

Khoi Minh Tran

BIM-modeller - Bygging uten tegninger og arbeidsprosessen på anleggs plass for samferdselsprosjekter

April 2019



Norwegian University of
Science and Technology

BIM-modeller - Bygging uten tegninger og arbeidsprosessen på anleggsplass for samferdselsprosjekter

Khoi Minh Tran

Erfaringsbasert mastergrad i veg og jernbane

Submission date: April 2019

Supervisor: Ole Jonny Klakegg - NTNU

Co-supervisor: Erling Søyland - COWI

Norwegian University of Science and Technology
Department of Civil and Environmental Engineering

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet fra våren 2018 til våren 2019 som besvarelse på faget BA6904, hvilket er en del av erfaringsbasert mastergrad for veg og jernbane ved NTNU. Masteroppgavens omfang tilsvarer ca. 800 arbeidstimer. Arbeidet er utført gjennom et samarbeid med arbeidsgiver COWI AS. Jeg har vært ansatt i COWI siden 2012, og har i tillegg jobbet 2 år hos Statens vegvesen. Totalt har jeg 9 års erfaring innen bransjen.

Arbeidshverdagen består av mye prosjektering, og jobben er for det meste på kontor. Denne studien vil gi meg anledning til oppnå en større forståelse for hvordan modeller jeg tidligere har prosjektert/modellert fungere som BIM-støtte for prosesser ute på anlegg. Studiet vil ta for seg hvordan BIM-støtte prosessene for samferdselsprosjekt er ute på anlegg, både i praksis og rent teknisk. Masteroppgaven vil bli besvart gjennom et litteraturstudie av utvalgt teori, og intervju som en forskningsmetode for å finne status på dagens situasjon.

Dette året har vært både spennende og lærerikt. Studien har gitt meg mulighet til å heve min kunnskap innen temaet. I tillegg har studien gitt meg et innblikk på hvordan BIM-støtte prosessene fungerer ute på anlegg. Dette har økt min bevissthet for BIM-modeller sine utfordringer, og vil hjelpe meg med å se bruken av BIM-modeller i et annet perspektiv gjennom mitt fremtidige arbeid.

Jeg vil benytte anledningen til å takke de som har bidratt med faglig innspill og korrekturlesing. Takk rettes også til min arbeidsgiver COWI AS for stor fleksibilitet under oppgaveskrivingen og tilgang til informasjon til oppgaven, og til min eksterne veileder fra COWI Erling Søyland for gode faglige innspill og tanker. Jeg ønsker å takke Ole-Jonny Klakegg for konstruktive og gode råd til oppgaven underveis.

Jeg vil benytte anledningen til å takke min mentor, Karl Rasmussen, for all den støtten jeg har fått gjennom alle årene helt fra jeg var liten til nå.

Til sist, men ikke minst vil jeg takke til min kjære Kanjo Nguyen for all god støtte under frustrerende og hektiske tider, som samtidig har tatt vare på våre to barn som kom til verden for 1 og 2 år siden, Jin og Kenji slik at jeg kunne få tid til å skrive oppgaven.

Khoi Minh Tran

Trondheim, april 2019

Sammendrag

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er under stadig utvikling og har de senere år gjort store fremskritt i byggebransjen, men for samferdselsprosjekter er veien et stykke å gå i forhold til bruk og utvikling.

Oppgavens hensikt er å gi informasjon om hvordan BIM-støtte fungerer per dags dato i samferdselsprosjekter som er i anleggsfasen, både det praktiske og det tekniske innen BIM bruken. Gjennom resultater fra intervjuene blir fordeler og utfordringer som er oppdaget presentert.

HB V770 modellgrunnlag ble etablert i 2012 som en veileder for implementering av BIM. Selv om det er krav for modellbasert leveranser for samferdselsprosjekter, er det også et krav å levere 2D-tegninger. Det er en både tids-, og kostnadskrevende prosess. Man skulle tro at det skulle holde med kun BIM-modeller som eneste leveranse for et samferdselsprosjekt.

Det er gjort mange studier av modellbaserte leveranser under prosjektering, og spesielt mye om BIM for bygg og anlegg. Men det er få studier som beskriver bruken og BIM-støtten og prosessene for et samferdselsprosjekt i anleggsfasen, spesielt hva gjelder den tekniske biten om filformater og programvarer som blir brukt i hverdagen. Andre tema som trenger ytterligere studier er behovet for tegninger nå det allerede eksisterer BIM-modeller.

For å kunne forstå mer om hvordan BIM fungerer i denne fasen og hvordan BIM støtter anlegg teknisk er det blitt utformet 4 forskningsspørsmål som skal gi oss svar på denne studien. Forskningsspørsmålene er blitt formulert slik:

- Hvordan støtter BIM arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?
- Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Hvordan støtter dagens formater opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Er det fremdeles behov for tegningsleveranser under modellbasert leveranse?

I oppgaven er det benyttet kvalitativ metode i form av intervjuer for å samle informasjon. Det er blitt valgt ut 3 representanter fra entreprenør og 3 representanter fra BIM-koordinator for prosjekterende. Representantene har erfaring med HB V770 og har mye erfaring med bruk av BIM på anlegg. Ved litteratursøk har det blitt benyttet med søkeord som BIM, BIM for infrastruktur og BIM support on site på søkemotorer.

Studiet er begrenset til å ikke involvere byggherre og programutviklere. Det er mye fokus på hvordan BIM-støtte prosessene er ute i anlegg i dagens situasjon, men det reflekteres også litt over prosjekteringsfasen pga. respondentene sine erfaringer. Det er tatt i betraktning at teori under funnene fra litteraturundersøkelse ikke støtter og bekrefter alt det som kommer frem i intervjuresultatene. Det tar heller ikke høyder på å detaljere Level of Development (LoD) i

forhold til kravene fra bygg. Studiet er begrenset til 2 sentraler parter i et samferdselsprosjekt, som være seg BIM-koordinator fra prosjekterende og entreprenør.

Opgaven inneholder en konklusjon som presenterer et forslag til tiltak som kan forbedre BIM-støtte under byggeprosesser. Basert på resultater fra spørsmål i intervjuer kommer det frem at det fremdeles er behov for tegninger. Mye av dette kan skyldes at filformater som brukes per dags dato i BIM-modeller ikke er gode nok til å ivareta all informasjon for objekter som er nødvendig. Tegninger blir en mellomløsning for å tilføre informasjon for å supplere modellens begrensning for ulike typer informasjon. Det er også et krav å produsere tegninger mht. godkjenning fra Vegdirektoratet som konstruksjoner og skiltplaner.

En annen utfordring omhandler programvarer og låste formater. Prosjekteringsverktøyet Novapoint har VIPS, mens Gemini som benyttes på anleggsplass operere med egne filformater som binder deres program. Det er i tillegg ikke et åpent format som hvilket som helst program støtter, og har bare sitt formål basert på linjer og punkter langs eksisterende situasjon.

For å oppnå bedre BIM-støtte for arbeidsprosessene på anlegg for infrastrukturprosjekter, og samtidig eliminere behovet for tegninger må følgende tiltak gjøres:

- Kompetanseutvikling for bruk av BIM-modeller, samt for programvarer som er knyttet til bruken av BIM-modeller.
- Forbedring og oppgradering av programvarens for håndtering av komplekse prosjekter
- Bruken av BIM må beskrives som et krav i prosjektgjennomføring
- Utvikling av åpen standard med et åpent filformat som støtter linjer og punkter. En kombinasjon av IFC-format og GIS-format. Samt videreutvikling av GML-format.
- Oppfordre Vegdirektoratet til åpne for modellbasert godkjenning av skiltplaner
- Utvikle en fremgangsmåte for å kunne snitte BIM-modeller til 2D-visninger i forskjellige akser med funksjonalitet som viser informasjon som tilsvarer tegninger.

Summary

Building Information Modelling (BIM) constantly under development. It has made a great progress in the construction industry, but for infrastructure projects it still has a long way to go in terms of use and development.

The purpose of the study is to provide information on how BIM support currently works in infrastructure projects that are in the construction phase in the field, both practical and technical within the BIM use.

Handbook V770-Modellgrunnlag was established in 2012 as a guidance for implementation of BIM in Norwegian road projects. Despite the fact that model-based deliveries are required for infrastructure projects, delivering 2D drawings is also a requirement. To deliver 2D drawings and model-based deliveries at the same time is a time-consuming process that makes infrastructure projects more expensive. One would think expect that delivering BIM-models would be sufficient for infrastructure projects.

There have been many research studies of model-based deliveries during engineering, especially regarding BIM for building and construction. However, only few studies describe the practical use and BIM supports for an infrastructure project under its construction phase, especially regarding the technical part about file formats and software. Another topic that needs further studies are the need of drawings while we have BIM models.

To understand more about how BIM works in this phase and how BIM can support under construction, four research questions will be answered in this study. The research questions are as followed:

1. How does BIM support the workflow of an infrastructure project during constructions in the field?
2. How does today's software support the BIM process in the field?
3. How does today's file formats support the BIM process in the field?
4. Are drawings still a necessity during model-based delivery?

In this study a qualitative method has been practiced, which in this case is interviews. The representatives all have experience with the handbook V770-Modellgrunnlag and also a lot of experience within the use of BIM on the field. The literature searches where made with keywords as BIM, BIM for infrastructure, BIM support on site on different search engines.

The study is limited to not involving the clients and program developers. The focus is on how BIM supports the process on site today, but due to the experiences of the respondents, the design phase will also be reflected upon. Discoveries from the literatures studies does not support and confirm all of the interviews result we got. This is in itself an interesting finding. It also does not consider details of Level of Development (LoD) in relation to the requirements from BIM for building. This study limited to two central parties in an infrastructure project. The interviewees are the BIM-coordinators from the designer and contractor.

In this study a qualitative method has been practiced, which in this case is interviews. The representatives all have experience with the handbook V770-Modellgrunnlag and also a lot of experience within the use of BIM on the field.

This report presents a suggestion and proposal for measures that can improve BIM support during construction processes. Based on the results from the questions in the interviews, there is still a need for drawings. This is due to that fact that today's file formats that are used in BIM models are not capable of handling and providing all the information that is needed for an object. The drawings have become an intermediate solution to supply the various information that the model cannot provide due to limitations. It is also a requirement to produce drawings for approval from Vegdirektoratet - which is the Directorate of Public Roads - such as constructions of bridges and sign plans.

Another challenge concerns software and locked file formats. The design tools Novapoint has VIPS-formats, whereas Gemini - which is used out the field for the contractor - have their own file formats. It is not an open file formats where another program can handle and has only the properties that is based on lines and points for existing situation.

To achieve better BIM support on the work processes for infrastructure projects in the field, and the same time eliminate the needs of drawings, I will suggest the following means:

- Skills development for the use of BIM-models, as well as for the software that is related to the use of BIM-models.
- Improvements and upgrades of softwares for management of complex projects.
- The use of BIM must be a requirement in project implementations.
- Development of open standard that supports lines, alignment and points. A combination of IFC- formats and GIS-formats, and further development of GML-formats.
- Encourage Vegdirektoratet to approve sign plans for model-based deliveries.
- Develop a method to slice BIM models to 2D views in different axes which have the same functions and information that correspond to drawings.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Sammendrag	2
Forkortelse	9
Figurer	10
1. Innledning.....	11
1.1 Bakgrunn	11
1.2 Formål.....	11
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	12
1.4 Valg av forskningsmetoder.....	12
1.5 Oppgavens avgrensing	12
1.6 Bedrift.....	13
1.7 Oppgavens oppbygning.....	13
2. Metode	15
2.1 Reliabilitet og validitet.....	15
2.2 Kvalitativ og kvantitativ metode.....	15
2.3 Litteratursøk	16
2.4 Kildekritikk.....	16
2.5 Intervju	16
3. Teori.....	19
3.1 BIM	19
3.2 Betydning og fordeler med BIM gjennom litteraturanalyser.....	19
3.3 utfordringer med BIM	23
3.4 Bygg- og vegprosjekter med implementering av BIM i Norge	24
3.5 Retningslinjer for bruk av BIM-modeller i norske vegprosjekter.....	25
3.6 Programvarer.....	31
3.7 Filformater.....	33
4. Resultater	35
4.1 Entreprenør	35
4.1.1 Hvordan støtter BIM arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?	35
Hvordan fungere BIM-støtte ved kommunikasjon og arbeid ute på anlegg?.....	35
Hva slags fordeler får man ved bruk av BIM i anlegg?	36
Hva slags utfordringer får man ved bruk av BIM?.....	37
4.1.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?	37

Hva slags erfaring har dere med programvarer i forbindelse med BIM-prosess og støtter på anlegg?	38
Hvilke utfordringer dukker opp under bruken av programvarer?	38
4.1.3 Hvordan støtter og hvilket problem gjenstår på dagens formater under BIM-prosessen på anlegg?	39
Støtter programvarer formater slikt som dere ønsker?.....	39
Formater, hva slags fordeler og utfordringer som dere har støttet underveis?	40
4.1.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranser under modellbasert leveranser?	41
Brukes tegninger fremdeles ute på anlegg?.....	41
Hvilken bruksområder blir tegninger brukt under anleggsprosessen?	41
Er det begrensninger i modeller siden det er behov tegninger?	42
4.2 BIM-koordinator	42
4.2.1 Hvordan er BIM-prosessen for et samferdselsanlegg?	42
Hvordan støtter BIM ved kommunikasjon og arbeid ute på anlegg?	42
Hva slags fordeler får man ved bruk av BIM i anlegg?	43
Hva slags utfordringer får man ved bruk av BIM?.....	44
4.2.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?	45
Hva slags erfaring har dere med programvarer i forbindelse med BIM-prosess og støtte på anlegg?	45
Hvilke utfordringer dukker opp under bruken av programvarer?	46
4.2.3 Hvordan støtter ulike filformater BIM-prosessen ute på anlegg og hvilke utfordringer har dagens formater?	47
Støtter programvarer formater slikt som dere ønsker?.....	47
Formater, hva slags fordeler og utfordringer som dere har støttet underveis?	48
4.2.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranse under modellbasert leveranse?	48
Brukes tegninger fremdeles ute på anlegg?.....	48
På hvilke bruksområder blir tegninger brukt under anleggsprosessen?	49
Er det begrensninger i modeller siden det fremdeles brukes tegninger?.....	49
5. Diskusjon	50
5.1 Hvordan fungere BIM-støtte på arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?	50
5.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosess på anlegg?	52
5.3 Hvordan støtter og hvilket problem gjenstår på dagens formater under BIM-prosessen på anlegg?	53
5.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranse under modellbasert leveranse?	54
6. Konklusjon	56
6.1 Fordeler med BIM-støtter på anlegg.....	56
6.2 Utfordringer og anbefalte tiltak	57

Referanseliste.....	60
Vedlegg.....	63

Forkortelse

BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
HB	Håndbok
DAIM	Digitale arkivering og innlevering av masteroppgaver
SVV	Statens vegvesen
NV	Nye veier
LandXML	Åpent filformat for samferdselsprosjekt
IFC	International Finance Corporation (filformat)
GIS	Geografisk informasjonssystem
DWG	Drawing (filformat)
LoD	Level of developmente

Figurer

Figur 1 - BIM konsept (A. Bradley et.al, (2016))	21
Figur 2 - BIM objekt informasjonsflyt (A. Bradley et.al, (2016)).....	21
Figur 3 – Grunnlagsmodell (HB V770, 2019)	27
Figur 4 – Fagmodell (HB V770, 2019)	28
Figur 5 – Tverrfaglig modell (HB V770, 2019).....	29
Figur 6 – Presentasjonsmodell (HB V770, 2019)	30

1. Innledning

Dette kapitlet omhandler bakgrunn for valg av masteroppgave. Gir en presentasjon av oppgavens formål, oppbygging og begrensning, samt hvilke føringer som er gitt for oppgaven.

1.1 Bakgrunn

BIM har begynt å implementeres i samferdselsprosjekter i de siste årene. Mange forskere har funnet at det er fordeler ved bruk av BIM. Det kan bidra til bedre kvalitetssikring, bedre kommunikasjon, mer forståelse for hverandres fag i komplekse og tverrfaglige prosjekter, bedre effektivisering, samt muliggjøre tidligere beslutninger på prosjekt under utførelsesfasen. Eastman et.al., (2011) sier at BIM er et hjelpemiddel for å redusere både tid og kostnader. BIM-modeller er under stadig utvikling, og det prøves å forbedre og effektivisere slik at de kan bidra til å simplifisere og effektivisere bygging av samferdselsanlegg. Informasjonsflyten i BIM blir sentralt for å skape en verdi av en byggeplass, men samferdselssektoren ligger fremdeles langt bak byggefaget med tanke på standardisering og åpne formater.

For å danne et grunnlag for bruken av BIM må det teoretiske grunnlaget være på plass. Det må gjennomføres et litteraturstudie for å konkretisere hva BIM er, og hvordan det kan hjelpe anleggsfasen for samferdselsprosjekter. Litteraturstudiet beskriver videre om Statens vegvesen HB V770 som danner et grunnlaget for hvordan BIM-modeller skal bygges opp for samferdselsprosjekter.

Som en vegplanlegger har jeg prosjektert veg alt i fra kommunedelplan til byggeplan. Nysgjerrigheten blir stor når du ikke får noe innsikt i hvordan prosessene ute på anlegg fungerer i forhold det en har prosjektert – modeller som du har levert, hvordan modellen blir håndtert, brukt og støtter opp under gjennomføringen av anleggstiden. Det er gjennomført mange studier for bygg, men et fåtall omhandler samferdselsprosjekter. Jeg gjerne utnytte denne anledningen få mer kjennskap til hvordan BIM-støtte er ute på anlegg for samferdselsprosjekter i dag, og samtidig finne ut om det fremdeles er behov for tegninger og i så fall hvilke bruksområder tegninger har.

1.2 Formål

Hovedformålet med denne masteroppgaven er å undersøke hvordan BIM-støtte prosessene for samferdselsprosjekt er ute på anlegg, hvordan BIM-modeller støtter opp under byggeprosessen, og om det er behov for tegninger på anlegg. Gjennom diskusjon og konklusjon kommer oppgaven med forslag til forbedring og optimalisering i bruk av BIM slik

at dagens resultat kan forbedres og effektiviseres for å støtte gjennomføring av anlegg for samferdselsanlegg.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Det er definert flere forskningsspørsmål ut i fra problemstillingen. Valg av problemstilling beskrive også formålet i kapittelet ovenfor.

Problemstilling:

BIM-modeller – bygging uten tegninger og arbeidsprosessen på en anleggs plass for et samferdselsprosjekt

Forskningsspørsmål:

- Hvordan fungerer BIM-støtte for arbeidsprosessen på et samferdselsanlegg?
- Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Hvordan støtter dagens formater opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Er det fremdeles behov for papirleveranse under modellbasert leveranse?

Ut i fra forskningsspørsmålene skal det dannes et rammeverk i forhold til hva som skal oppnås i oppgaven.

1.4 Valg av forskningsmetoder

Hovedoppgaven er delt i to deler. Herunder en teoretisk del og en praktisk del. I den teoretiske delen dannes grunnlaget for en empirisk og praktisk analyse gjennom studering av eksisterende faglitteraturer. Den praktiske delen bygger hovedsakelig på kvalitative intervjuer.

1.5 Oppgavens avgrensing

Oppgaven omhandler hvordan BIM støtter arbeidsprosessene som et verktøy og beskriver hvordan det støtter gjennomføringen ute på anleggs plassen. Den omhandler det hovedsakelig hvordan arbeidet blir utført under anleggstiden. Oppgaven skal innom behovene for tegninger og bruksområder for tegninger ved modellbaserte prosjekter.

Under gjennomføringen av litteraturstudiet kom det frem at det fins lite tilgjengelig teori innen oppgavens konkrete tema, oppgavens hoveddel og faglig tyngde preges derfor i stor grad av respondentenes erfaringer i praksis og meninger angående BIM-støtte på anlegg.

Formålet med teoridelen er å gi en innføring i betydningen av ordet BIM. I tillegg vil gjennomgang av artikler og tidligere utførte studier kunne danne et grunnlag for å forstå mer av dybden i svarene i intervjuene.

Den praktiske delen begrenser seg til forskningsintervju med forskjellige personer som har erfaring med prosessene rundt anlegg. Det er begrenset til to sentrale parter i samferdselsprosjekt: BIM-koordinator fra prosjekterende og entreprenør. Det er totalt 6 intervjuobjekter. 4 av dem er involvert i prosjektene E6 Flyplasskrysset og E18 Rugtvedt Dørdal. 2 av intervjuobjektene er ikke involvert i disse prosjektene, men har annen relevant bakgrunn. Under vedlegg finnes beskrivelse av E6 Flyplasskrysset og E18 Rugtvedt - Dørdal herunder prosjektenes historikk og organisasjonsoppbygging.

Oppgaven omhandler ikke byggherre og programvareutviklere. Om byggherren hadde vært et av oppgavens temaer hadde resultatene trolig sett annerledes ut.

1.6 Bedrift

Oppgaven er skrevet med i samarbeid med COWI AS. Selskapet er et av Norges ledende rådgivende ingeniørselskap med over 1100 medarbeidere. COWI AS (2017) har kompetanse innen teknikk, miljø og samfunnsplanlegging, basert på markedsområdene bygninger, industri og energi, miljø og samfunn, samferdsel og vann. Selskapet (COWI AS 2017) visjon er å skape bærekraftig grunnlag for morgendagens samfunn. Jeg har vært ansatt som vegplanlegger i COWI AS ved Transport- og byutviklingsavdelingen siden 2012. COWI AS har stilt utstyr, kontorplass og informasjon om prosjekter til disposisjon. Prosjektene er blitt valgt som caser i oppgaven.

1.7 Oppgavens oppbygning

Dette delkapittelet gir en oversikt over oppgavens oppbygging hvilket er delt opp i 6 kapitler. I teksten under blir det gitt en kort beskrivelse over hva hvert kapittel inneholder.

