ferdig med forhandlingar og avklaringar i høve til kontrakt, når ein signerer kontrakten for fase 2, Byggefase.

2.3.6 Kontraktsform og gjennomføring – Integrert prosjektleveranse

Dette underkapitlet er også i stor grad basert på eit intervju med BIM-rådgivaren for Nye Veier i utbyggingsområdet Trøndelag. Integrert prosjektleveranse er entreprisemodellen i prosjekt 3, E6 Kvål - Melhus. Anskaffingsprosessen er vist i Figur 7 og presentert i teksten over.

I samhandlingsfasen blir leverandøren betalt etter brukt tid, så her er det ikkje mogleg for leverandøren å gå i minus. Prosjektet har eit totalbudsjett. Alle timane som brukast i samhandlingsfasen vil dermed redusere budsjettet for fase 2, byggefase. Vidare blir prosjektet prosjektert, kalkulert og regulert, og etter ei tid er prosjektet klart for å signere kontrakt for fase 2, byggefase.

I kontrakten for fase 2 er det bestemt ein budsjettpris for prosjektet, og alle tre partane har forplikta seg til denne prisen. I forskjell til ei totalentreprise, der det er ein fastpris, så har IPL-kontrakten eit bestemt tak eller ei øvre grense. Om ein klarer å optimalisere

prosjektet vidare i byggefasen, slik at kostnaden på prosjektet reduserast, så fordelast gevinsten mellom dei tre partane. Fordelinga er også avtalt i kontakt. Entrepriseforma gjer at alle aktørane skal vere motiverte for å finne smarte løysingar. Om ein ikkje klarer å komme under budsjettprisen, så går dette ut over gevinsten til leverandøren. Kalkylen til leverandøren er så detaljert at ein ser kva som er sjølvkost og kva som er gevinst. Kva som definerast som sjølvkost, er og ein diskusjon i samhandlingsfasen. Sjølvkosten skal uansett bli betalt av byggherren om prosjektet ikkje greier å komme under budsjettprisen, men det går ut over gevinsten til leverandøren. Ein føresetnad for dette, er «open bok» mellom aktørane i prosjektet, slik at ein har innsyn i økonomien til den andre parten. Det skal mykje til for at kostnaden overstig det absolutte budsjettet på prosjektet.

Nokre risikoar får ikkje prosjektet gjort noko med. Risiko knytt til geoteknikk og geologi er noko som ligg på byggherren, så dette må byggherren uansett betale. Prosjektet prøvar å identifisere mest mogleg av risikoen i forkant, og det vert bestemt korleis risikoen skal handterast. Målet er at aktørane skal jobbe saman for å gjere prosjektet lønsamt for alle.

2.4 Litteraturstudie

2.4.1 Avdekking av forskingshol

Masteroppgåva bygger vidare på forprosjektet som vart skriva i løpet av hausten 2019. Innhaldet i forprosjektet er mellom anna ein litteraturstudie som avdekkjer eit forskingshol innan BIM (Vagstad, 2019). Avsnitta under presenterer ei kort oppsummering av prosessen i denne litteraturstudien.

Det er utført litteratursøk på Oria og Google Scholar for å avdekke interessante forskingshol innan temaet BIM og infrastruktur. For å redusere omfanget av søket, er søket avgrensa til publikasjonar frå dei siste 5 åra. Dette kan forsvarast med at det har skjedd stor utvikling dei siste åra med omsyn til BIM.

Det er gjort forsøk på forskjellige søkeord, med forskjellig grad av suksess. Søket som gir flest relevante treff er: «BIM and road or BIM and infrastructure». Dette søket gir treff som har ordet «BIM», samt «Road» eller «infrastructure» i seg. Søket i Oria er avgrensa til å berre gjelde tittel, og søket gir då 141 treff. Søket på Google Scholar er ikkje avgrensa til tittel, og søket gir då 6740 treff. Begge søka er sortert etter relevans, og dei same artikkane, oppgåvene og bøkene er stort sett funne på både Oria og Google Scholar. For å finne oppgåver på norsk er dei same søka utført med norsk tekst «infrastruktur» og «veg». BIM er og forsøkt bytta ut med «Building information modeling» og «Bygningsinformasjonsmodellering».

Resultatet av litteratursøket var dei to funna som avdekkjer forskingsholet som denne studien passar inn i. Ei oppsummering av dette resultatet vart presentert i Kapittel 1.2.

2.4.2 Supplerande litteraturstudie

I løpet av arbeidet med masteroppgåva har det oppstått behov for å finne teori knytt til metodekapittelet, samt teori og bakgrunnsinformasjon som er presentert i Kapittel 3. Litteratursøka er gjort ved å bruke Oria, Google Scholar og den vanlege søkemotoren Google. Det er ikkje vurdert som viktig å omtale desse søka vidare, då dette var målretta

søk på utvalde områder eller søk etter spesifikke standardar, retningslinjer, teoriar og liknande.

2.4.3 Kjeldekritikk

I denne litteraturstudien er det referert til to kjelder som avdekkjer to overlappende forskingshol innan krav til BIM i vegprosjekt. Dette er ei masteroppgåve frå NTNU og ein artikkel som er publisert i ein anerkjend vitskapleg journal ELSEVIER. I utgangspunktet er det store kvalitetsforskjellar på dei to kjeldene.

Den vitskaplege artikkelen er skriven av forskarar og publisert i ein anerkjend vitskapleg journal. Dette er derfor ei sterk kjelde, og innhaldet bør reknast som svært truverdig. Den vitskaplege artikkelen er ei samanstilling av annan forskning på temaet, men konklusjonen i artikkelen (forskingshola) må reknast som ei primærkjelde.

Masteroppgåva «Erfaringer med BIM i planlegging, bygging og forvaltning» av Asle Nesland, har nytta intervju av fagpersonar for å finne erfaringar knytt til BIM i vegprosjekt. Dette er derfor ei primærkjelde for samanstilling av erfaringane til intervjuobjekta. Masteroppgåva er i seg sjølv ei mykje svakare kjelde, samanlikna med den vitskaplege artikkelen, men masteroppgåva har og nokre sterke sider. Masteroppgåva baserer seg på den norske anleggsnæringa, og denne oppgåva viser derfor at forskingsholet også er gjeldande i Norge.

2.5 Dokumentstudie

For å avdekke kva krav som stillast til BIM i dei tre prosjekta, er det utført dokumentstudie av kontraktsdokument i prosjekta. Avdekking av krav til BIM er eit viktig grunnlag for å vidare kunne analysere og diskutere konsekvensane av krava.

2.5.1 Datainnhenting

Nye Veier har gitt tilgang til alle kontraktsdokumenta som er tatt med i studien. Tilgangen til kontraktsdokument har vore ulik for dei tre prosjekta, og dette er presentert i Tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over tilgjengelege kontraktsdokument for prosjekta

Prosjekt		Kapittel			
Nr	Namn	C2	C3	D1.1	D1.2
1	E6 Kvithammar - Åsen	Ikkje tilgjengeleg	Tilgjengeleg	Ikkje tilgjengeleg	Tilgjengeleg
2	E39 Mandal øst - Mandal by	Tilgjengeleg	Tilgjengeleg	Tilgjengeleg	Tilgjengeleg
3	E6 Kvål - Melhus	Ikkje tilgjengeleg	Ikkje tilgjengeleg	Ikkje tilgjengeleg	Tilgjengeleg

For prosjekt 1 er det berre BIM krav i kapittel D1.2 og kapittel C3 som har vore tilgjengelege. Kapittel D1.2, «Krav til gjennomføring og teknisk beskrivelse», er den delen av kontrakten som inneheld dei fleste krava til BIM. Kapittel C3, «Spesielle kontraktsbestemmelser om helse, miljø og sikkerhet», inneheld og nokre krav til BIM. For prosjekt 2 har det vore tilgjengeleg fleire kapittel, mellom anna C2, «spesielle kontraktsbestemmelser», og D1.1, «Beskrivelse og mengdefortegnelse», som og

inneheld nokre krav som omhandlar BIM. For prosjekt 3 er det berre krava frå kapittel D1.2 som har vore tilgjengeleg. Dette er det viktigaste kapittelet med omsyn til BIM-krav, og det er her ein finn dei fleste krava som omhandlar BIM.

2.5.2 Behandling og analyse av data

Kravdokumenta vart samla inn og skrive over i tabellform. Dette vart gjort for å enklare kunne samanlikne krav i dei ulike prosjekta og fasane. Kapittel D1.2 er tilgjengeleg i alle tre prosjekta, og det er derfor mogleg å samanlikne krava frå dette kapittelet i alle prosjekta. Kapittel C3 er berre tilgjengeleg for prosjekt 1 og prosjekt 2, og det er derfor berre mogleg å samanlikne dette kapittelet i desse to prosjekta. Kapittel C2 og D1.1 er berre tilgjengeleg i prosjekt 2. Det er derfor ikkje tatt med vidare i oppgåva.

Analyseprosessen vidare gjekk ut på å finne fellestrekk og ulikskap mellom krava i dei tre prosjekta, og mellom dei to frasene der dette var tilgjengeleg. Det vart gjort fleire observasjonar knytt til dette, og tre av dei er presentert i Kapittel 5 «Diskusjon og analyse».

2.5.3 Styrker og svakheiter

Tilgangen på kontraktsdokument har vore viktig for gjennomføringa av dokumentstudien i denne oppgåva. Tilgangen er gitt av ein tredjepart, noko som kan vere ei utfordring i slike studiar. I dette tilfellet har det vore litt utfordringar knytt til å få tilgang til kontraktsdokumenta. Dette skuldast ikkje at byggherren ikkje ønsker å gi tilgang til dokument, men heller at kontaktpersonane er travle og ikkje har hatt tid til å leite etter kontraktsdokument. Ut over dette, har ikkje utfordringane påverka oppgåva, og det viktigaste var at det vart gitt tilgang til kapittel D1.2 i alle prosjekta. Det må likevel seiast å vere ein svakheit at ikkje alle kapitla som omhandla BIM i prosjekta vart undersøkt.

Ein styrke med dokumentstudie som metode er at informasjonskjelda er stabil. Ein kan sjå gjennom den så mange gonger ein måtte trenge for å hente ut nødvendig informasjon. Dokumentstudien er og mogleg å etterprøve, noko som er ein styrke.

2.6 Semistrukturerte intervju

Semistrukturerte intervju har vore viktig i arbeidet med å avdekke konsekvensar av krav som stillast til BIM.

2.6.1 Intervjuprosessen

Intervjuprosessen er utført på følgande måte:

1. Utarbeiding av intervjuguide
2. Val av intervjuobjekt
3. Gjennomføring av intervju
4. Transkribering av intervju
5. Godkjenning av transkript
6. Analyse og tolking av innsamla material
7. Presentasjon av sentrale funn (resultat)

Intervjuguiden er utarbeida på bakgrunn av resultatet av dokumentstudien og problemstillinga for oppgåva. Det vart utarbeidd tre intervjuguidar for høvesvis byggherrar, rådgivarar og entreprenørar. Det er berre små forskjellar i vinklinga på

spørsmåla i desse intervjuguidane. Prosessen rundt val av intervjuobjekt er omtalt i Kapittel 2.6.2. Dei fleste intervju vart utført via nettenester som Skype, Teams og liknande, og nokre intervju vart utført på kontora til intervjuobjekta. I forkant av intervju vart intervjuguiden sendt ut til intervjuobjekta, slik at dei kunne førebu seg til intervjuet. Det vart gjort opptak av intervju, med samtykke frå intervjuobjekta. Intervju vart stort sett mellom 50 og 100 minutt lange, og må reknast som semistrukturerte djupneintervju. Prosessen vidare er omtalt i Kapittel 2.6.3, «Behandling og analyse av data».

2.6.2 Val av intervjuobjekt

Val av intervjuobjekt vart utført med god hjelp frå Thomas Jenssen frå Nye Veier. Han kjenner godt til dei tre prosjekta, og han vidareformidla kontaktinformasjon til gode intervjuobjekt frå dei ulike aktørane i alle prosjekta. Gjennomføringa bekrefta at alle intervjuobjekta hadde god kjennskap til BIM-krava i prosjektet, og korleis BIM vart brukt i prosjektet. Val av intervjuobjekt er derfor vurdert som vellukka.

Alle intervjuobjekta vart kontakta via e-post, og alle stilte opp til intervju i løpet av våren 2020. Rekkefølga på intervju, og rolla til intervjuobjekta, går fram av Tabell 2:

Tabell 2: Rekkefølge på intervju

Intervju Nr.	Aktør	Rolle	Prosjekt
1	Byggherre	BIM-rådgivar	1 og 3
2	Entreprenør	BIM-ansvarleg	1 og 2
3	Rådgivar	Disiplinledar-BIM	1
4	Byggherre	BIM-rådgivar	2
5	Entreprenør	BIM-koordinator	3
6	Rådgivar	Disiplinledar-BIM	2
7	Rådgivar	Disiplinledar BIM og VDC	3
8	Byggherre	BIM-rådgivar	1 og 3

Av Tabell 2 ser ein at Byggherren sin BIM-rådgivar for prosjekt 1 og 3 er intervju gongar. Det første intervjuet var eit uformelt intervju, der tema var prosjekta, kontraktsformer og korleis Nye Veier jobbar med BIM. Det siste intervjuet var eit semistrukturert intervju, basert på intervjumalen. Alle dei andre intervju er og basert på intervjumalane. To av intervjuobjekta er representantar for to av prosjekta. Dette er BIM-rådgivaren til byggherren i prosjekt 1 og 3 og BIM-ansvarleg for entreprenør i prosjekt 1 og 2. Desse intervjuobjekta vart spurt om begge prosjekta under intervju. Det er vurdert som ein fordel at nokon av intervjuobjekta kjenner til fleire prosjekt, då dette gir grunnlag for samanlikning.

2.6.3 Behandling og analyse av data

Etter intervju vart lydopptaka transkribert, og sendt tilbake til intervjuobjekta for godkjenning. Ved å gjere det på denne måten, kan ein oppklare eventuelle misforståingar, unøyaktigheiter og mistolkingar i løpet av kort tid etter intervjuet. Ei slik prosedyre er med på å styrke resultatane sin kvalitative validitet.

Vidare begynte eit tidkrevjande arbeid med å samanlikne dei ulike intervju med kvarandre. Det vart utført fleire samanlikningar, for å avdekke fellestrekk og ulikskapar i svara til kvart einskild intervjuobjekt. Det vart og sett på fellestrekk og ulikskapar

mellom dei ulike aktørane sine svar og mellom dei tre prosjekta. I praksis vart samanlikninga utført ved å skrive eit kort samandrag av alle svara til alle aktørane, og svara vart vidare plassert ved sida av kvarandre i tabellform. Dette var eit tidkrevjande arbeid, men det vart vurdert som nødvendig for å få struktur i den store datamengda som vart henta inn. I Kapittel 4, «Resultat», det berre nokre funn som er presentert. Dette er funna som vart vurdert som relevante for å svare på problemstillinga i oppgåva.

2.6.4 Styrker og svakheiter

Ei styrke ved å gjennomføre intervju i denne oppgåva, var tilgangen på informasjon ein ikkje kan finne frå andre kjelder. Det er ikkje mogleg å avdekke konsekvensar av BIM, utan å snakke med dei som jobbar med det og opplever konsekvensane på nært hald.

Ein svakheit med intervju er at informasjonen ein får er avhengig av spørsmåla som stillast, og dårleg formulerte spørsmål vil kunne gi dårlege svar. For å gjennomføre intervju på best mogleg måte, er spørsmåla stillt opent, og intervjuet er lagt opp til at intervjuobjektet får snakke fritt om temaet. Forfattaren har ingen tidlegare erfaring med å gjennomføre kvalitative forskingsintervju, men frå forfattaren si side verkar intervju å vere vellukka.

Intervjua vart utført med intervjuguidane som utgangspunkt for intervjuet. Desse er presentert i Vedlegg 1-3. Intervjua vart utført som semistrukturerte forskingsintervju, noko som betyr at intervjuet ikkje nødvendigvis treng å gjennomførast etter intervjuguiden. Intervjuobjekta vart oppfordra til å utdjupe meiningar og anna som vart diskutert. Den lause strukturen resulterte i mange digresjonar. Dette har vore nyttig, og det har bidratt med mykje kunnskap som indirekte og direkte brukast i diskusjonen rundt konsekvensar av krava som stillast til BIM. Dette er vurdert som ei styrke ved semistrukturert intervju som metode. Ei utfordring med dette var å halde strukturen i intervjuet. Det skjedde fleire gongar at det vart glidande og overlappende overgangar mellom spørsmåla, noko som gjorde det litt vanskeleg å vurdere om enkelte spørsmål allereie var snakka om.

Det vurderast som ein stor styrke at intervjuobjekta fekk tid til å førebu seg på spørsmåla i intervjumalen. Fleire intervjuobjekt uttalte at dei ikkje hadde komme på fleire av svara sine, om dei hadde fått spørsmålet utan førebuing.

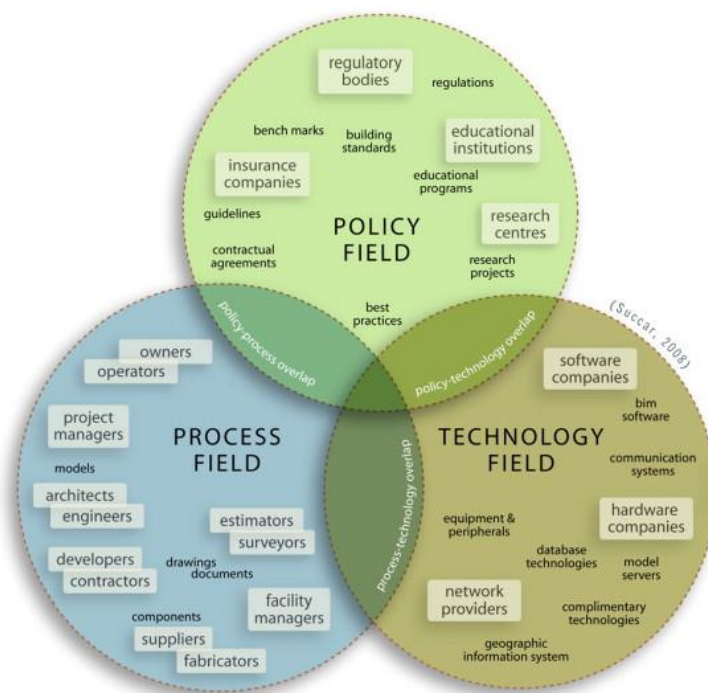
3 Teoretisk grunnlag og bakgrunnsinformasjon

3.1 BIM

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har dei siste åra blitt viktig for både bygge- og anleggsnæringa, og alle aktørane i bransjen er interessert i dette. BIM kan definerast på forskjellige måtar, og Succar (2009) definerar BIM slik:

«Building Information Modelling (BIM) is a set of interacting policies, processes and technologies generating a methodology to manage the essential building design and project data in digital format throughout the building's life-cycle» (Succar, 2009).

Denne definisjonen legg vekt på at BIM er meir enn ein 3D-modell. BIM er retningslinjer, prosessar og teknologi, som saman skapar ein metodikk. Figur 8 viser korleis Succar (2009) definerer dei tre felta innan BIM.



Figur 8: Dei tre felta innan BIM. Figur henta frå (Succar, 2009)

Dei tre felta «policy», «technology» og «process» kan omsettast til høvesvis retningslinjer, teknologi og prosessar. Retningslinjer omfattar standardar, retningslinjer og meir, som kan brukast for å stille krav til BIM. Teknologifeltet omfattar eksempelvis programvarer og utstyr, og prosessfeltet omhandlar eksempelvis arbeidsmetodikk, prosessar og metodar.

Denne oppgåva undersøker krava som stillast til BIM og konsekvensane av krava. Krava som stillast til BIM ligg under retningslinjer-feltet, og oppgåva skal derfor undersøke

konsekvensar av retningslinjer-feltet. Konsekvensane er likevel avhengige av samspelet mellom retningslinjer, teknologi og prosess, og det er derfor viktig å sjå samspelet mellom desse.

3.2 BIM i vegprosjekt

Det er kjent at utviklinga av BIM i vegprosjekt har gått tregare enn utviklinga av BIM i byggeprosjekt. Dei siste åra har det likevel vore ei betydeleg utvikling innan BIM i vegprosjekt, og det er utført store prosjekt med høge krav til BIM. Det drivast innovasjon på prosjekt-nivå og på bransje-nivå, og det har komme nye standardar. Likevel er det fleire kjente utfordringar knytt til BIM i vegprosjekt. Vidare presenterast to utfordringar, som har komme fram under dei semistrukturerte intervjuja og i litteraturstudien.

Openheit mellom ulike programvareleverandørar er ei utfordring for BIM i vegprosjekt. Eit eksempel på dette er dei to programvarepakkane Novapoint og Gemini. Novapoint nyttast i stor grad av rådgivarar, og Gemini nyttast av både entreprenørar og rådgivarar. Desse programvarene er laga av to forskjellige programvareleverandørar, og samspelet mellom programvarene er ikkje optimalt. Begge programvarene har lukka programvaregrensesnitt, og dette gjer at det ikkje kan lagast ein plug-in for å hente stikningsdata frå Novapoint, rett til Gemini. Dagens løysing er å gå via ein annan fileksport, og så må det importerast igjen. Dette eksempelet er henta frå intervjuet med rådgivar i prosjekt 3.

Lite krav og retningslinjer til BIM i vegprosjekt er og ei utfordring. Dette er beskrive i masteroppgåva «Erfaringer med BIM i planlegging, bygging og forvaltning» av Asle Nesland. Denne oppgåva er skriven før ISO 19650 vart vedtatt som norsk standard, og det er berre handbok V770 frå Statens Vegvesen som er nemnt som retningslinjer for BIM i vegprosjekt. ISO 19650 og Handbok V770 omtalast i Kapittel 3.4, Standardar, system og retningslinjer for å stille krav.

3.3 Entreprisemodellar

Integrert prosjektleveranse og totalentreprise med samhandlingsfase er dei to entreprisemodellane som er undersøkt i denne studien. I følgje Wondimu et al. (2018) er dette to av fleire moglege tilnærmingar for samspelentreprisar og tidleginvolvering av entreprenør. Formålet med samspelsentreprisar er å integrere kunnskap frå utføringsfasen i planleggings- og projekteringsfasen, ved å la leverandøren arbeide i team med oppdragsgivaren og rådgivarar (Wondimu et al., 2018).

