



Erfaringer med BIM i planlegging, bygging og forvaltning

Asle Nesland

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2018

Hovedveileder: Ola Lædre, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet i over våren 2018. Den har forsøkt å holde fokus på hvordan de forskjellige aktørene, da i hovedsak rådgiver, entreprenør og byggherre, opplever å arbeide med modellbaserte samferdselsprosjekter. Oppgaven er en del av erfaringsbaser master for veg- og jernbane ved NTNU. Selve oppgaven er utført som et samarbeid med min arbeidsgiver Statens vegvesen, og utgjør 30 studiepoeng. Selv har jeg 6 års erfaring fra vegutbygging for Statens vegvesen, både som geomatiker, kontrollingeniør og senere byggeleder.

Forskningen i oppgaven tar for seg problemstillinger knyttet til modellbasert arbeid og/eller BIM, i fasene byggeplan, bygging/utførelse og en del som tar for seg litt om forvaltning, drift og vedlikehold.

Jeg ønsker at oppgaven vil bidra til videre arbeid med dette temaet og at de utfordringene vi har rundt arbeid med modeller, i hele livssyklusen, blir satt på dagsorden. Jeg håper også dette arbeidet vil bidra til å bevisstgjøre holdninger til å arbeide modellbasert hos flere, på samme måte som dette arbeidet har gjort for meg.

Jeg vil også utrette en takk til min arbeidsgiver Statens vegvesen som har vist stor fleksibilitet under arbeidet, noe som viser at de fortsatt ønsker å være en innovativ byggherre med fokus på kompetanseutvikling. Videre takk rettes til min veileder på NTNU Ola Lædre, lokal veileder Jostein Fåland og alle de som villig stilte opp til intervjuer.

Mandal, mai 2018

Asle Nesland

Sammendrag

Det er over 15 år siden BIM kom på dagsorden i bygg- og anleggsbransjen. Siden den gang har flere prosjekt blitt gjennomført med de ideene som ligger til grunn for BIM.

Samferdselsprosjektene har ligget litt etter, men ettersom det har blitt planlagt i 3D siden midten av 90- tallet, har det blitt gjort mange spennende og interessante tilnærminger. I Norge har det også blitt sett mange forsøk på hvordan denne type modellbaserte samferdselsprosjekt burde gjennomføres fra start til slutt. Dette innebærer projekteringsfase, byggefase og tanker om hvordan data burde forvaltes når prosjektene er avsluttet. Det har vært hull og mangler i hva som kreves og hvilke retningslinjer som ligger til grunn for at prosjekter skal kunne gjennomføres modellbasert, men de siste årene har hele bransjen satset for å utvikle dette fagfeltet og faget, slik at det er mulig revolusjonere arbeidsmetodikken i hele prosjektets gang.

I denne oppgaven vil fokuset ligge på hvordan nøkkelpersonell i forskjellige roller, i forskjellige faser av modellbaserte samferdselsprosjekt, opplever at de retningslinjer og bestemmelser som ligger til grunn, samt dagens praksis bidrar til positive eller negative resultater med hensyn på utnyttelse av BIM. Respondentene har presentert hva de mener burde endres og hva som mangler for at alle involverte i et BIM- prosjekt skal få eierskap til det. Videre utfordres de på hva de mener må til for at alle parter i prosjektene skal arbeide mot samme mål.

Arbeidet i denne oppgaven vil fremheve hvilke utfordringer som er knyttet til arbeid med BIM- prosjekt slik det foregår i dag. Det pekes på en rekke forbedringspotensialer fra respondenter i sentrale roller i fagfeltet BIM.

Videre vil oppgaven peke på anbefalinger, bygget på forskningen, for videre utvikling av arbeid knyttet til BIM. Masteroppgaven viser at det er nødvendig med endringer av retningslinjer, videre utvikling av relativt ny arbeidsmetodikk, og oppretting av et høyst nødvendig system for forvaltning av modeller etter avsluttede byggeprosjekt.

Summary

It has been over 15 years since BIM became a part of the agenda in the construction industry. Since then a number of construction projects have been working with the ideas that BIM lays the foundation. BIM in civil engineering has lead the way, now we see BIM in ground construction as well, even though these kind of projects have been planned in 3D since the mid 90's, with many exciting and interesting approaches. In Norway, there have been many attempts on how to execute BIM- projects from start to end. This includes engineering, building and management when the projects are finished. There have been a number of errors and omissions concerning what is required. This also applies to which guidelines should form the basis for model-based projects, but over the last years, the industry has been focusing on how to develop not only the divided disciplines, but also the whole discipline as one. With BIM, it will be possible to revolutionize the working methodology throughout a project.

The focus of this thesis will be how different key personnel in different roles, in different phases of model based construction projects, experience the guidelines and provisions which underlies BIM, as well as how current practice in construction projects, helps to provide positive or negative results in utilization of BIM. The interviewees have been asked to share their opinions on what should be changed; to point out shortcomings and what measures are necessary in order for everyone who works with model- based construction to get ownership to BIM and promote cooperation between disciplines.

The results of this thesis points to the challenges related to this work in the current situation. Furthermore, it highlights points of improvement regarding BIM, given by respondents with key roles in BIM- related projects.

Through this work, the thesis will point to recommendations, based on the research, to develop BIM- based work further. The thesis shows that it is necessary to changing guidelines, keep on developing the working methodology and design a much-needed system for management of models, even after ended construction phase.

Innholdsfortegnelse

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag	2
Summary	3
Innholdsfortegnelse.....	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Dagens situasjon	8
1.3 Problemstilling.....	10
1.4 Avgrensning.....	10
2 Forskingmetoder.....	11
2.1 Resultatenes troverdighet.....	11
2.1.1 Reliabilitet.....	11
2.1.2 Validitet.....	12
2.3 Litteraturstudie	12
2.4 Intervjuer.....	14
3. Teoretisk grunnlag	16
3.1 BIM	16
3.1.1 BIM i samferdselsprosjekter	18
3.2 Prosjektering	19
3.3 Bygging.....	24
3.4 Forvaltning, drift og vedlikehold	27
4. Resultat intervju	30
4.1 Prosjektering	31
4.2 Bygging.....	32
4.3 Forvaltning, drift og vedlikehold	34

5. Diskusjon	35
5.1 Prosjektering	35
5.2 Bygging	36
5.3 Forvaltning	37
6. Konklusjon	38
6.1 Prosjektering	38
6.2 Bygging	39
6.3 Forvaltning	41
7. Videre arbeid	42
Referanseliste	43
Figurligste	47
Vedlegg	47
Vedlegg 1- Intervjuguide	48

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Bygg- og anleggsbransjen er i konstant endring. Ny teknologi og arbeidsmetoder bidrar til at bransjen til enhver tid må tilegne seg ny kunnskap og kompetanse. En av de største endringene de siste årene, har vært at tegninger blir erstattet av digitale modeller. Dette har ført til at både byggherre, rådgivere og utførende entreprenører etter hvert har måtte omstille seg til å ta i bruk modeller som sitt arbeidsgrunnlag.

Omstillingen fra tegning til modell har vært håndtert på forskjellige måter avhengig av størrelse, tilgjengelige midler og kompleksitet på prosjekt. De store prosjektene har i større grad kastet seg på den nye teknologien, mens det har vært diskutert om de mindre prosjektene har noe å hente her. Dette kan ha sammenheng med blant annet bemanning. Et mindre prosjekt har ofte færre personer som må fylle flere roller, og disse personene har ofte flere prosjekt å følge opp. Dette i motsetning til et stort byggeprosjekt som har fagpersoner i alle roller, som kan fokusere på ett prosjekt. I tillegg har ofte disse store prosjektene langt større budsjett og ressurser.

Det blir ofte argumentert for at det ikke er hensiktsmessig å arbeide modellbasert på mindre prosjekter, fordi kostnaden med oppfølging blir for stor, eller at det ikke vil være nødvendig fordi prosjektet har for lite kompleksitet.

Modellene som blir utarbeidet for hvert enkelt prosjekt inneholder relativt mye informasjon, og om modellen til enhver tid blir oppdatert og vedlikeholdt kan det være både tid og penger å spare. Det er også forskjellige måter å arbeide modellbasert på, med tanke på hvilke føringer som ligger til grunn. Det seg være entreprisreform, forskjellige bestemmelser i håndbøker og kontraktsmaler.

Noen av disse problemstillingene er tatt opp i tidligere oppgaver som (Lunn, 2011), som ser sammenhengen mellom gevinst med bruk av BIM og størrelsen på prosjekt, samt graden av utnyttelse av BIM.

Det er fortsatt mange utfordringer knyttet til bruk av BIM i samferdselsprosjekt med tanke på utnyttelse av BIM i sin helhet i de forskjellige fasene av prosjektet, samt med utvikling av kompetanse. Det er også en vei å gå før alle involverte trekker i samme retning, slik at alle aspekter av modellen kan benyttes.