Kapittel 1: Innledning

Kapittelet beskriver bakgrunn for valg av oppgave, presenterer problemstilling og oppgavens formål. Det blir gjort rede for hvordan oppgaven skal løses, samt oppgavens oppbygging.

Kapittel 2: Metode

I metodekapittelet gis det en beskrivelse av hvilke forskningsmetoder og fremgangsmåter som er benyttet i oppgaven.

Kapittel 3: Teori og programvarer

Kapittelet presenterer og beskriver teorien om BIM, og kravet for HB V770 som er retningslinjer for BIM-modeller og således relevante for oppgaven. Det blir gitt en kort introduksjon om programvarer og filformater.

Kapittel 4: Resultat

Under dette kapittelet blir det presentert kvalitative intervjuer fra entreprenør og BIM-koordinatorer.

Kapittel 5: Diskusjon

Diskusjonskapittelet inneholder en diskusjon rundt resultatene og det trekkes inn teorier som støtter eller motsier funn gjort i intervjuer. Det vil også bli presentert et lite delkapittel over mulige gjennomførbare tiltak som kan bidra til at BIM støtter bedre opp under anleggsprosessen.

Kapittel 6: Konklusjon

Kapittelet vil foreta en konklusjon over oppgavens funn gjennom teoretisk og praktisk grunnlag og munne ut i forslag til tiltak til forbedring til bedre BIM-støtte under anleggsprosessen.

2. Metode

I dette kapittel skal det gjøres rede for forskningsmetoder som er benyttet for å komme frem til oppgavens konklusjon. Det presenteres først generelt om vitenskapelig metoder. Deretter om litteraturstudiet. Oppgavens valgte metoder i form av kvalitativt intervju blir presentert på slutten kapitlet. Det er blitt benyttet Harvard-stil med forfatter og årstall som kildehenvisninger.

2.1 Reliabilitet og validitet

All forskning må vurderes og om kildene har reliabilitet, det vil si om kilden er pålitelig. Ved bruk kvalitativ metode avhenger reliabiliteten på om kilden er pålitelig. Reliabilitet sine mål er etterprøvbarhet for forskningsresultater. Dette kan måles ut i fra om man får samme svar og resultater flere ganger ved å bruke samme metode og spørsmål en tilsvarende situasjon (Dalland, 2012).

Validitet betyr gyldighet i forbindelse med forskningssammenheng. Dette avhenger av innhenting og utvalg av data. Validitet handler også om i hvilken grad data til forskning er relevante og kan sammenlignes med problemstillinger i forskningsarbeidet. Jo mer data som er relevante jo høyere er påliteligheten (Dalland, 2012).

2.2 Kvalitativ og kvantitativ metode

Kvalitativ og kvantitativ metode er to forskjellige forskningsmetoder for innsamling av data. Valg av metode avhenger av hva studiene går ut på, og hva slags type data som samles inn i studien.

Kvalitativ metode handle om å samle tekstlige informasjon, intervjuer og samtaler, og analyser av materialer fra samtaler og intervju. Det er nødvendig å beskrive en kontekst i resultatene. Erfaring fra deltakere fra samtale og intervjuer og rundt deres opplevelser og fortolkning av tema og materiale er sentralt i denne metoden. Kvalitativ metode foretrekkes å bruke i tilfeller hvor det fins lite tilgjengelig informasjon fra før. (De nasjonale forsknings-etiske komiteene (2019).

Kvantitativ metode er basert på tallbasert informasjon. Målet er å få mange opplysninger i form av undersøkelsesenheter. Spørreundersøkelser er en vanlig form for kvantitativ innsamling av data. Så brukes etterprøvbarhet for å finne resultatene. De nasjonale forskningskomiteene (2019).

Kvalitativ metode vil bli benyttet i denne oppgaven. Hovedoppgavens data vil bli samlet inn gjennom intervju som presenteres som tekstlig informasjon. Det tillagt vekt på intervjuobjektens erfaring basert på forskningsspørsmålene. I dette tilfellet er det er BIM-

koordinatorer, BIM-ansvarlige og stikkere fra entreprenør som er respondenter i forbindelse angående bruk av BIM og hvordan BIM støtter anleggsprosessen.

2.3 Litteratursøk

Litteratursøket er gjennomført i oppgavens startfase samtidig som oppgaveteksten ble utformet og konkretisert. Dette gir et godt grunnlag for å kunne bruke grunnlaget til å evaluere funnene og oppgavetekstens omfang. Litteratursøk har gitt forkunnskaper og teoretisk grunnlag av tilgjengelig teori for å kunne danne teorikapittelet. Samtidig gir det også grunnlag for å lage kunne utarbeide aktuelle intervju spørsmål for å finne svar på problemstillingene i hovedoppgaven.

Under teorisøk i oppgavens litteraturredel har det blitt benyttet søkemotorer som Google scholar, Oria og DAIM. Søkeord som BIM, BIM-models, BIM definitions, BIM for infrastruktur, BIM supports on the field er blitt benyttet under søkeprosessen. Ved å søke litteratur på NTNU sin søkemotor Oria, er det foretatt en kvalitetssikring av litteraturen som forsikrer at de er pålitelige kilder. Litteratursøket har også gjennomgått Statens vegvesener sine håndbøker, i tillegg til søk i masteroppgaver tilknyttet til likeledes tema på DAIM.

2.4 Kildekritikk

For at oppgaven skal ha kvalitet og faglig tyngde er det viktig å være kritisk til kilder og informasjon som blir brukt i oppgaven. Det er blitt valgt å benytte NTNU's hjelpemiddelkanal veien til informasjonskanal (VIKO) TONE-kriteriene for vurdering av kilder. Kriterier består av 4 punkter som skal tilfredsstilles: **troverdig**, **objektivitet**, **nøyaktig** og **egnethet**.

Det er viktig å stille kritiske spørsmål under vurdering av kildene som hvem har skrevet informasjonene, hva slags innhold informasjonene har, når informasjonene ble laget, hvilken publikasjonssider er det blitt benyttet?

2.5 Intervju

I denne masteroppgaven er det valgt intervju med nøkkelpersoner som metode for å innhente data og informasjon. Det er benyttet kvalitative intervjuer ved hjelp av en intervjuguide. I intervjuguiden er det oppført forhåndsbestemte spørsmål. Da det ikke finnes noen konkrete svaralternativ til disse spørsmålene betyr det at resultatene må bearbeides. Dette blir et tidskrevende arbeid. Intervjuene som skal gjennomføres i denne studien er avtalt gjennomført som Skype møter. Det er blitt tillatt av respondentene å ta lydopptak av intervjuene. Ved hjelp av lydopptak kan man fokusere på intervjuet, tolke svarene, og stille gode videre følgespørsmål under intervjuet, fremfor å notere (Halvorsen, 2008).

Det er mye tolkning som foregår på et kvalitativt intervju og spørsmålene er ganske åpne. I motsetning til kvantitativt intervju som oftest er strukturerte og lukkede. Å lytte til intervjuobjektets mening med hva som uttrykkes og det som er sagt er vel så viktig som spørsmålet i seg selv. Etter informasjonsheving fra intervjuene blir det gjennomført en analyse.

Det er helt avgjørende at kvaliteten på intervjuene er gode for at analysen skal være bli tilfredsstillende. Det avhenger av både intervjuer og intervjuobjektene. Noen intervjuobjekter er bedre egnet til intervju enn andre. Gode intervjuobjekter kan mye om de tema som blir etterspurt i intervjuet, med sammenhengende og konkrete svar. Kvaliteten er også avhengig av intervjuerens dyktighet som mestring av spørreteknikk, og håndtering av sensitivitet. Sosiale relasjoner og egenskaper som gjør interaksjonen mellom intervjuobjektene og intervjuer bedre og kan påvirke resultatene. Det er viktig å være kritisk til besvarelsene (Kvale og Brinkmann, 2015).

Feilkilder er vanskelig å unngå når forskningsintervju blir brukt som metode. Intervjuobjektene kan ha eller endre mening innen et tema og spørsmål på bakgrunn i valg av ordsammensetning eller for å få frem et budskap som intervjuobjektene ønsker. Intervjustilen må tilpasses til intervjuobjektene, og man bør reflektere over hvilken stil og holdning som passer i til hver enkelte objekt (Kvale og Brinkmann, 2015)

Kvalitative intervju har både sine sterke og svake sider som alle andre metoder. Metoden er personavhengig, hvilket ikke gir grunnlag for troverdige resultatdata. I tillegg gir det grunnlag for ulike tolkninger. Men det kan stilles spørsmål ved å generaliserbarheten i resultater fra intervjuobjektene ved å hente kvalitativ informasjon.

Det forventes at kvalitative intervjuer skal danne grunnlaget for resultat-, drøfting- og konklusjonskapitlene. En intervjuguide skal forsikre at det dannes et godt rammeverk for intervjuet. Forhåndsarbeid med teorien skal gi et overblikk innen temaet for å sikre at intervjuer kan stille gode oppfølgingsspørsmål til intervjuobjektene. Det er store forventninger til at intervjuobjektene skal gi et bilde av hvordan BIM-støtte fungerer under anleggsprosessene i dag, hva som er utfordringene ved bruk av BIM og hva som gjenstår av problemer.

Intervjuene ble gjennomført i mars og april 2018. Det er plukket ut 6 respondenter som har erfaring både innen bruk av BIM-modeller og som stikkere. Personene som ble intervjuet kommer fra Betonmast Hæhre, NCC, AF-gruppe, og COWI AS. Betonmast Hæhre stilte 3 personer til disposisjon for intervjuer. Disse respondentene har erfaring som BIM-koordinatorer, anleggsledere og stikkere. Intervjuobjektene mottok forespørsler via telefon ved at undertegnede presenterte og forklarte formålet med intervjuet og bidraget til masteroppgaven. Intervjuguiden ble sendt ut gjennom e-post med en skype-møte innkalling etter at intervjuobjektene hadde takket ja. Dette ble sendt ut 1-2 uker på forhånd slik at vedkommende kunne forberede seg. Intervjuene har blitt tatt opp med lydopptak med

godkjenning fra intervjuobjektene før intervjuet ble satt i gang. Det er valgt å anonymisere intervjuobjektene slik at objektene kan uttrykke seg fritt uten bekymringer.

3. Teori

I teorikapittelet blir det presentert generelt informasjon om BIM og i forhold til hva forskere har funnet i henhold til bruken av BIM i prosjekter. Det bli presentert teori knyttet til utfordringer i bruk av BIM, og i tillegg til funn fra tidligere masteroppgaver som omhandler hvordan BIM blir implementert i Norge. Siste delkapittel vil det gjøre rede for HB V770 Modellgrunnlag, programvarer og filformater for å bli kjent med uttrykk og teori rundt BIM for samferdsel.

3.1 BIM

BIM står for building information modeling, direkte oversatt til norsk blir det bygningsinformasjonsmodellering. BIM er et vanlig og faglig begrep i byggebransjen. For å bidra til implementering av BIM i samferdselsprosjekter ble HB V770 lansert i 2012, men samferdselsbransjen har et godt stykke igjen for å kunne komme til byggebransjens nivå BIM bruk. Begrepet BIM blir ikke definert i Statens vegvesen sine bøker, de omtaler det som bruk av 3D modeller. I HB V770 har Statens vegvesen valgt å dele bruken av 3D-modeller i 4 ulike type modeller eller nivåer. Valg av type modell avhenger av i hvilken sammenheng og fase modellene skal tas i bruk, de ulike modelltypene er; grunnlagsmodell, fagmodell, tverrfagligmodell og samordningsmodell. Mer detaljer rundt de ulike modelltypene blir beskrevet i kapittel 3.5. Selv om begrepet 3D modeller er det som benyttes i SVV sine håndbøker kommer man ikke utenom begrepet BIM da det er dette som benyttes internasjonalt. I oppgaven tillater jeg meg å bruke ordet BIM istedenfor 3D-modellering.

3.2 Betydning og fordeler med BIM gjennom litteraturanalyser

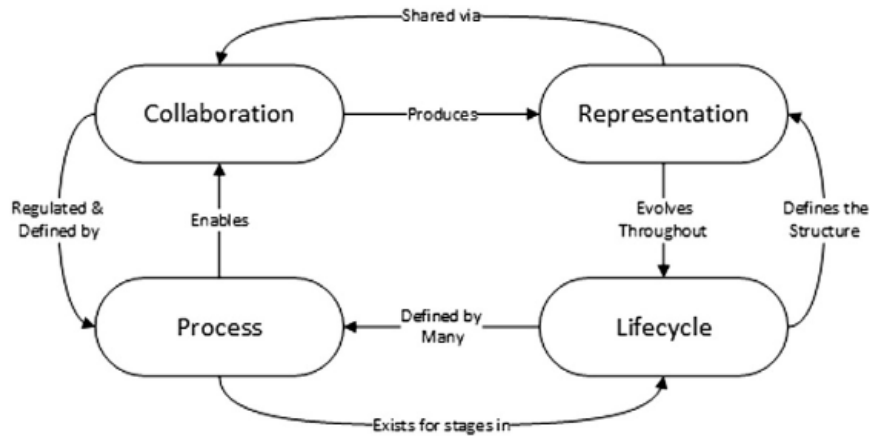
For bedre å kunne forstå hva BIM er, hvordan BIM defineres og hva som er gjort av forskningsarbeider tidligere er det gjennomført et litteratursøk. Gjennom litteratursøket kommer det frem at uttrykket BIM omfavner til dels varierende definisjoner. I følge J.Zhang et.al, (2017) som har hentet definisjonen fra The National Building Information Model Standard Project Committee in USA, er "BIM en digital presentasjon med fysiske og funksjonelle egenskaper til et anlegg. BIM-modeller inneholder en felles kunnskap som danner grunnlaget for en livsløpsyklus for prosjekter. Det vil si at BIM-modeller har potensiale for å inneholde informasjon om alt fra oppstart av et anlegg, gjennom bygging og drifting, frem til og med rivning. Med BIM metoden kan man implementere rikelig med informasjoner hvilket gir muligheten til å visualisere, simulere og samarbeide for å kunne optimalisere prosjekteringen i den virtuelle verden. Dette kan bidra til å redusere ukjente risikoer som har en tendens til å dukke opp i alle prosjekt". A. Latiffi et.al, (2014) konkluderer med at BIM er et sett av digitale verktøy til å hjelpe AEC (Architect Engineering and Construction) industrien til å håndtere prosjekter på en effektiv måte ved planleggingsprosess, design og alle andre aktiviteter i en

konstruksjon. Under utviklingen har det ekspandert til 6 ulike perspektiv, hvilket er; design, estimering, konstruksjons prosess, bygningens livssyklus, ytelse og teknologi. BIM brukes som et verktøy til AEC industrien for å forbedre samarbeid og kommunikasjon mellom roller og styring av dokumentasjon i et prosjekt". Mens Buildningsmart Norge (2018) definerer BIM slik: "Med systemer for bygningsinformasjonsmodellering (BIM) vil man modellere bygninger og andre byggverk bestående av objekter med alle detaljer. Objektene tildeles egenskaper og har relasjoner mellom seg. Det betyr at når et objekt endres forteller programmet hvordan dette påvirker relasjonen til andre objekter. Under prosjekteringen utarbeides en datamodell av bygget i 3D, som inneholder informasjon om for eksempel romskjema, areal og volum, navn, typebetegnelser, samlet oversikt over materialer og så videre"

Gjennom Strafacci (2014) "What does BIM mean for civil engineers?" får man et innblikk i teori angående hva BIM betyr for ingeniører. Det er ikke bygget opp som en vitenskapelig artikkel, men det kan trekkes ut en del nyttig informasjon fra hans påstander selv om han ikke fremlegger noe bevis. Strafacci (2014) mener at BIM er: "en integrert prosess bygd på koordinert pålitelig informasjon om et prosjekt fra planlegging, gjennom bygging, frem til og med driftfase". Strafacci (2014) sammenligner BIM med 2D planlegging, hvilket er den tradisjonelle planleggingsform. Han mener at den tradisjonelle planleggingen allerede er låst i noen grad ved innledende prosjektering og design, til detaljprosjektering som legger grunnlag for bygging. Dette begrenser 2D-planleggingens evne til å oppnå bedre samarbeid. I tillegg mener Strafacci (2014) at den tradisjonelle planlegging fungerer bra frem til at det oppstår endringer i et prosjekt. Da oppstår utfordringer med tiden og prosessen som utsetter prosjektet for potensielle feilkilder ved at man manuelt tegner det i 2D-prosjektering med følgende nye og nødvendige oppdateringer. Han sier også at ved tradisjonell 2D-prosjektering er dokumentasjon, design og analyser separerte prosesser. Dette medfører i tillegg at potensielle scenarier eller ulike konseptuelle ideer er kostnadskrevennde Strafacci (2014). Han mener at ved bruk av BIM kan planleggere lettere forutse resultater av prosjekter før bygging, samt svare raskt til endringer, optimalisering, og med høyere kvalitet på data. Man kan ta viktige beslutninger på et tidligere tidspunkt i prosjektet og dermed kunne spare på kostnader. Oppsummering mener Strafacci (2014) at ved bruk av BIM oppnår man et bedre design, økt effektivitet og produktivitet. Det er oppnåelig på grunn av at design og konstruksjonsfasen er dynamisk koblet med hverandre, og da får man bedre tid til å foreta endringer på et tidligere stadium. Man får også mer tid til å vurdere ulike ideer og konsepter. Verktøyet BIM i samferdselsprosjekter har potensiale til å bidra til å forkorte prosjektet ved at det blir fullført raskere og innenfor gitt tidsramme. Andre fordeler ved bruk av BIM at det er lett å visualisere og simulere prosjektet underveis i planleggingen.

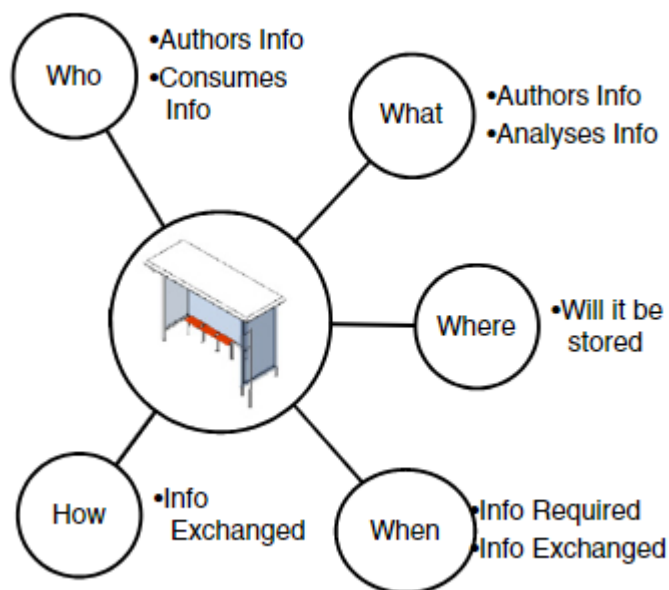
A. Bradley et. al (2016) "BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective" sin artikkel er en studie i forhold til utfordringer rundt BIM for infrastruktur. Det er en samlet studie over en rekke BIM prosjekter fra både bygg og infrastruktur gjennomført for å sammenligne hvordan er BIM implementert i infrastrukturprosjekter i forhold til bygg. Et

vanlig fellestrekk for BIM konseptet er at det blir bygd opp av 4 elementer; samarbeid, representasjon, prosess og livssyklus. De ulike elementene samhandler med hverandre for å skape et innovativt og effektivt prosjektmiljø. Figur 1 gir en illustrativ presentasjon av hvordan de 4 elementene fungerer i praksis.



Figur 1 - BIM konsept (A. Bradley et.al, (2016))

Fordeler med bruk av BIM i vegprosjekter kommer blant annet fra koordinering og visuell integrering av informasjonen som er relatert til kostnader og materialspesifikasjoner sier A. Bradley et.al (2016). BIM er nyttig under prefabrikkering av elementer og for å samhandle med byggefasen. Samtidig kan det genere ut nøyaktige data fra objektene som kan overføres til et systematisk skjema som kan integreres i mengdebeskrivelser. Dette er en tilnærming mot effektivisering av BIM-modeller. Effekten oppnås gjennom dataflyt som spesifiserer hvilke data av objektene som kan samles inn, hvem som skal ha dem og hvordan skal den utnyttes (figur 2).



Figur 2 - BIM objekt informasjonsflyt (A. Bradley et.al, (2016))

Eastman et.al (2011) "BIM handbook" er delt opp i spesifikke kapitler med direkte veiledning av BIM for byggherre, ingeniører og arkitekter, entreprenører og leverandører. Håndboken gjør rede for hva BIM er, og beskriver mye om ulike BIM-verktøy og modellering. Eastman et.al, (2011) oppfordrer til å involvere entreprenør i tidlig fase for å utnytte effekten av BIM. Med dette samarbeidet mellom entreprenør og prosjekterende får begge nytte av BIM kunnskapen. Ved ut utnytte BIM-verktøyet på denne måten kan det bidra til å redusere tid og kostnad. Samtidig må det være fokus på å benytte seg av en nyere type kontraktsform, f.eks IPD (Integrated project delivery). Gamle kontraktsformer er utformet med tanke på papirleveranser.

Fanning et al. (2014) har skrevet en vitenskapelig artikkel "Implementing BIM on Infrastructure: Comparison of Two Bridge Construction Projects" der det er en konkret uttesting av BIM på et samferdselsprosjekt i USA. Prosjektet er et broprosjekt i Denver hvor det skulle bygges to identiske broer hvor man på et broprosjektene skulle benytte BIM. Mange funn viser at BIM har en positiv virkning i form av at BIM kan lette jobben ved komplekse prosjekter som ellers er tilnærmet umulig å gjennomføre, behovet for mer utfyllende informasjon og behov for endring var mindre. Det store positive effekten var at man oppdaget et potensial for å redusere kostnader på ca. 5-9% under byggeperioden, gjennom redusert behov for endringsordrer og ombygging. Med så store fordeler ved bruk av BIM teorien kunne åpne øynene til entreprenører og myndigheter/byggherre for bruk av BIM i fremtidige prosjekter. Formålet med artikkelen er å si at det er et skritt i retning mot å innføre BIM i samferdselsprosjekter og grunnlag for ytterligere forskning på BIM. Fanning et al (2014) sier at: "BIM has the potential, however, to significantly increase efficiencies, minimum waste, and increase sustainability across infrastructure".