Samhandlingsfasen er felles for desse entreprisemodellane. I denne fasen forhandlar byggherre og leverandør mellom anna om kva for krav som skal stillast til BIM vidare i prosjektet. Samhandlingsfasen kan derfor vere av betydning for krav til BIM i prosjekta. Gjennomføringsprosessen for dei to entreprisemodellane er beskriven i Kapittel 2.3 Case-beskriving.

Denne studien går ikkje i djupna på entreprisemodellar, men det er likevel nødvendig å vurdere om det er grunnlag for å samanlikne BIM-krav i prosjekta. Begge entreprisemodellane har samhandlingsfase, og dei utførast med tidleginvolvering av entreprenør. Entreprisemodellane er derfor vurdert som samanliknbare med omsyn til korleis dei stiller krav til BIM. Vurderinga om funna i denne studien kan vere gjeldande for totalentreprisar utan samhandlingsfase, blir diskutert i Kapittel 5.3.

3.4 Standardar, system og retningslinjer for å stille krav

I dette kapitlet presenterast standardar, system og retningslinjer som er relevante for denne studien.

3.4.1 Handbok V770 – Modellgrunnlag

Handbok V770 er ein del av «veileder-serien» til Statens Vegvesen, og den er derfor ikkje eit krav i alle vegprosjekt. Det må fastsettast i kontrakt om bruk av V770 skal vere eit krav. Handboka er sist revidert i 2015, og den stiller krav til korleis grunnlagsdata skal bestillast, utarbeidast og leverast i vegprosjekt. Rollene til oppdragsgivar, rådgivar og entreprenør er og beskriven i handboka. Handboka skal bidra til:

- *tydelige kvalitetskrav til grunnlagsdata*
- *3D-prosjektering i alle fag*
- *standardisert beskrivelse av objekter*
- *standardisert beskrivelse av modeller*
- *bruk av åpne, standardiserte formater*
- *bruk av modeller som arbeidsgrunnlag i byggefasen*
- *standardisering av sluttdokumentasjon fra prosjektfaser*

(Vegdirektoratet, 2015)

I dagens modellbaserte vegprosjekt er dette eit viktig dokument, og handboka blir stilt som krav i kontraktar ved mange høve. Likevel er det ikkje ein normal, noko som fører til at ikkje alle prosjekt brukar den.

3.4.2 NS-EN ISO 19650 – (Del 1 og 2)

EN ISO 19650 er ein europeisk standard som består av fleire delar. Standarden er basert på den britiske PAS 1192-serien. EN ISO 19650-serien etablerer eit rammeverk for samhandling og krav til informasjon. Det norske namnet på standarden er NS-EN ISO 19650, «Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) - Informasjonsforvaltning med BIM». Standarden er vedtatt som europeisk standard og består av fleire delar, der del 1 og 2 er tatt inn i Standard Norge sitt system og dermed blitt norsk standard. Dette skjedde 01.03.2019 (Standard Norge, 2019).

- Del 1: «Begreper og prinsipper»

Dette dokumentet skisserer konsept og prinsipp for handtering av informasjon, ved ein grad av modenheit som er beskriven i standarden. Dokumentet anbefaler eit rammeverk for å handtere informasjon for alle aktørar i prosjektet. Det er relevant i heile levetida for alle komponentar i prosjekta og kan nyttast for prosjekt i alle størrelsar (Standard Norge, 2018a).

- Del 2: «Prosjektfasen»

Dette dokumentet spesifiserer krav til handtering av informasjon, i form av ein styringsprosess. Dokumentet kan nyttast på alle typar objekt og på prosjekt i alle størrelsar. Det kan og nyttast på alle entrepriseformer (Standard Norge, 2018b).

NS-EN ISO 19650 – Del 3 og Del 5 er ikkje blitt norsk standard endå, men det er forventat at dette vil skje i framtida. Del 3 handlar om bruk av BIM i driftsfasen, medan del 5 handlar om datasikkerheit ved bruk av BIM i heile livsløpet (Standard Norge, 2019).

3.4.3 Modell Modenhets Indeks

Modell Modenhets Indeks (MMI) er eit bransjeinitiativ som er utvikla av ei ekspertgruppe med folk frå Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA), Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene.

MMI, eller Modell Modenhets Indeks (eng. Model Maturity Index), beskriver modningsgraden av objektene i BIM-modeller ved bruk av omforente tallkoder. Både med tanke på geometri og informasjonsinnhold.

MMI er først og fremst en metodikk for kommunikasjon i gjennomføring av prosjekteringen. Ved å planlegge når objekter i hele eller deler av konstruksjoner skal ha en gitt verdi av MMI, vil man kunne styre prosjekteringsforløpet på en måte som er mer i tråd med de verktøy vi har tilgjengelig gjennom bruk av BIM. (EBA, 2018)

Kort fortalt vil MMI gi ei felles oppfatning av tilstanden på modellar. MMI vart utvikla spesielt for bygg i 2018.

Ein eigen MMI for samferdselsprosjekt vart publisert våren 2020. Formålet med MMI for samferdsel er å definere MMI for totalentreprise og samhandling mellom entreprenør og rådgivar. (EBA, 2020). Prosessen er veldig lik for bygg og samferdsel, men det er nokre forskjellar mellom dei. MMI for samferdsel har fått ei ny beskriving av MMI-nivå og eit Excel-ark med detaljert beskriving av MMI-nivå for kvart enkelt fag.

3.4.4 CoClass

CoClass er eit svensk klassifikasjonssystem som kan nyttast i heile livsløpet til prosjektet (CoClass, 2020). Systemet nyttar følgjande fire aspekt til å beskrive ulike objekt i ein modell:

- Funksjon
- Lokasjon
- Produkt
- Type

Objektkoden byggast opp av desse fire aspekta, og den blir då mogleg å lese for både menneske og maskiner. Systemet gir ein eintydig klassifisering av objekt i modellen, noko som gir fleire moglege fordelar. Eintydig klassifisering kan mellom anna gi betre informasjonsutveksling og færre misforståingar. Det vil og gi moglegheiter for å nytte strukturert informasjon i heile levetida til prosjektet (Trimble, 2019).

3.4.5 Andre standardar

I dette kapitlet presenterast to ISO-standardar som kan støtte prosessen med å stille krav til BIM. Desse to standardane er ikkje stilt krav om i Nye Veier sine kontraktar.

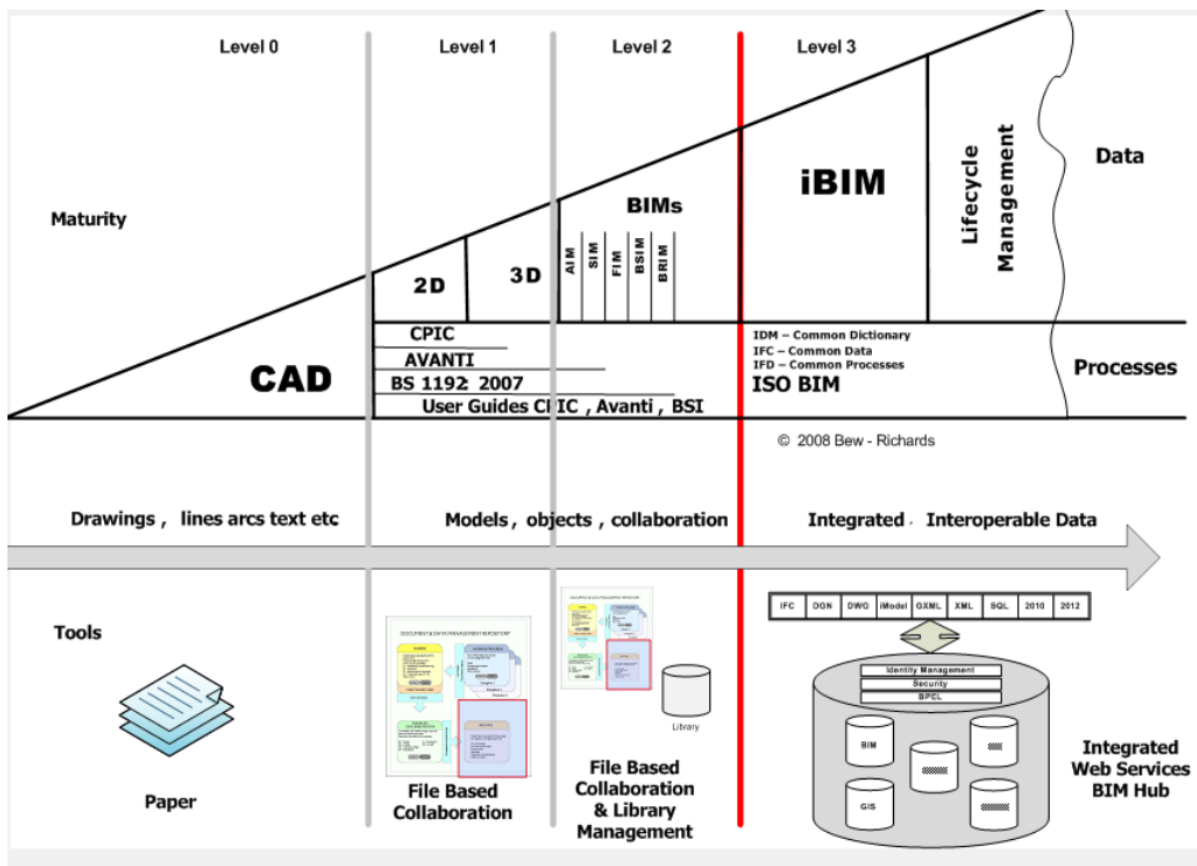
NS-EN ISO 29481-1:2017 har det norske namnet «Bygningsinformasjonsmodeller - Informasjonsleveranse - Del 1: Metode og format». Dette er ein standard som skal gjere det enklare for datasystem å endre og ta i bruk informasjon frå ein modell i heile livsløpet. Dette styrkar digital samhandling mellom aktørar i byggeprosessen og gir grunnlag for nøyaktig, påliteleg og repeterbar informasjonsutveksling av høg kvalitet (Standard Norge, 2017).

ISO/TS 12911:2012 har namnet «Framework for building information modelling (BIM) guidance». Denne standarden etablerer eit rammeverk for å gi spesifikasjonar for bruk av BIM. Standarden gjeld alle typar prosjekt, alle størrelsar og alle fasar av levetida. Hovudbrukaren av rammeverket er den som utformar BIM-styringsdokumentet for prosjektet (Standard Norge, 2012).

3.5 BIM-modenheit

Det er fleire ulike definisjonar av BIM-modenheit eller BIM-nivå, og nokon av definisjonane er brukt i kontraktane som Nye Veier brukar.

I strategirapporten UK Governments Construction Client Group - «BIM Working Party Strategy paper» frå 2011, definerast BIM-nivå frå 0 til 3 (Lorimer *et al.*, 2011). Figur 9 viser kva dei fire nivåa inneber, slik det er beskrive i denne rapporten.

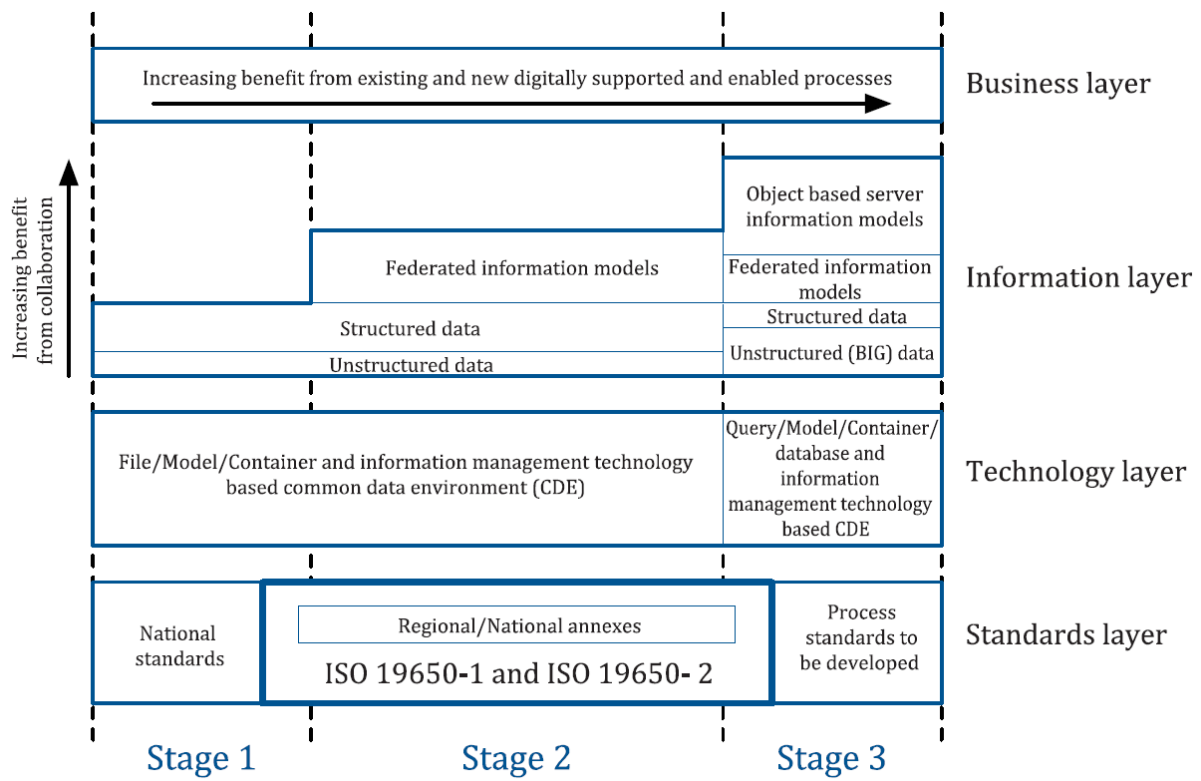


Figur 9: BIM-nivå jamfør «BIM Working Party Strategy paper». Figur henta frå (Lorimer et al., 2011)

Figur 9 delast inn i data, prosess og verktøy. Det er først ved nivå 1 at ein finn krav til prosessar, og standardiserte prosessar som iso-standardar er ein føresetnad for nivå 3. Figuren viser og ei utvikling frå teikningar i nivå 0 til modellar, objekt og samhandling i nivå 1 og 2. Nivå 3 krev integrerte serverløysingar for alle fag, og alt av informasjon i prosjektet skal leggjast til modell. Ei meir detaljert forklaring av BIM-nivåa er gitt i strategirapporten.

ISO 19650 – Del 1 frå 2018 definerer 3 BIM-nivå, slik det går fram av Figur 10. Standarden definerer nivå 2 som «BIM i samsvar med ISO 19650 serien». Dette er ei blanding av manuelle og automatiserte prosessar for informasjonshandtering, som er

brukt for å skape ein felles informasjonsmodell. Denne modellen inkluderer all levert informasjon om ein eigendel eller eit heilt prosjekt. ISO 19650 kan også delvis nyttast i både BIM-nivå 1 og 3, slik det beskrivast i denne standarden (Standard Norge, 2018a).



Figur 10: BIM-nivå jamfør ISO 19650 – del 1. Figur henta frå (Standard Norge, 2018a)

3.6 Predefinerte og prosessdefinerte krav

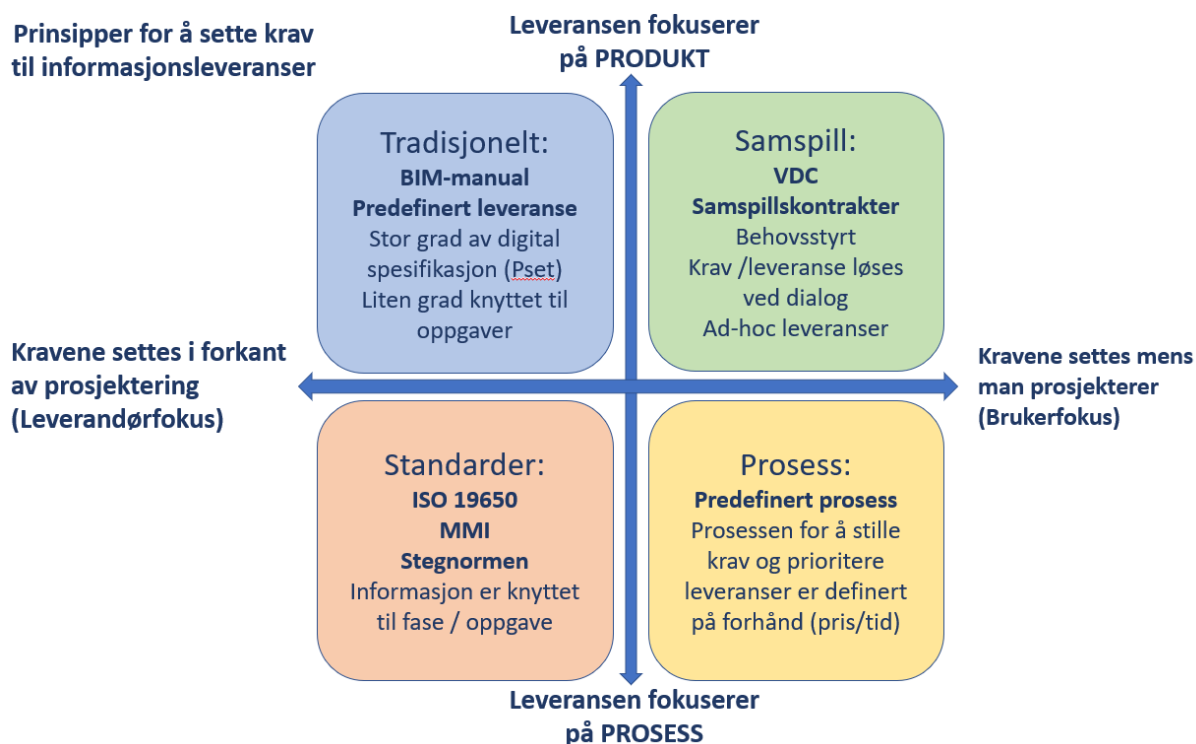
Det er i hovudsak to typar krav til informasjonssleveransar, predefinerte krav og prosessdefinerte krav (Hjelseth, 2019).

Predefinerte krav bør nyttast når ein veit behovet for informasjon. Krava bør vere basert på kontinuerleg læring og beste praksis frå tidlegare samanliknbare prosjekt.

Predefinerte krav bør ikkje nyttast når ein ikkje kjenner til behovet for informasjon (op. cit.).

Prosessdefinerte krav er å stille eit krav som ein definert prosess. Dette bør brukast når ein ikkje veit eksakt behovet for informasjon. Prosessmodellering er eit nyttig verktøy i arbeidet med å stille slike krav. Prosessen bør vere resultatet av ein dialog, for å kunne identifisere kva informasjon som er relevant. Meininga med å stille prosessdefinerte krav, er å finne ut kva informasjon ein treng. Dette kan hindre sløsing av tid og pengar, ved at ein ikkje stiller krav om noko det ikkje er behov for (op. cit.).

Figur 11 viser korleis Hjelseth (2020) ser på ulike prinsipp for å sette krav til informasjonssleveransar og samanhengen mellom dei.



Figur 11: Prinsipper for å stille krav til informasjonsleveranser. Figur henta frå (Hjelseth, 2020)

Figur 11 er eit koordinatsystem, der den vertikale aksa går frå prosessfokuserert leveranse til produktfokuserert leveranse. Predefinerte krav gir ein leveranse som fokuserer på produkt, medan prosessdefinerte krav gir ein leveranse som fokuserer på prosess. Den horisontale aksa går frå leverandørfokus til brukarfokus. Dette forklarast med at krav som stillast i forkant av prosjektering er fokuserte på leverandøren, medan krav som stillast under prosjektering fokuserer på brukar.

Dagens prosjekt ligg ofte i den blå ruta. Dette omfattar stor grad av predefinerte krav, der leveransen fokuserer på produkt framfor prosess. Desse krava stillast i forkant av prosjektet og kategoriserast derfor som leverandør-fokuserte.

Ved å stille krav om bruk av ISO 19650, vil ein bevege seg nedover i koordinatsystemet, mot ein leveranse som fokuserer meir på prosess framfor produkt. Ein naturleg effekt av dette er at ein større del av krava vil bli stilt undervegs i prosjektet, noko som vil dra leveransen mot høgre i koordinatsystemet.

Den grønne ruta viser korleis samhandling kan påverke informasjonsleveransen. Om ein tenker seg ei kontrakt der ein ikkje stiller krav til BIM i det heile, slik at alt bestemmast ved samhandling, så vil leveransen vere fokusert på produkt, og alle krava vil bli stilt undervegs i prosjektet. Dette gir krav i det øvre høgre hjørnet av koordinatsystemet.

Denne figuren kan brukast til å illustrere kva for BIM-krav som stillast i prosjekta.

3.7 Vurderingar av kostnader og nytte

3.7.1 Lønsemda av prosjekt

Prosjektanalyse brukast som regel om ei økonomisk vurdering av eit prosjekt. Denne økonomiske vurderinga tar berre omsyn til bedriftsøkonomiske inn- og utbetalingar. Eksempel på bedriftsøkonomiske inn- og utbetalingar er direkte utgifter og inntekter i prosjektet (Sirnes, Stoltz og Nilsen, 2014).

Kostnad-nytte-analyse er analyse av kor lønsame offentlege prosjekt er, der alle fordelar og ulemper med eit prosjekt summerast. Det er derfor ein føresetnad at fordelane og ulempene kan prissettast. Resultatet av dette er den samfunnsøkonomiske lønsemda til prosjektet. Fordelane og ulempene som ikkje er bedriftsøkonomiske inn- og utbetalingar, kallast eksterne verknader. Eksterne verknader er forskjellen på ei prosjektanalyse og ei kostnad-nytte-analyse (op. cit.).

Eksterne verknader er eksempelvis kostnaden eller nytten av auka eller redusert Co2-utslepp og støy. Ved å pålegge ei avgift per produsert eining som svarar til den negative eksterne verknaden, kan ein oppnå likskap mellom samfunnsøkonomiske og bedriftsøkonomiske grensekostnader. Dette er av stor relevans for miljøøkonomi, og Co2-avgift er eit eksempel på dette (Idsø, 2017).

3.7.2 Lønsemda av krav til BIM

Når ein skal vurdere om eit krav er lønsamt eller ikkje, kan ein nytte prinsippa for prosjektanalyse og kostnad-nytte-analyse. Ved vurdering av lønsemd for eit einskild krav, må ein legge til grunn at alternativet er å ikkje stille kravet. Vidare definerast to vurderingar av lønsemd, basert på kostnad-nytte-analyse og prosjektanalyse.