1.2 Dagens situasjon

I dagens bygge- og anleggsbransje ser vi at det er varierende grad i bruk av BIM. BIM, eller bygningsinformasjonsmodellering, innebærer at objekter i en modell, eksempelvis kum, rør, lysarmatur, i tillegg til informasjon om stedfestning, også har en del andre attributter. Derfor ser man ofte at samferdselsprosjekter som veiutbygginger, eller jernbaneutbygginger, ligger litt bak med tanke på å feste nok informasjon på hvert objekt. Denne bransjen ligger mellom det som kalles BIM nivå 1 og BIM nivå 2, dette blir omtalt i kapittel 3.1- BIM.

Det dette har betydd for bygge- og anleggsbransjen, er at det over de siste årene har blitt startet nærmest en utfasing av de tradisjonelle tegningene. Disse har etter hvert blitt erstattet med 3D modeller. Veibransjen har i flere år, siden midten av 90- tallet arbeidet med 3D modeller, men ikke med det omfang av informasjon knyttet på objekter som kreves av BIM. Modellene har over de siste 10-15 årene gjort sitt inntog også på byggeplassene i form av nå nesten alle maskiner, gravemaskiner, dosere, veggøvlere med mer, har benyttet 3-dimensjonale modeller i sitt arbeid. I tillegg har det over den samme tidsperioden blitt stilt større krav til dokumentasjon, noe som har ført til at landmålere og geomatikere har fått en ytterligere større rolle. Ikke bare i dokumentasjon, men også med tanke på utsetting og arbeid med datahøsting fra modeller.

Etter hvert som denne teknologien har fosset frem har det blitt klart at det er nødvendig med retningslinjer og bestemmelser som fastslår og standardiserer hvordan arbeidet burde foregå. På samme måte som Statens vegvesen i sin tid utarbeidet håndbok 193- tegningsgrunnlag (nå håndbok R700), som standardiserer tegninger, ble det nødvendig med en håndbok som omhandlet modeller og modellgrunnlag. I 2012 kom en veileder, kalt håndbok 138- modellgrunnlag, som senere videreutviklet og omdøpt til håndbok V770- Krav til grunnlagsdata og modeller. Dette dokumentet legger noen føringer for arbeid med modeller, som tittelen tilsier. Det produseres tilsvarende håndbøker fra andre byggherrer, som BaneNor, som har sin «Håndbok for digital planlegging», eller Statsbygg sin «BIM- Manual». Arbeidet med håndbøker som disse er kontinuerlig, og må oppdateres etter hvert som teknologien utvikles.

I dag ser vi en rekke programvareutviklere som ønsker å være med å utvikle og å legge føringer for hvordan BIM som arbeidsmetode skal legges opp. Dette er helt avgjørende, fordi man trenger gode, intuitive verktøy for at arbeidshverdagen skal kunne effektiviseres ytterligere.

En av disse programvareleverandørene er Vianova systems, som på sine hjemmesider har en tekst om nettopp modeller:

«Modellen er nøkkelen

Den sentrale informasjonsbæreren i den endeløse prosjektsyklusen er den digitale BIM-modellen av infrastrukturen. Modellen sikrer strømlinjeformet dataflyt og samhandling i prosjektet.

Informasjonsmodellen konstrueres, detaljeres, berikes og deles av alle prosjektmedlemmer – noe som gir felles samhandlingsfordeler i hele kretsløpet. Som skybasert og alltid oppdatert sørger BIM-modellen for effektiv arbeidsflyt til enhver tid. All informasjon lagres i et IT-sikret datamiljø der den alltid er lett tilgjengelig, enkelt håndterbar og gjenbrukbar – og laget for å deles og oppdateres i sann tid.» - (Vianova Systems, 2018).

Avhengig av entrepriseform vil prosjekteringsfasen enten være avsluttet før arbeidet i felten starter, eller foregå noe underveis i selve byggingen. I dag vil mye av informasjonsflyten foregå enten via mail eller webhotell. Dette gjelder både under prosjekterings og byggefasen. Her blir både prosjekterte modeller og tegninger tilgjengeliggjort, og all kommunikasjon som tekniske avklaringer og endringer blir håndtert her. I tillegg vil også som-bygget tegninger/modeller bli levert her ved prosjektets slutt.

I de prosjektene som arbeider modellbasert finnes det en fagmodell for hvert fag, eksempelvis elektro, veg, VA, en tverrfaglig modell for å se modellene i sammenheng. I noen prosjekt blir det også utarbeidet en presentasjonsmodell for å kunne illustrere hvordan prosjektet vil se ut når det er ferdig. Denne kan være nyttig til for eksempel folkemøter, presentasjon for beslutningstakere eller grunneiere. Alt dette blir nærmere beskrevet i teorikapittelet.

Som nevnt over blir som- bygget informasjon og data til Nasjonal vegdatabank (NVDB), samt felles kartdatabase (FKB), levert via mail eller webhotell i dag. Modellene blir arkivert på mappeserver hos byggherre.

Terminologien som ofte blir benyttet i samferdselsprosjekt, er «modellbaserte prosjekt», eller «modellbasert planlegging og gjennomføring». Jeg har i dette arbeidet valgt å benytte begrepet BIM (bygningsinformasjonsmodellering), ettersom stadig flere aktører innenfor samferdsel også har begynt å bruke BIM- begrepet.

1.3 Problemstilling

Denne oppgaven har som mål å undersøke hvordan gjennomføring av modellbaserte infrastrukturprosjekt foregår i dag. Oppgaven forsøker å vinkle problemstillingen mot hva de forskjellige involverte aktørene mener fungerer bra og hva de mener mangler. Det holdes fokus på datautveksling og samhandling, for å kunne utnytte modellene ytterligere.

Problemstillingen vil være delt, da oppgaven vil se på tanker om prosjektering, gjennomføring og forvaltning, både av dagens situasjon og tanker om forbedringer.

Følgende har derfor blitt problemstillingen som jeg har arbeidet med:

Hvilke erfaringer har byggherre, rådgiver og entreprenør med bruk av modellbasert prosjektering, gjennomføring og forvaltning i dag?

I hvilken retning burde utviklingen gå videre?

Underveis i oppgaven har denne problemstillingen blitt endret minimalt, men «*i hvilken retning burde utviklingen gå videre?*» har nok i større grad blitt dreid mot «*hvilke mangler finnes, og hvordan burde de forbedres?*»

I tillegg til dette har også «*Forvaltning*» blitt noe utvidet til «*Forvaltning, drift og vedlikehold*» for å favne bredere hva data benyttes til etter samferdselsanlegg er ferdigstilt.

1.4 Avgrensning

Å ta for seg hele fagfeltet som er modellbasert planlegging, bygging og forvaltning, ville vært meget omfattende. Om et prosjekt blir bestilt modellbasert gjelder bestemmelsene i håndbok V770, og da skal i utgangspunktet hele regulerings- og planfasen også bli gjennomført modellbasert, i tillegg til byggeplanfasen, gjennomføringsfasen og forvaltningsfasen, drift og vedlikehold.

Det ble derfor nødvendig med en avgrensning, og det ble her valgt at fokus skulle holdes på erfaringer fra rådgivere, entreprenører og byggherre i fasene byggeplan, gjennomføring og noe forvaltning.

Videre ble problemstillingene begrenset til en spesifikk case. Det valgte prosjektet var en totalentreprise som arbeidet modellbasert etter V770, slik at jeg kunne finne gode svar hos de som arbeider med nettopp fasene nevnt over.

Ettersom hovedentreprenøren ble slått konkurs da innspurten på hovedoppgaven nærmet seg, måtte jeg endre på fremgangsmåten, og finne en del nye intervjuobjekt.

Dette resulterte i at casestudie ble valgt bort til fordel for flere dybdeintervjuer. Det ble valgt intervjuobjekter med bredere erfaring, og større variasjon i arbeidsoppgaver, erfaring og geografisk tilhørighet. Gjennom dette arbeidet ble det oppnådd tilstrekkelig dekning for å kunne besvare oppgavens problemstilling.

2 Forskingsmetoder

Gjennom metodekapittelet presenteres fremgangsmåten og metoden som er benyttet for å forsøke på besvare oppgavens problemstilling. For å hente inn empirisk informasjon som er relevant for oppgaven, finnes en rekke metoder. Daland (2012) har utpekt følgende:

- Dokumentgjennomgang
- Bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende
- Intervjuer med nøkkelpersoner
- Deltakende observasjon
- Direkte observasjon/måling
- Spørreundersøkelse
- Casestudier, som til dels er en kombinasjon av flere av tilnærmingene ovenfor

Ut fra problemstilling og tilnærmingen til den, må det vurderes hvilke metoder som er aktuelle for oppgaven. Jeg har valgt å besvare problemstillingen med hjelp av intervjuer med nøkkelpersonell, samt dokumentgjennomgang/teoristudier. I utgangspunktet også noe casestudier, men dette ble ikke gjennomført grunnet konkurs, som nevnt over.

2.1 Resultatenes troverdighet

For at det skal være mulig å kunne etterprøve resultater, er det viktig at forskningen er troverdig. Dette innebærer at det som presenteres gjennom de valgte metodene må være pålitelig. Det er derfor viktig å kvalitetssikre reliabilitet og kvalitet for alle kilder.