Øystein Mejlænder-Larsen sin artikkel (2017) "Using a change control system and building information modelling to manage change in design" omhandler håndtering av prosjekteringsendringer og design ved å bruke et styringsverktøy change control system (CCS) som er utviklet av norske ingeniører. I tillegg kan BIM benyttes for optimalisering ved endringer. Artikkelen introduserer en type endringshåndteringsprosess og korrespondanse og kommunikasjon på hvordan det kan bidra til endringer ved bruk av CCS, og vurdere hvordan BIM kan benyttes til å identifisere konsekvenser av endringer. Artikkelen er basert på eksperimenter tilknyttet hovedsakelig på olje- og gass prosjekter ved innsamling av informasjon og data. Målet er å utvikle et flytskjema som definerer prinsippene av CCS som er brukt av Energy Performance Contracting (EPC) i forhold til detaljert prosjektering og design, og hvordan BIM brukes på en tilsvarende måte slik byggebransjen kan identifisere konsekvenser av endringer. Artikkelen i seg selv er ikke relatert til samferdselsprosjekt, men det gir oss et innblikk i bruk av BIM kan også brukes til andre formåle enn bare visualisering og informasjon for et objekt.

Et felles tegn som er funnet angående BIM er at det er et støtteverktøy som inneholder all informasjon for å kunne ivareta en bedre kommunikasjon, kvalitetssikring og oppnå bedre samarbeid.

I motsetning til dette definerer Statens vegvesen sin håndbok V770 at en BIM-modell er en tverrfaglig modell eller en samordningsmodell: "Tverrfaglig modell etableres som en sammenstilling av grunnlagsmodeller og fagmodeller. Den viser hvordan "planmodellen" (fagmodeller) skal settes inn i virkelighetsmodellen (grunnlagsmodeller), og beskriver dermed en "fremtidsmodell". For bedre å forstå strukturen og kravet for BIM-modeller i norske samferdselsprosjekter gjøres dette rede for i delkapittel 3.3.4.

I anleggsfasen kan entreprenører benytte BIM-modeller til å bygge etter. Med BIM-modellen kan det gis en visualiseringsmodell som gir en økt forståelse av det som skal utformes og bygges. Det blir enklere for entreprenøren og å komme med ulike innspill og kommentarer til prosjekterende for det som er prosjektert. Det gis også muligheter til å modellere om igjen for å komme med den optimale løsningen. Ved å koble sammen ulike fagmodeller/3D-modeller til en BIM-modell kan man oppnå en bredere forståelse mellom fagene for å unngå kollisjoner og vise ulike scenarioer. Modellen gir også informasjon om materialer og volumer som er viktig for å estimere kostnader, som samtidig gir grunnlag for prising ved konkurransegrunnlag. Disse grunnlagene gir en økonomiske ramme som prosjektet kan forholde seg når det skal bygges. BIM-modellen vil gi oppdaterte endringer til anleggsplassen på en mer effektiv måte ved å dele data istedenfor å oppdatere tegninger som er tidskrevende. Med slike informasjoner kan det lukes vekk feil slik at det blir mindre kostnader ute på anleggsplassen når feil oppstår.

3.3 utfordringer med BIM

Det er store fordeler med bruk av BIM, men det er også utfordringer som oppstår. En BIM-modell er en sammensatt fag-/3D-modell som er prosjektert av ulike fagansvarlige og disipliner som er involvert i prosjektet. Av utfordringer som dukker opp nevnes bruk av ulike programvarer, da ulike fag har ulike programmer som mest optimal programvare for sin prosjektering. Med bruk av forskjellige programvarer for prosjekterende i modellene kan det oppstå feil ved sammensetting. Objektene vises ikke frem ved eksportering av filer, eller at filene ikke kan leses. Det er tidkrevende å rette opp feilene for å få alt til å stemme i forhold det som er prosjektert. Hittil er det to filtyper som er kjent for å være åpne format som er løsning for disse problemene – IFC- og LandXML-format. IFC-format er mer egnet for byggebransjen, men det jobbes mot å optimalisere for bruk i samferdselsbransjen. En slik optimalisering krever en utvidelse med integrering av GIS. Men det er LandXML-format som er mest utbredt i samferdselsbransjen per dags dato, men dette er ikke det mest optimale åpne formatet. A. Bradley et.al (2016) sier at utfordringer for LandXML ligger i at linjer og punkter som brukes er mest nyttig for infrastrukturprosjekter. Dette er den store forskjellen mellom bygg og infrastruktur i forbindelse med prosjektoppdelingsstrukturer. Det er større

bruk av GIS på grunn av størrelsesmessig og verdensplassering. På bygg jobber man med lokale punkter med et bestemt volum av et bygg. Samferdselsprosjekter har mer fokus i term av ikke grafiske data som kostnadsinformasjon, materialspesifikasjoner, materialinformasjon, og ytelsesdata for et objekt. Selv om det er store fordeler som nevnt ovenfor i delkapittel 3.2 er det utfordringer med å implementere denne informasjonen i en kvalifisert BIM-modell.

Eastman et.al, (2011) sier en av de største utfordringene i prosessen er å implementere bruk av BIM for alle medarbeidere, og samtidig at det kreves et kunnskapsløfte. Dette er tidskrevende i startfasen. Det kreves nye kontraktstandarder som er egnet til bruken av BIM- og 3D-modell. Mye utfordringer ligger også at mange ikke gjør en bra nok innsats pga. deres prioritering innenfor utnytting av BIM. Videre sier han at dette er en ressurskrevende prosess. Det kreves kursing, investering i programvare, og nytt pc-utstyr som kan håndtere BIM-modellene. Det stilles også spørsmål ved hvem som skal betale for dette? Er det byggherren som skal ta denne regningen? Eller er det brukeren og prosjekterende som skal ta regningen? Samtidig kreves det en ny arbeidsmetodikk som er annerledes i forhold til prosjektering på papirformat. Prosjekteringsmetodikk og roller innebærer at en omorganisering av strukturen til et prosjekt må opprettes for oppnår optimal bruk av BIM metoden. Eastman et.al, (2011) nevner at det er lurt å starte med et lite prosjekt hvor det parallelt prosjekteres med den tradisjonelle metoden slik at det gis en oversikt over hvordan det skal være å erstatte den tradisjonelle metoden.

3.4 Bygg- og vegprosjekter med implementering av BIM i Norge

Det fins en god del studier og analyser som er gjennomført i byggebransjen i forbindelse med nytten av bruken av BIM når det er blitt implementert i prosjektet her i Norge. Grong (2013) sin masteroppgave har funnet at BIM har mange varierte bruksområder i produksjonsfasen. De viktigste nyttene er mengdeuttak, avstands- og kollisjonskontroll, fremdriftsplanlegging og HMS-planlegging. Grong (2013) nevner også at man oppnår en økt forståelse på tvers av fag, og at det samtidig gir en bedre kvalitet og tids- og kostnadsbesparende fordeler. Men det gjenstår mye arbeid i forbindelse med mangel av kunnskap og at bransjen oppfattes fremdeles som konservativ.

Lillebakk (2010) mener at ved bruk av BIM er det mye mer samhandling og kommunikasjon mellom ulike fag og samtidig har økt forståelse av hva som prosjekteres. BIM-modeller kan bidra til tydeligere lederroller og ikke bare administrativ koordinering. Prosjekteringsleder vil ha bedre muligheter for å kunne utforme oppgavene sine i henhold til det som er definert i regelverk og håndbøker.

I norske samferdselsprosjekter har BIM blitt mer studert og analysert innenfor reguleringsplan og byggeplan. Men det er ingen studier som skriver spesifikt om nytte, bruke, og støtte i anleggsfasen. Mesteparten har skrevet hovedoppgavene spesifikt om prosjektering med BIM-modeller.

Syltern (2015) sin oppgave "Modellbasert prosjekt, fra prosjektering til bygging" omhandler bruk av BIM innenfor infrastruktur i prosjekterings- og byggefasen avgrenset til to spesifikke prosjekter – E6 Oppdal og E18 Bommestad til Sky. Muligheter og utfordringer med bruken av BIM analyseres i de to prosjektene. Syltern (2015) sier at "hvis man skal få størst mulig effekt av BIM er det viktig med god informasjonsflyt, samarbeid og samhandling mellom alle fag og faser i prosjektet. Det er viktig at informasjonen er lettest mulig tilgjengelig for alle". BIM skal være et verktøy som hjelper en til å ta riktige beslutninger underveis i prosjekteringen. Det har også kommet anbefalinger i oppgaven for fremtidige modellbaserte prosjekt og gitt en oppsummering av fordeler og utfordringer en har ved bruk av BIM. I tillegg nevnes det at det er viktig med en kontinuerlig oppdatert modell gjennom hele prosjekterings- og byggefasen og ikke minst at modellen er tilgjengelig for alle som er involvert i prosjektet.

Høifors (2012) har gjennom sin oppgave "Effektivisering av BIM-basert jernbaneprosjektering, med utgangspunkt i Ski stasjon" studert gjennomføringsmodell med tilhørende verktøystrategi for store og integrerte prosjekter. Oppgaven er rettet mot Multiconsult sitt prosjekt i Ski. Oppgaven beskriver hvordan stegene i byggeplan blir utført gjennom alle aktiviteter, milepæler og grensesnitt på gjennomføringsmodellen. Høifors (2012) sier at "en slik modell skaper fortløpighet og god kommunikasjon fra tidligfase og konseptutredning frem til levering av forvaltning, drift og vedlikeholds- dokumentasjon". I tillegg sier Høifors at det er viktig at gjennomføringsmodellen er generisk og dermed kan overføres til andre prosjekter. I oppgaven blir det også sett på hvordan et kontrollert system av 3D-verktøy kan bidra til å effektivisere prosjekteringsprosessen, og utviklet en strategi for dette. De viktige elementene er møtestruktur, og en felles enighet om detaljeringsnivå på 3D-modellen samt strukturert prosjektering med en felles mal er et must.

Som nevnt ovenfor i Norge har det vært mye studier om samordningsmodell rettet mot planlegging av byggeplan, og hvordan modeller skal brukes ute på anlegg, og det er blitt beskrevet hvorvidt programvaren kan levere etter krav i håndbok V770 Modellgrunnlag. Men det er lite beskrivelse av hvordan prosessen ved bruk av BIM er ute på et byggeanlegg for samferdselsprosjekter, hvordan dagens programvarer og formater støtter opp under BIM-prosessen på anlegg.

3.5 Retningslinjer for bruk av BIM-modeller i norske vegprosjekter.

I Norge omhandler retningslinjer for bruk av BIM-modeller i stor grad Statens vegvesen sine håndbøker, og i første rekke HB V770 Modellgrunnlag. HB V770 Modellgrunnlag er en veileder, men fungerer også som en retningslinje for oppbygning av modeller. Håndboken ble ferdigstilt i 2012. I senere tid har de kommet en ny utgave i 2015 i tillegg til flere mindre endringer. HB V770 gjør rede for oppbyggingen av modeller for norske vegprosjekter.

HB starter å beskrive 3 roller inndelinger slikt:

Oppdragsgiver:

Statens Vegvesen representert ved prosjekteier, prosjektleder, planleggingsleder, prosjekteringsleder eller byggeleder

Rådgiver:

planleggere og prosjekterende som er ansatt i Statens vegvesen, eller ansatte i private firma som utfører oppdrag for Statens vegvesen

Entreprenør:

private firma med underleverandører som utfører oppdrag for Statens vegvesen

Med formål at HB V770 skal bidra til:

- Tydeligere 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

Håndboken gir en oversikt hvordan et modellbasert prosjekt skal utføres. Det starter innledningsvis med dokumentasjoner i forhold til informasjonsflyt og prosesser for kvalitetssikring av dokumentasjon. Deretter følger beskrivelse av objektenes struktur med egenskaper med riktig navngiving og koding etter prosesskoden som danner grunnlaget for mengdebeskrivelser etter HB R761 og R762 Prosesskoden. Videre beskrives det om grunnlagsdata, dataformater og modeller. Delkapittelet som omhandler modeller går i detaljer inn på forskjellige modeller som er ment til ulike formål, og til ulike faser i et prosjekt. I tillegg er det beskrevet hva modellene skal inneholde av informasjon og objekter. Det er også lagt en føring i bruk av åpne formater for å sikre god informasjonsflyt mellom fagene. Mot slutten beskrives hvilken slags dokumentasjon som skal leveres av entreprenøren i form av innmålings og stikningsdata, og hvordan skal det utformes i detaljer i forhold til dataformater og navngiving osv. Avslutningsvis er det egne kapitler som beskriver partenes roller og oppgaver om oppdragsgiver, rådgiver og entreprenør.

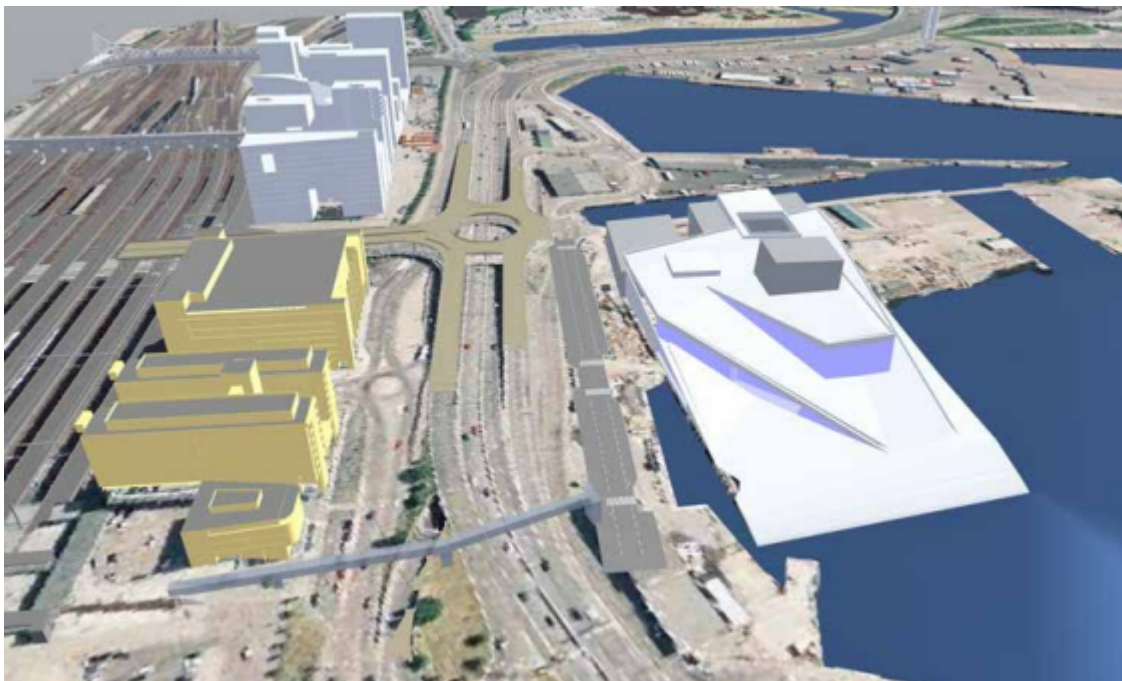
Når det snakk om 3D-modeller har Statens vegvesen definert 4 ulike modelltyper: grunnlagsmodell, fagmodell, tverrfaglig modell og presentasjonsmodell. De ulike modelltypene er alle bygd opp på bakgrunn av objekter. Modellene viser en BIM- og 3D-fremstilling av eksisterende situasjon, eller prosjektert eller utført plan for vegprosjekter. Resultatdata blir dannet på bakgrunn av de ulike modellene som er blitt utført, og kan brukes

til bygging, forvaltning av drift og vedlikehold. Stikningsdata er et eksempel på et resultatdata som kan hentes ut fra modellene.

Grunnlagsmodell

Grunnlagsmodell er en modell som fremviser eksisterende situasjon, og danner et grunnlag for alle planlagte situasjoner. Grunnlagsmodellene benyttes som utgangspunkt for prosjektering av fagmodeller og skal kun inneholde eksisterende objekter.

Grunnlagsmodeller deles opp i 4 delmodeller hvilket er terrengmodell, grunnforholdsmodell, eksisterende objekter og grenser som eiendomsgrenser, faresoner, vernet områder. Figur 2 viser et eksempel på en grunnlagsmodell

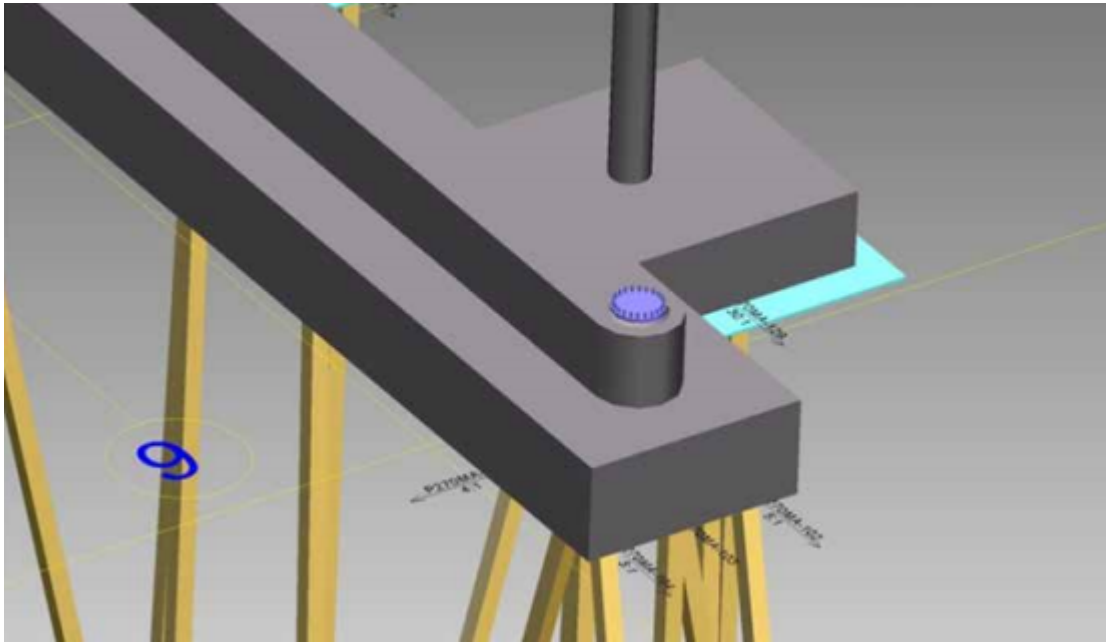


Figur 3 – Grunnlagsmodell (HB V770, 2019)

Fagmodell

Fagmodeller er modeller bestående av prosjekterte og planlagte objekter, eller endrede objekter fra grunnlagsmodellene. Hvert fag utarbeider hver sin fagmodell for deres respektive fag. Fagmodeller kan ikke være overlappende, men skal tilpasses mot et grensesnitt til andre fag. HB V770 har definert 18 ulike fagmodeller, men hvor mange fagmodeller som benyttes og behov for per prosjekt avhenger av omfang og kompleksitet. I fagmodellene skal alle prosjekterte objekter og deres plassering avklares i forhold til grunnlagsmodeller og øvrige fagmodeller. Alle objekter skal navnsettes jf. Objektkodelisten som senere skal brukes til mengdeberegning for mengdebeskrivelse etter HB R761 og HB R762 Prosesskoden. De skal

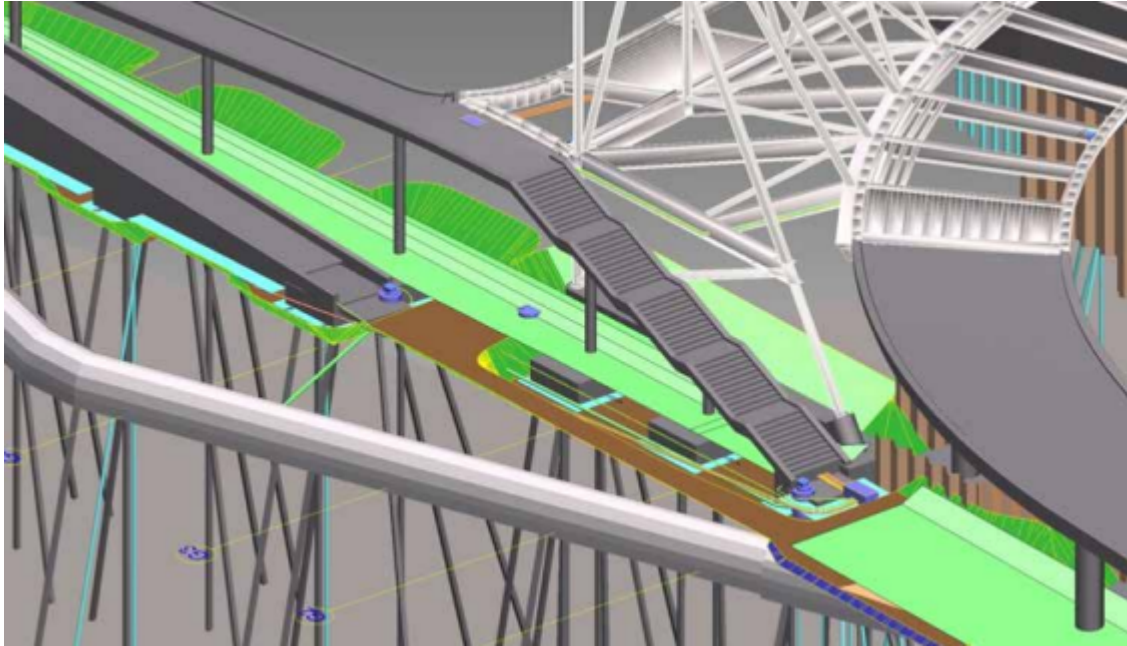
også senere brukes som grunnlagsdata, enten i form 3D-modell eller stikningsdata for bygging av et veganlegg. I tillegg kan man produsere arbeidstegning fra 3D-modellen når det er behov. Figur 3 vises det et eksempel på en fagmodell av en brukonstruksjon.