1. Prosjektøkonomisk lønsemd: Om eit krav fører til høgare bedriftsøkonomisk nytte enn bedriftsøkonomisk kostnad for prosjektet, så kan ein seie at kravet er lønsamt for prosjektet.
2. Samfunnsøkonomisk lønsemd: Om eit krav fører til høgare samfunnsøkonomisk nytte enn samfunnsøkonomisk kostnad for prosjektet, så kan ein seie at kravet er lønsamt for samfunnet.

Ein annan viktig faktor i vurderinga av prosjektøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnader og nytteverdiar, er tidspunktet for kostnadene og nytteverdiene. Nokre krav fører til kostnader i byggeprosjektet og nytte i driftsfasen. Alternativet til å stille slike krav er ofte auka kostnader i driftsfasen. Om ein skal vurdere kostnader og nytteverdiar utanfor byggeprosjektet, må ein derfor ta omsyn til val av kalkulasjonsperiode for analysane. Det må derfor vurderast om ein ser på kostnader og nytteverdiar i byggeprosjektet eller i prosjektet med ein valt kalkulasjonsperiode i driftsfasen. For ein statleg byggherre som Nye Veier er det samfunnsøkonomisk lønsemd i heile prosjektet si levetid som bør vurderast.

I denne oppgåva nyttast «kostnader» og «nytte», for å vurdere lønsemd av krava som stillast til BIM. Vidare er det viktig å definere kva som meinast med kostnader og nytte i denne samanhengen.

- Kostnad er prosjektet sine kostnader knytt til å innføre, utvikle og gjennomføre BIM i prosjektet.

- Nytte er effekten av BIM-investeringa i prosjektet. Effekten er også relatert til kostnader, men dette er reduserte kostnader. Eksempel på dette er:
 - Prosjektstyring: Betre oversikt og kontroll bør kunne gi lågare kostnad for byggeprosjektet.
 - Anleggsgjennomføring: Reduserer kostnader ved at det gjerast mindre feil i bygginga, ein har betre oversikt, og det er enklare å planlegge utføring, framdrift og logistikk.
 - Drift og vedlikehald: BIM kan gi gode grunnlagsdata for å drifte og vedlikehalde anlegget, og det kan vere nyttig for både byggherre og driftsentreprenør. Dette kan redusere kostnader til drift og vedlikehald.

4 Resultat

I dette kapitlet presenterast resultatata av dokumentstudien og intervjuua. Resultatet skal svare på forskingsspørsmåla og vidare problemstillinga for oppgåva. Kapitlet er bygd opp slik at resultatet av forskingsspørsmåla omtalast kvar for seg, under egne overskrifter. Resultata blir diskutert og analysert i kapittel 5 Diskusjon og analyse.

4.1 Forskingsspørsmål 1 – Kartlegging av krav

Kva for krav stillast til BIM?

Det første forskingsspørsmålet skal kartlegge byggherren sine krav til BIM i dei tre prosjekta. Dette forskingsspørsmålet er ikkje ei samanlikning av ulike entreprenørar og rådgivarar eller vurderingar av kven som gjer det best og dårlegast. Målet er å avdekke kva krav som stillast til BIM i dei tre prosjekta, samt finne fellestrekk og ulikskapar mellom krav i prosjekt. Namn på aktørane er presentert for å synleggjere at prosjekta har ulike rådgivarar og for å vise at to av prosjekta har same entreprenør. Namn på intervjuobjekt er sensurert av omsyn til personvern.

Prosjekta er like på fleire områder, men har og enkelte forskjellar. Nokre viktige opplysningar er presentert i Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over prosjekt

Nr.	Prosjektnamn	Entreprisemodell	Prosjektstatus	Entreprenør	Rådgivar
1	E6 Kvithammar – Åsen	Totalentreprise med samhandlingsfase	Fase 1 – Samhandling	Hæhre Entreprenør	Aas-Jakobsen, ViaNova, Selberg Arkitekter, NGI, Sweco, Brekke & Strand, ECT, Safetec mfl.
2	E39 Mandal øst – Mandal by	Totalentreprise med samhandlingsfase	Fase 2 – Bygging	Hæhre Entreprenør	Rambøll, Sweco, TT Anlegg og Traftec
3	E6 Kvål – Melhus	Integrert prosjektleveranse	Fase 2 – Bygging	Peab	COWI

Prosjekt 1 og 2 har same kontraktsform og gjennomføringsmodell. Dei har og same entreprenør, men prosjekt 2 er kommen lenger i gjennomføringa. Sidan prosjekt 1 ikkje har signert kontrakt for fase 2 endå, er det ikkje mogleg å samanlikne krav frå fase 1 og fase 2 i dette prosjektet. Prosjekt 3 gjennomførast som ei IPL entreprise og er no i fase 2, byggefase.

Tilgangen til kontraktsdokument i dokumentstudien har vore ulik for dei tre prosjekta. Dette går fram av Tabell 1 i Kapittel 2.5.1. Kapittel D1.2 er tilgjengeleg i dei tre prosjekta, og det er derfor mogleg å samanlikne krava frå dette kapitlet i alle

prosjekta. Dette er det viktigaste kapittelet med omsyn til BIM-krav, og det er her ein finn dei fleste krava som omhandlar BIM. Kapittel C3 er berre tilgjengeleg for prosjekt 1 og prosjekt 2, og det er derfor berre mogleg å samanlikne dette kapittelet desse to prosjekta. Kapittel C2 og D1.1 er berre tilgjengeleg i prosjekt 2, og desse krava er derfor ikkje tatt med vidare i oppgåva. Vidare i oppgåva presenterast krava som stillast til BIM i dei tre prosjekta.

4.1.1 BIM-krav i prosjekt 1, E6 Kvithammar – Åsen

Dette prosjektet er framleis i samhandlingsfasen, og det er ikkje utarbeida kontrakt for fase 2 endå. Det er derfor ikkje mogleg å samanlikne krav i fase 1 og fase 2 i dette prosjektet. Tabell 4 og Tabell 5 viser krav til BIM frå fase 1 i prosjektet. Det er berre kapittel C3 og D1.2 som har vore tilgjengelege i dette prosjektet.

Tabell 4: BIM-krav i kapittel C3 for prosjekt 1 i fase 1

Nr.	Krav
1	Prosjektet skal inkludere HMS i prosjektmetodikk og verktøy som VDC, TVD, Last Planner, BIM m.fl.
2	Forhold og aktiviteter som medfører fare for alvorlige eller fatale hendelser (høyrisiko) skal gis særskilt oppmerksomhet ved særskilt anmerking og kommunikasjon av risikoforhold og tilhørende tiltak i BIM-modell og produksjonsunderlag.

Tabell 5: BIM-krav i kapittel D1.2 for prosjekt 1 i fase 1

Nr.	Krav
1	Prosjektet skal gjennomføres iht. prinsippene som oppsummeres under begrepet LEAN. Alle former for dobbelt arbeid skal unngås. Dataflyten skal fungere uten tidskrevende filtransformasjoner, eller store editeringsjobber, for å tilrettelegge informasjon til bruk i annen programvare. Ytelsen skal måles i alle relevante prosesser. Forbedring av effektiviteten skal det fokuseres på i alle prosjektets faser og ledd.
2	Prosjektet skal gjennomføres med bruk av Virtual Design and Construction. Dette innebærer bruk av BIM, LastPlanner™ og ICE.
3	Prosjekteringen skal foregå modellbasert med BIM på modenhetsnivå 3, etter prinsipper slik det er beskrevet av «UK Guvernements Construction Client Group - BIM Working Party Strategy paper», mars 2011, side 16–17.
4	Det skal etableres en felles dataplattform for hele prosjektgjennomføringen, der alt av projektering, kvalitetssikring, oppfølging, godkjenning og dokumentasjon skal utføres. All informasjon i prosjektet skal samles et sted og skal til enhver tid være tilgjengelig uten ventetid for prosjektmedarbeidere, uavhengig av rolle eller lokasjon. Det etableres et «big room» i nærhet til anlegget.
5	All saksbehandling knyttet til utviklingen av modellen skal skje i BIM.
6	Et innsynsprogram skal gjøre tilgjengelig all informasjon fra BIM-modellen som er relevant for byggherren. Dette programmet skal også kunne lagre visninger, skru av og på de forskjellige lag, samt på en enkel måte åpne for å hente ut lister med informasjon som ligger lagret i BIM-modellen. Visningen skal kunne fungere offline og samtidig oppdateres automatisk mot den felles BIM-modellen når internettilkobling er tilgjengelig på enheten. Visningen skal, ved å hente

	informasjon direkte fra BIM-modellen, kunne vise snitt, plan, profil og annen tilknyttet informasjon fra hvilket som helst sted langs en relevant linje i modellen. Som minimum skal dette fungere for senterlinje vei. For senterlinje vei skal visningen vise horisontalkurvatur, feltbredder, tverrfall, profilhøyde og terrenghøyde. Visningen(e) skal tilsvare og erstatte B-, C- og F-tegninger, slik de er angitt i Statens vegvesens håndbok R700.
7	BIM og GIS kombineres.
8	Statens vegvesens håndbok V770 Modellgrunnlag er utgangspunktet for hvilke elementer som er aktuelle i prosjektet. Alt arbeid fra planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold baseres på modellgrunnlag. Dette stiller store krav til at modellen er operativ i alle disse fasene, og kan brukes på av alle prosjektmedarbeidere på kontor og i felt. Informasjonen skal kunne leses ut, editeres og overskrives på en strukturert måte, og et regime for sporbar revisjonshåndtering skal etableres.
9	Objektliste/Objektbibliotek for V770 danner grunnlaget for objektkodingen i prosjektet.
10	Alle fagfelt, inkludert elektro, automasjon og IKT objekter, skal synliggjøres i BIM og skal hensyntas i fremdriftssimuleringer. Detaljering innenfor YM og SHA er beskrevet i C3.
11	Oppfølging av fagene skal kunne skje innen systemet. Det skal etableres en løsning for logging av faremomenter for HMSK og trafiksikkerhet, inklusive arbeidsvarsling/faseplaner. Løsningen skal fungere sømløs inn mot BIM.
12	Modenheter av objektene og prosjektet skal indikeres i modellen.
13	Modellen skal kunne kobles til fremdriftsplanen, prosjektnedbrytingsstruktur (PNS) og betalingsplan. Fremdrift, kostnader og CO2-emisjon skal følges opp i BIM.
14	Midlertidige tiltak skal vises i modellen koblet til fremdriftsplan, slik at analyser av risiko, rekkefølge og avhengigheter kan gjennomføres.
15	Informasjon fra modellen skal brukes i maskinstyring og bygging direkte.
16	Modellen skal være tilgjengelig via både PC og mobile enheter.
17	All FDV-informasjon skal kobles mot de aktuelle objektene i BIM.
18	Det skal brukes åpne filformater der dette er mulig.
19	Det er en målsetting at FDV-dokumentasjon skal integreres i en virksomhetsBIM for Byggherren.
20	En teknisk forutsetning for virksomhetsBIM er at alle modeller foreligger på åpne format (eksempelvis *.ifc, *.gml), og at entreprenøren leverer data til virksomhetsBIM underveis gjennom hele prosjektet.
21	Løsningene i faseplanene må prosjekteres og inkluderes i BIM i henhold til kapittel 2.3.1.
22	Alle arbeider som påvirker trafikken på det offentlige veinettet skal synliggjøres i totalentreprenørens framdriftsplan og inkluderes i BIM i henhold til kapittel 2.3.1.
23	Rutiner og leveranser til NVDB skal gjennomføres i henhold til vedlegg i D2 (mal for leveranse til NVDB og tilliggende fagsystem versjon 1.1), basert på informasjon som akkumuleres i eBIM.
24	Totalentreprenøren skal levere ingeniørgeologisk sluttrapport med elektronisk dokumentasjon for hver tunnel iht. N500. Rapportene skal linkes sømløst inn mot BIM.
25	Registrert geologi og bergsikring, samt øvrig dokumentasjon, skal legges inn daglig av totalentreprenøren i BIM-modellen.

4.1.2 BIM-krav i prosjekt 2, E39 Mandal øst – Mandal by

Dette prosjektet er i fase 2, og det er derfor mogleg å samanlikne krav frå fase 1 og fase 2. I dette prosjektet er det ikkje gjort endringar i BIM-krav frå fase 1 til fase 2, og krava i desse fasane er dermed like.

BIM-krava frå kapittel D1.2 er heilt like i prosjekt 1 og prosjekt 2. Krava frå dette kapittelet er derfor ikkje presentert på nytt her. Tabell 6 viser krava frå kapittel C3 i prosjekt 2.

Tabell 6: BIM-krav i kapittel C3 for prosjekt 2 i fase 1 og 2

Nr.	Krav
1	Totalentreprenøren skal ha digitale løysningar som ivaretar planlegging, prosjektering, utførelse, kontroll, oppfølging og forbedring av alle tema i dette dokumentet.
2	Løysningene skal vise sanntidsinformasjon, statistikk, analyse, resultater og forbedring
3	Løysningene skal ha mulighet for on/off-site tilgjengelighet via mobil teknologi
4	Løysningene skal kunne sende automatiserte meldingar og varsler på basis av nyregistrering, endring i data og relevante kriterier/metadata.
5	Løysningene skal bidra til at byggherren raskt og enkelt kan avdekke og ivareta sin påseplikt.
6	Løysningene skal bidra til bekjempelse av arbeidslivskriminalitet gjennom integrasjon mellom registrer for adgangskontroll- og system for registrering av personell og HMS-kort, seriositetsregistre, firma- og leverandørregistre og andre registre relevant for bekjempelse av arbeidslivskriminalitet.
7	Hvor geodata kan nyttiggjøres skal denne type informasjon benyttes
8	Totalentreprenøren skal, gjennom bruk av BIM, implementere risikoforhold, tiltak og HMS-avvik av betydning for HMS på en visuell og lett forståelig måte for brukere av modellen.
9	Hvor risikoforhold og barrierer kan knyttes til fremdriftsplan og/eller arbeidsprosesser skal dette synliggjøres i BIM, og hvor mulig, etablere avhengigheter mellom arbeidsforhold, risikoforhold og barrierer.
10	Hvor det er mulig og relevant skal trening som del av forberedelse til arbeidsoperasjoner, beredskap eller lignende gjennomføres med basis i BIM-modellen, f.eks. gjennom bruk av VR- (Virtual Reality) og AR- (Augmented Reality) verktøy.
11	Løysningene skal gi byggherren tilgjengelighet på samme nivå som totalentreprenøren, med unntak av opplysninger som ikke skal spres i henhold til myndighetskrav.
12	Totalentreprenøren skal sørge for nødvendig opplæring i bruk av totalentreprenørens ITsystemer.
13	Totalentreprenøren plikter å benytte byggherrens HMS-systemer i de tilfeller byggherren krever det. Bruken gir ikke rett til krav om særskilt vederlag.
14	Planene skal foreligge i et digitalt format. Metadata skal gjøres tilgjengelig for byggherre og integreres med BIM-modellen.

4.1.3 BIM-krav i prosjekt 3, E6 Kvål – Melhus

Dette prosjektet er i fase 2, og det er derfor mogleg å samanlikne krav frå fase 1 og fase 2. Tabell 7 viser krav til BIM frå fase 1 og fase 2 i prosjektet. Det er berre kapittel D1.2 som har vore tilgjengeleg i dette prosjektet. Krava som ikkje er like i fase 1 og fase 2 er merka med grå bakgrunn i første kolonne, «Nr.».

Tabell 7: BIM-krav i kapittel D1.2 for prosjekt 3 i fase 1 og 2

Nr.	Krav i fase 1	Krav i fase 2
1	Prosjektet skal gjennomføres iht. prinsippene som oppsummeres under begrepet LEAN. Alle former for dobbelt arbeid skal unngås. Dataflyten skal fungere uten tidskrevende filtransformasjoner, eller store editeringsjobber, for å tilrettelegge informasjon til bruk i annen programvare. Ytelsen skal måles i alle relevante prosesser. Forbedring av effektiviteten skal det fokuseres på i alle prosjektets faser og ledd.	Prosjektet skal gjennomføres iht. prinsippene som oppsummeres under begrepet LEAN. Alle former for dobbelt arbeid skal unngås. Dataflyten skal fungere uten tidskrevende filtransformasjoner, eller store editeringsjobber, for å tilrettelegge informasjon til bruk i annen programvare. Ytelsen skal måles i alle relevante prosesser. Forbedring av effektiviteten skal det fokuseres på i alle prosjektets faser og ledd.
2	Prosjektet skal gjennomføres med bruk av Virtual Design and Construction. Dette innebærer bruk av BIM, LastPlanner™ og ICE.	Prosjektet skal gjennomføres med bruk av Virtual Design and Construction. Dette innebærer bruk av BIM, LastPlanner™ og ICE inkludert bruk av omforente måleparameter.
3	Prosjekteringen skal foregå modellbasert med BIM på modenhetsnivå 3, etter prinsipper slik det er beskrevet av «UK Governements Construction Client Group - BIM Working Party Strategy paper», mars 2011, side 16–17.	Prosjekteringen skal foregå modellbasert og prinsippene i ISO EN 19650 del 1 og 2 skal anvendes. Begreper og definisjoner gitt av standarden skal forankres i prosjektet og kommuniseres til alle relevante prosjektmedarbeidere.
4		Inntil ISO EN 19650 del 3 er tilgjengelig, skal PAS 1192-3 legges til grunn for informasjonsflyt i driftsfasen. Kort tid etter signering av kontrakt skal informasjonsflyt, ansvar, rollefordeling, forventinger og behovsavklaringer kartlegges. Kartleggingen skal danne grunnlag for alt videre arbeid.
5		Implementering av systematisk ferdigstillelse vil bidra til strukturering av arbeidet, og gi viktige premisser for type informasjonsleveranser og tidspunkter for leveransene.
6		Entreprenørens behov for informasjon og objektklassifisering med Coclass, basert på Nye Veier sin objektliste,

		danner grunnlaget for prosjektets modellnedbrytingsstruktur.
7	Det skal etableres en felles dataplattform for hele prosjektgjennomføringen, der alt av prosjektering, kvalitetssikring, oppfølging, godkjenning og dokumentasjon skal utføres. All informasjon i prosjektet skal samles et sted og skal til enhver tid være tilgjengelig uten ventetid for prosjektmedarbeidere, uavhengig av rolle eller lokasjon. Det etableres et «big room» i nærhet til anlegget.	Det skal etableres en felles dataplattform for hele prosjektgjennomføringen, der alt av prosjektering, kvalitetssikring, oppfølging, godkjenning og dokumentasjon skal utføres. All informasjon i prosjektet skal samles et sted og skal til enhver tid være tilgjengelig uten ventetid for prosjektmedarbeidere, uavhengig av rolle eller lokasjon. Det etableres et «big room» i nærhet til anlegget. Dataplattformen skal kommunisere med Nye Veier sin AIM løsning, og bidra til effektivisering av leveranser av geometri og FDV informasjon til byggherre.
8	All saksbehandling knyttet til utviklingen av modellen skal skje i BIM.	All saksbehandling knyttet til utviklingen av modellen skal skje i BIM.
9	Et innsynsprogram skal gjøre tilgjengelig all informasjon fra BIM-modellen som er relevant for byggherren. Dette programmet skal også kunne lagre visninger, skru av og på de forskjellige lag, samt på en enkel måte åpne for å hente ut lister med informasjon som ligger lagret i BIM-modellen.	Et innsynsprogram skal gjøre tilgjengelig all informasjon fra BIM-modellen som er relevant for byggherren. Dette programmet skal også kunne lagre visninger, skru av og på de forskjellige lag, samt på en enkel måte åpne for å hente ut lister med informasjon som ligger lagret i BIM-modellen.
10	Visningen skal kunne fungere offline og samtidig oppdateres automatisk mot den felles BIM-modellen når internettilkobling er tilgjengelig på enheten. Visningen skal, ved å hente informasjon direkte fra BIM-modellen, kunne vise snitt, plan, profil og annen tilknyttet informasjon fra hvilket som helst sted langs en relevant linje i modellen. Som minimum skal dette fungere for senterlinje vei. For senterlinje vei skal visningen vise horisontalkurvatur, feltbredder, tverrfall, profilhøyde og terrenghøyde.	Visningen skal kunne fungere offline og samtidig oppdateres automatisk mot den felles BIM-modellen når internettilkobling er tilgjengelig på enheten. Visningen skal, ved å hente informasjon direkte fra BIM-modellen, kunne vise snitt, plan, profil og annen tilknyttet informasjon fra hvilket som helst sted langs en relevant linje i modellen. Som minimum skal dette fungere for senterlinje vei. For senterlinje vei skal visningen vise horisontalkurvatur, feltbredder, tverrfall, profilhøyde og terrenghøyde.
11	Visningen(e) skal tilsvare og erstatte B-, C- og F-tegninger, slik de er angitt i Statens vegvesens håndbok R700.	Visningen(e) skal tilsvare og erstatte B-, C- og F-tegninger, slik de er angitt i Statens vegvesens håndbok R700.
12	BIM og GIS kombineres.	BIM og GIS kombineres.

13	Statens vegvesens håndbok V770 Modellgrunnlag er utgangspunktet for hvilke elementer som er aktuelle i prosjektet. Alt arbeid fra planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold baseres på modellgrunnlag. Dette stiller store krav til at modellen er operativ i alle disse fasene, og kan brukes på av alle prosjektmedarbeidere på kontor og i felt. Informasjonen skal kunne leses ut, editeres og overskrives på en strukturert måte, og et regime for sporbar revisjonshåndtering skal etableres.	Alt arbeid fra planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold baseres på modellgrunnlag. Dette stiller store krav til at modellen er operativ i alle disse fasene, og kan brukes på av alle prosjektmedarbeidere på kontor og i felt. Informasjonen skal kunne leses ut, editeres og overskrives på en strukturert måte, og et regime for sporbar revisjonshåndtering skal etableres. Håndbok V770 danner grunnlaget for struktur og navngiving av oppgaver i modellen.
14	Objektliste/Objektbibliotek for V770 danner grunnlaget for objektkodingen i prosjektet.	Det skal brukes Coclass klassifikasjonen i prosjektet og det er objekt-ID'en som er basert på Coclass som danner bindeleddet mellom objekt og objektinformasjon.
15	Alle fagfelt, inkludert elektro, automasjon og IKT objekter, skal synliggjøres i BIM og skal hensyntas i fremdriftssimuleringer. Detaljering innenfor YM og SHA er beskrevet i del 1-2.	Alle fagfelt, inkludert elektro, automasjon og IKT objekter, skal synliggjøres i BIM. Detaljering innenfor YM og SHA er beskrevet i del 1-2.
16	Oppfølging av fagene skal kunne skje innen systemet. Det skal etableres en løsning for logging av færemomenter for HMSK og trafikkikkerhet, inklusive arbeidsvarsling/faseplaner. Løsningen skal fungere sømløs inn mot BIM.	
17	Modenhet av objektene og prosjektet skal indikeres i modellen.	Modenhet av objektene og prosjektet skal indikeres i modellen.
18	Modellen skal kunne kobles til fremdriftsplanen, prosjektnekbrytingsstruktur (PNS) og betalingsplan.	
19	Fremdrift, kostnader og CO2-emisjon skal følges opp i BIM.	
20	Midlertidige tiltak skal vises i modellen koblet til fremdriftsplan, slik at analyser av risiko, rekkefølge og avhengigheter kan gjennomføres.	
21	Informasjon fra modellen skal brukes i maskinstyring og bygging direkte.	Informasjon fra modellen skal brukes i maskinstyring og bygging direkte.
22	Modellen skal være tilgjengelig via både PC og mobile enheter.	Modellen skal være tilgjengelig via både PC og mobile enheter.