2.1.1 Reliabilitet

Tjora (2012) sier at når en snakker om reliabilitet i kvalitative forskningsmetoder er det snakk om troverdighet og pålitelighet. Det ideelle vil være observatører som er objektive eller nøytrale, slik at det er mulig å etterprøve resultatene. Litteraturstudie er mulig å etterprøve,

ettersom kildene som er oppgitt kan spores. Det kan være utfordrende å måle reliabilitet, og dette har en sammenheng med hvor pålitelige de forskjellige kildene er.

2.1.2 Validitet

Tjora (2012) påpeker at når det er snakk om validitet, snakkes det om gyldighet. Å vurdere gyldighet av en kilde, kan være utfordrende, men det viktigste når det gjelder gyldighet er at det som ligger til grunn er faglighet som har forankring i relevant forskning. Altså finnes det ingen automatikk i at en kilde som er pålitelig også er gyldig. Gyldigheten øker dersom for eksempel et tema har blitt forsket på en rekke ganger, og flere kommer frem til samme resultat.

2.3 Litteraturstudie

Litteraturstudiets formål er å danne et teoretisk grunnlag av den litteraturen som er tilgjengelig om temaet fra eksisterende forskning.

Ettersom dette er et fagfelt med enorm utvikling, kan det til tider være utfordrende å finne forskning og/eller hovedoppgaver som er av ny nok dato til at forskningen fortsatt er relevant og gyldig. Det finnes dog flere artikler publisert i en rekke tidsskrift både nasjonalt og internasjonalt, i tillegg til produktutvikleres egne nettsteder, som har en del relevant informasjon. Litteratursøket måtte i stor grad spisses mot publikasjoner som benytter den samme terminologien. Dette medførte at flere av kildene er hentet fra NTNUs eget bibliotek. Utover dette er også Statens vegvesens egne håndbøker, publikasjoner i tidsskrift og forskningsartikler kilder.

Ettersom denne oppgaven skulle ta for seg en spesifikk case med problemstillinger rundt modeller, ble det i utgangspunktet søkt generelt på BIM. Søkemotorene som ble benyttet, var hovedsak Google scholar, DAIM og Bibsys. Dette ble forsøkt å spisse til BIM på samferdselsprosjekt, eller BIM i anlegg, uten veldig mange gode treff. Som nevnt over ble derfor flere av kildene for anleggsbiten norske artikler fra bransjens tidsskrift. Dette ble ansett som fornuftig da flere av disse artiklene tok for seg sentrale personer fra bransjen som til daglig arbeider med denne problemstillingen. Det videre generelle BIM-søket ble forsøkt variert med 3D og modellering i stedet for BIM, på både norsk, engelsk og svensk. Videre også med fokus på BIM-effektivisering, gevinst og generelle erfaringer med implementering

av BIM i byggeprosjekt. De fleste kildene omhandler bygg, men mange av de grunnleggende prinsippene for BIM vil være like for samferdselsprosjekt.

Gjennom litteraturstudie har jeg måtte sette meg inn i en bredere definisjon av BIM og modellbasert arbeid, for å finne frem til litteratur som er relevant for denne oppgaven.

Litteraturstudie som metode er kvalitativ. Dette vil si at jeg har arbeidet med pålitelige skriftlige kilder.

Artiklene og tidsskriftene er hentet fra pålitelige og anerkjente nettsider og tidsskrift. I flere av disse er også nøkkelpersonell portrettert, noe som jeg mener underbygger reliabiliteten ytterligere.

Det har også blitt hentet informasjon fra hovedoppgaver og statlige nettsider. Jeg anser også her at kilder som NTNU og Statens vegvesen er pålitelige. Ettersom kildene kan søkes opp fra referanselisten, kan de også etterprøves. Dette øker reliabiliteten ytterligere.

Når det gjelder validiteten til litteraturstudiet blir denne vurdert til å være relativt bra. Mye av den teorien som har blitt funnet, er overprøvd og det finnes enighet om resultatene. Jeg mener de holder høy faglighet og bunner ut i relevante metoder og forskning. Det har i prosessen blitt forsøkt å unngå kilder som er for gamle.

For å opprettholde god kildekritikk, ble NTNUs VIKO (veien til informasjonskompetanse) benyttet. Her anbefales TONE- Kriteriene (Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet og Egnethet). Hvert av disse punktene peker på hvilke kritiske spørsmål som kan være aktuelle å stille til de forskjellige kildene som blir benyttet. Eksempler på dette kan være:

- Er informasjonen oppdatert?
- Er forfatteren anerkjent?
- Er informasjonen objektiv?
- Er forfatteren ansett for å være kunnskapsrik på feltet?

TONE- prinsippet har fulgt arbeidet med oppgaven fra start til slutt. De fleste kildene som er brukt er anerkjente forfattere, programvareutviklere og hovedoppgaver. Sistnevnte kan ha en utfordring rundt at forfatteren ikke er publisert en rekke ganger, men samtidig vil denne type kilder være forskning som er nærliggende tema for denne oppgaven.

2.4 Intervjuer

I denne oppgaven vil forskningen baseres på kvalitative intervjuer. Dette innebærer at jeg vil benytte relativt få intervjuobjekt, men til gjengjeld gå i dybden med hver enkelt, for å finne erfaringer og tanker om temaet. Kvale og Brinkmann (2015) beskriver denne kvalitative metoden som at aktørene da kan presentere egne perspektiver og har mulighet til selv å beskrive hvordan sin egen verden oppleves. Det vil være hensiktsmessig å ha variasjon blant intervjuobjektene med hensyn på erfaring, kompetanse og arbeidssituasjon. Dette er viktig for å få dekket et så bredt felt som mulig. Det åpne individuelle intervjuet, blir av Jacobsen (2015), trukket frem som den vanligste innsamlingsmetoden for kvalitativ data.

Jacobsen (2015) har også en anbefaling om å holde struktur på intervjuene, ved blant annet å benytte en intervjuguide.

Kvale og Brinkmann (2015) har beskrevet intervjuobjektene som subjekt. Med dette menes at respondentene vil være påvirket av bakgrunn, omgivelser arbeidsoppgaver osv. Det er derfor viktig at den som gjennomfører intervjuene har et bevisst forhold til sin rolle. Dette kan innebære å stille gode oppfølgingsspørsmål, for å finne ut hvorfor en respondent svarer som de gjør, og også hvorfor de opplever og oppfatter «sin verden» som det gjør.

I et kvalitativt intervju vil det være viktigere å få frem de synspunkt hver enkelt respondent har, fremfor å finne konkrete svar på konkrete spørsmål. Dette innebærer at det er mer arbeid og mer kompleksitet å bearbeide, i forhold til en kvantitativ tilnærming.

Kvale og Brinkmann (2015) mener at det ikke finnes entydige kvalitetskriterier for forskningsintervjuer. Igjen pekes det på viktigheten av intervjuers oppgave, og at kvaliteten på intervjuene reflekterer kvaliteten på resultatene.

En utfordring med kvalitative intervjuer er at de er subjektive og er derfor åpne for tolking, men med en bevisst holdning og et klart syn på hvilke utfordringer og svakheter som ligger i metodene, kan man lettere begrense disse.

«Man ønsker høy reliabilitet i intervjufunn for å motvirke vilkårlig subjektivitet, men for sterk fokusering på reliabilitet kan motvirke kreativ tenking og variasjon. Validitet i intervju avhenger av respondentenes troverdighet og intervjuets kvalitet. Intervjuer bør kontinuerlig gjennom intervjuet forsikre seg og kontrollere at meningen med det som blir sagt er riktig oppfattet» (Hovland, 2017).

Intervjuene ble gjennomført i våren 2107. Det ble valgt ut 8 personer som respondenter. Disse har, seg mellom, bred erfaring i arbeid med modellbaserte infrastrukturprosjekt, og er fordelt på byggherrer, konsulenter og entreprenører. Intervjuene blir gjennomført ved at intervjuobjektene får tilsendt intervjuguide i forkant. Intervjuguide finnes som vedlegg 1. Selve intervjuet foregikk ved at jeg møtte hver enkelt for så å spille inn intervjuet. I etterkant ble det produsert korte referat som hver respondent fikk til gjennomlesning.

Jeg anser intervjuene for å holde en høy reliabilitet. Dette er fordi jeg har utført kvalitative intervjuer, hvor jeg har plukket ut nøkkelpersonell som jeg mener holder en høy faglig standard. Dette i seg selv mener jeg underbygger troverdigheten til intervjuobjektene. Videre mener jeg også at påliteligheten styrkes ytterligere av at respondentene ønsker å bidra til å forbedre egen hverdag, gjennom å utvikle ny teknologi på feltet; å bidra til fremskritt.

Validiteten til resultatene fra intervjuene mener jeg er middels. Dette er fordi det er snakk om en bransje i konstant utvikling og endring. Med andre ord er det usannsynlig å få de samme svarene om 2 år eller 5 år av de samme respondentene. Derfor ansees resultater fra intervjuer som «ferskvare». Det finnes også variabler som lokale variasjoner i kompetanse hos de forskjellige aktørene, som kan påvirke resultat, eller ikke bli fanget opp.