Figur 4 – Fagmodell (HB V770, 2019)

Tverrfaglig modell

Tverrfaglig modell, også kalt samordningsmodell er en sammenstilling av alle grunnlagsmodeller og fagmodeller et prosjekt skal fremstilles. Modellen skal kun inneholde objekter fra grunnlagsmodeller og fagmodeller, og det skal ikke tilføres objekter som ikke fins. Tverrfaglig modell benyttes til kollisjonskontroll og kvalitetssikring under prosjekteringen, slik at en kan se hvordan de ulike fagmodellene forholde seg til hverandre. Tverrfaglig modeller har også mange ulike bruksområder enn bare kollisjonskontroll og kvalitetssikring. Det kan være grunnlag for en presentasjonsmodell for de involverte og interessenter. I tillegg kan de være nyttige i byggefasen som illustrerer de ulike objektene og deres plassering og rom. På figur 4 vises det et eksempel på en tverrfaglig modell som er sammensatt av fagmodeller uten grunnlagsmodell.



Figur 5 – Tverrfaglig modell (HB V770, 2019)

Presentasjonsmodell

En presentasjonsmodell er som regel en enklere BIM- og 3D-modell enn en samordningsmodell. Formålet med denne modellen er som regel å visualisere hvordan prosjektet ser ut og hvilke løsningsvalg som er gjort og blir produsert som et sluttresultat. En presentasjonsmodell kan være en visuell oppgradering av tverrfaglig modell. Det er mer fokus på at modellen ser bra ut enn at det er 100 % riktig av hvordan vegen skal bygges. Det benyttes som regel teksturer på objekter for å fremvise prosjektet mest mulig forståelig og gjenkjennbart for ulike interessenter som publikum, grunneiere og media. Det er muligheter å benytte presentasjonsmodellen til å ta bilder, lage video og animasjoner. Presentasjonsmodeller er kategorisert etter detaljnivå der A er lite detaljert, B er middels detaljert og C er detaljert. Figur 6 viser en detaljert presentasjonsmodell på nivå C som inneholder mye detaljer som mennesker, biler som kjører på vegen, trær og vann.



Figur 6 – Presentasjonsmodell (HB V770, 2019)

Utgangsdata fra modellene

Resultatdata er en felles benevnelse for utgangsdata fra modellene. Det fins mange ulike typer resultatdata som eksempelvis stikningsdata, maskinstyringsdata osv. I byggeplaner er stikningsdata de viktigste utgangsdataene fra modellene som er grunnlaget for bygging ute på anlegg. De eksporteres ut på et åpent og standardisert format (Regjeringen, 2009) og leveres til entreprenører via Statens vegvesen. Detaljerte krav til resultatdata beskrives ytterligere i håndbok V770. Det utdypes mer om formater som pleier å leveres til entreprenører i kapittel 3.7.

3.6 Programvarer

I dagens marked fins det mange ulike programmer som kan benyttes som støtte for bruk av BIM-prosess på anlegg. Alle programmer har forskjellige styrker og svakheter og dermed en del ulike bruksområder. Vi har blant annet Autodesk 360, Gemini 3D Felt, Viasys VDC, Novapoint GO m.fl. På grunnlag av at man ikke har funnet tilgjengelig teori innenfor erfaringer med bruk av disse programmene er det valgt å gjennomgå bruken av disse programmene som en del av forskningen i masteroppgaven.

I delkapitlene under blir det presentert teori for de mest utbredte programvarene benyttet i samferdselsindustrien.

Gemini 3D felt

(www.powel.com/no, 2017) Gemini er produsert av Powel AS som er blitt grunnlagt i Norge i 1996. Programmet har siden det utviklet moduler som Gemini Terreng og Gemini VA som prosjekteringsverktøy for kommunalteknikk, samferdsel og for entreprenører. Gemini 3D felt er en mobil løsning for entreprenørbransjen der man kan importere inn BIM- og 3D-modeller ute på anleggsplass. Dette programmet lar deg arbeide direkte med originale prosjektdata og modeller fra Gemini, samt modeller med andre formater. Brukere som er i samme prosjekt kan få tilgang til å se på modellene og jobbe med det samtidig. Med internettilgang vil informasjon i prosjektet oppdateres til enhver tid. Gemini 3D terreng gir muligheten til samhandling med de som er involverte, både fra kontoret og andre feltbrukere. Det gir muligheten til å legge inn opplysninger av data i felt, og data som kan brukes til dokumentasjon eller merknader fra byggemøter. I tillegg kan informasjon som bilder osv. registreres direkte ute i feltet. Merknader kan knyttes direkte mot kontraktsposter. Detaljer fra valgte modeller får du på stedet med denne programvaren. Det kan hentes ut massetyper fra vegmodell og byggegrop på samme måte som på kontoret.

Viasys VDC

(www.viasys.com, 2017) Programmet er blitt produsert av Viasys i Finland. Viasys VDC er blant annet en mobil løsning for entreprenørbransjen der man kan importere inn BIM- og 3D modeller ute på anleggsplassen. Programmet er mer støttende for Autodesk sine produkter og kan ta imot forskjellige åpne formater som LandXML, IFC, CityGML, samt andre CAD- og 3D-modellformater. Programmet kan også konvertere fra 2D- til 3D-objekter og kan dermed visualisere modellen automatisk. Med Viasys VDC kan arbeidet deles med prosjektgrupper og interessenter hvor tverrfaglig modell har en klar struktur og hvor man enkelt kan navigere rundt. Samtidig kan det også legges igjen merknader og kommentarer, attributter osv. Modellen ligger i en skyløsning modellen automatisk blir oppdatert ved nye oppdateringer på BIM- og 3D-modellene. Programmet har også en analysefunksjon som kan kollisjonsteste modellene, samt simulere sol/skyggeforhold og med en himmel som virker realistisk. I tillegg har det 5D-simulering og kjøring som du kan bruke ved gå gjennom modellene i forhold

virkeligheten og se på hvordan prosjektet og elementer er utformet og plassert ute på anleggsplassen.

Novapoint

Novapoint er et verktøy for planlegging og prosjektering for infrastruktur som veg, VA, jernbane og hvor Autocad brukes som DAK-plattform. Novapoint er en norsk programvare og er utviklet i samarbeid med Statens vegvesen og daværende Vianova, nå Trimble.

I 2012 ble programvaren oppgradert til Novapoint 19 DCM som skal tilsvare BIM for bygninger. DCM står for Design, Construction og Maintenance, og har formål å omfatte hele prosjekters livssyklus. Siden den gang er programvaren utviklet videre til Novapoint 21 DCM. (Novapoint, 2019)

Navisworks

Programvaren Navisworks er en del av Autodesk sine programvarer og har som hensikt å kombinere alle 3D-modeller og BIM-modeller fra flere filformater. En av de mest benyttet og nyttige funksjonene i denne programvaren er kollisjonskontroll. Med kollisjonskontrollfunksjonaliteten kan man finne hvilke objekter som er i konflikt med hverandre (whitelygroup, 2017).

AutoCad

Programmet er en applikasjonsprogramvare for CAD- og tegneprogram. AutoCad er utviklet av Autodesk som ble grunnlagt av John Walker og 15 andre utviklere, og ble først lansert i 1982 for desktop PC. Filformat- og programvarekonseptet er hentet og implementert fra Interact CAD som var utviklet til filformatet DWG. 4 år senere ble programmet en av de største og mest utbredte applikasjonsprogramvarer verden rundt. I dag holder fremdeles AutoCad en ledende posisjon i markedet. (Weisberg, David E., 2006).

Bruk av Autocad er aller mest utbredt innen konstruksjonsindustrien. Programmet har implementert BIM-løsninger for å hjelpe ingeniører til å designe/prosjekttere, visualisere og simulere prosjektet for å oppnå en mer effektiv prosjektering. AutoCad brukes også innen flere andre fagfelt. Det kan blant annet brukes til å lage 3D animasjoner ved hjelp av en tilleggs applikasjoner som heter Entertainment Creation suites. Denne applikasjonen kan lage animasjoner med visualiseringseffekter og samtidig vise frem hvordan prosjekter kan bli seende ut i realiteten. Autodesk har i tillegg utviklet mange andre programvarer som Infraworks, Navisworks etc. (www.autocad.com, hentet 2018)

3.7 Filformater

Under blir det gitt en presentasjon av filformater med størst utbredelse innen samferdselsprosjekter.

LandXML

LandXML er internasjonalt åpent format som er utviklet med tanke på utveksling av samferdsels- og infrastrukturdata (<http://www.landxml.org/About.aspx>, 2017). Formatet brukes hovedsakelig av vegbransjen. Det er særlig utbredt ved bruk av CAD(Computer Aided Design)-baserte verktøy. De fleste maskinstyringsverktøyer kan importere LandXML direkte uten noe form for konvertering. Siden LandXML er et internasjonalt akseptert format er det mange programvarer som tar imot dette formatet, og det er godt innarbeidet i ulike programmer som benyttes for utstikking og maskinstyring på anleggsplass. Men erfaringer tilsier at LandXML er ikke format som kan benyttes til å utveksle mellom ulike fag i en prosjekteringsprosess. Bakgrunnen for dette er at formatet ikke kan ta med seg 3D-geometri på en god måte. Dette er en stor ulempe for formatet da 3D-solids er en objekttype som utveksles mye i BIM-modeller.

DWG

DWG er et filformat som tillater brukere til å lagre 2D og 3D dimensjonale data basert på flater, volum og linjer for design og prosjektering. Det ble oppfunnet av Mike Riddle på bakgrunn av at han ikke var fornøyd med løsningen av programvare som var tilgjengelig. Dermed startet han å lage et nytt program som het Interact CAD som ble startet i 1977. DWG står for drawing, og formatet ble lansert i 1979. Filformatet brukes i CAD programvarer, og tillater å lagre alt i fra kart, geografiske informasjoner og til og med bilder. Alt av informasjon som blir opprettet i et CAD-program kan bli lagret til en DWG fil. DWG filformatet er best kjent for være det opprinnelige formatet til programvaren AutoCad. Selv om det skulle være et åpent format for mange andre programmer er det mest tilrettelagt for AutoCad. Filformatet kan også åpnes uten en AutoCad lisens. Bruk av DWG er utbredt i alt fra byggebransjen til spilldesign. (Weisberg, David E.; 2018)

IFC

IFC står for Industry Foundation classes og er et åpent filformat for bygninger og benyttes i dag som utvekslingsformat for BIM-prosjekter. Det er den mest utbredte standard for å utveksle BIM mellom ulike programvarer. Filformatet kan ha volum-, mengder, geometri- og fagliginformasjoner. (Difi, 2018) Men IFC støtter ikke linjer og tilpasninger som er en utfordring for vegprosjekter.

SOSI-format

SOSI-format er ikke et åpent format men bør nevnes siden det brukes mye i prosjekteringsverden. Det er et filformat som utveksler digitale geodata og ble først tatt i bruk på 70-tallet (Bie, Stormark; 1980).

SOSI er et tekstbasert filformat som bruker informasjon som beskriver en kartsituasjon i verden. Det inneholder også linjer, polygoner og andre grunnleggende geometrier. Filformatet fungerer ved at objekttyper er beskrevet konkret etter en objektliste utviklet av Statens kartverk. SOSI-filformat er svært utbredt i norske kartdata.. (Kartverket, 2019)

GML-filformat

GML står for Geography Markup Languages. Dette filformatet er basert på ISO-19136. Det er et LandXML basert format for utveksling av geografiske informasjoner. Det inneholder linje, polygoner og andre grunnleggende geometrier som beskriver en situasjon i verden. Det er et internasjonalt filformat med samme formål som SOSI-filformat, men med mer fokus på 3D og benytter flere geometrier som 3D solids. I tillegg skal objekttegnegenskaper og egenskapsbetegnelser lettes tolkes og forstås av mennesker og maskiner (ba-nettverk, 2018). Etter Geodataloven skal GML-filformat erstatte SOSI-filformat i fremtiden (Geonorge, 2015)

4. Resultater

I dette kapitlet skal det presenteres resultatene fra kvalitative intervjuene. Det er delt opp i to parter; Entreprenør og BIM-koordinator fra prosjekterende. Dette er for å kunne se forskjellen på besvarelsen. Spørsmålene som er blitt stilt under til intervjuer er både til entreprenører fra forskjellige selskaper og BIM-koordinatorer fra prosjekterende som er blitt knyttet til prosjektene E39 Rugtvedt-Dørdal og E16 Flyplasskrysset. Intervjuet blir presentert med relevante informasjoner i forhold til det som intervjuobjektene har kommet med. Det er noe steder som er mer utfyllende enn andre i forbindelse med budskapet fra intervjuobjektene.

4.1 Entreprenør

Besvarelser fra respondenter fra entreprenører fra prosjektene E39 Rugtvedt-Dørdal og E16 Flyplasskrysset, samt andre entreprenører som ikke er involvert i disse prosjektene blir presentert på dette kapitlet. Det er variasjoner i forbindelse med rollefunksjoner. En av respondentene stilte opp med 3 personer under intervjuet. Respondentene er anleggsledere som har overordna innblikk til hvordan BIM-prosessen støtter ute på anlegget, BIM-ansvarlig med kunnskap på tekniske delen av anlegget, og stikkere som er mye ute i feltet og håndterer data.

4.1.1 Hvordan støtter BIM arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?

Under dette temaspørsmålet vil spørsmålene sirkle rundt hvordan BIM støtter gjennomføringen ute på et samferdselsanlegg. Videre tar spørsmålene for seg fordeler og utfordringer man får ved bruk av BIM.

Hvordan fungere BIM-støtte ved kommunikasjon og arbeid ute på anlegg?

Alle respondentene sier at det er avhengig av type kontraktsformer for å kunne utnytte BIM bedre i prosjekter, om det er totalentrepriser, hovedentrepriser eller andre kontraktsformer. Men alle tilsier at det beste er totalentrepriser utnytte muligheten som ligger i BIM.

En respondent sier at BIM utnyttes mye bedre når prosjektering og bygging går nesten parallelt med hverandre. Den tradisjonelle kontrakten behandler prosjektering som en jobb, og bygging som en annen gjør at det skapes en "barriere" for utveksling av kompetanse og forståelse ved bruk av BIM.

BIM-modellen kan også benyttes i form av å sette samme alle BIM fagmodeller til å kjøre en kollisjonskontroll med programvaren Navisworks for å sikre at det ikke blir noen konfliktpunkter mellom fagene og objekter nevnes av en annen respondent. Tverrfaglig kontroll blir utført ved at alle disiplinledere og ansvarlige anleggsledere kontrollerer sine fag

mot hverandre før man begynner å bygge. Det skaper samtidig en tverrfaglig forståelse og kan se utfordringer i prosjektet i fellesskap. På denne måten kan man ta kjappe avgjørelser for å løse konflikter.

Nettbrett blitt benyttet mye ute på anlegget sier respondentene. BIM-modellen er ofte blitt tilgjengeliggjort via en server der nettbrettet er blitt koblet gjennom programvarer for å få tilgang til modellen. Det blir oftest benyttet på ledernivå for å få et overblikk over anlegget. Dersom man samtidig benytter Viasys VDC for å plassere det prosjekterte visuelt hjelper det mye i forhold til forståelse ved kommunikasjon. Kvalitetssikring kan raskt utføres under et møte med forskjellige ledernivåer.

En annen respondent sier at samferdselsprosjekt ikke kan defineres som BIM prosjekt per dags dato pga. modeller og formater for samferdselsanlegg ikke er moden nok etter BIM-standard sammenlignet med bygg. Formater og modeller for veg inneholder begrensninger for informasjon. Dataformater for samferdselsanlegg er fremdeles primitive og det er vanlig at fagmodeller blir satt sammen som en visualiseringsmodell. Videre brukes denne visualiseringsmodellen for å presentere hvordan anlegget er utformet rent estetisk og samtidig som den kan brukes som utgangspunktet for å ta avgjørelser på plassering av eksempelvis en gang-sykkelveg eller av et tre.

Hva slags fordeler får man ved bruk av BIM i anlegg?

En av de mange fordelene er bedre kvalitetssikring mellom utførende og prosjekterende. BIM-modeller gir bedre overblikk og forståelse for prosjektet hvilket videre fører til bedre kommunikasjon.

Alle respondentene gjentar mye fra det første spørsmålet hvor respondentene nevner at fordelene er økt av tverrfaglig forståelse ved komplekse prosjekter. Kollisjonskontroll av BIM-modellen gir større grad av forutsigbarhet, og kan ta tak i problemer på et tidligere tidspunkt.

En annen respondent sier at med BIM-modell kan man få en LoD (Level of Development) status, og oversikt over informasjonsflyt. Man kan som nevnt av alle andre respondenter se en visuell fremstilling som gjør at det blir mer forståelig f.eks. hva slags objekttyper dette er. Det går raskere å bygge ved en felles forståelse. Tid er penger sier den bestemte respondenten.

Selv om det er ikke er BIM, skaper visualiseringsmodeller en trygghet og forståelse for hva som skal produseres og anlegges. Man slipper enorme mengder tegninger med forskjellige revisjoner når det er endringer underveis i prosjektet. Endringer og revisjoner på tegninger kan føres til mye misforståelse og tap av effektivitet sier ene respondenten, dette oppstår typisk når det begynner å bli for mange tegninger.

Hva slags utfordringer får man ved bruk av BIM?

De største utfordringene er knyttet til yrkesarbeidere og håndverker mener en respondent. De har ikke tilstrekkelig kunnskap og kompetanse til å bruke BIM-modeller. Og mange seniorer har ikke viljen til å lære og ta i bruk nye verktøy. Tanken på å gå utenfor komfortsonen gjør det enda vanskeligere. I tillegg kreves det mye penger for investering av kursing og programvarer for at alle skal oppnå kompetansen til å ta i bruk BIM.

I tillegg på konstruksjonssiden blir BIM-modeller prosjektert i lokale koordinatsystemer pga. at det skal produseres et annet sted og senere bli fraktet videre til anleggsplassen. Samferdselsprosjekter blir prosjektert i verdenskoordinat i forhold til eksakt plassering. Mens på bygg er det lokale koordinatsystemer som gjelder. Så som oftest er det utfordringer allerede mellom veg og konstruksjoner når BIM-modellene samordnes.

Når man bruker VDC på et nettbrett med BIM-modeller er det også store utfordringer når det gjelder riktig steds plassering av objektet på anleggsplassen. Dagens nettverkløsninger og teknologi er ikke helt tilstrekkelige med tanke på steds plassering for å plassere et objekt. Det blir store avvik i forhold til det prosjekterte. For et bygg fungerer det med lokalt koordinatsystem, mens på et samferdselsprosjekt som bruker verdens koordinatsystem krever det en avansert GPS som er en ganske dyr løsning. Da faller hensikten litt vekk da det blir begrenset i forhold til hvor mange og hvem prosjektmedarbeidere som skal bruke det.

Videre sier en respondent at dersom BIM skal bli prioritert må det beskrives i kontraktsbeskrivelse at BIM er en del av leveransene med spesifikt detaljnivå. Når det ikke skrives noe omfang og detaljer blir det fort nedprioritert. Eller at det kan misforståes i form av detaljeringsnivåene på BIM-modellen. Mye er pga. ikke alle har kompetansen i en prosjektgruppe. Dette gjelder både fra prosjekterende og utførende som er på anlegg.

En av respondentene sier at per dags. dato er det altfor mange dataformater på anlegg. Mye er på grunn av stikningsdata. I praksis er det veldig få systemer som støtter åpne formater. Dette skyldes mye software-problematikk. Det fungerer best for bygg kan ikke overføres til samferdselsprosjekter. Når alt annet legges på toppen av dataformater er at det er for mange muligheter på programvarer som gjør de kan brukes til mye, uten å vite i dybden av det som lages i en BIM-modell.

4.1.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?

Under dette temaspørsmålet skal det gjøres rede på spørsmålene rundt hva slags typer programvarer som er blitt brukt for støtte BIM-prosessen på anlegg. Det skal også drøftes rundt erfaring av bruken av de forskjellige programvarene samt utfordringer rundt det.

Hva slags erfaring har dere med programvarer i forbindelse med BIM-prosess og støtter på anlegg?

Dem fleste respondentene sier at programvaren Gemini Terreng er det som ligger foran alle andre programvarer når det gjelder å ta imot åpne formater. For å få større utbytte må det prosjekteres i Gemini programvaren for struktur i programvare som tilrettelegger bruken.

Funksjonalitet er et viktig sier ene respondenten når det gjelder utførelse i anlegg. Da er det ikke BIM som er hovedfokus, men at det er stikningsdata som er mest behov. Gemini tas mest i bruk siden programmet støtter alle åpne formater, og støtter også etter norsk standard. Men igjen er det ikke så bra visuelt. Det er tungt program som ikke er så brukervennlig.

Alle respondentene sier at det som er positiv med Gemini som en entreprenør er at programvarer hjelper med å forberede stikningsdata til maskinstyring.

En annen respondent sier at det er ingen programvarer for samferdselsprosjektene som dekker behovene for BIM. Novapoint dekker en del, og Gemini dekker en del. Så da må det utveksles mellom programvarene. Ute på anlegg er det blitt brukt Viasys VDC BIM støtter.

Siste respondenten sier at BIM har skjedd lite i forhold til det som programutvikler påstår. Det har gått tregt i forhold til utviklingen som foregår på bygge bransjen. For det første har programutvikler bare fokusert på rådgiver som kundegrupper, og ikke på entreprenører. Med totalentrepriser kontrakter har det snudd trenden i de 5 siste årene der plutselig har det blitt økt mer fokus på entreprenører. Hos AF-grupper har det blitt testet ut mer enn 60 programvarer som støtter BIM i det siste 3 årene. Det begynner å bli for mange produkter på markedet som kan kvalifisere seg i forhold til bruken. Autodesk har lansert Infracore i forbindelse med visualiseringsmodell og kan ta imot nesten alle formater. men det er ingen muligheter for å ta ut mengder og informasjonen fra objekter. Det er ikke BIM. Modellen gjør at det blir blendet av det visuelle og kan ta vekk fokuset på at dette er BIM.