23	All FDV-informasjon skal kobles mot de aktuelle objektene i BIM.	All FDV-informasjon skal kobles mot de aktuelle objektene i BIM.
24	Det skal brukes åpne filformater der dette er mulig.	Det skal brukes åpne filformater der dette er mulig.

Resultata blir diskutert og analysert i kapittel 5 Diskusjon og analyse.

4.2 Forskingsspørsmål 2 – Konsekvensar av krav

Kva er konsekvensane av krava som stillast til BIM?

Det andre forskningsspørsmålet skal undersøke konsekvensane av byggherren sine krav til BIM i dei tre prosjekta. For å svare på dette forskningsspørsmålet, er det utført semistrukturerte intervju med ein representant frå entreprenør, byggherre og rådgivar i kvar av dei tre prosjekta.

I dette kapitlet presenterast tre hovudfunn frå dei semistrukturerte intervjuja, under eigne overskrifter. Resultata som presenterast er intervjuobjekta sine kvalitative vurderingar. Vidare diskuterast og analyserast dei tre hovudfunna i Kapittel 5, Diskusjon og analyse.

Intervjua avdekkja og fleire interessante funn, som ikkje er presentert i dette kapitlet. Dette er mellom anna enkeltpersonar sine synspunkt og meiningar knytt til konsekvensar av krava som stillast til BIM. Nokon av desse funna er brukt i diskusjon og analyse av konsekvensar av krav til BIM i Kapittel 5, Diskusjon og analyse.

4.2.1 Enkelte krav fører til høgare kostnad enn nytte for prosjektet

Det er ei felles oppfatning om at enkelte krav som stillast til BIM, fører til høgare kostnad for byggeprosjektet. Dette er noko alle rådgivarane, entreprenørane og ein av byggherrane fortel under intervjuja.

Alle dei tre rådgivarane og ein av byggherrane uttalar og at nokre krav, per dags dato, gir høgare kostnad enn nytteverdi for byggeprosjektet. Fleire fortel at nokre krav fører til manuelt arbeid, ettersom det ikkje finst løysingar som kan gjere arbeidet automatisk i programvara. Dette kan endre seg raskt når fleire funksjonar blir implementert i programvara som nyttast, og det er derfor ikkje sikkert at krava som gir høgare kostnader enn nytte i dag, også vil gjere det i framtida.

Fleire av intervjuobjekta fortel også at det er vanskeleg å vurdere kostnader og nytte av krav til BIM. Det er ingen av prosjekta som er ferdige, og det er derfor spesielt vanskeleg å sjå føre seg nytteverdien av enkelte krav.

Det er frå som kjem med konkrete eksempel på krav som fører til høgare kostnad enn nytte for prosjektet, men AIM-løysinga, som utviklast for utbyggingsområdet Trøndelag, blir trekt fram som eit veldig usikkert kort av fleire intervjuobjekt. BIM-rådgivar i Trøndelag uttalar følgjande om dette: «AIM utviklinga som vi har sparka i gang, og som går parallelt med prosjekta, har helt klart generert merarbeid. Dessverre er det mye testing og feiling. Det har ikke gått så målrettet som vi hadde håpet på. Enn så lenge har dette gitt høyere kostnad enn nytte, og nytten vil uansett ikke vise seg før prosjektet er ferdig.»

Eit konkret eksempel på krav som gir høgare kostnad enn nytte er frå rådgivar i prosjekt 2: «Et veldig konkret eksempel er å levere data med geografisk plassering på BIM-objekter til Nye Veier i sluttdokumentasjonen. Det trenger vi ikke fordi objektene vi har er geografisk plassert, slik at dette blir smør på flesk».

I forbindelse med vurdering av lønsemd, er det to rådgivarar og ein entreprenør som kommenterer at krava i fase 2 er eit godt mål på kva for krav prosjektet meiner vil føre til høgare nytte enn kostnad, per dags dato.

4.2.2 Enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet

Det er ei felles oppfatning om at enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var stilt krav om det, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet. Alle dei tre rådgivarane, begge entreprenørane og ein av bygherrane har kommentert dette, og mange har komme med konkrete eksempel på dette.

Følgande krav vart nemnt som eksempel på dette:

1. Krav om at all saksbehandling skal skje i BIM.
«Vi har nå begynt å bruke JIRA. Dette gir heilt klart høgare nytte enn kostnad og vi hadde heller ikkje begynt med dette om det ikkje var eit krav.»
(Rådgivar, prosjekt 3)
2. Krav om leveransar på opent filformat.
«Kravet er at vi skal levere på åpent filformat, der vi tidligere ofte har levert på DWG-format. For DWG har kravene vært at en skal følge en bestemt DAK-struktur i filen, og for skiltfaget så innebærer det en god del jobb å få den strukturen kvalitetsikret og bygd opp riktig. Mens om vi leverer på IFC, som er et åpent format, så tar man med seg objektene sine attributter, slik at en slipper å kontrollere at lagstrukturen er korrekt og en slipper å lage denne strukturen manuelt, noe som kan spare mye arbeid.»
(Rådgivar, prosjekt 2)
3. Krav om felles dataplattform for heile prosjektgjennomføringa.
«Her gjerast samling av data frå anlegget. Altså samling av typisk kvalitetsdokumentasjon og geometrisk kontroll, slik at ein får direkte innsyn til dette. I modellen kan du klikke på eit område, så får du tilgang på dokumentasjon for dette området. Kort fortalt samling av data. Dette er noko som tidlegare typisk har blitt lagt på eit webhotell, og kan vere vanskeleg/utfordrande å få tilgang til. No er ein tvungen til å kople desse dataene til modell, og til at alle skal ha tilgang til dette.»
(Rådgivar, prosjekt 1)
4. Krav om bruk av VDC.
(Entreprenør, prosjekt 1 og 2)
5. Krav om modellbasert prosjektgjennomføring.
«Krav om modellbasert prosjektgjennomføring gjer at vi alltid jobbar på rett arbeidsgrunnlag.»
(Entreprenør, prosjekt 3)

Byggherren på prosjekt 1 og 3 meiner at det ikkje er tilstrekkeleg å berre peike på enkeltkrav. Han seier at: «Den generelle tilbakemeldingen er at de setter pris på at kravene er stilt. For hittil så var man ofte nødt til å diskutere at tiltaket stod i stil med

behovet. Så ved at vi stiller krav, så er det enklere for rådgiveren å gjøre ting. Det er en gjennomgående god tone i prosjektene. Vi unngår jo mye feil med forenklet kommunikasjon, så det har helt klart en verdi. Om ikke det hadde blitt stilt krav i konkurransegrunnlaget, så tror jeg nok at de hadde tatt lettere på det, og da ville vi ikke oppnådd nytten heller. Så jeg er ganske sikker på at kravene har hjulpet mye. Å peke på et eksakt krav er ikke et godt nok svar her, tror jeg.»

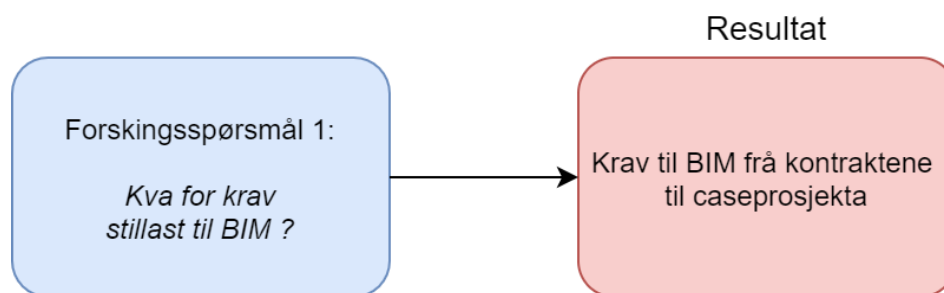
4.2.3 Det er nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare for å kunne tilfredsstillte enkelte krav til BIM

Ei felles oppfatning for rådgivarane og entreprenørane er at alle krava er mogleg å gjennomføre, men at enkelte krav krev innovasjon eller så mykje manuelt arbeid at kostnaden er vurdert til å overstige nytteverdien, per dags dato.

Seks av sju intervjuobjekt svarar at det stillast krav til BIM som har gjort det nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare.

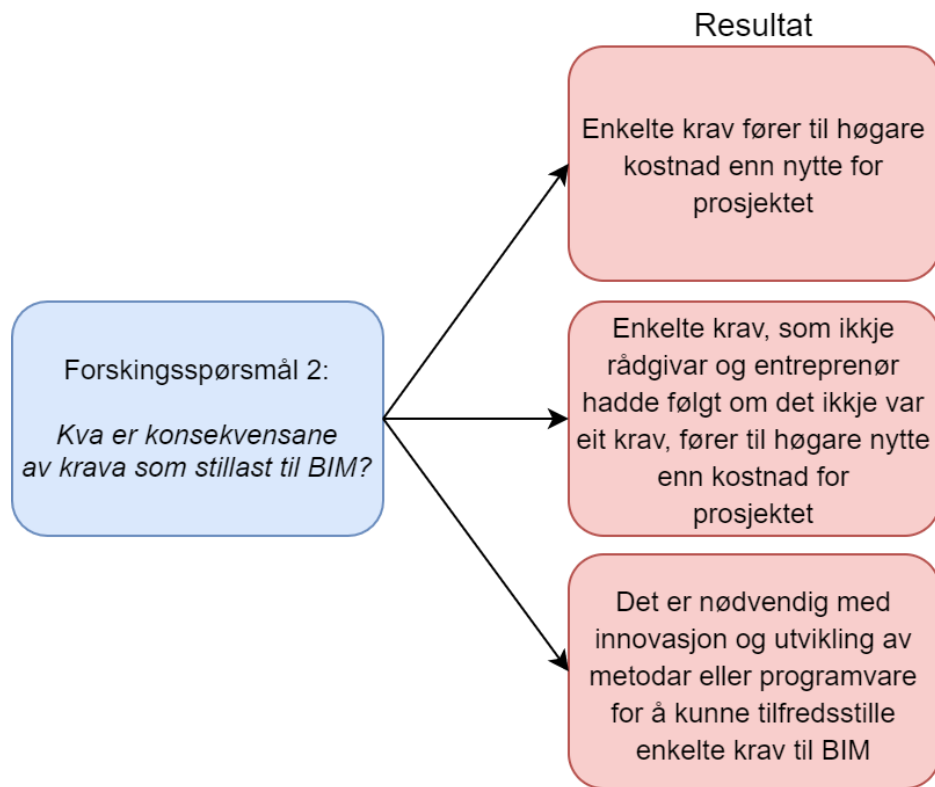
4.3 Oppsummering av resultat

Resultatet frå det første forskingsspørsmålet er listene med krav til BIM frå dei tre prosjekta. Dette går fram av Figur 12. Krava som stillast til BIM blir diskutert og analysert i Kapittel 5.1, og det blir gjort nokre observasjonar knytt til krava.



Figur 12: Resultat av forskingsspørsmål 1

Resultatet frå det andre forskingsspørsmålet er dei tre hovudfunna som vart presentert i Kapittel 4.2. Konsekvensane av hovudfunna blir diskutert og analysert i Kapittel 5.2, saman med konsekvensane av dei observasjonane som blir gjort i Kapittel 5.1. Figur 13 presenterer dei tre hovudfunna som er resultatet av forskingsspørsmål 2.



Figur 13: Resultat av forskingsspørsmål 2

5 Diskusjon og analyse

I dette kapitlet presenterast diskusjonar og analyser av resultatane frå Kapittel 4. Kapitlet er delt inn etter dei to forskingsspørsmåla, og under kvart forskingsspørsmål blir resultatane diskutert og analysert.

5.1 Forskingsspørsmål 1 – Kartlegging av krav

Kva for krav stillast til BIM?

Dette kapitlet diskuterer tre observasjonar som er funne ved å analysere krava som stillast til BIM i prosjekta. Vidare skal Kapittel 5.2 diskutere og analysere konsekvensane av krava. Følgande tre observasjonar er gjort i analysane av krava:

1. Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3
2. Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige
3. Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM

5.1.1 Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3

Krava som stillast til BIM i fase 1 er veldig like i dei tre prosjekta. Det er berre kapittel D1.2 som har vore tilgjengelege i alle prosjekta, og det er derfor dette kapitlet som samanliknast vidare. Alle prosjekta har samhandlingsfase, noko som gjer det mogleg å endre kontraktskrav frå fase 1 til fase 2. I fase 2 er det gjort endringar i prosjekt 3, og det skal gjerast endringar i prosjekt 1, når dette prosjektet kjem til fase 2. Dette er dei prosjekta som er i utbyggingsområdet Trøndelag. Prosjekt 2 er ein del av utbyggingsområdet E39 Sørvest, og har ingen endringar i BIM-krav frå fase 1 til fase 2.

Ein av årsakene til at det gjerast endringar i prosjekt 1 og 3, er at Nye Veier skal utvikle ein AIM-modell for utbyggingsområdet Trøndelag. Dette er eit innovasjonsprosjekt som skjer parallelt med gjennomføring av prosjekt 1 og 3. Innovasjonsprosjektet vart ikkje ferdig før kontrakten for fase 1, i prosjekt 1 og 3, vart lagt ut på anbod. Det er derfor ikkje stilt krav om AIM i fase 1 for desse prosjekta. Implementering av ISO 19650 er ein annan endring som gjerast i prosjekt 1 og 3. Standarden vart vedtatt som norsk standard 01.03.2019, altså etter at konkurransegrunnlaget var lagt ut på anbod for alle dei tre prosjekta. Krava som omhandlar ISO 19650, går ut på at prinsipp frå ISO 19650 del 1 og 2 skal brukast. Dei seier og at omgrep og definisjonar gitt av standarden skal forankrast i prosjektet og kommuniserast til alle relevante prosjektmedarbeidarar. Det er og stilt krav om at PAS 1192-3 skal leggest til grunn for informasjonsflyt i driftsfasen, fram til ISO EN 19650 del 3 er tilgjengeleg.

Byggherren har same BIM-rådgivar i heile utbyggingsområdet Trøndelag, og BIM-rådgivaren hos Nye Veier er derfor den same personen i prosjekt 1 og 3. Prosjekt 2 ligg innan utbyggingsområdet E39 Sørvest og har ein annan BIM-rådgivar frå byggherren Nye Veier. I samtalar med BIM-rådgivaren for utbyggingsområdet Trøndelag, kjem det fram at dei to BIM-rådgivarane har ulike strategiar. Dette fører til forskjellige krav til BIM i prosjekta, sjølv om begge prosjekta i utgangspunktet har mykje av dei same krava i fase 1.

Dei ulike strategiane er eksempel på strategiar med større og mindre grad av prosessdefinerte- og predefinerte krav. Utbyggingsområdet Trøndelag ser ut til å ha eit meir prosess-orientert fokus, sidan dei innfører ISO 19650 og aksepterer at enkelte av dei predefinerte krava frå fase 1 forkastast. Utbyggingsområdet E39 Sørvest ser ut til å ha eit meir predefinert fokus, der ein held fast ved alle krav som stillast. Konsekvensane av å stille predefinerte og prosessdefinerte krav er diskutert i Kapittel 5.2.6. Konsekvensane av at krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3, blir diskutert i Kapittel 5.2.4.

5.1.2 Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige

Fleire av krava som stillast til BIM i prosjekta er ikkje eintydige, og dei kan derfor tolkast på forskjellige måtar. Nokre eksempel på dette er:

- *Dataflyten skal fungere uten tidskrevende filtransformasjoner, eller store editeringsjobber, for å tilrettelegge informasjon til bruk i annen programvare.*
- *Prosjektet skal inkludere HMS i prosjektmetodikk og verktøyer som VDC, TVD, Last Planner, BIM m.fl.*
- *Prosjekteringen skal foregå modellbasert med BIM på modenhetsnivå 3, etter prinsipper slik det er beskrevet av «UK Governements Construction Client Group - BIM Working Party Strategy paper», mars 2011, side 16–17.*

Dette er tre krav som kan tolkast og løysast på ulike måtar. Om ein skal oppfylle det første kravet, så må ein vurdere kva ein «tidkrevjande filtransformasjon» og ein «stor editeringsjobb» er. Dette er relativt, og det gir rom for tolking. Det same gjeld det andre kravet, som er at HMS skal inkluderast i prosjektmetodikk og diverse verktøy. Dette seier ikkje noko om korleis HMS skal inkluderast, kvifor HMS skal inkluderast og i kor stor grad HMS skal inkluderast. Det tredje kravet set krav til BIM-nivå 3, slik det er beskrevet i «UK Governements Construction Client Group - BIM Working Party Strategy paper». Sjølv med denne beskrivinga, er det ikkje mogleg å eintydig bestemme kva som må til for å oppfylle BIM-nivå 3. Rådgivar i prosjekt 1 nemner dette kravet og fortel at: «Eg trur at viss du spør 10 personar om kva modenhetsnivå 3 i detalj betyr, så får du 10 forskjellige svar.»

Konsekvensane av å stille krav som ikkje er eintydige, blir diskutert i Kapittel 5.2.

5.1.3 Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM

Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM i prosjekta.

Eit eksempel på eit predefinert krav er: «Informasjon fra modellen skal brukes i maskinstyring og bygging direkte.» Dette kravet beskriv ingen prosess, og er derfor predefinert.

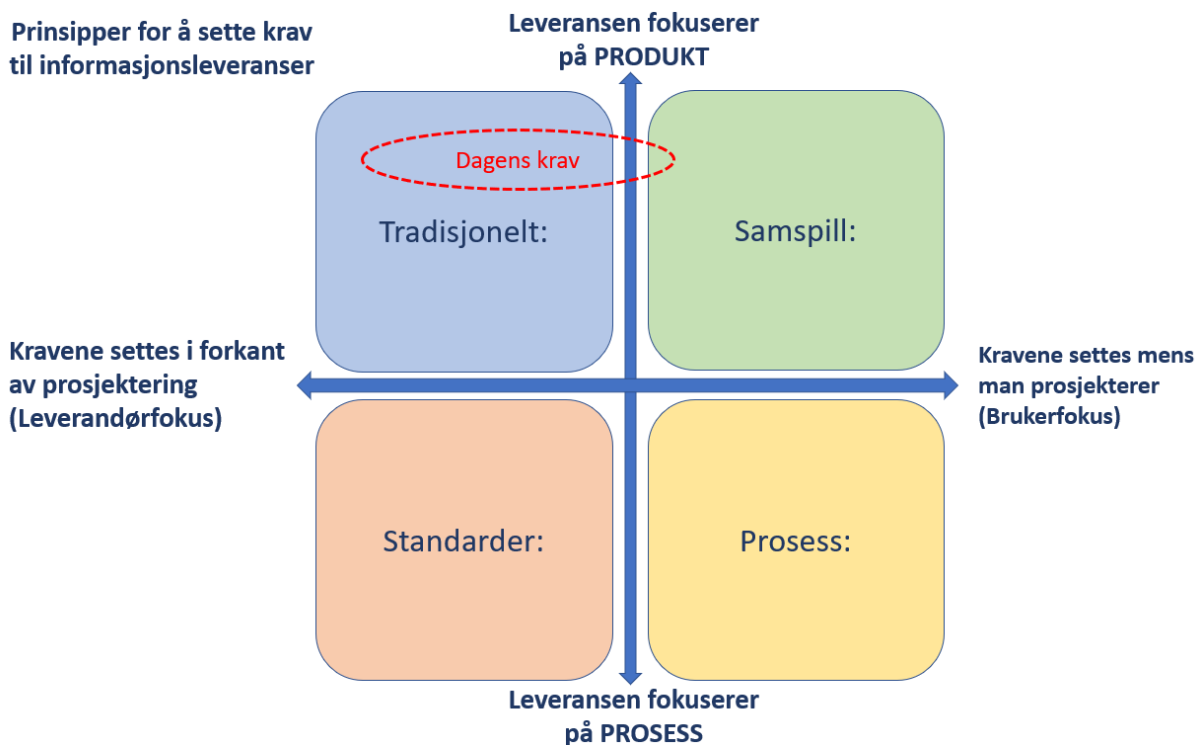
Eit eksempel på eit prosessdefinert krav er: «Prosjekteringen skal foregå modellbasert og prinsippene i ISO EN 19650 del 1 og 2 skal anvendes. Begreper og definisjoner gitt av standarden skal forankres i prosjektet og kommuniseres til alle relevante prosjektmedarbeidere» (prosjekt 3, fase 2). Det stillast krav til at prinsippa frå ISO 19650 del 1 og 2 skal brukast. ISO 19650 del 2, spesifiserer krav til handtering av informasjon, i form av ein styringsprosess. Dette kravet er derfor eit prosessdefinert krav.

Det er ei stor overvekt av predefinerte krav i dei tre prosjekta, og dette er gjeldande sjølv om ISO 19650 skal implementerast i prosjekt 1 og er implementert i prosjekt 3.

Konsekvensane av å stille både predefinerte og prosessdefinerte krav, blir diskutert i Kapittel 5.2.