Som et resultat av overnevnte så jeg en variasjon ved at noen respondenter ga gode diskusjoner, og dype refleksjoner med, mens andre svarte mer direkte på spørsmålene. Dette vil nok også ha sammenheng med graden av forberedelse.

3. Teoretisk grunnlag

Følgende kapittel vil se hva som er gjennomført av forskning på feltet, og hva som er tilgjengelig av informasjon om oppgavens tema. Det er naturlig at videre forskning bygger på den forskningen som allerede finnes. Her vil det blir det presentert etablerte metoder og teori fra bransjen og forskning, samt retningslinjer og bestemmelser gitt gjennom håndbøker og veivisere i veiprosjekter i Norge. Det teoretiske grunnlaget vil bidra til å danne et bilde av hvordan dagens situasjon ser ut, og gi et bilde av utgangspunkt for videre forskning.

Kapitlet vil ha størst fokus på BIM knyttet til samferdselsprosjekt, og når jeg senere diskuterer prosjekt vil det være snakk om veiprosjekt.

Intervjuguiden og teorikapittel vil ha samme oppbygning. Dette er for at teorien, intervjuene og resultatet enklere kan sammenstilles. Følgene inndeling er derfor valgt:

- Prosjektering
- Bygging
- Forvaltning

I tillegg til dette vil det også være innledende kapittel som omhandler BIM generelt, og BIM i samferdselsprosjekt. Det finnes et relativt bredt utvalg av masteroppgaver som omhandler temaene 3D- modellering, BIM og implementering av BIM. Disse peker på en del gode poenger, men er avgrenset relativt mye til tekniske løsninger rundt BIM. Håndbok V770 er nevnt i de fleste av de oppgavene som omhandler vegbygging direkte. Flere har også sett på besparelser og effektivisering med å arbeide modellbasert, som også påpeker både fordeler og ulemper ved bruk av BIM.

3.1 BIM

BIM er, som nevnt, en forkortelse for bygningsinformasjonsmodellering. I følge Eastman, *et al.* (2011) ble uttrykket BIM benyttet for første gang rundt 2004, og den gang innad i arkitekt, ingeniør og konstruksjons -miljøet. Siden den gang har begrepet gått fra å være et slangord i mindre miljø, til å nærmest bli kjernen til hvordan flere aktører ønsker og tenke å arbeide med modeller og informasjon.

«BIM er et begrep som brukes om prosjektering hvor det benyttes digitale 3D-modeller til å høste og berike informasjon i tegninger» (Graphisoft, 2018).

Dette viser at det med å benytte BIM ønskes at all informasjon i et byggeprosjekt skal fremstilles digitalt i en 3-dimensjonal modell. Det som skiller tankegangen til BIM fra tidligere digitale modeller, er at modellen i tillegg til visuell og stedfestet informasjon, også skal ha ytterligere informasjon knyttet til seg. Eksempler på dette kan være materiale, dimensjoner, produsent. På denne måten er det mulig å si at modellen blir «smart».

Når det snakkes om BIM, er det naturlig å se på BIM- nivå, eller BIM-modenhet. Med dette menes hvor langt på vei en modell er kommet med å utnytte mulighetene BIM åpner for.

I dag deler vi gjerne inn BIM i 4 nivåer, fra 0 til 3:

«Level 0 (nivå 0)CAD – er dagens praksis med bruk av 2D DAK, hvor informasjon utveksles via e-post

Level 1 (nivå 0)2D og 3D – er organisert DAK på 2D eller 3D format med bruk av prosjekthotel som gir en «common data environment» (delt digital arbeidsomgivelse) hvor en benytter standarder for data strukturering og formatering. Kalkulasjonssystemer er ikke koblet mot disse dataene.

Level 2 (nivå 2)BIM – er organisert bruk av 3D verktøy med disiplin (fag) spesifikke BIM verktøy med tilknyttede egenskapsdata. 5D eller kostnadsstyrt prosjektering utføres ved hjelp av kalkulasjonssystemer som utnytter modell data og som er integrert med BIM via proprietære grensesnitt eller mellomvare og en bruker 4D BIM med kobling av fremdriftsplan og 3D modeller for produksjonssimulering.

Level 3 (nivå 3) iBIM og livsløpsbasert informasjonsforvaltning – var i utgangspunktet fokusert på leveranse av en fullt integrert samspillsprosess understøttet av «web services» som bruker IFC, inkludert 4D produksjonssimulering, 5D kostnadssimulering og 6D administrasjon av livsløpsinformasjon. Det er sannsynlig at level 3 også vil handle om datafangst fra e-handelsløsninger og inneholde smart teknologi for å kunne gjøre livsløpsmodellering med fokus på optimale livsløpskostnader og livsløps CO2 fotavtrykk» (Christensen, 2015).



Figur 1 – Eksempel på BIM- nivå

BIM- nivå er en definisjon som hele bransjen i dag benytter. Ut fra dette blir det vist at bygg- og anleggsbransjen i dag stort sett befinner seg et sted mellom level 0 og level 2, avhengig av prosjektets midler, kompleksitet og kompetanse.

Flere av de som arbeider med å utvikle BIM har en drøm om å kunne gjennomføre prosjekt på et høyere BIM nivå. Da snakker vi om BIM på nivå 3. Ideen er at den intelligente modellen nærmest er som en levende, og hele tiden oppdateres med ny informasjon og egenskaper, dersom det skulle skje endringer, eller mangler skulle bli oppdaget. Dette innebærer at modellen ikke bare er levende gjennom prosjekterings- og byggefase, men at den fortsetter å være levende også videre inn i forvaltning, drift og vedlikehold.

3.1.1 BIM i samferdselsprosjekter

I noe senere tid har arbeidet med å implementere BIM også i samferdselsprosjekter startet. Foreløpig ligger fortsatt byggebransjen et stykke foran. I 2015 kom håndbok V770 fra Statens vegvesen.

Denne bygger på håndbok 138 fra 2012. Dette er det første dokumentet som stiller krav til at modellene knyttes mot en objektkodeliste. Denne objektkodelisten inneholder informasjon om de prosjekterte objektene.

Et objekt er elementer i en modell som kan være tilegnet verdier og informasjon. I et BIM-prosjekt vil et objekt ha informasjon som er en sammensetning av for eksempel egengeometrien til objektet, stedfesting og produktinformasjon.

«Modellene i vegprosjekter bygges opp av objekter. Objektene defineres av en kode og et navn. Annen informasjon om objektene kalles egenskapsdata. Objektene kan representere:

- Eksisterende fysiske objekter

- Eksisterende tilstander (reguleringsflater, vernesoner, fartsgrense)

- Nye fysiske objekter som skal plasseres, bygges eller utføres midlertidig eller permanent - Nye tilstander

- Objekter som benyttes i prosjekteringen (f. eks senterlinje og diverse hjelpeobjekter)

- Resultatobjekter med forenklet geometribeskrivelse (stikningsdata, geometri til NVDB/FKB)» (Håndbok V770 2015. S.33).

Ettersom håndbok V770 er en veileder, betyr dette at om bestemmelsene i den skal gjelde for prosjektet, må dette fastlegges i hver enkelt kontrakt. Dette betyr at det i praksis ikke stilles noe krav til for eksempel BIM- nivå. Videre legges det også opp til at kommunikasjon om endringer, tekniske avklaringer og dokumentasjon skal foregå på skjema gjennom for eksempel webhotell eller epost.

Igjen vises det at prosjektene i dag ofte ligger på et nivå mellom 0 og 2, fordi informasjonen ikke er festet på objektene, men heller må finnes gjennom objektkodelisten.

For at gjennomføring av BIM skal kunne lykkes på en høyere level, er det også viktig at alle involverte fagfelt er engasjert og kommer på samme nivå, slik at fagmodellen stiller likt inn i en tverrfaglig modell. Modeller blir nærmere omtalt i kapittel 3.2.

3.2 Prosjektering

Når det snakkes om prosjektering, menes utarbeidelsen av byggeplan. Difi (2017) beskriver dette som fasen hvor grunnlaget for utførelsen blir lagt. Graden av prosjektering før gjennomført konkurranse, avhenger også av entreprisreform.

Dette betyr at det vil avhenge av entrepriseformen hvor prosjekteringen vil foregå, og hvor stor overlappen av prosjektering skal være mellom fasene i prosjektet.

Byggeplan er av BaneNor (2017) definert som:

«Byggeplanen representerer en ytterligere detaljering av en detaljplan og skal være underlag for gjennomføring av tiltak. Planen danner grunnlaget for anbuds-/tilbudskonkurranse.»

Håndbok V770 – krav til grunnlagsdata og modeller sier noe om hva og hvordan data skal leveres i de forskjellige fasene i prosjektet. Det er viktig å forstå hva som menes med grunnlagsmodeller, fagmodeller, tverrfaglige modeller og presentasjonsmodeller når man arbeider med BIM.