Hvilke utfordringer dukker opp under bruken av programvarer?

Mange sitter med forskjellige kompetanser på forskjellige programvarer, og dermed vil de jobber med verktøyene som dem behersker best med. Utfordringer er å få både entreprenører og rådgiver til å jobbe samme plattform og samme programvarer slik at det blir mindre konflikter og kommunikasjonssvikt sier ene respondenten. Når det blir mye import og eksport mellom modeller er det som oftest mange informasjonen som går tapt under denne prosessen. Alle programvarer har sine egne konverteringsregler som ikke ta hensyn til hverandres informasjonen mellom programvarene.

Ene respondenten mener at store utfordringer med prosjektet er at det må være egne spesialister som å involvere for at det skal fungere som ønsket. Det er snakk om fagpersoner som må spesialisere seg i Novapoint. Da må både prosjekterende og entreprenører ha kjennskap til programvaren for å klare å kommunisere sammen. I tillegg egne folk må jobbe med rutiner, maler for modellen kunne kjøre prosessene mellom prosjekterende og ute på

anlegg. Det kreves ganske mye ressurser for å ha opplæring, spesielt folk som jobber ute på anlegg.

En annen stor utfordring som nevnt ovenfor sier siste respondenten er at det er altfor mange programvarer ute på markedet som er spesielt fokusert på det visuelle at det gjør mange mister fokuset på BIM. Med en gang man velger et feil program er det vanskelig å overflytte prosjektet til et annet program.

Siste respondenten sier å jobbe med store komplekse prosjekter gjør at det skaper store utfordringer på programvarens ytelse og. Erfaring når det blir mer enn 10 km vegprosjekt med mange andre fag inni bilder blir BIM-modellen temmelig stor. Det skaper store utfordringer ved å åpne modellen som kan ta mange minutter. Også for å finne situasjonsområder i modellen kan ta fort tid pga. ytelsesproblemer både på programvaren og på pc. Deretter når det skal hente ut data til stiknings er det en lang prosess pga. modellen er for stort. Dette gjelder erfaring fra både Gemini og Novapoint.

I tillegg til dette er det software problematikk opp i det hele. Når det først skjer en oppdatering i programvaren kan det være uheldig at programvaren låser modellen i forhold siste versjonen. Prosjektmedlemmer kan ikke bruke modellen med mindre de også oppdatere samme versjonen av programvaren. I mange tilfeller er det flere selskaper som må gjennom deres sikkerhetssystem og testing før det lanseres intern hos dem. Det skaper store forsinkelse for mange prosjektmedlemmer for å ta i bruk i BIM-modellen igjen når det først inntreffes.

4.1.3 Hvordan støtter og hvilket problem gjenstår på dagens formater under BIM-prosessen på anlegg?

I dette temaspørsmål skal spørsmålene omhandle filformater som er støttende og utfordrende for BIM. Det vil ta for seg fordeler og ulemper med de ulike filformater.

Støtter programvarer formater slikt som dere ønsker?

Respondenten sier at når det prosjekteres i Gemini eller Novapoint så er det basert på at linjer og punkter for tilpasning til eksisterende terreng.

Andre respondenten sier at det er store utfordringer med dagens filformater for fremstiller det som ønsket ut i fra grunnlaget fordi både DWG- og IFC-formater ikke er egnet for dette. Programvarene støtter ikke alt og det er begrensninger til å ta imot filformater. Informasjoner forsvinner under konvertering til en annen filformat når programvarer er begrenset til å ta imot. F.eks. en VIPS-modell skal transformeres til LandXML-format og ikke alle objekter blir med når det blir konvertert. Det gjør at når det skal leveres data for bygging, mangle det som oftest et par prosent av informasjoner som ikke ble formidlet videre til entreprenøren. Selv om det er blitt opprettet regler og maler for dette, men pga. filformat begrensning på hvilke

opplysninger kan konverteres med. VIPS format er et gammeldags format som brukes fremdeles og som er ikke BIM.

Siste respondenten sier at de store programleverandører har låst sine formater fra sine programvarer. Pengene har en stor innvirkning til programutvikler og er avhengig av dette. Det er mye tekniske utfordringer. Dette er blant annet ytelse på programvarer og kapasitet på en pc i tillegg.

Formater, hva slags fordeler og utfordringer som dere har støtet underveis?

Første respondenten sier at GML er et tekstformat som tilsvarer det samme som LandXML, men det inneholder mer geografisk informasjon, og kan få ut informasjon av objekter og volum som tilsvarer IFC-format. Dette er mer tilegnet som et åpent format for samferdselsprosjekter fremfor LandXML som inneholder mindre informasjon. Spesielt pga. informasjonen kan føres direkte inn i en 3D-modell som DWG som ikke inneholder noen informasjon enn bare flater. Per dags dato. jobbes det med å endre denne filformatet til å få en dataflyt mellom maskinfører og entreprenør til byggherre, Hvis det la seg gjøre vil det blir mindre kommunikasjonskonflikter som kan oppstå under anleggsprosessen. Rådata kan brukes direkte til stikningsdata med fulle informasjon som ikke trengs å bearbeide som LandXML for å gjenskape modellen.

Andre respondenten sier at LandXML og tekstformat er best egnet per dags for stikningsdata, men formatene er ikke BIM som å utveksle 3D informasjon. Filformatet er tekstbasert som er en veiledning av en datastruktur av objekter. Alle typer formater som SOSI-filer, må bearbeides for å få inn på en modell til en annen filformat. Arbeidsflyten blir derimot ganske dårlig med tanke på at det må importeres og eksporteres. Tiden forsvinner bare å prøve å gjenoppbygge en vegmodell i sin egen programvare.

Tredje respondenten sier at DWG-filformat er kravet fra SVV som tilsvarer BIM-format. Men det vil ikke kalles for en åpent BIM filformat. DWG kan bare brukes til visualiseringsinput for en modell pga. det ikke inne mye informasjon enn flater som illustrere hvordan det blir utformet. Når modellen blir import blir modellen konvertert til et eget filformat i programmet som ikke blir synliggjort. Eksempel er ved bruk av Naviswork. Modelltreet blir bygget om og objektkoder blir omdefinert Ved å eksportere objektene fra Naviswork så blir det ikke det samme som originalen. Man må være bevisst på at mange programvarer operer slikt.

4.1.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranser under modellbasert leveranser?

Under dette temaspørsmålet skal det foreta spørsmålene rundt om tegninger blir fremdeles brukt ute på anleggsplassen. I hvilken sammenheng og bruksområder blir tegninger blitt brukt under anleggsprosessene.

Brukes tegninger fremdeles ute på anlegg?

Alle respondentene sier at tegninger brukes fremdeles tegninger på anlegg. Det er ingen mål i seg selv å bli kvitt tegninger 100%. Innenfor stikningsdata er det digitale data som gjelder. Statens vegvesen stiller fremdeles krav til tegninger for dokumentasjon.

Også sier respondentene videre det er lett å bruke tegninger ved videre formidling med informasjoner når det er endringer. Noe ganger tar det for lang tid til å oppdatere informasjoner på modellen. Når en BIM-modell er store og tunge tar det også tid til å oppdatere modellen. Da er det raskere å skrive det på en tegning og videresende det på e-post til vedkommende som skal motta disse endringene.

Det er fremdeles store behov for arbeidstegninger på anleggsplassen, spesielt for håndverkere som ikke kan bruke BIM-modeller til sitt eget bruk.

Hvilken bruksområder blir tegninger brukt under anleggsprosessen?

På byggkonstruksjon som bro og kulvert trengs det fremdeles tegninger. På konstruksjon sier første respondenten at elementer og objekter på en konstruksjon blir produsert hos en leverandør og blir fraktet videre til anlegget. Dermed holder dem fleste leverandører med tegninger siden det er ikke avhengig at objektene blir georeferert. Respondenten sier videre at alle konstruksjoner skal godkjennes hos Vegdirektoratet. Metoden er fremdeles ved bruk av tegninger, og dermed blir det vanskelig å levere en BIM-modell siden Vegdirektoratet har ikke ennå klart å få et system for det per dags dato.

Andre respondenten sier at VA trengs det tegninger for å tolke på hvordan fallene på en veg konstruksjon vil oppføre seg enn på en BIM-modell. Med en tegning kan det lett sees hvilken retning kan overvannet samles seg. Da er det også lettere å plassere en sluk og andre utstyr for å fjerne vannet. Respondenten sier og at på konstruksjon som broer, kulvert og mur brukes det fremdeles mye tegninger. Det er lettere å tolke tegninger enn å lese en modell.

Siste respondenten sier at plan og profil tegninger for en veg, en C-tegning brukes også ganske mye for å se hvordan linjeføring blir utformet. Det er lettere å få et innblikk siden det inneholde alle informasjoner som trengs for en veg geometri som høyder, tverrfall, radius, klotoider, overbygning osv. Med en BIM-modell for en veg geometri vises ikke disse informasjoner som er det mest essensielle.

Er det begrensninger i modeller siden det er behov tegninger?

Respondentene sier at begrensningene ligger ved at ikke alle endringer blir oppdatert tidsnok. Tid er essensielt, så da finner man som oftest den raskeste løsningen for å få tak i nye endringer som oppstår under anleggstiden. Da er tegninger den raskeste måten per dags. dato for enkelte fag til dokumenterer og videre formidler.

Videre sier respondentene at det er mange som redd for å bruke BIM-modeller. Mange yrkesarbeider er redd for å mistolke modellen. Det er begrenset med kompetanse på hvordan det skal brukes og tolkes. Tegninger er tryggest å bruke for å unngå mistolking og er lettest å bruke.

Respondentene understreker at BIM-modeller er ikke modent heller for samferdselsprosjekter, mest for veg. Alle informasjonen blir ikke implementert i modellen. Resultatet blir tegninger som kan fange disse informasjonene som trengs

4.2 BIM-koordinator

I dette kapitlet vil det ta for seg BIM-koordinator fra prosjekterende som er både involvert i prosjektet fra E39 Rugtvedt-Dørdal og E16 Flyplasskrysset, og BIM-koordinatorer som ikke er involvert i prosjektene for å få en litt større bredde på hva er deres oppfatning rundt disse tema-spørsmålene.

4.2.1 Hvordan er BIM-prosessen for et samferdselsanlegg?

Dette inneholder delspørsmål rundt hvordan BIM støtter gjennomføringen av et samferdselsanlegg. Spørsmålene tar samtidig opp hva slags fordeler og utfordringer man får ved bruk av BIM.

Hvordan støtter BIM ved kommunikasjon og arbeid ute på anlegg?

BIM-modeller for samferdselsprosjekt brukes i forhold til kommunikasjon angående hvordan prosjektet skal gå frem og det visuelle. Ved hjelp dagens teknologi kan BIM-modeller tilgjengeliggjøres på nettbrett for brukes ute på anlegget- BIM-modeller kan brukes for å oppnå økt forståelse for hvordan veggeometrien er utformet. Med VR teknologi kan forståelse bli enda bedre i forhold til å kunne plassere modell på en bestemt plass på anlegget os se hvordan fagene endelig blir knyttet sammen. Det skaper en felles forståelse og en lettere form for kommunikasjon når både entreprenøren og prosjekterende opererer samme BIM-modeller.

Videre sier respondenten at det viktigste punktet som bestemmer hvor god utnyttelse man får ved bruk av BIM avhenger av hvilken kontraktsform som inngås, og hvordan kontrakten beskriver bruk av BIM. Foreløpig er totalentreprise det som er best egnet for BIM. Da kan både

entreprenører og rådgivere sitte rundt samme bord og få en felles kunnskap og tolkning av BIM.

Det er testet ut bruk av BIM-kiosk på anlegg i følge en respondent. Da skal fagmodellen være tilgjengelig slik at alle nøkkelpersoner kan ta den i bruk. Når det skjer endringer blir de sendt direkte til serveren/kiosk slik at ved slutten av dagen eller ved behov ligger de sist lagrede endringer, objekter eller geometri tilgjengelig. Entreprenører og oppdragsgiver kan til enhver tid se endringer under prosjekteringen.

Den tredje respondenten sier det visuelle hjelper med å øke effektiviteten – dette er en metode for å oppnå god forståelse når det gjelder kommunikasjon og prosessfremgang. Med nettbrett kan modellen tas i bruk for å se hvordan ting ser ut, eller på et møte for å kunne ha det som grunnlag til diskusjoner. Samtidig kan man ta tverrfaglige kontroller som kollisjonskontroll som sørger for at det ikke er konflikter mellom fagene.

Hva slags fordeler får man ved bruk av BIM i anlegg?

En respondent sier at fordelen er at effektiviteten økes mer når det visuelle blir presentert for bedre forståelse når det gjelder kommunikasjon. Potensielle er at man kan få LoD nivåer som kan tilsi modenhet på BIM-modeller til å bruke det i anlegget støttes til utførelsen, og samtidig kan BIM-modellen gjenbrukes når tiden er inne for drift og vedlikehold.

En annen respondent sier at har man en god og tydelig modell kan det ikke misforståes. Sitter en person med tegning med tilhørende kompetanser er det ikke til å unngå med misforståelse. Men når en annen fagperson kommer inn i bildet, går informasjonene tapt pga. deres tolkning på tegningen. Med en BIM-modell kan dette unngås.

Videre sier respondenten at det blir et tettere og parallelt samarbeid i forhold til tegningsbasert leveranser. Den tradisjonelle arbeidsmetodikk på et samferdselsprosjekt er mye rykk og napp der veg må være på plass før andre fag kan utføre deres arbeid. Konflikten oppstår ofte ved at pga. tegningene ligger alltid bak i forhold til endringer og oppdateringer. Og de viktige endringer og faktorer kommer ikke tidnok på tegninger etter "første gangs" leveranser. Dette fortsetter til hoved leveranser. Med BIM-modell sitter alle med de siste oppdaterte modellen, samme modellen, og ikke med hver sine tegninger på hver hjørner. Alle informasjonen kan få et skjerm istedenfor å lete frem tegninger for hvert enkelt fag i prosjektet. Det er såpass tydelig på BIM-modellen at det kan tas en rask avgjørelse eller beslutning i felleskap på et møte.

En annen respondent sier og at det er lettere med å få de tverrfaglig utfordringer, og samt kommunikasjon mellom fagene blir lettere. Man oppdager konflikter tidlig, og når det kommer i anleggsfasen så er det ikke noe konflikter i teorien. Man får også bedre oversikt over hva som kommer til å bli bygget. Dette gjelder også på fremdriften på prosjektet der det slippes å produsere tegninger å levere delleveranser med revisjoner i pågående prosjektering. Det spares enorme mye tid og kapasitet bare å ikke levere tegninger under prosjektering.

Hva slags utfordringer får man ved bruk av BIM?

Respondenten sier at i utgangspunktet skal BIM-modellen være en tvilling modell. Modellen som er på kontoret fra prosjekterende skal være likt det som skjer ute på anlegget. Dette skal inkludere både det visuelle og informasjon. Men pga. forskjellige programvarer bruk av programvarer som gjør at det blir en utfordring. I tillegg er BIM-modeller for samferdselsanlegg har fremdeles store utfordringer når det gjelder informasjonsbiten. Ut i fra en leveranse i det grove er det fremdeles et tradisjonelt prosjekt når det gjelder uttak og leveranser av informasjoner. Med dette blir det store utfordringer å bruke BIM-modellen videre til drift og vedlikehold sammenheng når nødvendige informasjoner ikke bli sydd inn i modellen.

Utfordringer er at det er ingen verktøyer som klare å løse alt sier ene respondenten. De som er prosjekterende søker etter verktøyer som bygger etter hverdagsprosessen på hverdagen. Det samme gjelder for entreprenører som støtter det samme forholdet som understøtter sine ting til å utføre arbeidet ute på anlegget.

Videre sier respondenten at formålet med totalentrepriser at både prosjekterende og entreprenør skulle sitte tettere sammen for å ha en felles forståelse på hverandre, men det er ikke like enkelt. Det tar tid for begge parter for å finne ut hva slags behov er det som trengs til ute på anlegget. I tillegg er det store utfordringer til å ha en dataflyt mellom partene. I noe tilfelle var ikke det hensikt med et fullt detaljert nivå på BIM-modeller. Formålet var å ha en felles forståelse hva BIM-modeller skal inneholde. Tegninger har allerede en mal for å presentere et rammeverk og forklaringer. På BIM-modeller har det verken rammeverk, krav og forklaringer på tydelighet. Dette må beskrives mer tydeligere. Det viktigste er at å finne ut hva skal BIM-modeller brukes til og samtidig synliggjøre risiko på en BIM-modell.

Videre sier respondenten også at det er en jungel av muligheter for å få BIM-modeller på nettbrett.

En annen respondent sier at en annen stor utfordring er at dette er en helt ny måte å jobbe i forhold til det tradisjonelle metode. Det er vanskelig å involvere fagpersoner og byggherren som ikke er vant til å med denne arbeidsmetoden, spesielt for eldre seniorer. Uten metodikk for BIM-modellering kan til og med de flink fagdyktige mennesker faller vekk på veien. Samtidig er det store utfordringer å få seniorer til å ta i bruk BIM-modellen pga. dem er vant med å jobbe med dagens arbeidsmetodikk. Faglig kontroll blir enda vanskeligere når det ikke kjennes til metodikken.

Videre sier respondenten sier det er en utfordring å vite om entreprenøren sitter med det sist endret og oppdaterte BIM-modellen. I SVV sine mange prosjekter har det blitt valgt en løsning der alle BIM-modeller skal være på et prosjektweb som skal være tilgjengelig for prosjektgruppe. Denne løsningen var å bruke e-Room. Før modellene kommer i hånden til entreprenøren må alle BIM-modeller og grunnlagene går gjennom SVV for at det skal godkjennes. Og dermed kan entreprenøren har tilgang til modellen. I det tidspunktet kan det

ha skjedd mye forandringer underveis som kan det store glipper av informasjonsveksling og endringer som har foregått.

Det som prosjekteres på samferdselsprosjekter er 3D-modeller ikke en BIM-modell i forhold til BIM-standard som er for bygg sier respondenten videre. Det er et godt stykke til at programvarer/software er klare for det. Det mister enorme informasjoner der det ikke kan påføres på modellen i forhold til en tekstbeskrivelse av et objekt, Eksempel en radius på en kantstein som skal utformes i en fast bestemt radius. På tegninger kan det beskrives med en tekst som beskriver om objektene. På modellen er det derimot vanskelig å påføre disse opplysningene. Videre på kantsteinseksempler er det mange tilfeller det må tilpasse til stede på anlegget. Disse informasjonene kan det heller ikke legges inn på modellen.

Respondenten sier videre at å kutte kanter på et objekt for tilpasning med hverandre fins ikke noen verktøyer som tilrettelegger dette arbeidet utenom tegninger. Per dags dato. er største utfordringene informasjon er lettere lage i 2D enn i 3D. Det er faktisk så komplisert i forhold til å realisere en tanke. Det fins ikke noe elegant måte å legge en tekst opplysninger på et objekt. Respondenten sier at det er mulig, men det kreves masse tid og ressurser som ender med at nytten blir mindre verdt.

Siste respondent sier at det er den digitale kompetansen som er utfordrende. Det varierer så mye fra entreprenør til entreprenør. Noen har en vanvittig kompetanse, mens andre har vidt begynt med det. Det er mange yrkesarbeider som ikke vet hvordan man håndtere BIM-modeller. Overgangen er en stor utfordring og at det synes at noen entreprenører tar det for lett.

Alle respondentene sier at krav for BIM må også beskrives på kontrakt. Det kan lett nedprioriteres pga. samferdselsprosjekter er ikke det nivået som ønsket enda. Dette gjelder mange rådgiver firma, entreprenører og Statens vegvesen. Det må settes et krav for samtidig en høy prioritet for å kunne gjennomføre.

4.2.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?

Under dette temaspørsmålet skal det gjøres rede for spørsmålene rundt hva slags typer programvarer som blir brukt for å støtte BIM-prosessen på anlegg. Det skal også drøftes rundt erfaring i bruk av de forskjellige programvarene samt utfordringer rundt det

Hva slags erfaring har dere med programvarer i forbindelse med BIM-prosess og støtte på anlegg?

Stort sett har entreprenører bygd seg opp gjennom hovedentrepriser med kunnskap gjennom en programvare, og det er Gemini. De har laget gode rutiner for importering og bruker det fullt på anlegg, sier en av respondentene. Hovedfokuset Gemini er bygget opp rundt er maskinstyringsdata.

Respondenten sier at Gemini er utviklet på bakgrunn av lang fartstid og parallelt utviklet med VIPS som gjør at de kommunisere godt med hverandre. Men når det gjelder BIM så kan det diskuteres om Gemini har det skal til og kommer til å bli forbigått, med mindre de utvikler seg mot å ta imot åpne formater på en mer brukervennlig måte. Gemini er ikke på det sterkeste når det gjelder det visuelle. I tillegg har er programvaren bygd opp slik at den ikke er i stand til å håndtere alle data. Entreprenørene har sikkert gode rutiner for oppsett for å håndtere dataimport og eksport. Men sett fra en som ikke bruker programvare fullt så er det ikke så brukervennlig.

En annen respondent sier at Novapoint har sine fordeler ved at alle brukere og instanser får tilgang til hele prosjektet, i motsetning til Gemini. Novapoint svarer også best til oppgaven/prosjektet for samferdselsbransjen sammenlignet med andre programvarer når det gjelder samhandling. Det fins også en gratis versjon som kan brukes for å se på modellen direkte fra en nettleser som heter Novapoint Viewer. I Novapoint fins det noe som heter Novapoint Topics som kan benyttes til å opprette saker gjennom modellen. Det er mulig å kommunisere ved å ta bilder på konfliktområder og sende de tilbake fra anlegget til prosjekterende via modellen.