5.1.4 Oppsummering av diskusjon og analyse for forskingsspørsmål 1

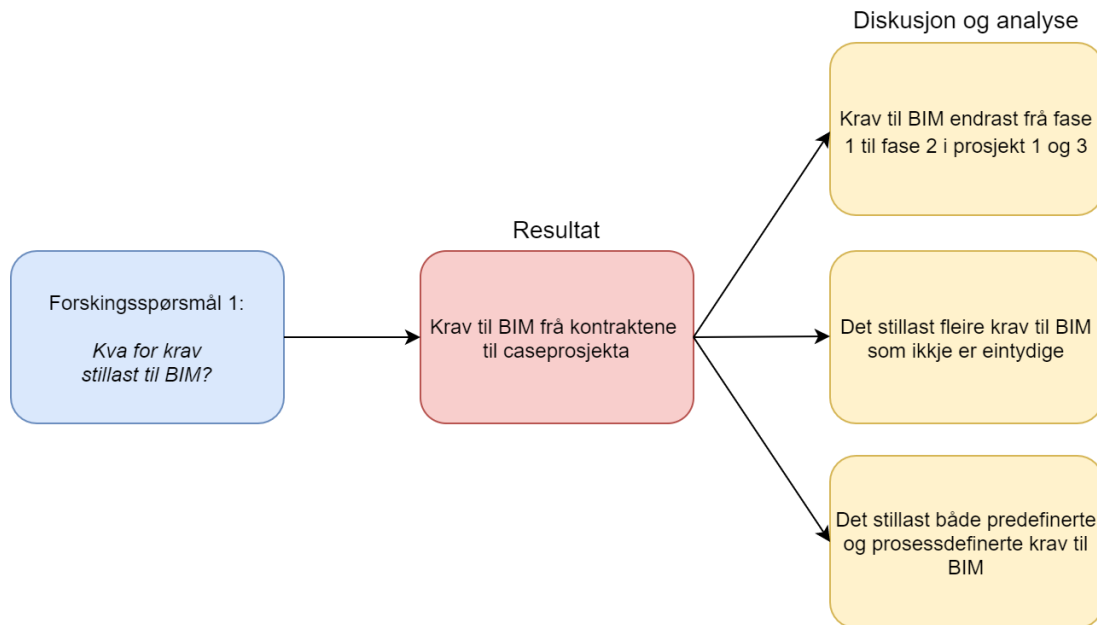
Dei tre prosjekta er veldig like med omsyn til BIM-krav, sjølv om det er litt fleire forskjellar i fase 2, samanlikna med fase 1. Det raude stipla området i Figur 14, viser omtrentleg kvar BIM-krava plasserer seg i koordinatsystemet «prinsipp for å stille krav til informasjonsleveransar». Området er plassert på bakgrunn av forholdet mellom predefinerte og prosessdefinerte krav, og på bakgrunn av kor mykje samhandlingsfasen har påverka informasjonsleveransen. Dette er ikkje eksakt, og det er meint som ein prinsipiell illustrasjon av kva for krav som stillast i dei tre prosjekta.



Figur 14: BIM-krava si plassering i «Prinsipp for å sette krav til informasjonsleveransar», (Hjelseth, 2020)

Figur 14 viser ei overvekt av predefinerte krav i alle dei tre prosjekta, sjølv om prosjekt 1 og 3 har stilt krav om ISO 19650 i fase 2. Alle prosjekta har samhandlingsfase, men det er forskjellar i kor mykje endringar som er gjort i denne fasen. Dette kan indikere kor mykje av krava som stillast etter at prosjektet er i gong. Sjølv om det ikkje er utført endringar i samhandlingsfasen i prosjekt 2, så har denne fasen likevel vore med på å endre informasjonsleveransen i prosjektet. Rådgivar i prosjekt 2 uttalte at samhandlingsfasen var viktig for å kunne definere krav vidare og for å bli einige om detaljar.

Figur 15 viser dei tre observasjonane frå dette kapittelet. Konsekvensane av dei tre observasjonane blir diskutert og analysert i Kapittel 5.2.

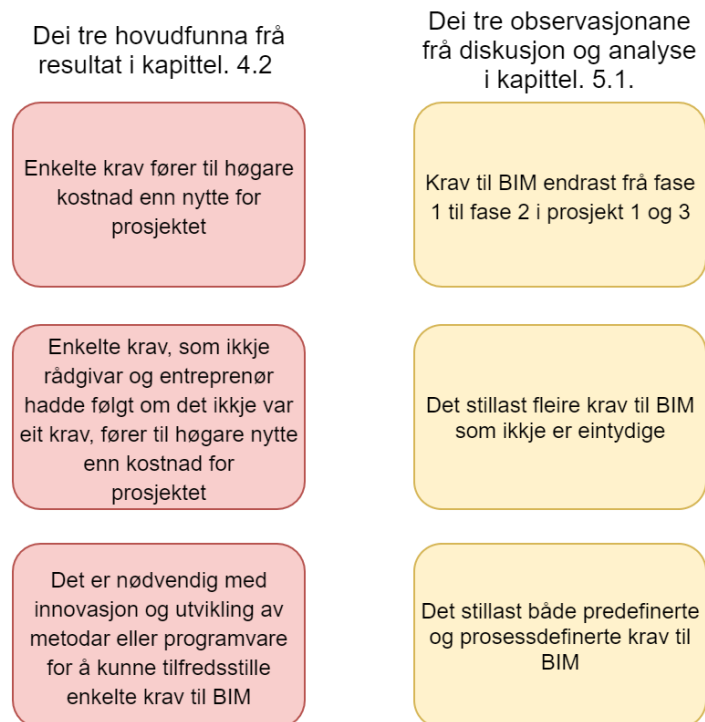


Figur 15: Oppsummering av diskusjon og analyse for forskingsspørsmål 1

5.2 Forskingsspørsmål 2 – Konsekvensar av krav

Kva er konsekvensane av krava som stillast til BIM?

Denne delen av diskusjon og analyse kapitlet er delt inn i dei tre hovudfunna som vart presentert under resultatet i Kapittel 4.2, og dei tre observasjonane frå diskusjonen og analysen av krava som stillast til BIM, som vart presentert i Kapittel 5.1. Dette kapitlet skal diskutere og analysere konsekvensane av krava som stillast til BIM, basert på hovudfunna og observasjonane.



Figur 16: Hovudfunn og observasjonar.

Fleire av hovudfunna er knytt til kostnader og nytte. Både kostnader og nytte av enkeltkrav er vanskeleg å måle, og ein må legge til grunn at resultatet av intervju er intervjuobjekta sine kvalitative og relative vurderingar.

Det er forskjellige formål med krava som stillast til BIM. Nokre krav er stilt for å styre byggeprosjektet. Eksempel på dette er krav om at VDC skal brukast. Dette kravet har ingen verdi i etterkant av prosjektet, og kravet er stilt for å gjere sjølv byggeprosjektet betre og meir lønsamt. På den andre sida har ein kravet om at leverandøren skal levere data til ein AIM, som byggherren skal bruke for å drifte veganlegget i framtida. Dette er eit krav som gir ein auka kostnad i byggeprosjektet, men liten nytteverdi for sjølv byggeprosjektet. Kravet kan likevel føre til høgare nytteverdi enn kostnader, men denne nytteverdien vil først vise seg etter at prosjektet er ferdigbygd og driftsfasen er i gong. Det er derfor viktig å skilje mellom kostnader og nytteverdiar i byggeprosjektet og i heile prosjektet, då inkludert ein analyseperiode av driftsfasen. Nye Veier skal drifte og vedlikehalde desse anlegga i heile levetida til prosjektet, og det er derfor naturleg å bruke heile levetida til prosjektet som analyseperiode. Vidare brukast omgrepa «byggeprosjektet» om perioden fram til ferdigstilling av anlegget, og «heile prosjektet» vert brukt om byggeprosjektet og heile levetida til prosjektet.

Spørsmåla om kostnader og nytte vart stilt opne, mellom anna for å finne ut kva aktørane tenker på som kostnader og nytte. Felles for intervju med entreprenørane og rådgivarane, er at det berre nemnast prosjektøkonomiske kostnader og nytteverdiar. Dette er naturleg, sidan dette er det dei har insentiv for å tenke på. Eksterne verknader, som Co2-utslepp og støy, er berre nemnt som nytteverdi i intervju med byggherre. Eit anna fellestrekk er at alle aktørane berre nemner kostnader og nytte i byggeprosjektet, med AIM løysinga som einaste unntak.

Basert på desse observasjonane diskuterast kostnader og nytteverdiar som prosjektøkonomiske kostnader og nytteverdiar vidare i oppgåva. Dette betyr at eksterne verknader ikkje er medrekna i nyttevurderinga. Der dette ikkje er lagt til grunn i diskusjonane og analysane, vil det presiserast kva som er lagt til grunn.

Dei grunnleggande skilnadane mellom leverandør og byggherre gjer at dei vil ha ulikt fokus på BIM. Byggherren skal bygge og drifte anlegget, og bør derfor vere opptatt av levetidskostnader. Dette kan vere av spesiell betydning for BIM-løysingar som er meint å gi nytte i etterkant av byggeprosjektet. Entreprenøren har ein kortare tidshorisont, og han vil vere mest opptatt av fasen mellom byggestart til garantiperioden på arbeidet er over. Innanfor denne tidshorizonten vil entreprenøren balansere kvalitet mot kostnad, slik at det blir mest mogleg lønsamt for entreprenøren.

Vidare i denne oppgåva diskuterast lønsemd for prosjektet, altså byggherren. Der dette ikkje er lagt til grunn i diskusjonane og analysane, vil det presiserast kva som er lagt til grunn. Dette kan eksempelvis vere lønsemd for entreprenør eller rådgivar.

5.2.1 Enkelte krav fører til høgare kostnad enn nytte for prosjektet

Alle dei tre rådgivarane og ein entreprenør svarar at nokre krav til BIM gir høgare kostnad enn nytte for byggeprosjektet. I prosjekt 3 er både entreprenør og rådgivar einige om at krava som er fjerna i kontrakten til fase 2, er dei krava som prosjektet har vurdert at ikkje er lønsame i byggeprosjektet. Eksempel på krav som er tatt bort i fase 2 er krav om at framdrift, Co2-utslepp og kostnader skal kunne følgast opp i BIM-modellen, samt krav om at midlertidige tiltak skal visast i BIM-modellen og koplast til framdriftsplanen. Desse krava er knytt til bygging av sjølv prosjektet, og ikkje til

driftsfasen. Krava er derfor ikkje berre vurdert til å gi meir kostnad enn nytteverdi for byggeprosjektet, men og for heile prosjektet.

For å kunne vurdere samfunnsøkonomisk lønsemd, må ein inkludere eksterne verknader som eksempelvis Co2-utslepp. Co2-utslepp er noko som kanskje kan reduserast ved å kople inn Co2-utslepp i BIM-modellen, spesielt når ein jobbar med regulering i samhandlingsfasen. Om ein ikkje har utsleppsdata, vil ein i alle fall ikkje greie å ta omsyn til Co2-utslepp, og ein vil ikkje kunne vurdere dette opp mot kostnader i prosjektet. Frå ingeniøren sitt perspektiv, er dette det første steget mot reduserte utslepp. Om ein kan redusere Co2-utsleppet, vil dette altså ha ein samfunnsøkonomisk nytteverdi. Co2-utslepp i BIM-modell kan og vere nyttig frå ein prosjektøkonomisk ståstad, både for byggherren og leverandøren. Co2-utslepp vil auke om materialforbruket og dieselforbruket aukast. Sidan Co2-utslepp har ein korrelasjon med materialforbruk og dieselforbruk, har det og ein korrelasjon med kostnader i prosjektet. Auka bevisstheit rundt Co2-utslepp, vil derfor også påverke kostnader for både entreprenør og byggherre, då dei kan minimalisere og optimalisere materialforbruk, dieselforbruk og meir. Når klimarekneskap i framtida blir sett som kriteria for tildeling av kontraktar, vil denne positive effekten forsterkast for leverandørane som har utvikla Co2-utslepp i modell. Det same gjeld om det innførast bonusordningar for minimering av Co2-utslepp. I prosjekt 3 er kravet om Co2-utslepp i modell forhandla vekk i samhandlingsfasen, og det er ikkje eit krav i fase 2. Dette er etter leverandøren sitt ønske, og leverandøren har derfor vurdert at dette ikkje er prosjektøkonomisk lønsamt for deira egen del, sjølv om det heilt klart gir ein prosjektøkonomisk nytteverdi.

Prosjekt 1 og 3 er i utbyggingsområdet Trøndelag, og begge prosjekta skal levere data til ein AIM. Det er ingen av intervjuobjekta frå prosjekta som har sagt at AIM vil gi høgare kostnader enn nytte på sikt, men fleire har uttalt at AIM har vore kostnadsdrivande for byggeprosjektet. Dette gjeld spesielt prosjekt 3, som er kommen lengre enn prosjekt 1 i denne prosessen. BIM-rådgivar for byggherren i Trøndelag har sjølv uttalt at: «AIM utviklinga som vi har sparka i gong, og som går parallelt med prosjektet, den har helt klart generert merarbeid og dessverre er det mye testing og feiling. Det har ikke gått så målrettet som vi hadde håpet på. Enn så lenge så har dette gitt høyere kostnad enn nytte, og nytten vil uansett ikke vise seg før prosjektet er ferdig.» Sjølv om byggeprosjektet ikkje har stor nytte av AIM, vil dei som skal planlegge drift og vedlikehald ha nytte av den, også før anlegget er ferdig. Planlegging av rutinar for drift og vedlikehald, samt utarbeiding av gode kontraktar for drift, er tidkrevjande arbeid som byggherren bør sette i gong før byggeprosjektet er ferdig. Høg kvalitet på ein AIM vil forenkla dette arbeidet, og det gir høgare kvalitet på grunnlaget for drift og vedlikehald.

Ein mekanisme i entreprisar er at byggherren betaler for det han bestiller, og at entreprenøren berre har insentiv til å utføre det han ser eigen nytte i, og det han får tilstrekkeleg betalt for å utføre. Forhandlingane i samhandlingsfasen vil prinsipielt vere med på å balansere dette. Krav som gir høgare kostnad enn nytteverdi for entreprenøren vil bli forsøkt endra eller forkasta i samhandlingsfasen.

Sidan samhandlingsfasen gjer det mogleg å diskutere kva for krav som skal stillast i fase 2, vil BIM-krava i fase 2 representere prosjektet si vurdering av kva for krav som er lønsame i prosjekt 3. Enkelte krav som leverandøren ikkje ønsker å utføre, er berre retta mot byggeprosjektet. Dette betyr at byggherren ikkje får noko nytteverdi av kravet i etterkant av prosjektet. Enkelte av desse krava, som ikkje er vurdert som prosjektøkonomisk lønsame for prosjektet, har heller ingen samfunnsøkonomisk nytte ut

over den prosjektøkonomiske nytten. Ein kan derfor stille spørsmål om kvifor enkelte krav blir med vidare i konkurransegrunnlag til byggherren. Eit eksempel på krav som leverandørane ikkje ønsker å utføre, fordi det per dags dato gir meir kostnad enn nytteverdi for byggeprosjektet, er krav om at kostnader skal kunne følgast opp i BIM. Byggherren stiller dette kravet i fase 1 i alle kontraktane sine, fordi dei ønsker at kostnader skal implementerast i BIM-modellen, og at dette skal gjerast utan manuelt arbeid. Kostnader i BIM-modellen har eit stort potensial, og om ein får ei automatisk kopling mellom objekt og kostnader, vil dette gi høg nytteverdi i forhold til kostnad. Grunnen til at fleire leverandørar ikkje ønsker å levere kostnader i modellen er fordi programvara som nyttast til prosjektering ikkje er tilpassa dette endå. Om ikkje leverandøren utviklar noko sjølv, må kostnader leggast manuelt inn i BIM-modellen. Dette eksempelet er berre knytt til byggeprosjektet, og kravet har ingen eksterne verknader. Dette gjer at kravet er vurdert som ulønsamt både prosjekt- og samfunnsøkonomisk.

I framtida vil det komme innovasjonar som gjer det mindre kostbart å nå mange av krava som stillast til BIM. Mange av krava vil etter kvart bli så lite kostbare å gjennomføre, at nytteverdien vil bli større enn kostnaden. Ein kan derfor ikkje slå seg til ro med at krava frå fase 2 i prosjekt 3, er dei som vil gi høgare kostnader enn nytte i framtida.

Til no er det kostnader og nytteverdiar for eitt og eitt prosjekt som er diskutert. Om eit krav medfører ein innovasjon, kan nytteverdien av kravet strekke seg ut over nytteverdien i prosjektet der innovasjonen vart utført. Ein kan få løysingar på prosjekt-nivå som bidreg til utvikling på bransje-nivå. Dette blir diskutert vidare i kapittel 5.2.3.

Diskusjon og analyser av dette funnet viser nokre konsekvensar av krava som stillast til BIM. Per dags dato er enkelte krav verken samfunns- eller prosjektøkonomisk lønsame, både for byggeprosjektet og heile prosjektet. Dei høge krava bidreg likevel positivt til innovasjon av metodar og programvare.

5.2.2 Enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet

Dei semistrukturerte intervjuar viser at enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjekta. Det kom fram fleire konkrete eksempel på dette i løpet av intervjuar, og ingen av intervjuobjekta nytta det same kravet som eksempel. Det er då sannsynleg at fleire av aktørane ville ha kjent seg att i dei andre aktørane sine eksempel. Dette talar for at det eigentleg er fleire slike krav i prosjekta.

Eksempla var stort sett krav som omhandlar sjølv byggeprosjektet. Dette betyr at krava gir meir lønsame byggeprosjekt. Eit meir lønsamt byggeprosjekt, gir og eit meir lønsamt prosjekt inkludert heile levetida til prosjektet. Eksempla var stort sett krav som gav prosjektøkonomisk lønsemd og som ikkje hadde eksterne verknader. Den prosjektøkonomiske kostnaden og nytten er ein del av den samfunnsøkonomiske, noko som betyr at auka prosjektøkonomisk lønsemd gir auka samfunnsøkonomisk lønsemd. Dette føreset at kravet ikkje gir negative eksterne verknader.

Eksempla kjem frå entreprenørane og rådgivarane, og det er deira syn som framhevast i funnet. Likevel er dette krav som har vore lønsame både for dei som enkelt aktørar, og for prosjektet frå eit samfunnsøkonomisk perspektiv. Det skuldast at byggherren får

redusert prosjektet sin kostnad, ved at entreprenøren ser verdien av desse krava i samhandlingsfasen. I begge entrepriseformene kan kostnader for prosjektet reduserast i samhandlingsfasen, når det skal forhandlast om pris og krav til fase 2. I ein IPL kontrakt vil det også vere ein verdi for byggherren å oppdage nytten av eit krav i byggefasen. Då vil alle aktørane dele den økonomiske gevinsten av det lønsame kravet. I totalentreprisar med samhandlingsfase, vil entreprenøren ende opp med gevinsten av eit krav som er meir lønsamt enn forventa i byggefasen.

Dette funnet viser ein positiv konsekvens av krava som stillast til BIM i prosjekta. Nokre krav gir ein nytteverdi som ikkje prosjektet hadde oppnådd om byggherren ikkje hadde stilt krava. Krava vil altså føre til auka lønsemd for byggeprosjektet og prosjektet inkludert heile levetida. Krava kan og føre til auka lønsemd for leverandøren.

5.2.3 Det er nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare for å kunne tilfredsstille enkelte krav til BIM

Det er einigheit blant aktørane at enkelte krav til BIM har gjort det nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare.

Innovasjon i prosjekt har både positive og negative konsekvensar, samanlikna med innovasjon på bransje-nivå. Når byggherren stiller det same kravet til fleire ulike leverandørar, vil dette gi fleire ulike løysingar på korleis kravet kan oppfyllest. Den positive sida av dette er at byggherren får fleire ulike løysingar, og byggherren kan då vurdere kva løysing ein vil gå vidare med i framtidens prosjekt. Ei negativ side er at ein finn opp kruttet fleire gongar. Kvar av leverandørane utviklar si løysing, noko som kan vere kostnadsdrivande for prosjekta.

Mykje av innovasjonen skjer på prosjekt-nivå, og denne innovasjonen kan gi løysingar på bransje-nivå. Erfaringsdeling er ein kritisk faktor for å få til dette. Dei ulike prosjekta må snakke saman og evaluere metodar og løysingar. På denne måten kan ein sikre at innovasjonane som skjer i prosjekt, og fører til ei utvikling av bransjen. ISO 19650 og MMI er eksempel på innovasjonar frå bransje-nivå som no kan brukast i prosjekt. ISO 19650 skal sikre at bransjen tar i bruk felles konsept og prinsipp for informasjonshandtering, og nyttar same styringsprosess i prosjektfasen. MMI skal sikre ei felles forståing av modenheit på objekt i ein BIM-modell.

Innovasjonane kan føre til reduserte kostnader, i heile levetida til prosjektet og for byggeprosjektet. Når ein innovasjon lukkast og blir lønsam for prosjektet, vil den ofte bli løfta til bransje-nivå. Då kan nytteverdien av kravet strekke seg ut over nytteverdien i prosjektet, der innovasjonen vart utført. Ein kan få løysingar på prosjekt-nivå som bidreg til utvikling på bransje-nivå. Nytteverdien av innovasjonar er vanskeleg å måle dersom den strekk seg utanfor prosjektet, men basert på dei semistrukturerte intervjuar verkar det å vere ein felles positivitet knytt til at byggherren stiller høge krav til BIM. Dette gjer det mogleg for aktørane å investere i teknologi og kunnskap, noko som igjen kan drive utviklinga vidare. Om det ikkje stillast høge krav til BIM, må rådgivar og entreprenør forsvare kvifor det investerast i BIM, noko som ikkje er eit tema når det stillast krav frå byggherre.

Fleire av krava som gjer det nødvendig med innovasjon, er dei same krava som nokon av intervjuobjekta meiner gir høgare kostnad enn nytte. Dette viser noko av dilemmaet knytt til å stille krav som krev innovasjon. Ein kan ende opp med gode og lønsame løysingar, men det og kan gi ein høg kostnad i forhold til nytteverdien det gir.

Innovasjon som er lønsam for kvar enkelt aktør vil skje automatisk i prosjekt over tid. Dette er fordi dei ulike bedriftene må utvikle seg like bra som konkurrentane for å kunne vere konkurransedyktige. Likevel har forskinga avdekkja at nokon av krava som Nye Veier stiller, og som entreprenør og rådgivar ikkje hadde følgd om det ikkje vart stilt krav om det, gir høgare nytte enn kostnad for prosjektet. Sjølv om dette er krav som aktørane etter kvart må oppfylle for å vere konkurransedyktige, vil desse krava føre til at endringsprosessen i bransjen går raskare. Eit predefinert krav, som gir høgare kostnad enn nytte, vil føre til at alle som jobbar for Nye Veier må løfte seg til det nivået.