Grunnlagsmodeller er en representasjon av hvordan situasjonen er før prosjektets start. Det hentes inn informasjon om terreng, VA, tele og andre fag, for å lage en så god digital representasjon av virkeligheten som mulig. Dette kalles også «virkelighetsmodell». Håndboken stiller også krav til nøyaktighet på disse dataene. Også her skal objektene som danner grunnlagsmodellen kodes etter objektkodelisten.

kode	navn	type	modell	modell-alt	kilde	stikning-geom	stikning-geom-plassering	sosi-navn	sosi-kode	nvdb-navn	nvdb/fkb-geom-tritype	nvdb/fkb-plas-sering
13000000	anleggs-veger	FO	veg		r761	kurve	senterlinje					

Figur 2– eksempel på objektkodeliste (Håndbok V770, 2015, S.34)

Håndbok V770 beskriver fagmodeller som modeller tilhørende de forskjellige fagmiljøene, som viser omfang av hvert fags planlagte inngrep i prosjektet. I en fagmodell skal det finnes både nye og endrede objekter fra grunnlagsmodellen med den informasjonen disse objektene har knyttet til seg.

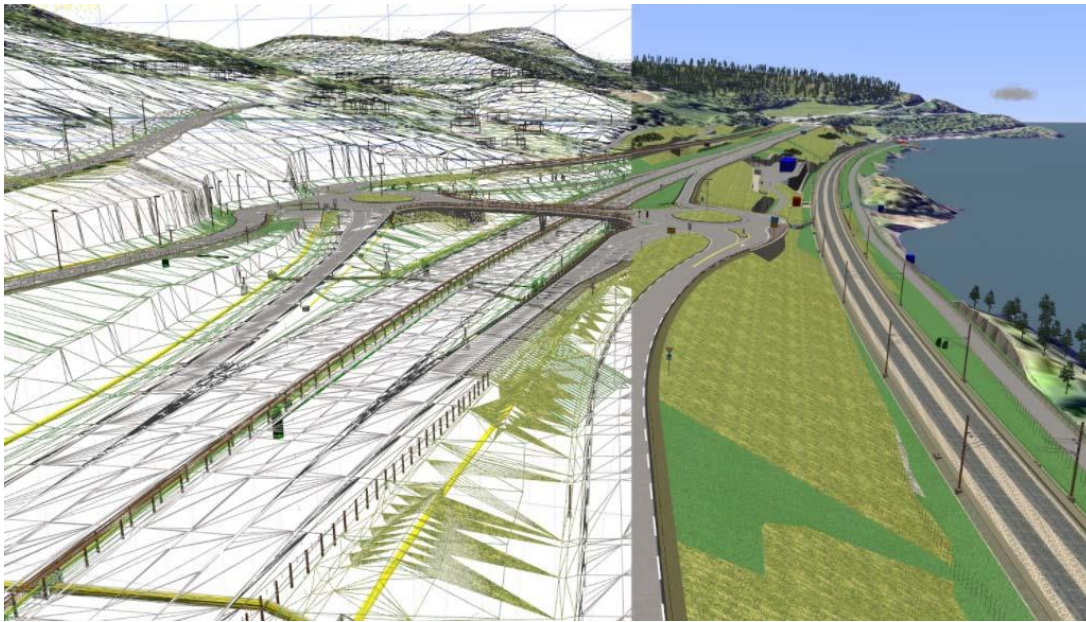
Fagmodellene skal være en beskrivelse av hvordan situasjonen er planlagt for de forskjellige fagene i prosjektet. Håndboken har definert 18: Veg, bru og konstruksjoner, tunnel, tekniske installasjoner, byggetekniske detaljer, VA, drenering og vannbehandling, skilt, vegoppmerking, belyningsanlegg, signalanlegg, kabelføringsanlegg, landskapstiltak, geoteknikk og geologi, plan- og reguleringsflater, grunnerverv, ytre miljø, og terrengarbeider.



Figur 3- eksempel fagmodell elektro

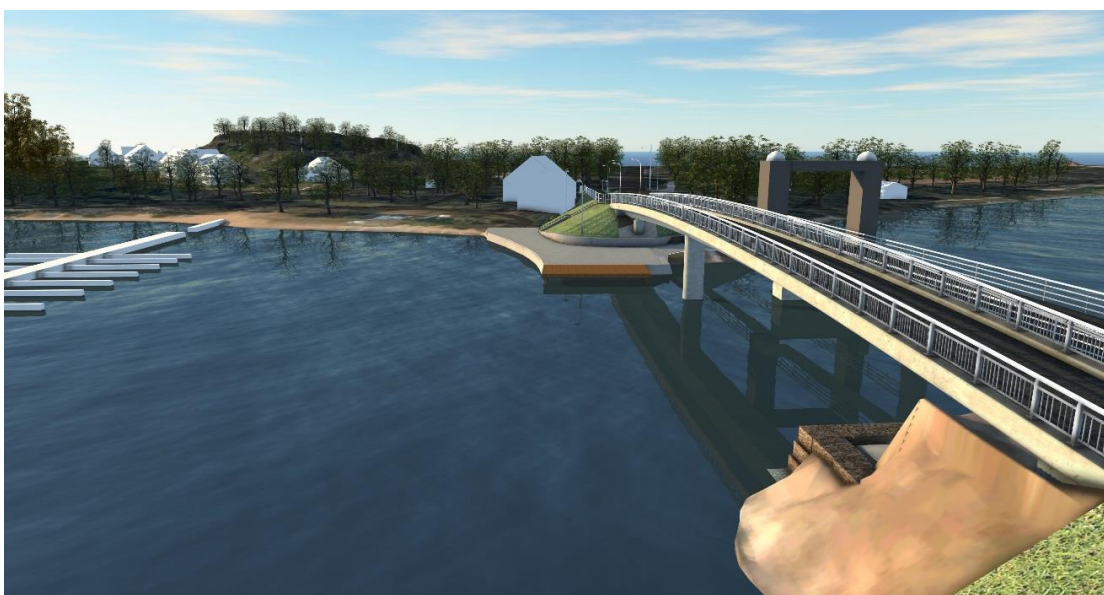
Videre finnes også tverrfaglige modeller. Disse er definert i håndbok V770 som en «sammenstilling av grunnlagsmodeller og fagmodeller». Dette viser hvordan fagmodellene sammen med grunnlagsmodellen danner et bilde av hvordan et prosjekt skal bli.

Tverrfaglig modell er også et nyttig verktøy for å samordne de forskjellige fagene. Dette er nyttig for å kunne koordinere fagene, kvalitetssikre og å kontrollere at alle fagfelt har den romlige plassen som kreves for å gjennomføre det som er planlagt. Gjennom tverrfaglige modeller kan man utføre såkalt krasjkontroller, for å se at objekter ikke kommer i konflikt med hverandre. Eksempler på dette kan være at kabelgrøft ikke blir prosjektert på samme sted som rom for vegrekkverk. Slik kan man rydde opp i denne typen problem i en tidlig fase. Avhengig av kontraktsform, er det her mulighet for at aktører som entreprenør kan være med inn i en tidlig fase for å kvalitetssikre arbeid gjennom å for eksempel sikre at løsninger er anleggsteknisk gjennomførbare.



Figur 4– eksempel på tverrfaglig modell med og uten tekstur

Presentasjonsmodellen skal, som navnet tilsier, være til presentasjonsformål. Den skal gjengi så nøyaktig og realistisk som mulig, hvordan det ferdige produktet vil bli seende ut. Dette innebærer at modellen må «pyntes» med vann, mennesker, lys og andre objekter som vil være «ubrukelige» i for eksempel en tverrfaglig modell. Med hjelp av denne type modeller kan det produseres animasjoner, filmer og bilder som kan benyttes i presentasjoner for beslutningstakere, byggherre, grunneiere eller andre berørte og involverte. Denne type modell er mest brukt i tidlige prosjektfaser.



Figur 5– eksempel på presentasjonsmodell

Filutveksling i prosjekteringsfasen er viktig. Dette gjelder helt fra det blir dannet grunnlagsmodeller og det blir hentet inn innmålinger, laserskanninger og eksisterende grunnlagsdata for å danne en god modell, til man setter sammen fagmodellene til en tverrfaglig modell.

Datautveksling skal ifølge V770 foregå på standardiserte, og åpne format. Eksempel på dette kan være LandXML. Det finnes ikke krav til metoder for datautveksling, men ettersom de fleste fagfeltene, med unntak, blir prosjektert av samme aktør, kan det ses fordeler med at det i hvert fall i byggeplanfasen benytter metoder som sikrer god datautveksling seg mellom. Flere har forsøkt å arbeide på felles skyløsninger, slik at alle kan ha innsyn og tilgang til de data de måtte ønske til enhver tid. Et eksempel på dette er Trimbles Quadri BIM-server:

«Trimble Quadri er en skybasert BIM- server og samhandlingsløsning som lar alle infrastrukturdisipliner dele en sentral prosjektmodell- for tett samhandling mellom planlegger, prosjekterende, entreprenører og byggherre. Qadri er nøkkelen til å nå BIM modenhetsnivå 3, med støtte for åpne format som LandXML, GML og IDC»
(Trimble, 2018).

Det har også blitt opprettet flere VDC- rom (Virtual design and construction), for at de involverte i prosjekt, fast eller i perioder, kan sitte sammen i team for å diskutere og samkjøre de forskjellige fagmodellene på en mer sømløs og proaktiv måte.