Med dette kan byggherren og entreprenøren til enhver tid se hvordan prosjektet er blitt bygd opp og se hvordan prosjektet kommer til å bli fremstilt på anlegget. Kvalitetsnivå kan sjekkes samtidig for å se om det er klart til å bygges ut i fra modellen når tiden er inne.

Siste respondent sier at programvarer og filformater henger sammen. Novapoint tilpasses til vanlige filformater som prosjekterende og entreprenører er vant med. Programmet har sine fordeler ved at de har en stor andel av markedet i Norge, og Trimble prøver å lage et økosystem rundt det. I tillegg har daværende Vianova utviklet Novapoint GO for å bringe det prosjekterte ut i anlegget ved bruk av smarttelefoner og nettbrett. Det kan registrere opplysninger eller endringer og sendes tilbake til pc.

Hvilke utfordringer dukker opp under bruken av programvarer?

Respondentene sier at det er store utfordringer og tidkrevende å lære alle til å bruke de relevante programvarene som er aktuelt for BIMs.

Utfordringer ligger i at ikke alle har kompetansene i forhold til hva som forventes mener en respondent. Vedkommende som står på anlegget og holder en spade er mer spisset mot deres utdanning. Tegninger er enklere å bruke fremfor et nettbrett til å tolke hva som ligger bak BIM-modellen. Det er stikkere og geomatikere som bruker modellen mest, og det er de som har den digitale kompetansen. Det burde finnes et sted for å tilgjengeliggjøre BIM-modellen for alle som er ute på anlegg, samtidig som det burde være brukervennlig slik at alle som involvert i prosjektet kan forstå og bruke det aktivt. En BIM-kiosk kan være et bra hjelpemiddel som blir brukt mye på bygg.

En annen respondent sier at softwareoppdateringer er en stor utfordring. Ved en oppdatering må hele prosjektgruppe ha de siste oppdaterte versjonen av verktøyet for å ha tilgang til modellen. Dette kan gå utover mange, spesielt eksterne prosjektmedarbeidere i prosjektgruppe som ikke kan oppdatere samtidig da bedriften deres ikke har kommet så langt med uttesting og godkjenning av sikkerhetssystem før det rulles ut i bruk. En av utfordringene er også at det er store avhengigheter i forhold til gode og stabile nettverksforbindelser for å kunne laste opp og ta imot modeller ved endringer eller oppdateringer.

Siste respondent sier at det er viktig at det benyttes en åpent standard. Uten dette vil programutviklere kjøre sine egne løp med å gjøre sitt beste på deres måte. Rådgivere blir tross alt presset på to sider. Oppdragsgiver har krav om at det skal leveres et åpent format. Men det er ikke mulig med dagens program siden det fins ikke noe slikt for vegprosjekter enda. Når rådgivere kontakter med leverandører av programvarer sier de at det ikke kan leveres pga. det er ikke noe standard for dette. Dette er en stor utfordring for rådgivere. For entreprenører er det ikke noe stort problem pga. med så lang erfaring ute på anlegg med å definere et objekt. Det blir en større utfordring for utenlandske entreprenører hvis de skal bygge et samferdselsprosjekt i Norge.

4.2.3 Hvordan støtter ulike filformater BIM-prosessen ute på anlegg og hvilke utfordringer har dagens formater?

I dette temaspørsmålet skal spørsmålene omhandle filformater som er støttende og/eller utfordrende for BIM. Det vil ta for seg fordeler og ulemper med tilgjengelige filformater.

Støtter programvarer formater slikt som dere ønsker?

Programvarer tar ikke imot alle formater sier en respondent. På grunn av at vegprosjekter er basert på linjer som går langs terreng og at det er mye stedlige tilpasninger. Det fins ikke noen BIM-formater som er for utviklet samferdselsprosjekter eller som er spesielt egnet for det.

Andre respondenten sier at Novapoint og Gemini sine programvarer er utviklet i Norge på bakgrunn av Statens vegvesen sitt gamle VIPS-system fra 90-tallet. Og siden da har utviklingen basert seg på VIPS-systemet, og hvordan data skal håndteres fra prosjektering til utbygging i anlegg. Disse retningslinjene er basert på et gammelt system hvilket gjør at programvarene får begrensinger i filformater og låser filene til ikke åpne filformater.

En annen respondent enes om at det ikke finnes BIM-formater som er egnet for samferdselsprosjekter. Og ener at man bør videreutvikle IFC-formatet som inneholder mulighet for bruk av linjer og punkter som til å være en ny standard. Øvrige utbredt brukte filformater som LandXML og DWG har ikke nok egenskaper til å all informasjon som trengs for et vegprosjekt.

Formater, hva slags fordeler og utfordringer som dere har støttet underveis?

En av respondenten sier at det er ganske mange formater som støtter det prosjekterende innenfor samferdselsprosjekter. DWG-filer ivareta ikke BIM-prinsipp, men har lagnavn som kan identifisere hvilke typer objekter det er. Den store utfordring er at hva som kan bygges direkte fra denne modellen fra DWG-format. Fordelen er at det inneholder punkter og linjer til å lage stikningsdata og dermed har DWG-filer blitt brukt mye i samferdselsprosjekter, spesielt for veg. Men igjen må dette bearbeides, og det fins ikke noe dataflyt for dette.

Videre sier respondenten at IFC-format støtter ikke linjer og punkter, og dermed egner det ikke for stikningsdata. Når det ikke kan brukes som stikningsdata så kan ikke det brukes til maskinstyring ute på anlegget.

En annen respondent tilføye at DWG-format er ganske tunge å bruke, og krever mye pc kapasitet blant annet. Og igjen er formatet dominerende format. Mye av grunnen er at programvarer ikke klare å ta imot andre åpne formater. Programvarer sliter med å eksportere ut i åpne formater på en bra rutinert måte. Erfaringsmessig klares det å eksportere landXML på veg, og for VA kan det eksporteres ut til IFC-modeller. Det er blitt bearbeidet med implementering med informasjoner på 3D-modeller på DWG, men det er ikke kvalifisert som BIM-modeller. Standardiseringsarbeidet for åpne formater går veldig tregt som gjør at det er fritt frem med leveranser med filformater.

En utfordring alle brukere bruker forskjellige programvarer i hvert sitt fagfelt sier ene respondenten. Landskap bruker Autocad Civil 3D, Veg og VA bruker Novapoint, og konstruksjon og bru bruker Revit. Ingen av programvarer klarer å ta imot alle informasjoner når det importeres og eksporteres med hverandre. Formater som VIPS er det ingen andre programvarer utenom dets opprinnelig programvarer Novapoint, og Gemini som støtter dette formatet. Da det brukes mye tid til å tilpasses til andre programvarer går det som oftest mye informasjoner tapt under denne prosessen. Når disse informasjonene ikke blir implementert i en modell er det ikke kvalifisert som en BIM-modellen.

4.2.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranse under modellbasert leveranse?

Under dette temaspørsmålet stilles delspørsmål i forhold til om tegninger fremdeles blir brukt ute på anleggsplass, og i hvilken sammenheng og hvilke bruksområder de har.

Brukes tegninger fremdeles ute på anlegg?

Respondenten sier at tegninger blir brukt i mye større grad enn forventet. Selv om det i kontraktene står at det ikke skal produseres tegninger, men det er ikke til å unngå da håndverkere etterspør tegninger. Samtidig er det en god del informasjon som ikke kan formidles gjennom BIM-modellen som ender med at tegninger må til som et kommunikasjonsredskap for videre formidling av endringer.

Det er et stort behov for arbeidstegninger på anleggsplassen sier respondentene. Mye er pga. begrenset kompetanser til bruken av BIM-modeller.

Andre respondenten sier at konstruksjon må uansett ha tegninger for der står mye mer informasjon på tegninger i forhold til BIM-modeller. Selv konstruksjon kan eksporteres ut i IFC-format, men det er mye lettere å tolke en tegning enn en modell for håndverkere og anleggsmedarbeider.

En annen respondent sier at arbeidstegninger brukes fremdeles mye på anleggsplassen, og det er fremdeles et krav fra SVV som ikke kan unngås.

På hvilke bruksområder blir tegninger brukt under anleggsprosessen?

I tillegg til konstruksjoner som må godkjennes er det også skiltplaner som må godkjennes hos Vegdirektoratet før det skal bygges. Det fins ikke noen andre BIM-basert leveranser til Vegdirektoratet enn tegninger hittil sier respondenten.

En annen respondent sier C-tegning brukes til orientering ute på anleggsplass. Den inneholder alle informasjon for en vegkonstruksjon som er nødvendig for utførelse. I tillegg er VA-faget avhengig av plan og lengdeprofiltegninger for å plassere kummer og sluker for å samle inn vann. Samtidig kan man se vannfallets oppførsel i grøfter.

Siste respondenten sier at det er store ønsker fra håndverkere som legger ut kummer, sluker og rister å ha tegninger ved siden av. Det er for å kunne tolke vannets oppførsel på anlegget.

Er det begrensninger i modeller siden det fremdeles brukes tegninger?

En respondent sier at det noen ganger tar for lang tid å oppdatere BIM-modeller. Når et prosjekt er avsluttet etter levert byggeplan er det som oftest bare tid til oppfølging. Og når ting skal endres og forandres er nøkkelpersoner som kan gjøre endringer forsvunnet til andre prosjekter. Tiden for å finne en ressurs og for å gjøre de faktiske endringer kan ta mer tid enn å skrive på en tegning med merknad enn selve endringen som skal gjøres.

En annen respondent sier at BIM-modeller klarer ikke å ta høyde for alt i forhold til tegninger pr dags dato. Det er vanskelig å få opp en merknad i modellen. F.eks. at objektene skal formes og tilpasses på stedet under anlegget, eksempelvis motfylling mot en konstruksjon. Det går fortere med en spade i forhold til å modellere detaljer.

Siste respondent sier at det er store utfordringer med å få vis på kantsteiner til å vises i modell, det samme gjelder radius på kantsteiner. Dette resulterer i at man må ha tegninger som beskriver slike detaljer siden BIM-modeller ikke klarer det.

5. Diskusjon

I dette kapittelet blir det diskutert over resultatene samt trekker inn de viktigste funnene. Det vil sammenlignes med entreprenører og BIM-koordinatorer i forhold til deres erfaring og oppfatning. Under hvert delkapittel vil det som blir sammenlignet kombinert med teori som er blitt presentert i kapittel 3 der besvarelsene er relevante.

5.1 Hvordan fungere BIM-støtte på arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?

Når det kommer til hvordan BIM-støtter arbeidsprosesser ved kommunikasjon og arbeid i anlegget sier begge parter at det er avhengig av hvilken kontraktsform som benyttes på prosjektet for å utnytte BIM fullt ut. Alle respondentene sier at **totalentrepriser er best for å utnytte BIM** der entreprenør har ansvaret for hele prosjektet, fra start til slutt. Da er entreprenøren tidlig involvert i prosjektet. Eastman et.al (2011) oppfordrer entreprenører til å involvere seg tidlig i planleggingsfasen for å kunne ta bruk i kunnskapen om BIM. Kontraktsformen totalentreprise gjør at entreprenøren har ansvaret for både det som skal prosjekteres og det som skal utføres. Da er entreprenøren helt avhengig av å ha BIM kunnskap for å kunne ha et bra samarbeid og en felles forståelse med rådgiver. Eastman et.al (2011) sin forskning fremla forslag til å benytte **IPD kontrakt for å ha BIM i fokus**. IPD er en veldig kjent kontraktsform i USA. Kontraktsformen baserer seg på et tett samspill og felles økonomisk interesser mellom entreprenør, prosjekterende og byggherre. På denne måten kan alle fortjenester fordeles i felleskap, og vil til slutt avgjøre hvor vellykket prosjektet er (Nye veier, 2017). Men IPD er ikke praktisert i et samferdselsprosjekt i Norge enda. Det første prosjektet som er utført i henhold til denne kontraktsformen er et sykehusprosjekt i Tønsberg i 2017 (Multiconsult, 2017). I motsetning til totalentrepriser er fordelene at det kreves mindre arbeidsinnsats fra byggherresiden enn utførelsesentreprise. Dessuten får byggherren mer oversikt over kostnader i prosjektet på et tidlig tidspunkt, og har en part til å forholde seg til i kontrakten. Ulemper er at hvis det skjer endringer underveis i prosjektet, ligger ikke enhetspris til grunn for beregning av kostnad. Da må byggherren ha oversikt over og kunne vurdere grunnlaget entreprenøren gir for sine endringstilbud. Det er vanskelig å kunne sammenligne disse to kontraktstypene da IPD kontrakt er ikke er praktisert for samferdselsprosjekter. Men sett i fra tilgjengelige opplysninger virker det til å være en kontraktsform som virkelig kan fremme bruk av BIM. Ved en tidlig involvering kan entreprenører bidra med sine erfaringer og kunnskaper om utførelsen. Blant annet kan prisoversikt på materialer bidra til besparelse. Planlegging i forbindelse med deponier som entreprenører trenger er også et viktig punkt som kan bidra til en mer effektiv transport av forskjellige typer masser og bedre gjennomføring av anlegg. Å kunne implementere slike opplysninger i en BIM-modell kan gi store gevinster for framtidige samferdselsprosjekter. Men det kreves innsats fra alle parter, spesielt entreprenører for at nytten av bruk av BIM skal gi størst mulig gevinst.

BIM-modeller kan tas med ut på anlegg med et nettbrett sier respondentene. De er lette og man kan ta med overalt på anlegget. Dette er god støtte for å kunne se hvordan anlegget blir geometrisk utformet, i tillegg til å hente informasjon om objekter på anlegget. Med et slikt grunnlag kan arbeidere danne seg et bilde og bidra for en felles forståelse av prosjektet. Feil og avvik kan lettere oppdages hvis det ikke stemmer overens i forhold til det som er tenkt. Ved å ta et bildeutsnitt over situasjonsområdet kan det sendes i form av en merknad på modellen, eller epost, og kan tas videre til diskusjon for evt. om et avvik har dukket opp. En mer avansert bruk av nettbrett er BIM-modeller med VR (Virtual Reality) og VDC (Virtual Design Construction) funksjonalitet. Denne løsningen for støtte i anlegg har fremdeles store utfordringer når det gjelder plassering av objekter ute på anleggs plass. For å kunne plassere objektene med riktig plassering er det helt avhengig av gode nettverkløsninger, og tilgang på en avansert GPS. Slikt utstyr er kostnadskrevenende for de fleste prosjekter. Igjen er det store begrensninger med nettbrett pga. begrensninger i forhold til ytelse og kraft. Da er det også begrenset tilgang til hele BIM-modellen. Spesielt for samferdselsprosjekter som er store og komplekse er dette en større utfordring. Det er testet bruk av **BIM-kiosker** på E18 Rugtvedt-Dørdal. BIM-kiosk er benyttet veldig mye innenfor byggebransjen. En BIM-kiosk blir som oftest plassert på fast bestemt plass i anlegget. Ofte er de utstyrt med kraftige stasjonære pc'er. Slik kan man enkelt hente ut informasjon, og samtidig bruke BIM-modellen mye lettere enn på nettbrett, i form av at prosessene med å åpne, bruke, se, zoome, rotere uten noen forstyrrelser. Det fins også nå mobile BIM-kiosker som kan flyttes rundt i anlegget. Utfordringer ligger ved at BIM-kiosker ikke er like praktiske som nettbrett. De er store og kan ikke fraktes rundt overalt på anlegget til enhver tid. Med et anlegg på f.eks. 8-10 km må det skaffes transport for å frakte rundt det store utstyret. Hvis det bygges på flere plasser samtidig i anlegget kan det være behov for flere BIM-kiosker. BIM-kiosker er kostbare. Det må stilles spørsmål om hva er behovene, hva er bruksområder, og hvor stort omfang og kompleksitet er prosjektet. På småprosjekt kommer man langt med nettbrett.

En av de store fordelene som respondentene fra begge parter forteller om er at **BIM-modeller kan benyttes til å kjøre en tverrfaglig kontroll for å kontrollere at fagene ikke er i konflikter med hverandre**. Dette er et viktig element for å oppnå bedre kvalitetssikring på kontroll av data før bygging. Når kollisjoner oppdages på et tidlig tidspunkt er det enklere å finne nye og mer kostnadseffektive løsninger enn når man står i byggegrøpa. Dette er et av de største potensialene med BIM (Eastman et.al., 2011).

Det er viktig å skille mellom BIM-modeller og visualiseringsmodeller. Visualiseringsmodeller er bare en modell som viser hvordan et prosjekt kommer til å bli utformet, med estetikk som hovedfokuset. Entreprenører sier at selv om det er ikke en BIM-modell kan den bidra til økt felles forståelse for situasjoner. Det kan brukes ovenfor tredjeparter, dvs. naboer og andre interesser som et formidlingsverktøy. **Visualiseringsmodeller skaper en trygghet og forståelse**. Dette kan bidra til økt effektivitet på et prosjekt når alle i prosjektet forstår i fellesskap, og samtidig letter det kommunikasjon mellom alle parter. Det utgjør mye tidsbesparelse og kostnader ved å ikke produsere tegninger under prosjektering til

delleveranser underveis i prosjekter. Det er derfor viktig å opplyse byggherren om hvilket detaljnivå en BIM-modell er, og evt. Om modellen er en visualiseringsmodell. Disse tabbene kan resultere i store kostnader ved feil bruk.

Det er flere utfordringer som dukker opp ved bruk av BIM. Alle respondentene sier at den **digitale kompetansen ikke er tilstrekkelig** for mange entreprenører, og spesielt yrkesarbeider og håndverkere. I tillegg til at opplæring er en ressurskrevende prosess må man også bekjempe folks motsetninger mot endringer. Respondentene besvarelser stemmer mye overens med Eastman et.al, (2011) sine beskrivelser.

Et veldig viktig poeng fra en respondent som er BIM-koordinator er at det som skal **prosjekteres i samferdselsprosjekter, altså vegprosjekter hovedsakelig, er 3D-modeller og ikke BIM-modeller**. Ikke alle informasjonen som er nødvendig blir påført i modell, hvilket gjør at modellen ikke er kvalifisert som BIM hvis det sammenlignes med BIM-standard for bygg. BIM-konseptet som A. Bradley et.al, (2016) definerte er bygd opp av 4 elementer, samarbeid, representasjon, prosess og **livssyklus**. Når modellen ikke inneholder alle disse 4 elementene forsvinner noe av betydningen og konseptet til BIM. Modellen blir vanskelig å gjenbruke fullt ut hvis det mangler essensiell informasjon, hvilket ikke er mulig å implementere i modellen som senere skal brukes som FDV.

BIM må beskrives som en del av prosjektgjennomføringen sier begge parter. Uten noe krav til at BIM er en del av prosjektgjennomføringen fører til at BIM blir nedprioritert når det er leveranser. Mangel på prioritering av BIM og dårlige modeller skaper store utfordringer i forhold til å fremheve fordeler og innsalg av BIM for fremtidige samferdselsprosjekter prosjekter. I tillegg må det beskrives hvilket detaljnivå behøves for å danne et rammeverk for prosjektet. Det kan være en utfordring å velge riktig detaljnivå. I tillegg har planleggingsbudsjettet mye å si for hvilket nivå man har mulighet til å legge seg på for BIM-modellen.

5.2 Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosess på anlegg?

Alle respondenter sier at det er programvaren Gemini som best håndterer og ta imot åpne formater, hvilket samtidig er tilrettelagt for samferdselsprosjekter. Gemini er programvaren er som mest utbredt brukt av entreprenører. Programvaren er utviklet parallelt med VIPS, hvilket gjør at dataene er kompatible med hverandre. Gemini er spesialisert innenfor fremstilling av maskinstyringsdata, men kan ikke sies å være veldig brukervennlig og har ikke sin styrke innen innenfor visualisering. En av respondentene sier at utførelse i anlegg er viktig, og der er ikke BIM i hovedfokus da det er stikningsdata som er viktigst. Dette gjør at prosjektet begrenser og låser seg i større grad ved innledende prosjektering og design. Som Strafacci (2014) mener, så begrenser det et bedre samarbeid. Utfordringene oppstår også når det er endringer i prosjektet. Refleksjonen tilsier at programvaren setter en begrensning i utvikling i forhold til BIM i samferdsel sammenlignet med BIM for bygg.

Novapoint har sine fordeler der alle brukere og instanser har tilgang til prosjektmodellen i motsetning til Gemini. Hittil har Novapoint klart å svare til utførelse av oppgaven for samferdselsprosjekt bedre enn alle andre programvarer. Man kan se modeller direkte i nettlesere ved bruk av Novapoint Viewer. Med et tilleggsprogram Novapoint Topics kan brukere opprette, og ta snapshots fra BIM-modell og sende tilbake fra anlegget til prosjekterende gjennom modell. Dette kan øke effektiviteten og kvalitetsnivåene kan kontrolleres. Strafaci (2014) nevner også at ved bruk av BIM kan planleggere lettere forutse resultatene og svare raskt på endringer, hvilket er gunstig for produktiviteten. Novapoint er gjennom sin utvikling på vei til å svare Strafaci (2014) sine funn og påstander.

Utfordringer oppstår selv om programvarer støtter BIM-prosessene under anlegg. **Respondentene sier at mange har ikke har kompetanse innenfor bruken av programvarer.** Innenfor prosjektering må fagpersoner spesialisere seg innen f.eks Novapoint, samt at entreprenører må ha kjennskap til programvaren for å kunne kommunisere med hverandre. Det er en tung prosess for å opprette maler for BIM-modellen som kan kjøre prosessene mellom begge parter, prosjekterende og entreprenør. Det krever mye ressurser for å kunne for å ha opplæring og det er ikke brukervennlig. Eastman et.al, (2011) var inne på dette og. Respondenten sier at noe ganger er tegninger enklere å bruke fremfor å hente et nettbrett til å tolke BIM-modellens innhold. Igjen er det viljen som setter en stopp for å bruke nye verktøyer.