Nokre innovasjonar vil ikkje skje automatisk om det ikkje stillast krav. Eksempel på dette er løysingar og system som skal gjere drift og vedlikehald meir effektivt i framtida. Desse krava må byggherren stille, og dei må stille krava på ein måte slik at leverandøren ikkje kjem unna dei. Det same gjeld krav om Co2-utslepp i modell, som leverandøren foreløpig ikkje vurderer som lønsamt. I dagens prosjekt har ikkje leverandøren store nok insentiv for å redusere Co2-utslepp, og det er derfor heller ikkje store nok insentiv for leverandøren til å utvikle ei god løysing for Co2-utslepp i modell. Resultatet av dette er enkle løysingar, som akkurat kan seiast å vere innanfor kravet. Desse løysingane vil ofte ikkje fungere slik byggherren ønska i utgangspunktet, og krav om Co2-utslepp i modell er eit eksempel på dette. Krav som leverandøren ikkje sjølv har insentiv for å utføre, bør enten detaljerast betre eller så bør ein stille krav om funksjonen som er ønska.

Denne oppgåva gir ikkje grunnlag for å vurdere kva som er den beste måten å gjennomføre innovasjon på, men det er tydeleg at innovasjonen gjerast på både prosjekt-nivå og bransje-nivå. Innovasjon på prosjekt-nivå skuldast i stor grad strenge krav til BIM.

Rådgivarane er ein av dei store «vinnarane» ved BIM. Rådgivaren har insentiv for å få flest mogleg timar med arbeid, medan byggherre og entreprenør bør vere opptatt av å balansere kostnader mot nytte. Arbeid med BIM er generelt sett resurskrevjande, spesielt arbeid med utvikling av løysingar og programvare, noko som medfører fleire rådgivartimar. Det er og mange sider av BIM som skal redusere bruk av rådgivartimar, og eit eksempel på dette er at tverrfagleg kontroll kan gjerast mykje enklare når alt er prosjektert i 3D. Ein føresetnad for dette er og at prosjekta må modellerast meir i detalj, noko som fører til fleire rådgivartimar. Det knytast og meir informasjon til BIM-modellen, og det gir mykje arbeid for rådgivaren i prosjektet. Enkelte krav til BIM genererer fleire rådgivartimar enn det sparar, men har som funksjon å vere nyttig frå eit samfunnsøkonomisk perspektiv. Krav om Co2-utslepp i modell og AIM-løysing er eksempel på dette. BIM-krava stillast av byggherren, og målet med krava er derfor å auke samfunnsøkonomisk lønsemd. Forskinga tyder på at mange krav bidreg positivt til dette, men at fordelinga av arbeidsmengde endrast. BIM-krava fører til redusert arbeidsmengde for entreprenøren i byggeprosjektet og for byggherren i driftsfasen, medan rådgivaren sit att med meir arbeid i planlegging og prosjektering av prosjektet.

Ein annan konsekvens av dei høge krava til BIM, er at alle aktørane må auke BIM-kompetansen sin. Dette er nødvendig for å nå mange av krava som stillast i Nye Veier sine prosjekt. For å kunne nå krava som stillast til BIM, må alle løfte seg frå dagens nivå. Dette gjeld spesielt dei som ikkje tradisjonelt har jobba direkte med BIM. Sjølv om kompetanseheving er resurskrevjande, er det einigheit blant aktørane om at kompetanseheving er ein positiv konsekvens av krava som stillast til BIM, i alle fall på lang sikt. BIM-kompetansen til entreprenør og rådgivar handlar ikkje berre om å styrke kompetansen til kvar einskild aktør. Om eit samarbeid mellom entreprenør og rådgivar er

suksess, vil dette gi eit konkurransefortrinn i framtida, og begge partar vil kunne dra nytte av samarbeidet. Dette kan gi ekstra insentiv til å utføre meir framtidsretta innovasjonar med omsyn til BIM.

Nokre krav medfører og behov for investeringar, spesielt for entreprenørane. Rådgivarar og byggherrar treng stort sett ikkje å gjere store investeringar, ut over investering i innovasjon og utvikling. Entreprenørane må i mange høve investere i dyre BIM-kioskar og nettbrett som skal erstatte teikningar som arbeidsgrunnlag. Dette er og ein konsekvens av krava som stillast til BIM.

Dette funnet viser fleire konsekvensar av krava som stillast til BIM i prosjekta. Nokon av krava medfører behov for innovasjon og utvikling av metodar og programvare, og dette kan både auke og redusere kostnadene i prosjektet. Dei høge krava fører og til kostnader knytt til kompetanseheving og investering i utstyr, men det er ei felles positiv innstilling knytt til at dette skal lønne seg på sikt.

5.2.4 Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3

Diskusjonen og analysane av forskingsspørsmål 1, viser at enkelte krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3.

Når krav til BIM i fase 2 er ulike for prosjekta, viser dette at det er mogleg å endre krav til BIM i samhandlingsfasen. Ein positiv konsekvens av samhandlingsfasen er at byggherren kan tilpasse og optimalisere krav som stillast til fase 2, i samhandlingsfasen. Sjølv om dette er ei forhandling mellom byggherren og leverandøren, så er det byggherren som bestemmer. Entreprenøren vil prøve å påverke krava slik at han får mest mogleg nytte i forhold til kostnad. Samhandlingsfasen er eit insentiv for byggherren til å stille høge krav til BIM. Eit høgt krav er eit forhandlingskort for byggherren, gitt at det er mogleg å fråvike kravet. Dette kan vere gunstig for å redusere prisen på eit prosjekt eller for å kunne legge til andre krav i samhandlingsfasen.

I kontrakten for fase 2 i prosjekt 3, vart det mellom anna fjerna krav om kostnader, framdrift og Co2-utslepp i modell. Når byggherren vil legge til krav om AIM-løysing og bruk av ISO 19650, gir det grunnlag for at leverandøren kan forhandle bort nokre krav til BIM, som dei ikkje ønsker. Så ein byggherre som legg til krav, vil gjere det enklare for ein leverandør til å fjerne krav.

Samhandlingsfasen kan og føre til sparte kostnader for prosjektet. Om det stillast krav som prosjektet vurderer at ikkje er lønsame, er det enkelt å justere ned, endre eller forkaste kravet i samhandlingsfasen. Dette kan gi reduserte kostnader for prosjektet. I andre entrepriseformler vil byggherren ofte vere redd for å gjere endringar i krav, slik at entreprenør kan krevje tillegg.

Dette funnet viser ein positiv konsekvens av måten krava stillast på i desse prosjekta. Det er positivt at byggherren har fleksibilitet til å gjere endringar i kontakta for fase 2. Dette kan gi reduserte kostnader ved at prosjektet enkelt kan forkaste krav som ikkje er lønsame for prosjektet. Om byggherre nyttar fleksibiliteten til å legge til krav som ikkje er lønsame for leverandøren, vil dette gå ut over noko anna i eit kompromiss mellom byggherre og leverandør.

5.2.5 Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige

Diskusjonen og analysane av forskingsspørsmål 1, viser at det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige. Dette er krav som kan tolkast ulikt, og dei kan derfor løysast på ulike måtar. Om ein skal oppfylle slike krav, må det gjerast vurderingar av kva som er meint med kravet. Dette er relativt i mange høve, og krava vil vere opne for tolking. Krav som ikkje er eintydige medfører derfor konsekvensar.

Krav som ikkje er eintydige gjer det mogleg for entreprenøren å tolke kravet til sin fordel. Om slike krav ikkje er lønsame for entreprenøren, vil entreprenøren tolke kravet slik at det kostar minst mogleg. Eit eksempel på dette er kravet om at CO₂-utslepp skal følgast opp i BIM-modellen. Entreprenøren kan løyse dette billig ved å legge inn Co₂-utslepp manuelt i BIM-modellen, etter at den valte løysinga er prosjektert. Då kan dei seie at dei faktisk har implementert Co₂-utslepp i modell, sjølv om meininga med kravet frå byggherren si side var meir omfattande. Byggherren ønsker å kople Co₂-utslepp til objekt i modellen, slik at ein kan vurdere Co₂-utslepp i arbeidet med prosjekteringa, ikkje berre som eit rekneskap i ettertid. Dette er eit eksempel på krav til BIM som er stilt veldig lite detaljert. Det kan derfor tolkast og løysast på fleire måtar. Når leverandøren kan tolke kravet til sin fordel, slik at det kostar dei minst mogleg, kan dette føre til redusert innovasjon og samfunnsøkonomisk lønsemd. Med «reduert innovasjon» meinast det at innovasjonen ikkje vart slik som tiltenkt frå byggherren si side. Dette vil ikkje gi redusert innovasjon i forhold til å ikkje stille kravet, men det gir redusert innovasjon i forhold til kva byggherren meinte då han stilte kravet. Konsekvensen av å stille eit slikt krav er derfor mindre lønsemd, ikkje mindre innovasjon.

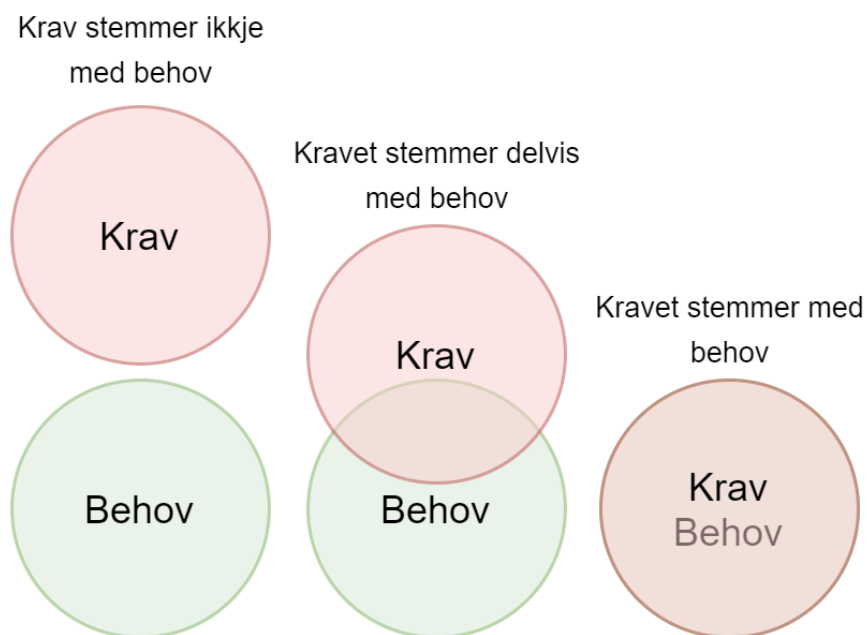
Generelt kan ein seie at konsekvensen av krav som ikkje er eintydige er at byggherren kan få ein annan kvalitet samanlikna med det byggherren forventa å få. Dette kan redusere både prosjekt- og samfunnsøkonomisk lønsemd.

5.2.6 Det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM

Diskusjonen og analysane av forskingsspørsmål 1, viser at det stillast både predefinerte og prosessdefinerte krav til BIM i dei tre prosjekta. I utgangspunktet er det positivt å stille både predefinerte krav og prosessdefinerte krav, då desse har forskjellige eigenskapar.

Predefinerte krav bør nyttast når ein veit behovet for informasjon. Bruk av predefinerte krav vil føre til at leverandøren veit akkurat kva byggherren krev, gitt at krava er tilstrekkeleg detaljert. Det vil og gi mindre arbeid for prosjektet sidan ein slepp prosessen i prosessdefinerte krav, noko som kan vere krevjande og ta lang tid.

Årsakene til at dei predefinerte krava ofte ikkje fungerer, er fordi dei ikkje tilfredsstillar det reelle behovet i prosjektet. Om kravet ikkje dekkjer eit behov, vil det stort sett ikkje skape nytteverdi for prosjektet, og det vil berre føre til auke i kostnad. Figur 17 illustrerer korleis krav kan stemme med behov.



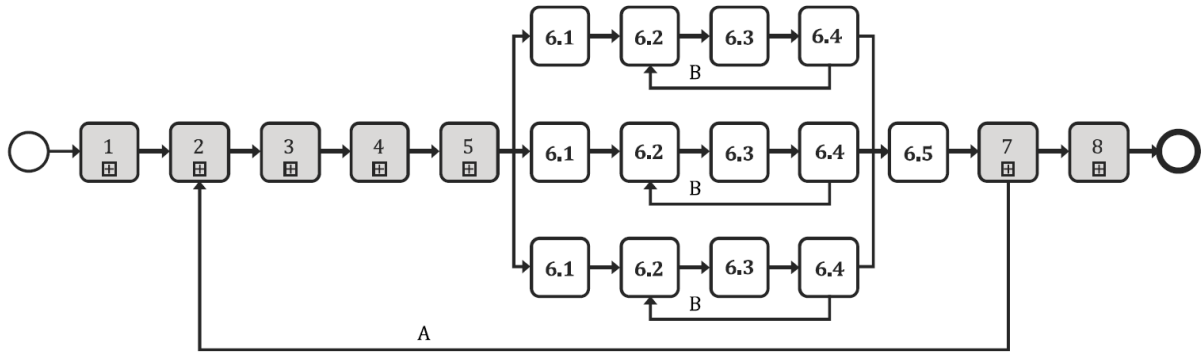
Figur 17: Illustrasjon av krav og behov

I praksis vil det sjeldan vere slik at eit krav enten dekker eller ikkje dekker eit behov, og ein vil ofte sjå at kravet stemmer delvis med behovet, jamfør Figur 17. Det er fleire moglege årsaker til at krav ikkje stemmer heilt overeins med behov. Nokre eksempel på dette er:

- Det har aldri vore eit behov.
(Nokre krav stillast fordi byggherren trur det er eit behov for noko.)
- Behovet er ikkje gjeldande for alle prosjekt.
(Alle prosjekt er ulike, og nokre ulikskapar gjer at behova i prosjekta er ulike.)
- Behovet endrar seg i løpet av prosjektet.
(I løpet av prosjektet er det ikkje uvanleg at behov endrar seg. Dette kan skuldast ny informasjon som vert avdekkja i planleggings- og byggeprosessen.)
- Aktørane har ulike behov og dermed ulike insentiv.
(Byggherre, entreprenør og rådgivar kan ha ulike behov, og dermed ulike insentiv til å gjennomføre BIM-krav)

Predefinerte krav er ofte basert på malar, og det er mange ulike malar som kan nyttast både i bygg- og anleggsprosjekt. Mange av malane er veldig lange og detaljerte, noko som ikkje er positivt om dei ikkje dekker behova i prosjektet. Dette illustrerer godt problemet med å stille predefinerte krav.

Prosessdefinerte krav gir ein heilt annan dynamikk. Då bestemmer ein korleis noko skal leverast gjennom ein prosess som er definert på førehand. Dette gir fleksibilitet til å tilpasse informasjonsleveransar til det enkelte prosjektet sine behov, slik at krava som stillast faktisk dekker eit reelt behov. Dette kan vere ein tidkrevjande prosess, men ein sikrar at krava som stillast dekker eit behov og vidare gir nytteverdi for prosjektet. Ein føresetnad for at prosessdefinerte krav skal fungere, er at også desse krava beskrivast godt. Om dette ikkje blir gjort, vil leverandøren ha moglegheit til å komme seg unna krav, på same måte som diskutert i Kapittel 5.2.5 «Det stillast fleire krav til BIM som ikkje er eintydige». Prosessdefinerte krav er ofte stilt med hjelp av prosesskart. Desse kan lagast både overordna og detaljert. Figur 18 viser eit eksempel på prosesskart henta frå ISO 19650 - Del 2. Dette eksempelet er ein prosess for produksjon av informasjon.



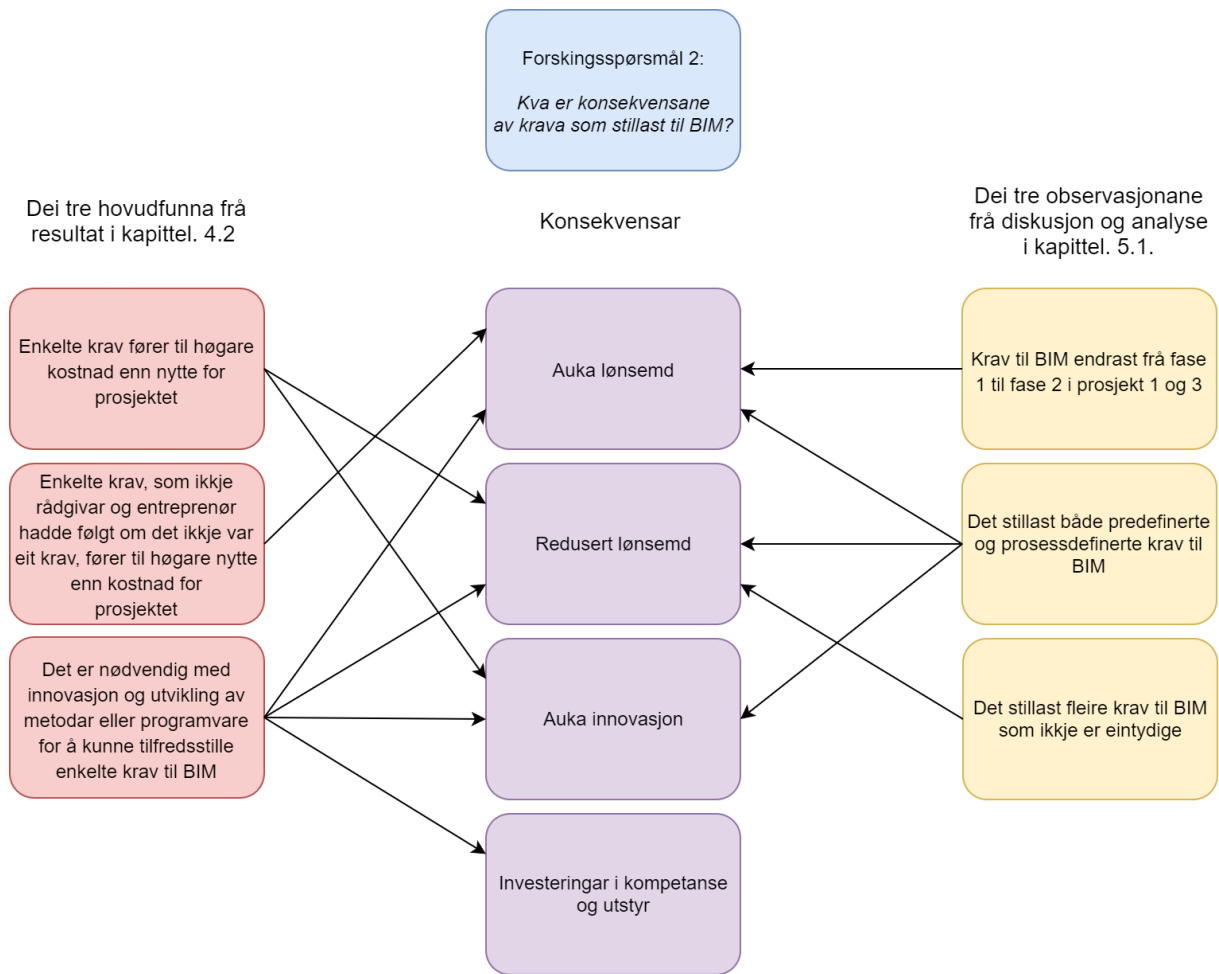
Figur 18: Eksempel på prosesskart. Figur henta frå ISO 19650 - del 2 (Standard Norge, 2018b)

Av kontraktane ser ein at prosessdefinerte krav blir brukt i tillegg til predefinerte, også der dei predefinerte krava avgrensar dei prosessdefinerte krava. Eit eksempel på dette er at det stillast eit prosessdefinert krav om bruk av ISO 19650, som vidare seier at det skal utarbeidast ein leveranseplan der prosjektet planlegg alle leveransar. Meininga med dette er at all informasjon skal produserast for ein grunn. Det stillast og krav om at modellen skal oppdaterast med eit gitt mellomrom, og det skal utførast overflyging av drone med eit gitt mellomrom. Dette er predefinerte krav som avgrensar det prosessdefinerte kravet om bruk av ISO 19650. Ved å avgrense det prosessdefinerte kravet, vil ein miste noko av verdien med å stille prosessdefinerte krav. I dette eksempelet kan det føre til auka kostnader fordi prosjektet må utføre leveransar, også der dei ikkje meiner at dette er nødvendig jamfør deira eigen leveranseplan. Ein mogleg konsekvens av dette er altså auka kostnader og redusert lønsemd for prosjektet.

Prosessdefinerte og predefinerte krav kan og påverke innovasjonen i prosjekta. Om ein veit eksakt korleis ein vil ha noko, bør ein stille predefinerte krav. Om ein ikkje veit eksakt kva ein treng, kan ein stille krav om ein prosess der ein utviklar noko saman. Ein kan og stille eit predefinert krav som beskriv ein ønska funksjon.

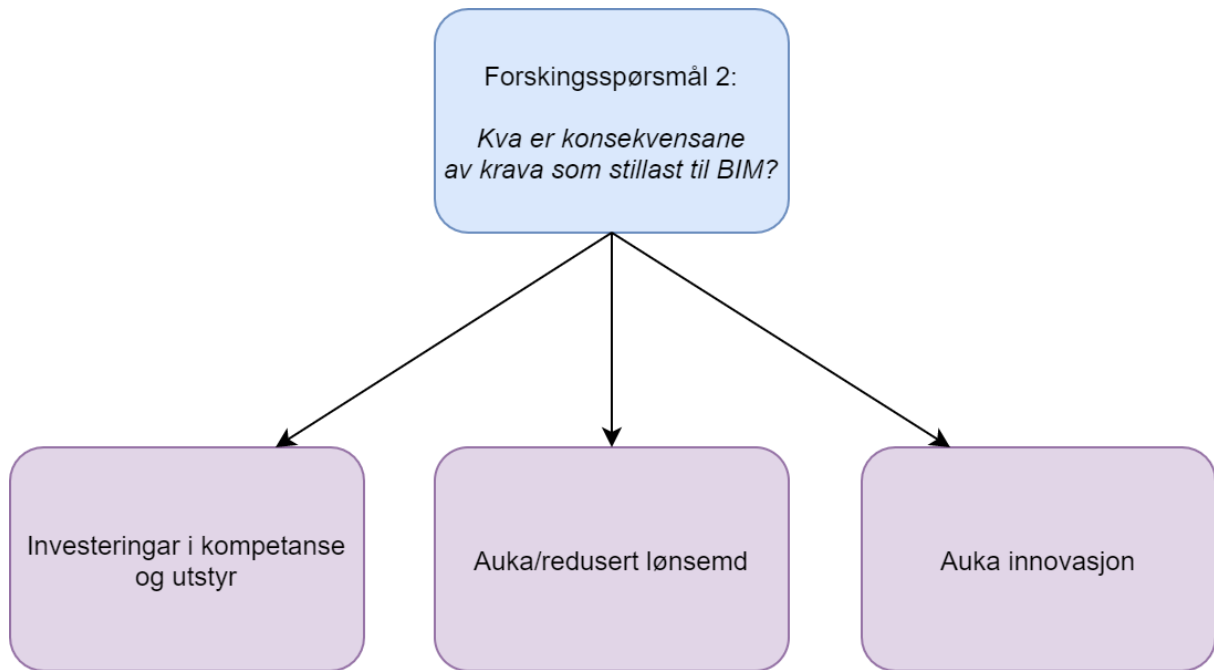
Generelt kan ein seie at det verken er positivt eller negativt å stille predefinerte og prosessdefinerte krav, men at ein bør vere bevisst på forskjellane mellom dei. Feil bruk av krav kan føre til auka kostnader og redusert lønsemd. Det kan og føre til innovasjon med feil fokus og mål, som vidare gir lite nytte i forhold til kostnad. Rett bruk vil ha motsett effekt.