«VDC er ikke et nytt verktøy eller teknikk, men altså kjente, effektive teknikker og moderne verktøy satt i system» (Skanska, 2016). Tanken er at arbeidsmetoder kombineres med verktøy, som PC, touchsskjermer og VirtualReality, for at teamene skal løse problemer sammen. *«Så man blir bedre sammen. Redusert tidsbruk, ventetid og misforståelser øker vår operasjonelle effektivitet og kostnader reduseres»*
(Skanska, 2016)

Bygg- og anleggsbransjen er en bransje som er i enorm kontinuerlig endring. Det samme gjelder fagfeltene isolert sett. Dette stiller store krav til de som arbeider i denne sektoren. Ikke bare er man avhengig av at enkeltpersoner fornyer seg, men det pekes også på at de forskjellige aktørene i et prosjekt, som for eksempel konsulent, må endre på stillingsbeskrivelser og til og med kanskje opprette nye stillinger.

Stillinger som «BIM-tekniker» og «BIM- koordinator», har oppstått i kjølvann av denne utviklingen. Dette er et resultat av at det ikke bare er nødvendig å koordinere separate fagfelt, eller fagfelt samlet, men også koordinere fagene med hensyn på BIM. Oppgaver knyttet til

dette kan innebære generell datastøtte, innkjøp og valg av programvareløsninger eller sikre koordinering i alle ledd.

Eksempel på dette er en artikkel fra Teknisk Ukeblad (2011), viser at de fra 2008 til 2011, hadde en økning på 67% på videreutdanning på BIM- kompetanse.

«Høsten 2008 begynte undervisningen for de første 13 fagarbeiderne som skulle videreutdanne seg til BIM-teknikere. I det kullet som begynner til høsten er det plass til 40 studenter fordelt på to klasser» (Seehusen, 2011)

3.3 Bygging

Tradisjonelt sett når byggingen starter er alle tegninger og/eller modeller levert ut av prosjekterende, og deres jobb er da mer eller mindre gjort. Med unntak av endringer underveis.

Det som oppdages når det arbeides modellbasert, er at prosjektet i større grad er avhengig av at prosjekterende blir med også i byggefasen. Dette er fordi det også gjennom byggefasen vil være behov for denne kompetansen til oppdatering av modeller, og prosjekterende er en naturlig del av teamet som arbeider med modellene, også i byggefase. Som nevnt over, kom håndbok V770 først i 2015, og denne legger heller ikke noen føringer for hva som kreves av de involverte i gjennomføringsfasen, med tanke på fortløpende oppfølging. Det finnes krav til teknisk kvalitetsoppfølging i håndbok N200, og det har blitt vist at om disse sees i sammenheng med V770, kan den tekniske kvalitetskontrollen effektiviseres.

Med dette er tanken at for eksempel geometrisk kontroll skal kunne gjøres rett i modellen.

«Bruk av BIMen uten tegninger tilrettelegger for direkte mengdeuttak fra modellen på hvilket som helst tidspunkt og forenklet masseberegning.» (Budarina, 2017)

Det er i hver enkelt byggekontrakt mulighet for å stille krav utover det som allerede er bestemt av normaler, som for eksempel at bestemmelser i V770 skal følges. Her kan det også gis andre beskrivelser om hvordan utførende skal gjennomføre arbeidsoperasjoner.

Eksempelvis vil det være mulighet for å beskrive dette i såkalte prosesskoder etter håndbok R761 i en utførelsesentreprise etter norsk standard 8406. Dette innebærer at utførende har mulighet til å ta med eventuelle kostander og usikkerhet rundt arbeidsoperasjoner inn i tilbudet.

Altså vil man kunne legge føringer hver enkelt kontrakt med tanke på gjennomføring av BIM.

Dette er utfordrende da det foreligger en risiko for at det er forskjellige bestemmelser fra kontrakt til kontrakt og avhengig av byggherre og geografisk tilhørighet.

Også i byggefasen er det viktig med god dataflyt. I tillegg til flyt av modeller og egenskapsinformasjon, stikningsdata og dokumentasjonsdata, vil det også være en stor flyt av dokumenter knyttet til anleggsdriften. Dette kan være byggemøtereferater, tekniske avklaringer, fremdriftsplaner, endringshåndtering og mye mer.

Dette innebærer i dag at prosjektene eksempelvis må bruke webhotell for at denne informasjonsflyten skal dokumenteres og lagres på en ryddig måte, i stedet for å flytte mellom aktørene per mail. Det har vært forsøk med både nettbrett og BIM- kiosker for at dataflyten skal fungere bedre ut i felten.

En BIM- kiosk kan være for eksempel en liten kontainer, eller kasse med en PC, hvor arbeidere kan gå inn for å hente ut informasjon de trenger for å utføre arbeidsoperasjoner. Disse kan blir plassert ut på strategiske steder, og vil i de fleste tilfeller være enkle å flytte mellom de forskjellige fasene i prosjektet.



Figur 6– Eksempel på BIM- kiosk (Rufo 2018)

Ettersom Norges største byggherrer er statlige, betyr det at de fleste nye løsninger som presentasjonsprogram for modeller og skyløsninger for utveksling av data med mulighet for dokument håndtering, ofte må gjennom et tidkrevende sikkerhetsgodkjenningsregime. Dette bidrar til at man på dette punktet kan støte på utfordringer med tanke på å utnytte BIM full ut. I tillegg til dette må de samme byggherrne forholde seg til lov om offentlige anskaffelser.

«Loven gjelder også for andre rettssubjekter i saker om bygge- og anleggskontrakter, dersom det offentlige yter tilskudd mer enn 50 prosent av kontraktens verdi»

(Anskaffelsesloven, 1999)

Dette kan også bli en utfordring, da en ikke stiller fritt til å velge de løsningene som allerede ligger til rette fra for eksempel konsulent. Det vil også være utfordrende å få rutine i behandling av data når aktørene ikke får bygd opp kompetanse rundt ett spesifikt system, eller en åpen løsning.

Teknisk kvalitetskontroll, i vegprosjekt, er i stor grad bestemt av N200. Denne beskriver toleransekrav og metoder som kan benyttes for dokumentasjon.

Dokumentasjonen utveksles, som nevnt, også som regel gjennom webhotell, enten i form av skjema, eller i form av rapporter fra databehandlingsprogrammer.

I en utførelsesentreprise med prosesser etter R761, vil det også være en form for teknisk kvalitetskontroll gjennom dokumentasjon av målebrev.

Omfang av dokumentasjon kan variere av hva som blir avtalt i de forskjellige kontraktene, men ofte innebærer dette en eller flere målefiler som viser hva som er levert, og i noen tilfeller en målerapport. Det er vanlig at dette blir overlevert via webhotell.

På samme måte som i konsulentbransjen blir stadig flere stillinger knyttet til modellbasert arbeid også hos entreprenør. Dette kan være stillinger som BIM-koordinator, geomatiker, kartforvalter. Dette er et resultat av digitalisering av byggebransjen, kombinert med stadig strengere dokumentasjonskrav på arbeid som utføres.

John Olav Sigvartsen anslo i Teknisk Ukeblad (Garathun, 2016), at en byggeleder tidligere brukte 60% av tiden sin på byggeplassen og 40% på kontoret, mens etter digitaliseringen vil han kunne bruke mellom 80 og 90 % på kontoret.

Altså anslås det at arbeidet til en byggeleder i større grad vil foregå digitalt i modell, eller med hjelp av digitale hjelpemidler.

Næringslivet viser stor interesse for villighet til omstilling til det digitale. Dette er ofte fordi de ser fordeler og muligheter for besparelse og effektivisering i digitaliseringsprosessen.

«Hver tegning koster nemlig mellom 40.000 og 60.000 kroner inkludert alle revisjoner. I prosjektet ville det vært gjort om lag 400 tegninger. Tegningene ville da i tilfelle ha kostet 20 millioner kroner. – Halvparten av dette tror jeg man kan spare på kun å bruke 3 D-modellering, sier Dahl-Mortensen» (Lie, 2016)

Dette viser at entreprenørbransjen har tro på at det er noe å tjene på å omstille seg. Storbritannia har lenge hatt stort fokus på hvordan BIM skal kunne implementeres i alle ledd i et prosjekt. Building (2013) lagde en liste med punkter de mente måtte på plass for å lykkes:

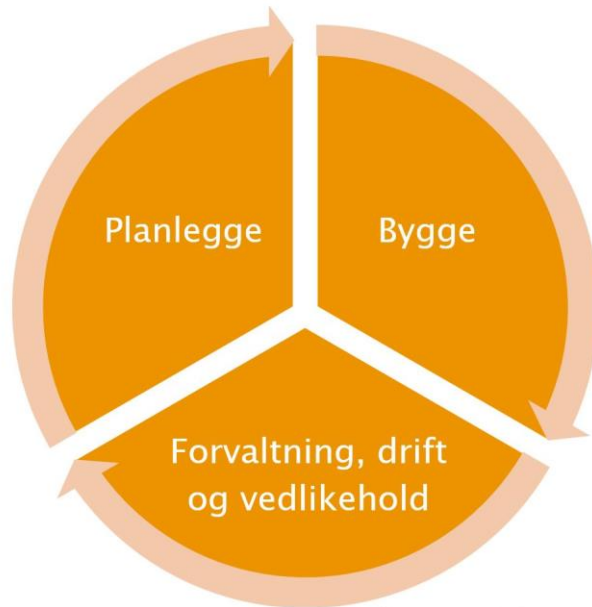
- Invester i programvare
- Finn ut hva utgangspunktet er
- Ikke la det være opp til ledelsen
- Lag en plan
- Kompetanseutvikling burde skje på fritiden
- Gjør det enkelt å gjøre riktig
- Ikke behandle alle likt
- Ikke øve seg til siste øyeblikk
- Aldri bruk mail som et prosjektverktøy
- Slutt å kjøp low-spec datamaskiner

Mange av disse punktene har flere konsulenter allerede som utgangspunkt, og veldig mange og stadig flere entreprenører. Dette har bidratt til en heving av både kompetanse, tilgang til programvare og maskiner/utstyr som takler dagens datamengde.