Det er også store utfordringer knyttet til ytelse og kapasitet på programvarer og pc. Når prosjekter blir store og komplekse med mange fagfelter involvert blir BIM-modellen krevende å håndtere for pc og programvare. Det tar tid å åpne modellen, bruk modellen og navigere seg rundt, og det kan ta tid å hente ut data.

En respondent som er BIM-koordinator nevner at en viktig utfordring formater i programvarer. **Så lenge det ikke fins en åpen standard vil programutviklere kjøre sine egne løp og utvikle programmene i henhold til deres interesser.** Utviklere vil neppe ta initiativ til dette på egenhånd da det ikke standard som beskriver og spesifiserer krav til felles åpent filformat, og heller ikke er av økonomisk interesse.

5.3 Hvordan støtter og hvilket problem gjenstår på dagens formater under BIM-prosessen på anlegg?

Programvarer støtter ikke alle ønskelige formater. Begge parter sier at det som prosjekteres for samferdselsprosjekt, altså vegprosjekt er mer basert på linjer og punkter som tilpasser seg mot eksisterende terreng. Utfordringer ligger i at det ikke fins filformater som inneholder både volum, mengder, linjer og punkter. Erfaringsmessig fra både entreprenører og BIM-koordinatorer nevnes det at programleverandører låser sine filformater og at programvaren baseres på gamle datasystemer som ikke er BIM-formater.

HB V770 sier at det skal leveres data i xyz-format som fagmodeller, med andre ord er det fritt frem hvilke som helst åpne filformater som leveres så lenge det inneholder xyz informasjon, altså 3D. DWG-filer blir som oftest brukt i sammenheng med leveranser av fagmodeller. Men BIM-koordinatorer sier at **DWG-filer ikke ivaretar BIM-prinsippet**. De inneholder ikke informasjon som samsvarer med BIM kravet for bygg, og BIM konseptet tidligere nevnt av A. Bradley et.al, (2016). Fordelen med dette filformatet er at det inneholder linjer og punkter som kan brukes til å lage stikningsdata som er det største behovet ved et samferdselsprosjekt. DWG-filer blir også brukt som inngangsdata for visualiseringsmodeller.

Videre er det et krav å levere LandXML-format etter HB V770 som stikningsdata. Respondentene fra entreprenører nevner at heller ikke benyttes et fullverdig BIM-prinsipp når man utveksler 3D informasjon. Filer fungerer som DWG-format med flater som illustrerer hvordan en geometri blir utformet uten noen ytterligere informasjon. Informasjon som asfalttyper, rekkverkstyper, objektliste og egenskaper, forsterkningslag osv. blir utelatt i dette dataformatet pga. løsningene ikke er implementert enda. Fordeler med DWG er at det et åpent format som ikke binder seg til noen andre programmer og filformatene fungerer også internasjonalt. En respondent sier at GML-format er fremtiden. Med tanke på at dataformatet har samme egenskaper som LandXML-format støtter det også andre typer informasjon som blant annet objektliste hvilket tilsvarer SOSI-format. I tillegg er det mer fokus på 3D og benyttelse av flere geometrier som har like egenskaper som DWG-format. GML-format er i tillegg et åpent internasjonalt format. BA-nettverket jobber fremdeles med implementering av videre egenskaper fra SOSI-format for å oppfylle krav for samferdselsprosjekter. Det som skiller IFC-format og GML-format er at GML-format støtter punkter og linjer, noe IFC-formatet ikke har implementert enda.

Programvarer og formater henger tett sammen ifølge respondentene som er BIM-koordinatorer. Alle de ulike fagfeltene benytter hver sine programmer som har sine egne filformater som er best tilpasset å besvare deres oppgaver. Samarbeid og forståelse mellom fagene kan være en hinder pga. dette. Når filformater skal importeres og eksporteres går en del informasjon tapt i prosessen.

5.4 Er det fremdeles behov for tegningsleveranse under modellbasert leveranse?

I følge respondentene brukes det fremdeles tegninger på anlegg, og det blir brukt mer enn forventet. Det er fremdeles et krav fra SVV å levere tegninger som sluttdokumentasjon. HB R700 Tegningsgrunnlag beskriver at **ved overlevering (byggherre til distrikt) utarbeides som utført-tegninger (ferdigvegtegninger) basert på siste versjon av arbeidstegninger**.

Det ser ut til at noen ganger er det lettere å bruke tegning til videreformidling av informasjon og endringer i følge respondentene. Det går raskere å skrive ned på en tegning og videresende det på e-post. utfordringer ligger fremdeles i at det er begrenset kompetanse innenfor bruk av BIM-modeller. Samtidig tar det også tid å oppdatere informasjon i modell. Prosess for å

motta endringer i modell kan også ta tid før endringer kan legges inn i modell. Selv om det går fort å notere og skissere endringer på tegning er det mindre gunstig i det lange perspektiv.

Når det først gjøres en endring på veggeometrien blir mange andre fag påvirket. Eksempelvis endres det litt fallet på veien kan det går ut over vannavrenningen, eller det må justeres høyder for elementer i alle fag. Deretter må hele tegningsgrunnlaget oppdateres på nytt i henhold til endringer som er gjort. Dette kan medføre en lengre prosess med tegningsoppdateringer selv om geometriendringen er enkel i seg selv. En annen prosess som kan være tidkrevende med mange og/eller detaljerte tegninger er bare det å generere tegninger i pdf. Under hektiske tider kan ting gå litt for fort, og prosjekterende kan gjøre en tabbe ved å ikke formidle en liten endring til alle i prosjektet. Dette kan resultere i at noen fag ikke fanger opp endringer. Når man står ute på anlegg og bygger skaper det full forvirring når tegninger ikke stemmer overens med hverandre, og det kan skape store misforståelser. Det kan ta tid å spore opp når endringer er blitt gjort, og hva som er gjeldende i komplekse prosjekter med mange tegninger. I motsetning til modeller der de endres bare en gang i grunnlaget, og de andre fagene og entreprenøren har alltid de nyeste oppdateringer i BIM-modellen.

Konstruksjon og skiltplaner er et av bruksområdene som er avhengig av tegninger sier respondentene. Dette på grunn av krav til å søke godkjenning hos Vegdirektoratet før det skal bygges siden det ikke finnes noe system for godkjenning av BIM-modeller. Våren 2018 introduserte Vegdirektoratet gjennom et brukermøte hos Trimble at det har vært testpiloter for godkjenning av modellbaserte konstruksjoner, og at det er fullt gjennomførbart (S.Reinsborg Log: brukermøte, (2018)). Dette er en stor nyhet for å nærme seg komplett modellbasert leveranser, BIM-modeller. Skiltplaner derimot må gjennom den klassiske metoden med tegninger for å oppnå godkjenning.

Stort sett brukes det også øvrige vegtegninger som eksempelvis C-tegning til orientering ute på anleggsplass. En del tegninger inneholder opplysninger som foreløpig er mer oversiktlige i forhold til en modell som typisk plan- og lengdeprofil. Man kan se med en gang hvordan veggeometri blir utformet med radius og klotoider, og man kan se hvordan vegen ligger høydemessig i forhold til terreng. VA er avhengig av C-tegning for å kunne se vannets oppførsel på veien og i grøfter.

Det er begrensninger i modellen. Som respondentene har nevnt tidligere i resultatkapittelet er det en utfordring at BIM-modeller ikke klarer å ta høyde for all type informasjon nødvendig for samferdselsprosjekter, og at modellen således ikke en fullverdig BIM-modell. Det er mye utforminger som eksempelvis kantsteinsradius og tilpasning av eksisterende terreng i forhold til fylling som ikke modellen beskriver. Da er tegning nyttig å ha siden det beskriver omfanget av slike detaljer. Med tanke på at det er så mye som gjenstår i forhold til å muliggjøre komplett bruk av modell er det mange som mangler viljen til å tilegne seg kompetansen da er usikre på det vits i å satse på.

6. Konklusjon

Dette studiet omhandler BIM-støtte under anleggsfase i samferdselsprosjekter. Som avslutning på rapporten vil dette kapitlet presentere konklusjon og anbefalinger som fremkommer gjennom teoretisk grunnlag, kvalitative forskningsintervju, og diskusjoner rundt problemstillingen **BIM-modeller – bygging uten tegninger og arbeidsprosessen på en anleggsplass for et samferdselsprosjekt**. Grunnlaget for å svare på problemstillingen er basert på følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan støtter BIM arbeidsprosessen for et samferdselsanlegg?
- Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Hvordan støtter dagens formater opp under BIM-prosessen på anlegg?
- Er det fremdeles behov for tegningsbasert leveranse under modellbasert leveranse?

Konklusjonen vil inneholde oppsummering av fordeler og forslag til nødvendige tiltak for å oppnå bedre BIM-støtte under anleggsfasen. Anbefalinger bygger hovedsakelig på tiltak mot de utfordringene som fremkommer i resultatkapitlet.

6.1 Fordeler med BIM-støtter på anlegg

Under resultatets- og drøftekapitlene er det kommet frem til flere fordeler ved bruk av BIM-modeller. Muligheten for å kunne ha et nettbrett med BIM-modeller seg rundt på et anlegg er veldig praktisk siden det er lett og en kan ta det med seg overalt, samtidig som man alltid har siste versjon av data tilgjengelig. Det at man visuelt kan se modellen gir også en trygghet. Dette er en lett form for kommunikasjon som gir en felles forståelse for både yrkesarbeidere og linjeledere. Ved å ta bildeutsnitt fra modellen, og situasjonsbilder kan det sammenlignes om det er utført som planlagt. Man kan lett ta kjenne avgjørelse som skaper en bedre og effektiv arbeidsflyt på anlegget. Informasjonen er lett tilgjengelig da den kan hentes rett fra BIM-modellen med et nettbrett. Med BIM-kiosker kan det vises mye mer detaljerte og tyngre BIM-modeller som kan brukes på anlegget.

Muligheten for å ta tverrfaglig kontroll som kollisjonskontroll er en av de store fordelene. Det gir forbedret mulighet til å fange opp konflikter mellom objekter og elementer før det bygges, hvilket kan resultere i store besparelser under bygging.

En annen fordel er at man slipper å ha mange tegninger med endringer og revisjoner som er vanskelig å spore. Man eliminerer en potensiell feilkilde som ofte oppstår ved bruk av tegninger når det skjer endringer, i form av at ikke alle faggrupper eller yrkesarbeidere fanger opp endringene i tide. Det kan føles betryggende å bare ha en BIM-modell å forholde seg til.

6.2 utfordringer og anbefalte tiltak

Det er et stort behov for kompetanseutvikling innen bruk av BIM-modeller. Spesielt er det medarbeidere fra entreprenørsiden hvor det trengs det største kompetanseløftet. utfordringer er den barrieren det kan være for mange å ta i bruk nye verktøy i arbeidshverdagen. Ene respondenten nevner at tegninger er enklere å bruke fremfor et nettbrett hvor man må tolke BIM-modellens innhold. opplæring og kursing er dyrt, og det tar tid. Det blir mer og mer vanlig å stille krav til bruk og kompetanse innen BIM, og det anbefales å ligge i forkant for å være kvalifisert til de store jobbene i markedet. Det anbefales å ansette en BIM-strateg, og andre fagpersoner som har BIM-kompetanser på ulike nivåer hos entreprenører. Eastman et.al (2011) sine anbefalinger går i samme tankegang, og forslår å gjennomføre kompetanseoverføring ved sette en erfaren og en ikke erfaren bruker til å jobbe sammen. Et annet effektivt virkemiddel kan være at oppdragsgiver setter krav til BIM-kompetanse for å være kvalifisert for oppdraget.

Det er nevnt at kapasitet og ytelse på både programvarer og pc er en utfordring. Av egne erfaringer er det programvarer som den største utfordringen. Noe av programvarene er designet med en begrensning som resulterer at de ikke klarer å benytte seg av pc 'ens fulle kapasitet. Selv om du har den best tilgjengelige pc hjelper det lite når programvaren er begrenset i forhold til ytelse. Leverandører på programvarer som Novapoint og Gemini må utvide denne begrensningen når som prosjektene i nyere har blitt større og mer komplekse.

Selv om noen modeller ser fantastisk ut betyr det ikke at det er en BIM-modell. Det er derfor viktig å sette et skille på dette. Det estetiske kan trekke bort fokuset fra det faglige, og det kan skape misforståelser mellom partene – byggherren, rådgiver og entreprenør. Tiltak for å unngå denne utfordringen er først og fremst i kontraktbeskrivelse som beskriver detaljer rundt utforming av modell. Om det skulle oppstå usikkerheter underveis kan man alltid lene seg tilbake på kontrakten som inneholder en konkret beskrivelse for utførelse av modell. Dette kan bidra med å tydeliggjøre forskjeller mellom hva som er en BIM-modell og hva som er en visualiseringsmodell.

BIM må beskrives som en del av prosjektgjennomføringen. Som respondentene sier så blir BIM fort nedprioritert når det ikke beskrives i kontrakten. Naturlige tiltak for dette er at BIM må være et krav i fremtidige kontrakter med eget kapittel som beskriver hva BIM skal inneholde.

Etter en vurdering av resultatene kan man se at både programvarer og filformater henger sammen. Respondentene nevner at Novapoint og Gemini har sine egne formater som er låst til sine programvarer. Selv om de kan ta imot åpne formater, fungerer det ikke i praksis når det ikke finnes en standard for åpent filformat. Dette er en spesielt stor utfordring innen samferdselsprosjekter.

En kilde til feil i prosjekter ligger i at når filer blir importert inn i et program blir de som oftest konvertert over til programmets eget filformat. Når modellen skal eksporteres ut med nye

endringer, kan informasjon fra originalfilen om forrige versjon forsvinne under konverteringsprosessen. DWG-format og LandXML-format er åpne filformater som brukes i dag, men de er ikke kvalifisert som BIM fordi de inneholder ikke nok informasjon. GML-format er et skritt nærmere IFC og man kan således si at det er en BIM løsning. Eastman et.al (2011) studie foreslår blant annet IFC-format, men da må det integreres og kombineres med GIS. I samferdselsprosjekter jobber man verdenskoordinater og man har mer fokus i term av ikke grafiske data som kostnadsinformasjon, materialspesifikasjoner og materialinformasjon, og ytelsesdata for et objekt (A.Bradley, 2014). Når en standard er fastsatt vil det gjøre jobben enklere for programvareleverandører å implementere denne standarden i systemet. Det gjør det også lettere for forskjellige programvarer/verktøy å utveksle informasjonsflyten på tvers, og man kan oppnå at BIM-modeller fungerer uavhengig av programleverandører.

Tegninger er ikke til å unngå at benyttes fremdeles selv ved modellbaserte leveranser. Mye av utfordringene ligger i at BIM-modeller for infrastruktur ikke er komplette, og mangler mye informasjon for å bli en fullverdig BIM-modell. Dermed er tegninger et stort behov da de fremdeles dekker de manglene modell ikke er i stand til å beskrive. Konkrete tiltak er å få inn funksjonalitet for manglende informasjon som kantsteinsradius, tilpasning av eksisterende forhold mm. i BIM-modellen, slik at prosjektets informasjon og beskrivelse blir komplett i modell. Det er fullt mulig å markere et objekt og skrive en bobletekst i 3D i områder som bør ha tilleggsinformasjon. Innen bygg kan objektene beskrives veldig spesifikk på materialtyper og detaljer, dette er også gjennomførbart for veg. Bare ved å markere objektene kan man få opplysninger om de ulike egenskapene. Det er lettere sagt enn gjort, men tanken er at når det fins slike løsninger ute på markedet allerede for øvrige fag er det mulig for programleverandører innen samferdsel å utvikle dette.

En annen utfordring er at prosessen for å motta endringer og oppdateringer går tregt. Dette kan skyldes manglende kapasitet og ytelse på pc og programvarer. En annen begrensing er internett hastighet. Spesielt ute på anlegg der det ikke er tett bebygde områder kan det tenkes at noen områder ikke 4G-dekning. Da kan det gå tregt å overføre og motta data når internettforbindelsen er begrenset. For å unngå disse problemene anbefales det å montere nye nettverkspunkter langs områder som ikke har dekning og som kan brukes videre etter ferdigstilt anlegg. For å oppnå denne fordelene er man prisgitt samarbeid mellom nettverks leverandør og entreprenør/byggherre på et tidlig tidspunkt.

Sluttdokumentasjon er fremdeles et krav fra SVV og tegninger må godkjennes hos Vegdirektoratet for konstruksjoner og skiltplaner. Under et brukermøte fra Trimble holdt SVV et foredrag om kontroll av modellbaserte bruprosjekter. Foredraget inneholdt blant annet informasjon om hvor effektivt modellbaserte bruprosjekter fungerte, og hvor små kostnadsoverskridelser disse prosjektene hadde sammenlignet med tradisjonelle bruprosjekter. Foredraget inneholdt også en demonstrasjon om hvordan kontroll kan gjennomføres. Dette er en stor nyhet, og selv om det eksisterer noen utfordringer i forbindelse med åpne filformater er Vegdirektoratet åpne for å ta imot modeller til godkjenning av bruer

og konstruksjoner (S.Reinsborg Log: brukermøte, (2018)). Innen skiltplaner mangler derimot Vegdirektorat rutiner og opplegg for modellbasert godkjenning, dette må utvikles i fremtiden.

I vegfaget for øvrig brukes tegninger fremdeles til orientering i 2D. Mye er pga. det foreligger informasjoner som plan- og lengdeprofil som viser hvordan en veg geometri blir utformet. Det kan innføres en rutine for å kunne vise modellen både i x,y og z akse. I de forskjellige aksene kan det vises detaljer i forhold til aksene. Eastman et. al (2011) beskriver også at det kan generes 2D-tegninger direkte fra modellen. Dette er en tanke som reflektere i forhold til det som Eastman et.al (2011) har beskrevet. Novapoint er et av programmene som har disse funksjonene klare til bruk. Men det brukes veldig lite da funksjonaliteten er lite brukervennlig og det kreves opplæring for å kunne ta funksjonene i bruk. Samtidig har ikke funksjonene erstattet alle opplysninger som er i bruk på tegninger som tilsvarer HB R700-tegningsgrunnlag.

Referanseliste

Fanning, B. Clevenger, C.M., Ozbek & M.E., Mahmoud, H (2014). *Implenting BIM on infrastructure: Comparison of Two Brigade Construction Projects – American Society Civil Engineers (ASCE)*.

Nye obligatoriske IT-standarder (2009). Hentet januar, 2019. Hentet fra:

<https://www.regjeringen.no/no/aktult/nye-obligatoriske-it-standarder-for-stat/id570650/>

Aranda-Mena, G., Chevez., A, Crawford, J. & Froese, T. (2009). *Buildning Information modelling demystified: Does it make business sense to adopt BIM? International Journal of Managing Project in Business*

A.Bradley et. al (2016). *BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective*

Haverstad, S.J. (2013). *Modellbasert prosjektering*

Mejlænder-Larsen, Ø. (2017): *Using a change control system and building information modelling to manage change in design*

Strafaci, A (2014). *What does BIM mean for civil engineers? CE news*. Hentet fra februar, 2018:

<https://cseengineermag.com/article/what-does-bim-mean-for-civil-engineers/>

Eastman, C., Eastman, C.M., Teicholz, P & Sacks, (2011). *BIM handbook: A guide to buildning information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*.

Syltern, M.T. (2015). *Modellbasert prosjekt, fra prosjektering til bygging*

Aaseruds, K. (2014). *Samhandling med BIM i vegprosjekter*

Azhar, S. (2011). *Buldning Information Modeling (BIM) Trends, Benefits, risks, and challenges for the AEC Industry*

Woo, J., Wilsmann, J., Kang, D., (2010). *Use of As-Built Buildning Information Modeling*

Vegdirektoratet (2014). Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata og modeller. Håndbok V770
ISBN: 978-82-7207-688-6.

Vegdirektoratet (2015). Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter. Håndbok
R761. ISBN: 978-82-7207-689-3.

Vegdirektoratet (2015). Prosesskode 2: Standard beskrivelse for bruer og kaier. Håndbok
R762. ISBN: 978-82-7207-690-9.

Bird, Alexander (1962), Hentet januar, 2019- <https://plato.stanford.edu/entries/thomas-kuhn/>

Buildning Smart Norge, Hentet oktober, 2018. Hentet fra:
<https://buildingsmart.no/bs-norge>

SOSI, hentet fra januar 2019, hentet fra:
www.kartverket.no/geodataarbeid/Standarder/SOSI/

Veiledere for Geography Markup Language (GML) (2015). Hentet januar, 2019. Hentet fra:
https://register.geonorge.no/data/documents/veiledere_GML-veileder_v1_veileder-for-geography-markup-language-gml-1-0-juli2015_.pdf

IFC (2018). Hentet fra januar, 2018. Hentet fra
<https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/digitalisering-og-samordning/standarder/referanse katalogen/industry-foundation-classes-ifc>

Novapoint (2019). Hentet januar, 2019. Hentet fra:
<https://www.novapoint.no/om/bim-fordeler>

Naviswork (2017). Hentet januar 2019, Hentet fra:
<http://www.whitleygroup.com/faq-05.html>

DIFI (2018). Hentet mars 2019. Hentet fra:
<https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-koepe/bygg-anlegg-og-eiendomsbae/gjennomforingsmodeller/totalentreprise>

Nye veier (2017). Hentet mars 2019. Hentet fra:

<https://www.nyeveier.no/nyheter-fra-prosjektomr%C3%A5dene/nyheter/e6-troendelag/ipd-gir-tettere-samhandling>

S. Reinsborg Log (2018) : Brukermøte: Kontroll av modellbasert bruprosjekter

Hentet januar, 2019. Hentet fra:

https://www.novapoint.com/sites/www.novapoint.com/files/inline-files/P8_Kontroll%20og%20godkjenning%20av%20modellbaserte%20bruprosjekter.pdf

Multiconsult (2017). Hentet mars 2019. Hentet fra:

<https://www.multiconsult.no/forst-norge-ipd-kontrakt-pa-sykehusbygging/>

Vedlegg

Vedlegg 1 - Informasjon og organisasjonsoversikt for E18 Rugtvedt Dørdal

Vedlegg 2 - Informasjon og organisasjonsoversikt for E6 Flyplasskrysset

Vedlegg 3 - Intervjuguiden

Vedlegg 4 - Masteroppgave teksten

Vedlegg 1 – Informasjon og organisasjonsoversikt for E18 Rugtvedt Dørdal

E18 Rugtvedt-Dørdal

I 2016 ble det lagt ut en pressemelding på regjeringens sin hjemme side prosjektet E18 Rugtvedt-Dørdal skal bygges til ny firefeltsveg. Det skal blir tryggere trafikk, bedre fremkommelighet og redusere reisetid. Samtidig skal det redusere trafikk langs dagens E18 for at det skal bli tryggere i forhold for lokaltrafikk og for mye trafikanter. Nye Veier AS fikk ansvaret av regjeringen til å gjennomføre utbyggingen. Anlegget skal ferdigstilles senest i 2020, men har ambisjoner om å bli ferdig i 2019.