5.2.7 Oppsummering av diskusjon og analyse for forskingsspørsmål 2



Figur 19: Hovudfunn, observasjonar og konsekvensar av BIM-krav

Figur 19 viser kva for konsekvensar av krav til BIM som er diskutert under observasjonane frå BIM-krava og hovudfunna frå intervju. Fleire av konsekvensane som er diskutert under kvart funn, overlappar kvarandre. Det kunne ha vore sett fleire piler mellom observasjonar og konsekvensar, men figuren viser dei viktigaste samanhengane. Figuren viser litt av kompleksiteten av krav til BIM. Det er mange av dei ulike observasjonane og funna som kan peike på dei same konsekvensane, og det er konsekvensar som er avhengige av kvarandre. Vidare kan ein dele konsekvensane inn i tre slik som vist i Figur 20.



Figur 20: Konsekvensar av BIM-krav

Diskusjon og analyse av resultatane har ført fram til tre konsekvensar av krava som stillast til BIM i dei tre prosjekta.

Succar (2009) definerer BIM som retningslinjer, prosessar og teknologi. Denne oppgåva undersøker krava som stillast til BIM og konsekvensane av krava. Krava som stillast til BIM ligg under retningslinjer-feltet, og oppgåva skal derfor undersøke konsekvensar av retningslinjer-feltet. Konsekvensane er likevel avhengige av samspelet mellom retningslinjer, teknologi og prosess, og det er derfor viktig å sjå samspelet mellom desse.

Auka- og redusert lønsemd i prosjektet er ein konsekvens av samspelet mellom teknologi, prosess og retningslinjer. BIM har ingen eigenverdi, og verdien av BIM ligg i å gjere prosjekt betre. Eit betre prosjekt er mellom anna eit meir lønsamt prosjekt.

Innovasjon er også kytt til alle felta i BIM, men det er ulike aktørar som driv innovasjon på dei ulike felta. Innovasjon i teknologi gjerast av alle aktørane, men det blir ofte betalt av prosjektet, altså byggherren. Innovasjonar innan retningslinjer er ofte bransje-initiativ, og det vert derfor rett å seie at alle aktørane bidreg til dette. Ut over dette er det stort sett byggherren som jobbar med innovasjon innan retningslinjer. Prosessar blir også utvikla av alle aktørane, både kvar for seg og i fellesskap.

Investeringar i utstyr og kompetanse er og knytt til dei tre felta av BIM. Kompetanse krev investeringar for alle aktørane på både teknologi- og prosess-feltet. I tillegg til dette må byggherren ha kompetanse innan retningslinjer, for å kunne stille fornuftige krav til BIM. Investeringar i utstyr knyt seg mest til teknologi-feltet, og denne investeringa vil vere størst for entreprenørar, som må bygge utan teikningar i dagens prosjekt.

Dette viser at konsekvensane av krava som stillast til BIM påverkar alle dei tre felta, retningslinjer, prosessar og teknologi.

5.3 Studien sin relevans ved totalentreprisar utan samspel

Denne studien er gjort med tre prosjekt som har to forskjellige entrepriseformer. Begge entrepriseformene er samspeleentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør, og forskinga er derfor avgrensa til dette. Forskinga er og avgrensa til å vurdere krava som byggherren Nye Veier stiller til BIM i prosjekta sine. Nye Veier har i hovudsak to entreprisemodellar: Totalentreprise og totalentreprise med samhandlingsfase. Det er derfor relevant å vurdere om delar av denne studien kan vere relevant for Nye Veier sine vanlege totalentreprisar utan samhandlingsfase.

Mykje tyder på at dei fleste konsekvensane som er diskutert i denne oppgåva hadde vore gjeldande for vanlege totalentreprisar. Dette føreset at totalentreprisane stiller dei same krava som er vurdert i denne studien. Fleire av intervjuobjekta har vore involvert i andre Nye Veier prosjekt, som har vore utført som vanlege totalentreprisar. Det kjem fram at mange av krava er felles for dei to entrepriseformene, og konsekvensane av krava vil då vere delvis samanliknbare.

I Kapittel 5.2.4 «Krav til BIM endrast frå fase 1 til fase 2 i prosjekt 1 og 3», diskuterast konsekvensar av at BIM-krava stillast i ei samhandlingsfase. Dette funnet viser ein positiv konsekvens av BIM-krav i samspeleentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Det er positivt at byggherren har fleksibilitet til å gjere endringar i kontakta for fase 2. Dette kan gi reduserte kostnader og auka lønsemd, ved at byggherren kan tilpasse og optimalisere krav. Sjølv om dette er ei forhandling mellom byggherren og leverandøren, så er det byggherren som bestemmer. Leverandøren vil prøve å påverke krava slik at han får mest mogleg nytte i forhold til kostnad.

I Kapittel 5.2.2 «Enkelte krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet», diskuterast ein annan positiv konsekvens av samhandlingsfasen. Dei semistrukturerte intervjuar viser at det er fleire krav som fører til høgare nytte enn kostnad for prosjekta, og som entreprenør og rådgivar ikkje hadde følgd om det ikkje vart stilt krav om det. Krava er stort sett krav som omhandlar sjølv byggeprosjektet, noko som betyr at krava gir meir lønsame byggeprosjekt for leverandøren. Likevel er dette krav som har vore lønsame både for dei som enkelt aktør og for prosjektet frå eit samfunnsøkonomiperspektiv. Dette skuldast at byggherren kan få redusert prosjektet sin kostnad ved at entreprenøren ser verdien av desse krava i samhandlingsfasen. I ei vanleg totalentreprise, utan samhandlingsfase, hadde leverandøren fått heile gevinsten av dette lønsame kravet, som han ikkje visste at var lønsamt.

Vidare er det ikkje avdekkja andre konsekvensar av krav, som er avhengige av entrepriseforma. Studien ser derfor ut til å vere relevant for vanlege totalentreprisar, føreset at det stillast same krav til BIM som i dei tre undersøkte prosjekta.

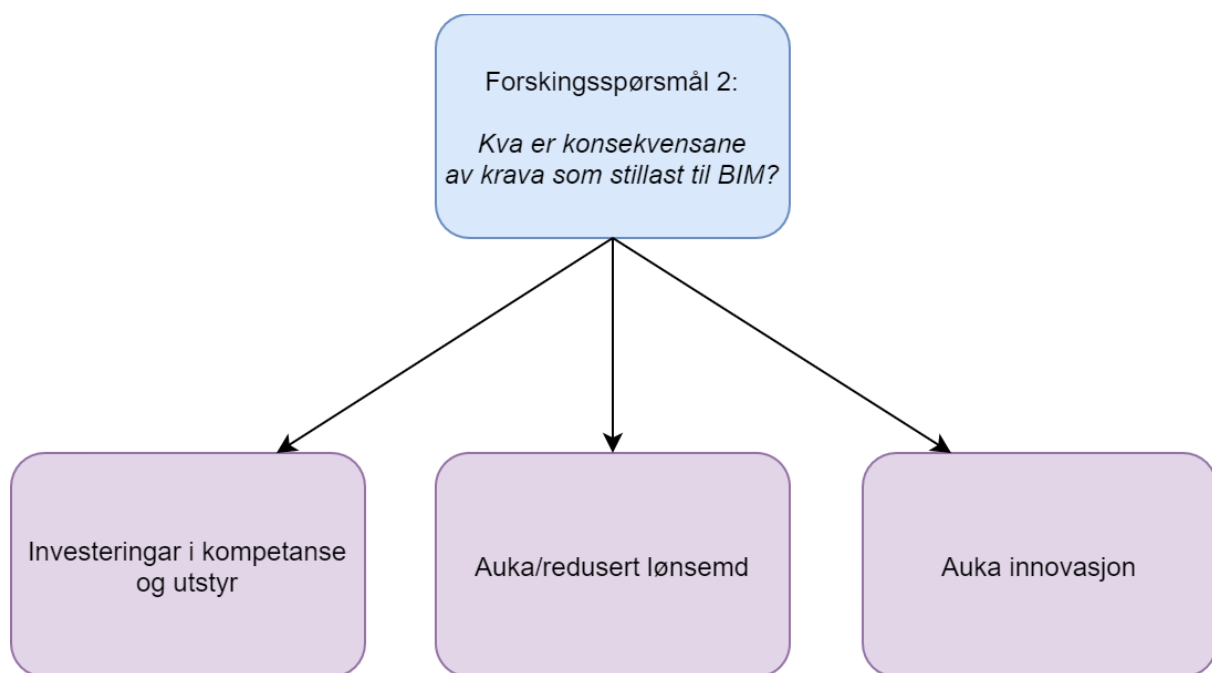
6 Konklusjon og anbefalingar

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensar av krav byggherren stiller til BIM, i vegprosjekt utført som samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Det skal og vurderast om det er grunnlag for å foreslå endring av krava som stillast, basert på funna i oppgåva.

Konklusjonen skal svare på problemstillinga, basert på forskinga som er gjort i denne oppgåva. Kapittelet er delt i to delar, som saman svarar på heile problemstillinga.

6.1 Del 1 – Konsekvensar av krava som stillast

I Kapittel 5.2 diskuterast og analyserast observasjonane frå dokumentstudien og funna frå intervjuet. Basert på dette er det avdekket tre viktige konsekvensar av krava som stillast til BIM. Dette er svaret på den første delen av problemstillinga. Dette kapittelet gir ei kort oppsummering av konsekvensane av krava som stillast til BIM. Konsekvensane går fram av Figur 21:



Figur 21: Konsekvensar av BIM-krav

Det er ingen tvil om at bransjen ønsker digitalisering, og det er einigheit om at BIM er eit godt verktøy for å oppnå ei lønsam endring. Målet om ein digitalisert og meir lønsam bransje, er drivkrafta bak Nye Veier sine høge krav til BIM. Nye Veier skal bygge meir veg for pengane, og dette betyr at krava som stillast bør gi høgare nytte enn kostnad for prosjekta. Som statleg byggherre har Nye Veier også eit samfunnsansvar, noko som betyr at krava dei stiller bør vere samfunnsøkonomisk lønsame.

Ein av konsekvensane er at enkelte krav ikkje er lønsame, medan andre krav er lønsame, både frå eit prosjektøkonomisk og samfunnsøkonomisk perspektiv. Dette gjeld både for byggeprosjektet og for prosjektet i heile den forventa levetida. Veggen vidare

handlar om å stille krava slik at konsekvensane blir høgast mogleg samfunnsøkonomisk lønsemd, i ein analyseperiode på heile prosjektet si levetid. Dette betyr at krava bør gi mest mogleg kostnadseffektiv gjennomføring for entreprenørar, samt redusere byggherrekostnader, prosjektkostnader og levetidskostnader for anlegget. For å auke lønsemda i framtida er innovasjon eit viktig verkemiddel.

Enkelte krav bidrar til meir eller betre innovasjon i prosjekta, og innovasjonar bidrar til å utvikle bransjen vidare. Noko av utviklinga hadde skjedd uansett, som følgje av konkurranse mellom bedrifter, men denne utviklinga vil og gå raskare fordi Nye Veier stiller krav som fører til høgare nytte enn kostnad, og som ikkje entreprenør og rådgivar hadde følgd om det ikkje var stilt krav om det. Andre innovasjonar stillast krav til fordi Nye Veier ønsker dei. Det er spesielt viktig å stille gode krav til desse innovasjonane, sidan dei andre aktørane ikkje har insentiv for å utvikle dette. Det er ingen tvil om at Nye Veier utviklar bransjen når dei stiller dei krava som dei gjer, men det er større tvil knytt til om krava som stillast er den mest økonomiske og effektive måten å drive utvikling på. I enkelte tilfelle går krava ut over kor lønsamt eit enkeltprosjekt er, og det er viktig å vurdere konsekvensane av korleis ein gjer innovasjon. Denne oppgåva gir ikkje eit svar på korleis ein bør drive innovasjon, men den avdekkjer nokre positive og negative sider ved å drive innovasjon på prosjekt-nivå og på bransje-nivå. Innovasjonane er i stor grad knytt til dei høge krava som stillast, og det same kan seiast om investeringar i kompetanse og utstyr.

Enkelte krav fører og til at aktørane må investere i kompetanse og utstyr, noko som på kort sikt vil føre til auka kostnader. Alle aktørane må investere i kompetanse, medan investering i utstyr truleg er større for entreprenørane. Det er likevel ei felles oppfatning om at desse investeringane vil vere lønsame på sikt, både prosjektøkonomisk og samfunnsøkonomisk.

Den neste delen av konklusjonen foreslår nokre endringar til BIM-krava i framtidas prosjekt, basert på funna i denne oppgåva.

6.2 Del 2 – Forslag til endringar

Krav til BIM er noko som bransjen har jobba med lenge, så ein kan ikkje forvente at denne masteroppgåva skal komme med ei enkel løysning på dette. Oppgåva har likevel avdekkja nokre konsekvensar av krav til BIM, som både er positive og negative. Konsekvensane av krava som stillast til BIM, er vidare brukt til å utarbeide fire konkrete forslag til endringar for framtidas prosjekt.

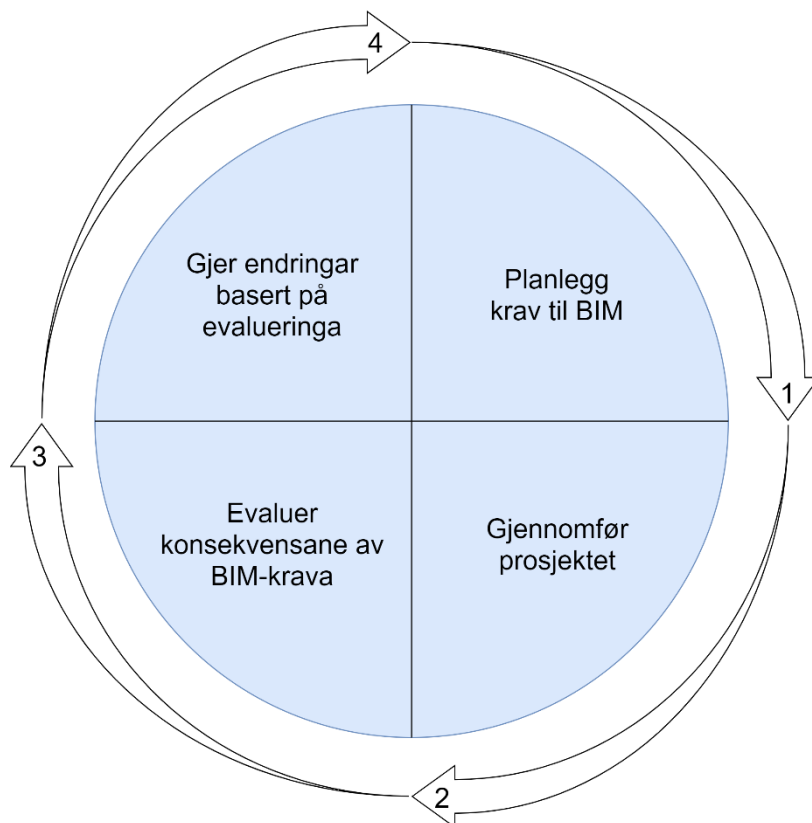
1. Dei krava, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, og som fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet, bør behaldast i framtidas prosjekt. Dei bør detaljerast tilstrekkeleg og stillast som predefinerte krav.

Ein viktig føresetnad for dette er at krava må vere lønsame i andre prosjekt og. Forskinga avdekkja fleire krav, som ikkje rådgivar og entreprenør hadde følgd om det ikkje var eit krav, og som fører til høgare nytte enn kostnad for prosjektet. For å avdekke fleire slike krav bør dette spørsmålet stillast til alle aktørane i fleire prosjekt. Då vil ein få ei betre oversikt over slike krav, samanlikna med krava som er presentert i denne oppgåva. Desse krava kan vere fornuftig å halde på, og eventuelt detaljere meir for å sikre at alle krava gir den tenkte nytteverdien for prosjekta. Slike krav vil føre til at BIM-

nivået til aktørane aukar, og dei vil drive utviklinga av bransjen vidare i eit raskare tempo, samanlikna med om krava ikkje vart stilt.

Etter kvart vil utviklinga ta igjen nokon av desse predefinerte krava som er lønsame i dag, og det kjem nye løysingar og betre måtar å gjere noko på. Dei predefinerte krava vil likevel ikkje hindre denne utviklinga. Dette skuldast at byggherren naturlegvis vil fråvike kravet i ei samhandlingsfase, om det finst løysingar som er meir lønsame frå eit samfunnsøkonomisk perspektiv. Når dette skjer, og det kjem ein ny og betre måte å gjere noko på, så bør dette implementerast som eit predefinert krav i kontrakten. Dette er kontinuerleg utvikling jamfør Deming Cycle, illustrert i Figur 22.

Kontinuerleg forbetring av krav til BIM



Figur 22: Kontinuerleg forbetring av krav til BIM, basert på Deming Cycle.

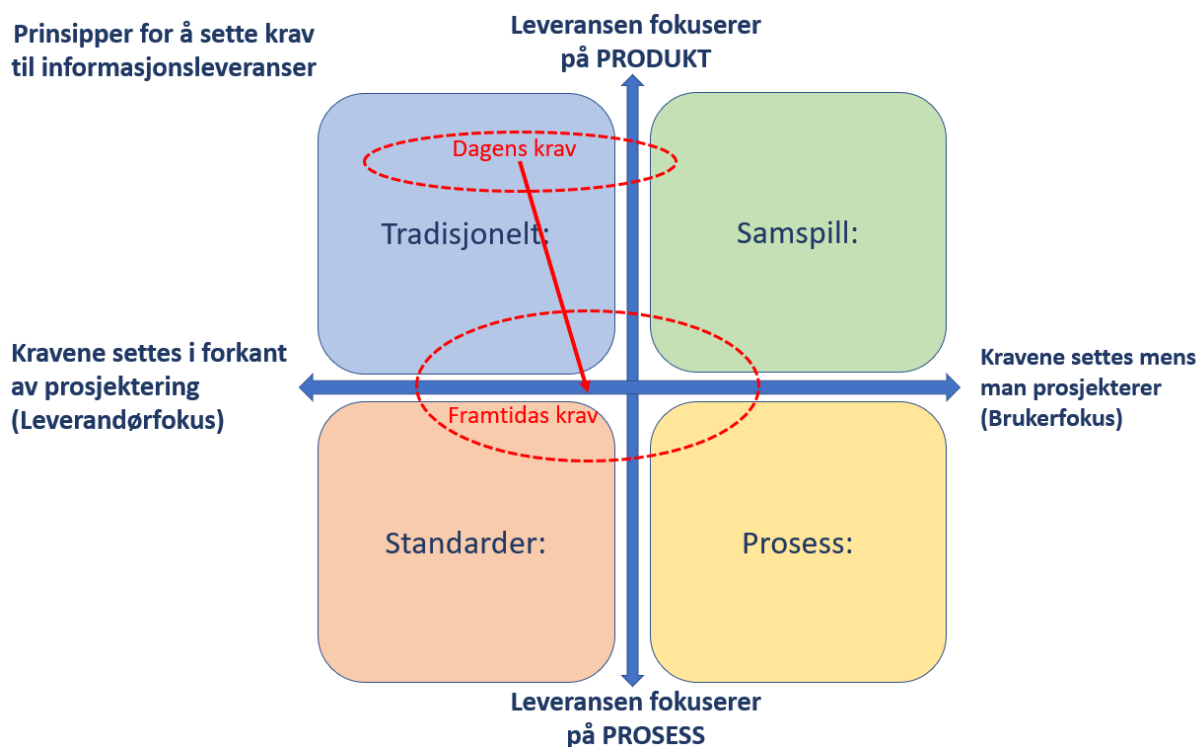
Denne måten å utvikle krava på, krev erfaringsdeling mellom prosjekt, men det vil gi ein stor verdi i form av at krava vil bli kontinuerleg forbetra. Bransjen vil bli løfta vidare for kvar gong.

Nok ein gong må det presiserast at dette berre gjeld for krav som er lønsame for andre prosjekt og, noko som teorien viser at er ei utfordring med predefinerte krav, då dei ofte ikkje stemmer med behovet.

2. Det bør stillast fleire prosessdefinerte krav.

Denne studien avdekkjer at enkelte krav gir høgare kostnad enn nytte, både prosjektøkonomisk og samfunnsøkonomisk. Ei mogleg løysing på dette er å stille prosessdefinerte krav i dei tilfella der dei predefinerte ikkje er lønsame. Denne studien avdekkjer enkelte ulønsame krav, og det er behov for erfaringsdeling for å kartlegge fleire slike krav i andre prosjekt.

Konklusjonen er at ein bør balansere mellom å stille predefinerte- og prosessdefinerte krav. I prosjekta er det ein stor overvekt av predefinerte krav, og forskinga tyder på at utviklinga bør gå i retning av fleire prosessdefinerte krav. Denne balanseringa bør gjerast gjennom kontinuerleg forbetring og erfaringsdeling, slik det er illustrert i Figur 22 på førre side. I utgangspunktet er det ideelt å stille mest mogleg predefinerte krav, men ein må vere sikker på at desse er lønsame, noko ikkje alle er i dag. Figur 23 viser foreslått utvikling i balansen mellom pre- og prosessdefinerte krav til BIM. Dei raude stipla områda viser kvar BIM-krava frå dei tre prosjekta plasserer seg og kvar forslaget til framtidias krav plasserer seg, i koordinatsystemet «prinsipp for å stille krav til informasjonsleveransar», av Hjelseth (2020). Dette er ikkje eksakt, og det er meint som ein prinsipiell illustrasjon av forslag til endring i forholdet mellom pre- og prosessdefinerte krav til BIM.