3.4 Forvaltning, drift og vedlikehold

Når veiprojekt blir diskutert, er det fort at drift, vedlikehold og forvaltning bli glemt. Det pleier å være vanlig å se at når byggingen er ferdig, faller interessen for prosjektet, og alle er klare for neste utfordring.

Det er knyttet store utfordringer til denne delen av en veis livssyklus, etter som det er i nettopp denne tilstanden en vei skal tilbringe mesteparten av sin eksistens.



BIM Livssyklus (forenklet)

Figur 7- Eksempel på livssyklus for en BIM modell

Tidligere tegninger fra prosjektet har blitt arkivert i permer, og satt tilgjengelig for alle i prosjektarkivet. Når veier skal oppgraderes, kunne man enten lete i disse arkivene, eller være så heldig at de som arbeidet på det forrige prosjektet på samme strekning husket hvordan prosjektet ble gjennomført.

Vegforvaltning gikk videre herfra og Statens vegvesen opprettet Nasjonal vegdatabank, eller NVDB. Denne skal inneholde informasjon om «statlige, kommunale, private, fylkes- og skogsbilveier» (Vegdirektoratet, 2107).

I denne databasen kan informasjon som vegnett med geometri, ulykkesstatistikk og trafikkmengde, alt utstyr på vei som stikkrenner, veglys, rekkverk osv., med informasjon om eier, type, år med mer.

I en verden hvor som-bygget informasjon i praksis er oppdaterte tegninger og dokumentasjon av anlegget kun er innmålinger med koding av de objektene som kreves av NVDB, så er dette et relativt bra system.

I tillegg til det som skal levers til NVDB, må også prosjektene i etterkant levere data til felles kartdatabase, eller FKB. «FKB er en samling datasett med de mest detaljerte kartdataene, skaffet til veie gjennom et spleiselag mellom staten, kommunene og Telenor» (Kartverket, 2018). På vegprosjekt er det vanlig at denne leveransen skjer via Statens vegvesen til kartverket.

I prosjekter som i dag benytter modellbaserte løsninger, finnes det per dags dato ingen forvaltningssystem som ivaretar disse. Dette betyr i praksis at modellene blir arkivert på mappeserver hos byggherre, og er vanskelig tilgjengelig dersom man i ettertid skulle ønske å plukke ut informasjon eller egenskaper.

Når det i dag arbeides med BIM- prosjekt, da som nevnt tidligere på et nivå rund 1 og 2, legges det ikke opp til noen strengere dokumentasjon- og leveransekrav enn tidligere. Kapittel 20 i håndbok V770 omhandler «dokumentasjon som skal leveres av entreprenør». Det pekes her på tre formål innmålinger har:

- Dokumentere nøyaktighet
- Dokumentere utførte mengder
- ***Grunnlag for oppdatering av fagmodeller med nye data til «som utført»***

Altså sier her håndboka at de innmålinger som blir utført i byggefasen skal, dersom det finnes avvik, benyttes til å oppdatere fagmodellene, slik at fagmodellen da representerer virkeligheten slik prosjektet faktisk ble bygget. På denne måten vil modellen være levende gjennom hele prosjektet, og være en ferdig som-bygget dokumentasjon når prosjektet er avsluttet.

Dette er også beskrevet i samme kapittel hvor det pekes på tre måter utførende kan dokumentere endringer og avvik:

- Fagmodell med reviderte objekt- entreprenøren oppdaterer seg fagmodellene
- Innmålinger som er dekkende, slik at byggherre kan bestille oppdatering av fagmodell av for eksempel rådgiver
- Bearbeidede skanningsdata slik at konsulent selv kan oppdatere modellene.

Med andre ord legger V770 til rette for et arbeid hvor modellens livssyklus er ivarettatt gjennom hele byggeperioden. utfordringen i dag ligger i hva som skjer med de oppdaterte, riktig dokumenterte og godt kodede modellene etter at prosjektet er avsluttet. Per dags dato vil nødvendig NVDB- og FKB data bli plukket ut, og modellen bli arkivert på byggherres server.

Utover dette beskriver V770 bestemmelser om navngivning og koding av objekter og filer, hvilke kvalitet som kreves og geometribeskrivelse.

4. Resultat intervju

I dette kapittelet blir det presentert hva som kom frem gjennom intervjuene med konsulenter, entreprenører og byggherrer. Intervjuguiden finnes som vedlegg 1. Resultatene vil bli kategorisert på samme måte som intervjuguiden:

- Prosjektering
- Bygging
- Forvaltning

Om noen svar fra respondenter ikke skulle passe inn under dette, og jeg likevel mener de gir viktige synspunkt, vil disse bli presentert til slutt.

Det har gjennom dette arbeidet blitt benyttet totalt 8 intervjuobjekter. Den samme intervjuguiden har blitt benyttet for alle respondentene. Dette var et bevisst valg for at svarene og refleksjonene de har, på en enklere måte kan kategoriseres og tolkes.

Av de 8 respondentene ble 3 representert av byggherre, 2 av konsulent og 3 av entreprenør. Intervjuobjektene har en relativt god spredning på alder, erfaring og roller. Mange av dem har arbeidet på flere samferdselsprosjekter med BIM, og arbeider til daglig med de utfordringer og løsninger som dette bærer med seg. Intervjuobjektene er også med å former fagene sine med å komme med nye gode løsninger og tilbakemeldinger til for eksempel byggherre. Intervjuobjektene jeg har plukket ut er prosjektledere, disiplinledere, geomatikere og planleggere, som alle ønsker å dele sine tanker. Det ble oppdaget relativt bred enighet om de fleste av punktene i intervjuet, noe som også hjalp ytterligere i kategoriseringsjobben i etterkant.

Intervjurundene ble utført noe sporadisk, uten kategorisering av rekkefølge med hensyn på roller, eller annet. Dette fordi tilpasningene i stor grad ble gjort geografisk, ettersom intervjuobjektene har tilhørighet fra Søgne i Vest-Agder til Drammen i Buskerud. Det var interessant å ta med seg noen av tankene fra intervju med for eksempel byggherre inn i intervjuene med for eksempel entreprenør, for å forsøke å grave ytterligere i hvilke tanker de har kanskje spesielt om framtidssituasjonen.

Intervjuene i seg selv tok mellom 40 og 60 min, og ble spilt inn for at jeg i etterkant skulle ha mulighet til å høre gjennom, å skrive et kort referat til de respondentene som skulle ønske å få det til gjennomlesning.

4.1 Prosjektering

Ettersom det var noe spredning på arbeidsoppgavene til respondentene, var det enkelte som svarte kortere på enkelte av fasene.

Håndbok V770 er i dag et sentralt dokument for alle som skal arbeide med modellbaserte vegprosjekt. Det var bred enighet mellom respondentene om at håndboken gir en del føringer for hvordan data skal navngis og struktureres. Utover dette finnes det også føringer i håndboken om hvordan objektkodelisten, som er beskrevet i teorikapittelet, skal benyttes. Respondentene påpeker også at håndboken stiller klare krav til bruk av åpne format, og føringer dersom dette ikke er mulig å gjennomføre.

Gjennom intervjuene kommer det frem at flere av intervjuobjektene, i forskjellige roller, påpeker at de savner klarere retningslinjer fra byggherre. Altså at det ønskes krav med tanke på BIM- prosjektering, fremfor veiledninger. V770 blir omtalt som et nyttig dokument, men som nevnt over, gir det i stor grad bare strukturelle føringer, slik at den praktiske gjennomføringen er opp til hvert enkelt prosjekt. Dette åpner for store forskjeller hos byggherren.

Datautveksling mellom aktører som inngår i prosjekteringsfasen oppleves som ganske god. Det pekes på at konsulenter ofte sitter på flere av fagfeltene, og at delingen mellom fagmodeller og inn i tverrfaglige modeller derfor er relativt bra. Selv om det kan føles langt mellom fagene til tider. Respondentene nevner også at det er nødvendig med innsyn fra byggherre også i byggeplanfasen, noe som fører til at det må legges til rette for deling av informasjon utover egen organisasjon, i tillegg til de gangene hvor man leier inn eksterne på enkelte fag. Det prates om gode skyløsninger, webhotel og delingstjenester som har vært utprøvd med varierende suksess.