E18 prosjektet omfatter bygging av 16,8 kilometer ny firefelts veg, samt det skal bli bygd 1,2 kilometer tofelts veg for sammenkobling av dagens veg. Prosjekter omfatter også utbygging av 8 brukonstruksjoner langs strekningen. Det er blitt forventet at utbyggingskostnaden er på ca. 4,5 milliarder kroner – i år 2016 sin pengeverdi. Finansiering er via bompengainnkrevning og statlig midler hvor ca. 1,8 milliarder er av bompengerbidrag.

I februar 2017 vant BetonmastHæhre AS entreprenør totalentreprisen til en verdi av 1,8 milliarder, hvorav COWI AS er prosjekterende. Dette er et av de første prosjektet Nye Veier AS har lyst ut, og mye er nytt med tanke på at i forhold til de andre samferdselsprosjektene er det entreprenører som har hovedansvar. Mens rådgivende, altså prosjekterende har bare kommunikasjon med entreprenøren. I tillegg er det samtidsprosjektering mens det foregår utbygging av anlegget.

Organisasjonskart og prosess

For å kunne forstå på strukturen og prosessen på prosjektet må vi gå dypere inn i organisasjonskartet. I dette prosjektet har det blitt lagt frem 3 organisasjonskarter.

Organisasjonskart

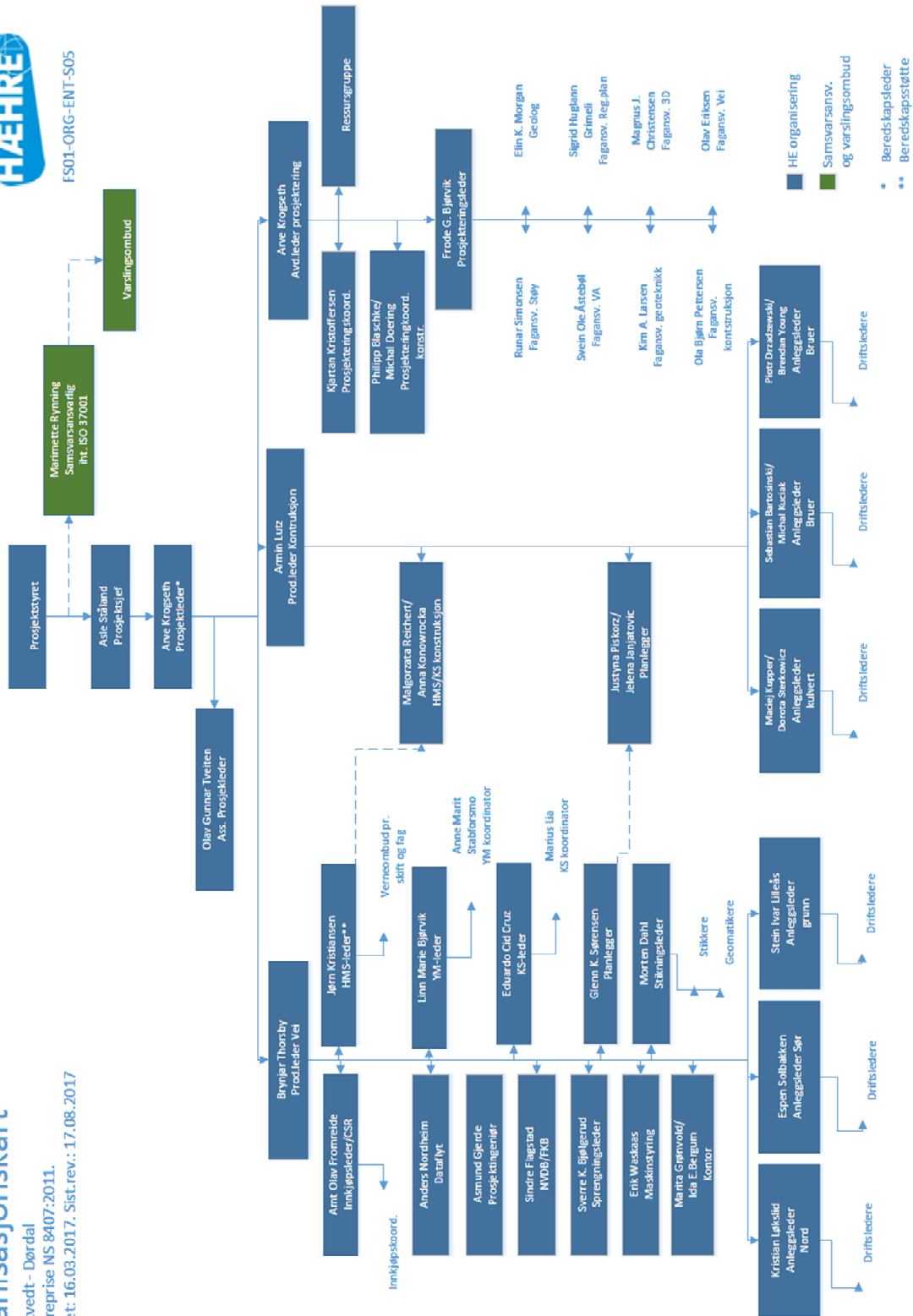
E18 Rughvedt - Dørdal

Totalentreprise NS 8407:2011.

Opprettet: 16.03.2017. Sist.rev.: 17.08.2017

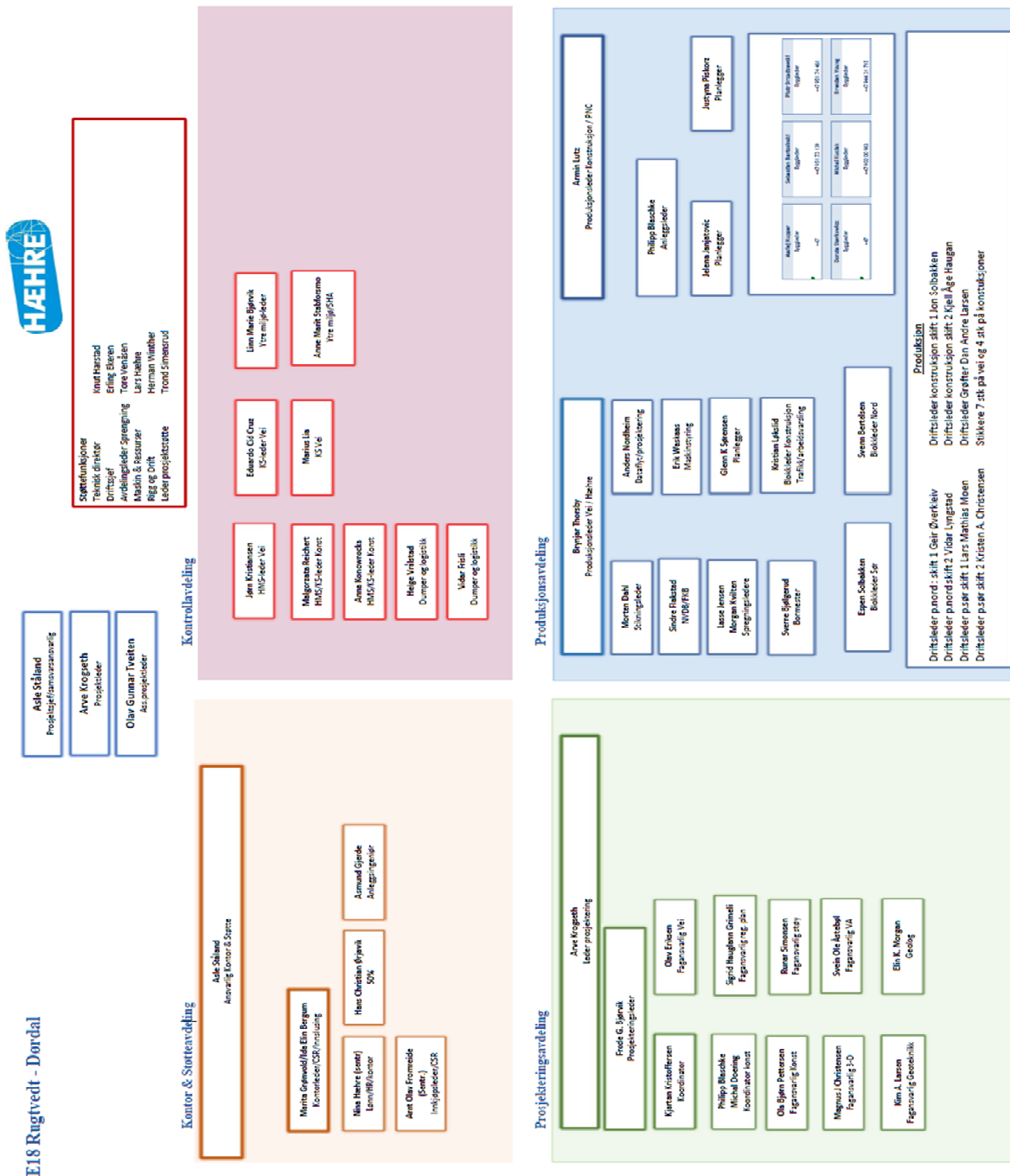


FS01-ORG-ENT-S05



Vedlegg ovenfor vises et organisasjonskart i hierarkisk form der BetonmastHæhre AS med Asle Ståland som er prosjektsjef, og Arve Krogseth som er prosjektleder. Under prosjektleder er det produksjonsleder på vei og konstruksjon, samt avdelingsleder på prosjektering som er på lik linjer med hverandre. Med disse tre ansvarsområde er det tre grupper som blir styrt under dem. COWI AS sine bidragelse på prosjekteringsider, med Frode Geir Bjørvik som representerer fra COWI AS. Dette gjelder fagene støy, geologi, vann- og avløp, geoteknikk, reguleringsplan, 3D, konstruksjon og vei. Alle kommunikasjoner og planlegging foregår bare med BetonmastHæhre AS.

For å få en bedre forståelse på prosjektformen har BetonmastHæhre AS laget lettere organisasjonskart som ser slik ut:



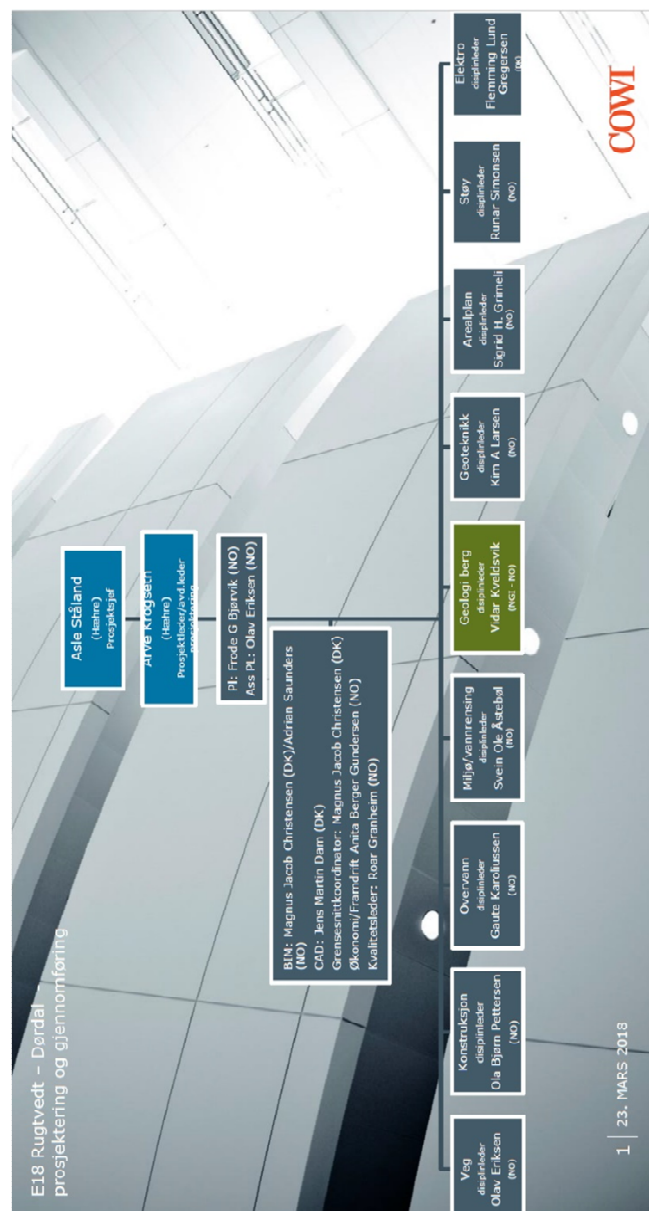
Med dette kartet er det blitt presentert slik at organisasjonen er blitt fordelt i fire kategorier:

- Kontor og Støtteavdeling
- Kontrollavdeling
- Prosjekteringsavdeling
- Produksjonsavdeling

Dette viser en bedre oversikt over på de ulike ansvarsområder med et overblikk på hvem som er den ansvarlige i de ulike kategoriene. På kontor og støtteavdeling er det Asle Ståland er den ansvarlige. Kontrollavdeling er det fordelt mellom HMS-, KS, YM-leder. Prosjekteringsavdeling er det Arve Krogseth som er leder for gruppen. Og produksjonsavdeling er det blitt fordelt mellom Brynjar Thorsby på vei og Armin Lutz på konstruksjonssiden.

For at det skal bli enda lettere for COWI AS har prosjekteringsgruppe laget et eget organisasjonskart som er ment til egen bruk.

Med et med forenklet organisasjonskart kan det skapes en bedre oversikt på hvilken person som er disiplinleder på de forskjellige fagene. I tillegg vet prosjektgruppen i COWI AS hvilke personer som skal forholde seg til både når det gjelder leder og fagansvarlig.



Vedlegg 2- Informasjon og organisasjonsoversikt for E6 Flyplasskrysset

Prosjektet Flyplasskrysset er et kryss som er mellom Gardemoen og Biri er en totalentreprise. Det innebærer at det er prosjektering og bygging:

- Nye ramper
- En ny bro
- Utvidelser fra fire til 6 felt mellom flyplasskrysset
- Avkjøring mot Jessheim
- Ny midtskiller belysning

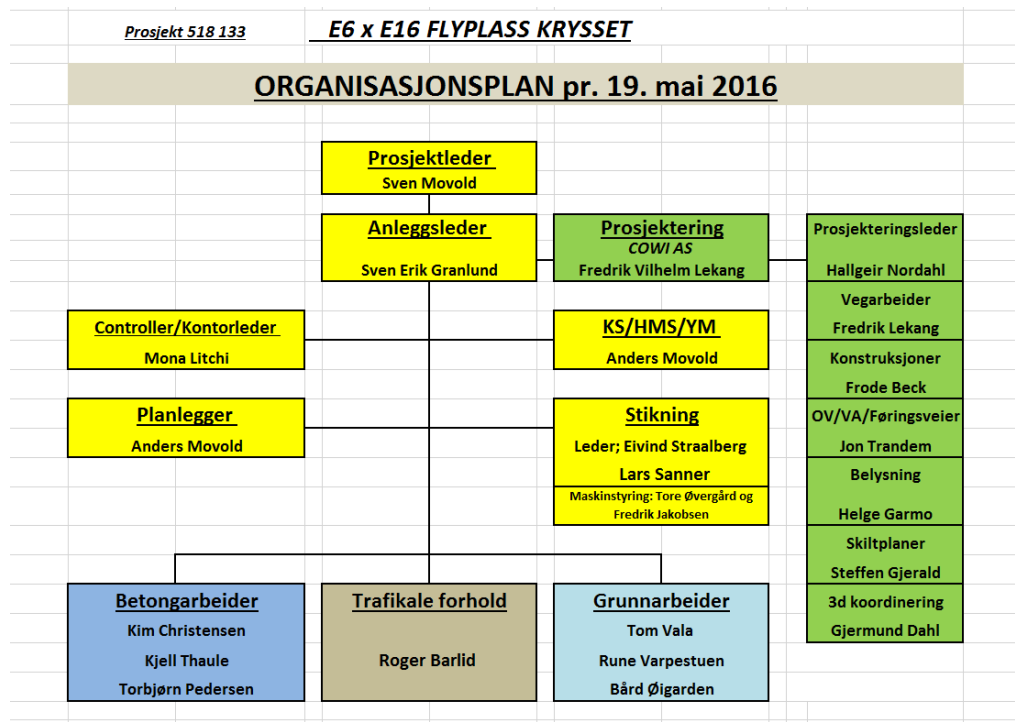
Formålet med det nye flyplasskrysset er at det skal klare å håndtere trafikkøkningen da nye terminalen som ble åpnet i 2017.

NCC Contruction Norway vant prosjektet og var ansvarlig for utbygging, i samarbeid med COWI AS som var ansvarlig for prosjekterende. Statens vegvesen var oppdragsgiver og byggherren.

Prosjektet i seg selv er blitt ferdigstilt i 2016, og kontrakten var på 141 millioner kroner.

Organisasjonskart og prosess

For å forstå strukturen på prosjektet organisasjonskartet:



Som vi se ovenfor vises det et organisasjonskart i hierarkisk form. Prosjektet er ikke så stort så det er ganske oversiktlig i forhold til prosjektet E18 Rugtvedt-Dørdal.

Vi ser at Sven Movold er prosjektleder for hele prosjektet fra NCC, med Sven Erik Grønlund som anleggsleder. Han og prosjektleder har ansvaret for kontorledelser, KS/HMS/YM, planlegger, og stikning. Stikningsgrupper er en stor gruppe, så gruppen deler med ledelser samt en som har ansvaret for maskinstyring.

På prosjekteringsside er det stilt på lik linjer med anleggsleder der Fredrik Vilheim Lekang representere COWI AS som ansvarlig for å styre dette – med fagene vegarbeider, konstruksjoner, VA, belysning, skiltplaner og 3D-koordinering.

De tre siste ansvarsområder betongarbeider, trafikale forhold og grunnarbeid er underentreprenører som er blitt innleid av NCC – også blitt styrt under prosjektleder og anleggsleder.

Siden kontrakten er totalentrepriseform er det NCC som er ansvarlig for både prosjektering og utførelse, men kontrakten tilsier også at COWI AS er på lik linjer med NCC for å kunne kommunisere direkte med byggherren Statens vegvesen.

Vedlegg 3 – Intervjuguide

Presentasjon av intervjuer:

Mitt navner Khoi Minh Tran, og jobber i COWI AS. Jeg driver med erfaringsbasert mastergradprogram i veg. I forbindelse med masteroppgaven om BIM vil intervjuet hjelpe å danne et grunnlag for å finne ut om hvordan BIM støtte arbeidsprosessen i anleggsfasen.

Bakgrunn for intervjuet:

BIM begynner å implementere i samferdselsprosjekter, men fremdeles ligger bak bygg. Det er blitt gjort mye studier av modellbasert leveranser under prosjektering, og spesielt mye om BIM for bygg anlegg. Men det er gjort veldig lite studier som beskriver bruken og BIM støtten under prosessene for et samferdselsprosjekt i anleggsfasen, og spesielt på den tekniske biten om filformater og programvarer som blir brukt i hverdagen. I tillegg i forhold til behovet for tegninger nå det allerede eksistere BIM-modeller.

Fokuset på denne intervjuet blir hvordan BIM støtter under arbeidsprosessen, både praksis og teknisk. Under intervjuet blir spørsmålene rundt behovet for tegningsleveranser.

Gjennomføring:

Varighet på intervjuet vil rundt 60 minutter. Intervjuene vil følge etter fastsatte spørsmål med oppklarende innspill fra intervjuer. Det vil komme med oppfølgingsspørsmål ved uklarheter. Intervjuobjektene blir anonyme for å kunne uttrykke seg fritt ved temaene.

Innledende spørsmål:

Fortell kort om deg selv:

Spørsmål:

Hvordan støtter BIM-prosessen for et samferdselsanlegg?

- Hvordan støtter BIM ved kommunikasjon og arbeid ute i anlegg?
- Hva slags fordeler får man ved bruk av BIM i anlegg?
- Hva slags utfordringer får man ved bruk BIM?

Hvordan støtter dagens programvarer opp under BIM-prosessen på anlegg?

- Hva slags erfaring har dere med programvarer i forbindelse med BIM-prosessen og støtter på anlegg?
- Hva slags fordeler er det med programvarer som dere har opplevd og har erfart?
- Hvilke utfordringer dukker opp under bruken av programvarer?

Hvordan støtter og hvilket problem gjenstår på dagens formater under BIM-prosessen på anlegg?

- Støtter programvarer formater slikt som dere ønsker?
- Formater, hva slags fordeler og utfordringer som dere har støtet underveis?
- Hva skal til teknisk for at åpne formater og programvarer kan støtte BIM i anlegg bedre?

Papirleveranse

- Brukes tegninger fremdeles ute på anlegg?
- Hvilken bruksområder blir tegninger brukt under anleggsprosessen?
- Er det begrensninger i modeller siden det er brukes fremdeles tegninger?