Figur 23: Foreslått endring i balanse mellom pre- og prosessdefinerte krav til BIM, basert på «Prinsipp for å sette krav til informasjonsleveransar», (Hjelseth, 2020)

ISO 19650 er ei standardisert løysing for å stille prosessdefinerte krav. Standarden beskriv mellom anna at informasjonsleveransar skal planleggast slik at dei dekker eit faktisk behov, noko som forskinga viser at ikkje alltid er tilfellet i dagens prosjekt. Det er derfor ei tilråding at det stillast krav om bruk av ISO 19650 i dei framtidige konkurransegrunnlaga til Nye Veier. Bruk av denne standarden vil føre til at fleire av krava stillast undervegs i prosjektet, noko som også gir ei utvikling i retninga av brukarfokus, slik som illustrert i Figur 23.

3. Predefinerte krav som avgrensar dei prosessdefinerte krava bør fjernast.

Grunnen til at ein stiller prosessdefinerte krav, er fordi ein ikkje veit nøyaktig kva ein treng. Dette kan skuldast at ein ikkje har tilstrekkeleg erfaring endå, eller det kan skuldast at ulike prosjekt har ulikt informasjonsbehov. Når ein stiller eit prosessdefinert krav, forsvinn delar av hensikta om det stillast predefinerte krav som avgrensar dette. Eit eksempel på dette er det prosessdefinerte kravet om bruk av ISO 19650, som

avgrensast av predefinerte krav om at BIM-modellen skal oppdaterast med eit bestemt intervall, og at det skal leverast dronedata i eit bestemt intervall.

4. Enkelte krav bør beskrivast betre, slik at ikkje nytteverdien i kravet forsvinn.

Kontraktane inneheld krav som ikkje får den tenkte funksjonen, fordi kravet ikkje er beskrive godt nok. Krav om at kostnader, framdrift og Co2-utslepp skal implementerast i BIM-modellen, er eksempel på dette. Betre beskriving av kravet vil hindre at leverandøren kan komme seg unna med ei løysing som tilfredsstiller kravet, men ikkje den ønska funksjonen og meininga bak kravet. Betre beskriving er og ein føresetnad for at det skal vere mogleg for ein leverandør å prise dette inn i prosjektet. Ein kan beskrive betre ved å legge til fleire detaljar, ved å stille krav om funksjonen i staden for produktet, eller ved å stille krav prosessdefinert.

7 Vidare arbeid

Denne studien avdekkar konsekvensar av krav som stillast til BIM, i prosjekt utført som samspelsentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør. Arbeidet med studien har avdekka fleire spennande idear til vidare arbeid.

Eit naturleg steg vidare er å hente inn meir data knytt til konsekvensar av krav til BIM. Dette kan ein gjere ved å utføre ein liknande studie med andre og fleire prosjekt. Dette vil gi meir data, som igjen kan avdekke fleire konsekvensar av krava som stillast til BIM i Nye Veier sine prosjekt. Det vil og kunne avdekke fleire konkrete krav, med dei tre konsekvensane som er avdekka i denne studien.

Vidare hadde det vore interessant å utføre kostnad-nytte analyse av lønsemda til enkeltkrav, med kvantitative data frå prosjekt. Dette kan utførast som ein studie der ein avdekkar konsekvensar av enkeltkrav, og vidare nyttar vurderingar av fagfolk til å prissette både nytteverdi og kostnader som enkeltkrav gir. Dette er spesielt utfordrande for krav som har eksterne verknader, som eksempelvis krav om Co2-utslepp i modell. I dette eksempelet kan ein bruke Co2-kvoter til å fastsette verdiane av minska Co2-utslepp, for å kunne utføre ei kostnad-nytte analyse. Det vanskelegaste med å undersøke dette kravet blir likevel å fastsette kor mykje Co2-utsleppet kan reduserast ved å bevisstgjere utsleppet i modell. Dette vil nødvendigvis variere frå prosjekt til prosjekt, og det vil krevje mange personar sin kvalitative vurdering. Det er og nyttig å gjere denne studien utan eksterne verknader og berre vurdere den prosjektøkonomiske lønsemda til enkeltkrav. Dette vil vere vesentleg enklare å utføre, og det vil tilføre bransjen nyttig kunnskap.

Denne studien er avgrensa til å gjelde Nye Veier sine prosjekt, og det sannsynleg at andre byggherrar, som eksempelvis Statens Vegvesen, stiller andre krav til BIM i sine prosjekt. Eit naturleg forslag til vidare forskning er derfor å gjere ei tilsvarende studie på Statens Vegvesen sine krav til BIM i ein av entreprisformene som Statens Vegvesen bruker i sine prosjekt.

ISO 19650 er relativt ny, og det er lite norske erfaringar knytt til standarden. Standarden er foreløpig berre delvis implementert i dei få prosjekta som har tatt den i bruk. Ein interessant studie er derfor å sjå på konfliktane mellom ei full implementering av ISO 19650, og dei predefinerte krava som stillast i dagens prosjekt. Prosjekt 1 og 3 i denne studien har delvis implementert standarden, og det er avdekka enkelte konfliktar mellom standarden og dei predefinerte krava som stillast. Ved ei full implementering av ISO 19650, vil det truleg komme fleire konfliktar, og ein studie på dette vil derfor tilføre bransjen nyttig kunnskap.

Referansar

- Baxter, P. og Jack, S. (2008) Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers, *Qualitative Report*, 13(4), s. 544-559.
- Bradley, A. *et al.* (2016) BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective, *Automation in Construction*, 71(P2), s. 139-152. doi: 10.1016/j.autcon.2016.08.019.
- CoClass (2020) *Om CoClass*. Tilgjengeleg frå: <https://coclass.byggjtanst.se/about#about-coclass> (Henta: 05.05 2020).
- EBA, R., Arkitektene, (2018) MMI - Modell Modenhets Indeks. Tilgjengeleg frå: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf> (Henta: 14.12.2019).
- EBA, R., MEF, (2020) MMI - Modell Modenhets Indeks - for samferdsel. Tilgjengeleg frå: <https://www.eba.no/siteassets/bilder/rapporter-og-publikasjoner/mmi-for-samferdsel.pdf> (Henta: 28.05.2020).
- Hjelseth, E. (2019) *Hvordan sette krav til BIM-leveranser?* (Henta: 04.04 2020).
- Hjelseth, E. (2020) Framework for identification of BIM requirements - paper in progress: Department of Civil and Environmental Engineering, Norwegian University of Science and Technology.
- Idsø, J. (2017) Eksterne virkninger. Store norske leksikon. Tilgjengeleg frå: https://snl.no/eksterne_virkninger (Henta: 25.04.2020).
- Lorimer, J. *et al.* (2011) *A report for the Government Construction Client Group, Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper*. Tilgjengeleg frå: <https://www.graitecusa.com/images/pdf/BIS-BIM-strategy-Report.pdf> (Henta: 08.05.2020).
- Nesland, A. og Lædre, O. (2018) Erfaringer med BIM i planlegging, bygging og forvaltning: NTNU.
- Nye veier AS (2018) Nye Veier Strategi 2018-2020: Nye Veier AS.
- Nye Veier AS (2020a) *E6 Kvithammar - Åsen*. Tilgjengeleg frå: <http://www.e6-kvithammar-aasen.no/html/om-prosjektet.html> (Henta: 02.02 2020).
- Nye Veier AS (2020b) *E39 Mandal øst – Mandal by - Om prosjektet*. Tilgjengeleg frå: <https://www.e39mandalost-mandalby.no/om-prosjektet/> (Henta: 06.02 2020).
- Nye Veier AS (2020c) *E6 Kvål – Melhus S*. Tilgjengeleg frå: <https://www.nyeveier.no/prosjekter/e6-trondelag/e6-kval-melhus-s/> (Henta: 02.02 2020).

- Nye Veier AS (2020d) *Prosjektanskaffelser i Nye Veier*. Tilgjengeleg frå:
<https://www.nyeveier.no/prosjektanskaffelser/> (Henta: 05.03 2020).
- PEAB (2020) *E6 Kvål-Melhus, Trondheim*. Tilgjengeleg frå:
<https://peab.no/anlegg/prosjekter-i-anlegg/e6-kval-melhus-trondelag/> (Henta: 02.02 2020).
- Sirnes, E., Stoltz, G. og Nilsen, H. R. (2014) *Kostnad-nytte-analyse: Store Norske Leksikon*. Tilgjengeleg frå: <https://snl.no/kostnad-nytte-analys> (Henta: 19.04.2020).
- Skolbekken, J.-A. et al. (2010) *Veiledning for forskningsetisk og vitenskapelig vurdering av kvalitative forskningsprosjekt innen medisin og helsefag*. De nasjonale forskningsetiske komiteer Tilgjengeleg frå:
<https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/kvalitative-forskningsprosjekt-i-medisin-og-helsefag-2010.pdf>.
- SSB (2018) *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Tilgjengeleg frå:
<https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>.
- Standard Norge (2012) ISO/TS 12911:2012. Tilgjengeleg frå:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=588370> (Henta: 12.12.2019).
- Standard Norge (2017) NS-EN ISO 29481-1:2017. Tilgjengeleg frå:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=956474> (Henta: 12.12.2019).
- Standard Norge (2018a) NS-EN ISO 19650-1:2018. Tilgjengeleg frå:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1026537> (Henta: 25.11.2019).
- Standard Norge (2018b) NS-EN ISO 19650-2:2018. Tilgjengeleg frå:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1026538> (Henta: 25.11.2019).
- Standard Norge (2019) *Bedre byggeprosesser med nye internasjonale standarder for BIM*. Tilgjengeleg frå: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2019/bedre-byggeprosesser-med-nye-internasjonale-standarder-for-bim/>.
- Succar, B. (2009) Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, *Automation in Construction*, 18(3), s. 357-375. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003.
- Trimble (2019) *CoClass for Nye Veier*. Tilgjengeleg frå:
<https://civil.trimble.no/sites/www.novapoint.com/files/inline->

files/P1_CoClass,%20Klassifiseringssystem%20pr%c3%b8ves%20n%c3%a5%20
ut%20i%20Nye%20Veier%20prosjekt_1.pdf (Henta: 05.05 2020).

Vagstad, Ø. (2019) Konsekvensar av byggherren sine krav til BIM.

Vegdirektoratet (2015) V770 Modellgrunnlag. Tilgjengeleg frå:

https://www.vegvesen.no/_attachment/395908/binary/1098509?fast_title=H%C3%A5ndbok+V770+Modellgrunnlag.pdf (Henta: 22.11.2019).

Wondimu, P. A. *et al.* (2018) Early contractor involvement approaches in public project procurement, *Journal of Public Procurement*, 18(4), s. 355-378. doi: 10.1108/JOPP-11-2018-021.

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjugal Byggherre

Vedlegg 2: Intervjugal Entreprenør

Vedlegg 3: Intervjugal Rådgivar

Vedlegg 4: Følgerev om COVID-19 frå NTNU

Vedlegg 1:

Intervjugal for masteroppgåve - Byggherre

Konsekvensar av krav til BIM i vegprosjekt

Utført som samspeleentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør

Eg heiter Øyvind Vagstad og studerer bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. I løpet av vårsemesteret 2020 skriv eg masteroppgåve innan retninga veg. Oppgåva skrivast i samarbeid med Nye Veier AS, og omhandlar konsekvensar av krav til BIM.

Formålet med oppgåva er å kartlegge konsekvensane av krav som byggherren stiller, for dei ulike aktørane i prosjektet. Det er utarbeida ei problemstilling og tre forskingsspørsmål for oppgåva. Disse er ikkje endeleg bestemt, men dei er utgangspunktet for arbeidet med oppgåva.

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensane av krav byggherren stiller til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og vidare vurdere om disse krava bør stillast i framtidige prosjekt.

Forskingsspørsmåla skal saman bidra til å svare på problemstillinga som er definert i avsnittet over. Disse er presentert her:

- 1. Kva for nokre krav stillast til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og korleis stillast krava?*
- 2. Kva er konsekvensane av krava- og måten dei stillast på?*
- 3. Kva finnast av metodar og rammeverk for å stille krav i framtidige prosjekt?*

Spørsmåla er hovudsakleg retta inn mot kva konsekvensar kvar enkelt aktør får som følgje av krava som stillast- og måten dei stillast på. Målet er å finne ut om det burde stillast andre krav, eller om nokon krav gir høgare kostnad enn nytte.

Intervjuet varar om lag ein time. Eg tar notat undervegs, og om det er greitt så vil eg og ta lydopptak av intervjuet. I etterkant vil eg i så fall transkribere intervjuet, og det vil bli sendt til deg/dykk slik at innhaldet kan godkjennast. Intervjuet gjennomførast som eit semisturkurerert intervju, der utgangspunktet for samtalen er spørsmåla som er lista opp på side 3 i dette dokumentet.

Generelt om intervjuobjekt:

Namn:

Stilling:

Firma:

Er det greit at eg tar lydopptak av intervjuet?

Kva prosjekt jobbar du på?

Når vart du involvert i prosjektet?

Kva er din rolle i prosjektet?

Spørsmåla under gjeld prosjekt XX

1. Gir nokre krav til BIM ekstra arbeid ut over det som du meiner er lønnsamt for prosjektet? Altså høgare kostnad enn nytte. Kven må eventuelt betle for eit slikt «ekstraarbeid»?
2. Er det stilt krav til BIM som fører til høgare nytte enn kostnad, som entreprenør/rådgivar ikkje sjølv hadde gjort om det ikkje var eit krav frå byggherren?
3. Er det stilt krav til BIM som entreprenør/rådgivar ikkje greier å oppfylle?
4. Er det stilt krav til BIM som har gjort det nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare? Kven har eventuelt betalt for dette?
5. Kva er forskjellen på måten det stillast krav til BIM i dette prosjektet samanlikna med andre prosjekt som du er involvert i? Er byggherren sin BIM-rådgivar og lengda på samhandlingsfasen avgjerande for kva som krevjast av BIM?
6. Blir/blei det store endringar i BIM-krav mellom fase 1 og fase 2?
7. Kva meiner du som byggherre om entrepriseform med samhandlingsfase? Er det positivt at entreprenøren og rådgivar får være med på å «påverke kva krav som stillast» i ei samhandlingsfase?
8. Ut over det vi har snakka om til no, kva trur du er konsekvensane av BIM-krava som stillast, og måten dei stillast på?
 - For entreprenør
 - For rådgivargruppa
 - For byggherre
9. Kva meiner du som byggherre om denne måten å stille krav på, og krava som stillast?
10. Har du nokon formeiningar om andre krav som burde blitt stilt eller andre måtar å stille krav på?

Vedlegg 2:

Intervjugal for masteroppgåve - Entreprenør

Konsekvensar av krav til BIM i vegprosjekt

Utført som samspeleentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør

Eg heiter Øyvind Vagstad og studerer bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. I løpet av vårsemesteret 2020 skriv eg masteroppgåve innan retninga veg. Oppgåva skrivast i samarbeid med Nye Veier AS, og omhandlar konsekvensar av krav til BIM.

Formålet med oppgåva er å kartlegge konsekvensane av krav som byggherren stiller, for dei ulike aktørane i prosjektet. Det er utarbeida ei problemstilling og tre forskingsspørsmål for oppgåva. Disse er ikkje endeleg bestemt, men dei er utgangspunktet for arbeidet med oppgåva.

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensane av krav byggherren stiller til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og vidare vurdere om disse krava bør stillast i framtidige prosjekt.

Forskingsspørsmåla skal saman bidra til å svare på problemstillinga som er definert i avsnittet over. Disse er presentert her:

- 1. Kva for nokre krav stillast til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og korleis stillast krava?*
- 2. Kva er konsekvensane av krava- og måten dei stillast på?*
- 3. Kva finnast av metodar og rammeverk for å stille krav i framtidige prosjekt?*

Spørsmåla er hovudsakleg retta inn mot kva konsekvensar kvar enkelt aktør får som følgje av krava som stillast- og måten dei stillast på. Målet er å finne ut om det burde stillast andre krav, eller om nokon krav gir høgare kostnad enn nytte.

Intervjuet varar om lag ein time. Eg tar notat undervegs, og om det er greitt så vil eg og ta lydopptak av intervjuet. I etterkant vil eg i så fall transkribere intervjuet, og det vil bli sendt til deg/dykk slik at innhaldet kan godkjennast. Intervjuet gjennomførast som eit semisturkurerert intervju, der utgangspunktet for samtalen er spørsmåla som er lista opp på side 3.

Generelt om intervjuobjekt:

Namn:

Stilling:

Firma:

Er det greit at eg tar lydopptak av intervjuet?

Kva prosjekt jobbar du på?

Når vart du involvert i prosjektet?

Kva er din rolle i prosjektet?

Spørsmåla under gjeld prosjekt XX

1. Gir enkelte krav til BIM ekstra arbeid for dykk som entreprenør ut over det som du meiner er lønnsamt for prosjektet? Altså høgare kostnad enn nytte. Kven må eventuelt betle for eit slikt «ekstraarbeid»?
2. Er det stilt krav til BIM som fører til høgare nytte enn kostnad, som entreprenør ikkje sjølv hadde gjort om det ikkje var eit krav frå byggherren?
3. Er det stilt krav til BIM som de ikkje greier å oppfylle?
4. Er det stilt krav til BIM som har gjort det nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare? Kven har eventuelt betalt for dette?
5. Kva er forskjellen på måten det stillast krav i dette prosjektet samanlikna med andre prosjekt som du er eller har vore involvert i? Er byggherren sin strategi og tid på samhandlingsfase avgjerande for kva som krevjast av BIM?
6. Blir/blei det store endringar i BIM-krav mellom fase 1 og fase 2?
7. Likar du som entreprenør best å få være med på å «påverke kva krav som stillast» i ei samhandlingsfase eller å få ei liste med absolutte krav til BIM?
8. Ut over det vi har snakka om til no, kva trur du er konsekvensane av BIM krava som stillast- og måten dei stillast på?
 - For entreprenør
 - For rådgivargruppa
 - For byggherre
9. Kva meiner du som entreprenør om denne måten å stille krav på, og krava som stillast?
10. Har du nokon formeininger om andre krav som burde blitt stilt eller andre måtar å stille krav på?

Vedlegg 3:

Intervjugal for masteroppgåve – Rådgivar

Konsekvensar av krav til BIM i vegprosjekt

Utført som samspeleentreprisar med tidleginvolvering av entreprenør

Eg heiter Øyvind Vagstad og studerer bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. I løpet av vårsemesteret 2020 skriv eg masteroppgåve innan retninga veg. Oppgåva skrivast i samarbeid med Nye Veier AS, og omhandlar konsekvensar av krav til BIM.

Formålet med oppgåva er å kartlegge konsekvensane av krav som byggherren stiller, for dei ulike aktørane i prosjektet. Det er utarbeida ei problemstilling og tre forskingsspørsmål for oppgåva. Disse er ikkje endeleg bestemt, men dei er utgangspunktet for arbeidet med oppgåva.

Problemstillinga for masteroppgåva er å finne konsekvensane av krav byggherren stiller til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og vidare vurdere om disse krava bør stillast i framtidige prosjekt.

Forskingsspørsmåla skal saman bidra til å svare på problemstillinga som er definert i avsnittet over. Disse er presentert her:

- 1. Kva for nokre krav stillast til BIM i modellbaserte vegprosjekt, og korleis stillast krava?*
- 2. Kva er konsekvensane av krava- og måten dei stillast på?*
- 3. Kva finnast av metodar og rammeverk for å stille krav i framtidige prosjekt?*

Spørsmåla er hovudsakleg retta inn mot kva konsekvensar kvar enkelt aktør får som følgje av krava som stillast- og måten dei stillast på. Målet er å finne ut om det burde stillast andre krav, eller om nokon krav gir høgare kostnad enn nytte.

Intervjuet varar om lag ein time. Eg tar notat undervegs, og om det er greitt så vil eg og ta lydopptak av intervjuet. I etterkant vil eg i så fall transkribere intervjuet, og det vil bli sendt til deg/dykk slik at innhaldet kan godkjennast. Intervjuet gjennomførast som eit semisturkurerert intervju, der utgangspunktet for samtalen er spørsmåla som er lista opp på side 3.

Generelt om intervjuobjekt:

Namn:

Stilling:

Firma:

Er det greit at eg tar lydopptak av intervjuet?

Kva prosjekt jobbar du på?

Når vart du involvert i prosjektet?

Kva er din rolle i prosjektet?

Spørsmåla under gjeld prosjekt XX

1. Gir enkelte krav til BIM ekstra arbeid for dykk som rådgivar ut over det som du meiner er lønnsamt for prosjektet? Altså høgare kostnad enn nytte. Kven må eventuelt betle for eit slikt «ekstraarbeid»?
2. Er det stilt krav til BIM som fører til høgare nytte enn kostnad, som rådgivar ikkje sjølv hadde gjort om det ikkje var eit krav frå byggherren?
3. Er det stilt krav til BIM som de ikkje greier å oppfylle?
4. Er det stilt krav til BIM som har gjort det nødvendig med innovasjon og utvikling av metodar eller programvare? Kven har eventuelt betalt for dette?
5. Kva er forskjellen på måten det stillast krav i dette prosjektet samanlikna med andre prosjekt som du er eller har vore involvert i? Er byggherren sin strategi og tid på samhandlingsfase avgjerande for kva som krevjast av BIM?
6. Blir/blei det store endringar i BIM-krav mellom fase 1 og fase 2?
7. Likar du som rådgivar best å få være med på å «påverke kva krav som stillast» i ei samhandlingsfase eller å få ei liste med absolutte krav til BIM?
8. Ut over det vi har snakka om til no, kva trur du er konsekvensane av BIM krava som stillast- og måten dei stillast på?
 - For entreprenør
 - For rådgivargruppa
 - For byggherre
9. Kva meiner du som rådgivar om denne måten å stille krav på, og krava som stillast?
10. Har du nokon formeininger om andre krav som burde blitt stilt eller andre måtar å stille krav på?

Vedlegg 4:

Følgerev om COVID-19 frå NTNU

To Whom it Might Concern

Master thesis spring 2020 - consequences of the Covid 19 pandemic

The pandemic situation in spring 2020 made it necessary to change or adjust the topic for master theses at NTNU. The university closed including laboratories and did not allow any type of field work, thus made it impossible to continue planned work for many students.

Sincerely yours



Inge Hoff
Professor



This letter was sent to all students with specialisation in Transport, Road or Railways in the Civil and Environmental study program to be included as an attachment in their thesis.

Address	Org. no. 974 767 880	Location	Phone	Executive officer
7491 Trondheim Norway	postmottak@iv.ntnu.no www.ntnu.no/ibm	Høgskoleringen 7 A	+47 73594640	Inge Hoff inge.hoff@ntnu Phone: 934 26 463

Please address all correspondence to the organizational unit and include your reference.