Majoriteten av respondentene er enige om at dersom det ønskes at BIM skal være gjeldene for alle samferdselsprosjekt, er man avhengig av å få på plass dynamiske skyløsninger som sørger for at informasjon kan flyte mellom aktørene og at all aktivitet logges.

Kompetansen oppleves av intervjuobjektene som god og stadig bedre, men med store geografiske forskjeller. De peker også på at kompetansen på BIM, og arbeid knyttet til dette, fortsatt i stor grad er avhengig av nøkkelpersoner og ildsjeler i de forskjellige organisasjonene som ønsker å drive utviklingen fremover. Når det gjelder fagfelt, trekkes det frem at det i V770 er helt tydelig at alle fagfelt *skal* prosjekteres modellbasert, om ikke annet er bestemt av kontrakten. Videre tilføyes det av flere at noen fagfelt, for eksempel elektro, har en noe lengre

vei å gå for å være på høyde med flere av de andre fagfeltene. Det nevnes også at det er veldig viktig at man for det første har stillinger i organisasjonen som driver med BIM. Da for eksempel BIM-koordinator, eller andre titler som har i oppgave å drive dette fremover. Videre kommer det også viktigheten av engasjerte disiplinedere, prosjekteringsledere og andre med koordineringsansvar frem.

4.2 Bygging

De fleste av respondentene har vært direkte delaktig eller bistått i en byggefaser. Derfor er det god bredde i responsen.

Håndboken gir en beskrivelse av hva som er nødvendig av leveranser og hva som forventes av kvalitet på data. Samtidig henviser den til dokumenter som inneholder ytterligere informasjon om målebestemmelser og kvalitet. Håndboken er ikke et arbeidsdokument for den utførende entreprenøren i byggefaseren, men mer en sjekklister for sluttokumentasjon som NVDB og som-bygget. Flere av respondentene trekker frem at det oppleves at mange av de involverte fremstår som tvilende på hva som er beste fremgangsmåte i forskjellige operasjoner i byggefaseren.

Her etterlyses flere klare retningslinjer fra byggherre, om hvordan data skal utveksles og hvordan entreprenør skal håndtere modeller med tanke på teknisk kvalitet og sende effektive leveranser. Det påpekes at det enda er et relativt ungt fag, som trenger tid til å bygge erfaringer før de gode løsningene er på plass, men at klare krav fra byggherre som aktørene mer eller mindre er tvunget til å følge, kan føre til en mer helhetlig gjennomføring av prosjektene.

Den tekniske kvalitetskontrollen i gjennomføringen oppleves i utgangspunktet som en enklere affære når man arbeider modellbasert. Det er enklere å utføre krasjkontroller. Det å ikke bare ha mulighet til, men nærmest være nødt til å samle alle fagfelt for å gå gjennom tverrfaglig modell for å kontrollere at alle fagfelt har det rommet de trenger til sine objekter er avgjørende. Dette innebærer også kontroll av at fagene har det rommet de trenger for å faktisk kunne utføre arbeidsoperasjonen. Dette er besparende for alle involverte i prosjektene å ha mulighet til å avdekke feil og mangler i tidlig fase.

Når det gjelder teknisk kvalitetskontroll på det som bygges, ligger dokumentregimet noe etter foreløpig, da veldig mye av dette må gå via webhotel. Respondentene påpeker at det virker frustrerende å måtte forholde seg til 2-3 og kanskje 4 forskjellige systemer for dokumentasjon av data og informasjon. Det trekkes frem at det kan være fornuftig med en ytterligere satsning

på team-løsninger også i byggefasen. Det er fornuftig å samle de involverte enda tettere, også på de mindre prosjektene, for at ytterligere feil, som nevnt over, blir avdekket.

Intervjuobjektene trekker frem at det finnes et stort potensiale for effektivisering av teknisk kvalitetskontroll i felt. Dette bør kunne løses gjennom nye typer programvare, ved at man for eksempel kan utføre geometriske kontroller, på samtlige objekt, direkte i felt og at byggherre også da kan godkjenne disse i sanntid, slik at entreprenør da kan fortsette arbeidet sitt.

Intervjuobjektene ser også for seg at god oppdatering av modellen ved endringer og avvik vil effektivisere dokumentasjonsprosessen, da denne direkte vil være som-bygget dokumentasjon. I tillegg vil det være mulig, i en utførelsesentreprise, å hente ut dokumentasjon til målebrev direkte fra modellen.

Det er bred enighet blant respondentene om at tegningens tid ikke er over. Bygg- og anleggsprosjekt vil, også i fremtiden, være avhengig av å ha enkelte tegninger. Det blir trukket frem at i enkelte tilfeller vil det være meget tidkrevende å modellere objekter, som kan fremstilles på tegninger i løpet av et par timer. Flere av disse objektene, mener respondentene, at ikke heller er nødvendig å modellere. Det som i midlertid kommer frem, er at det nødvendigvis ikke er nødvendig at konsulent bruker en masse tid på å produsere tegninger etter håndbøkenes bestemmelser, men at entreprenøren selv kan ta ut for eksempel enkle skjermdumper fra modellene til de arbeidsoperasjonene dette ønskes.

Det mangler gode alternativer til hvordan hverdagen skulle fungert fullstendig tegningsfritt. Flere har testet løsninger med nettbrett, med variert hell. Dette har fungert relativt fra for byggherrene og ledelse, men noe dårligere for de som står ute i vær og vind. Et alternativ til dette, på store prosjekter, har vært å opprette såkalte BIM-kiosker. Nærmest informasjons kiosker, hvor det er mulig å henter informasjonen man trenger. Det som stadig viser seg, er at om det finnes manglende ledd, manglende informasjon, eller manglende personell, blir det ofte opp til hvert enkelt firmas geodesiavdeling å finne en løsning. Dette trekkes frem som noe som kan være et resultat av at konsulent ikke er tungt nok inne i byggefasen.

Respondentene opplever at hele bransjen har en samlet satsning på digitalisering, men trekker også frem her at det er stor forskjellige på byggherrene. Dette både fra byggherre til byggherre men også geografisk innad i de forskjellige organisasjonene. Entreprenører og konsulenter synes å være frempå og de fleste ønsker å ta i bruk ny teknologi, men flere føler at det fortsatt mangler klare krav. Det nevnes her at det er viktig at det ikke blir forandring for forandringens skyld, men at det bør oppleves at det er noe å hente for alle parter. God

kommunikasjon, datautveksling og åpenhet blir trukket frem som suksessfaktorer av samtlige intervjuobjekt. Videre må også nytten av å fjerne dobbeltarbeid fokuseres på. At en arbeidsoperasjon først skal utføres digitalt for deretter å dokumenteres analogt, oppleves som tidkrevende og frustrerende. Det påpekes også at ny teknologi og nye løsninger burde testes bredere og at en del av denne prosessen burde være rådføring med de som til slutt ender opp med å benytte teknologien.

Samhandlingen i prosjektene oppleves jevnt over som bra. Også her pekes det variasjoner geografisk og mellom byggherrer. Også nøkkelpersonell og «ildsjeler» vil være viktige for å sikre en god samhandling gjennom prosjektets gang med hensyn på BIM. Det handler om å ha et positivt samarbeid, være løsningsorienterte og ha raske og presise tilbakemeldinger for at beslutninger skal kunne tas raskt i byggeprosess. Som nevnt er det avgjørende i prosjektene med åpenhet og god flyt mellom aktørene av data og informasjon. Det er viktig, sier respondentene, at det er god struktur på informasjon, og at roller på forhånd er avklart og at disse har klare grenser. Dette bidrar til at ansvar kan fordeles på en enklere måte, og også at det er mer ryddig å tre inn i en rolle om noe skulle oppstå. Delingskulturen blir bedre av at det legges til rette for deling med hjelp av programvarer som skyløsninger, hvor all informasjon ligger åpent og tilgjengelig for alle. Det pekes på at dette vil være med å skape et bedre samarbeid, og en bedre fremdrift i prosjektene, også fordi eventuelle tvister og uoverensstemmelser blir tatt mer direkte, og kan avsluttes underveis. I alle punktene over vil modellene kunne være et fint hjelpemiddel.

4.3 Forvaltning, drift og vedlikehold

Her pekes det på uklarheter rundt leveranse av som-bygget dokumentasjon. Flere føler at det det er en vei å gå for å få digitalisert leveransen, og at systemer som FKB og NVDB holder igjen utviklingen. Dette forklares videre med at optimalt sett burde modellen være arbeids «dokumentet» gjennom hele prosjektets liv. All dokumentasjon som byggherre og andre interessenter skulle kreve, eller ønske seg, burde være mulig å plukke ut direkte fra den oppdaterte modellen.

Håndboken omtaler kun krav til kvalitet på data, struktur og navngivning på dokumentasjon, men burde muligens gi klarere føringer for leveransen. Byggherre kan i noen tilfeller blir oppfattet som tvetydig av flere.

5. Diskusjon

Dette kapittelet skal ta for seg tolkninger av det som fremkommer i kapittel 4. Resultatene fra intervjuene blir satt i sammenheng med det som blir presentert i litteraturstudiet. Dette til sammen blir drøftet og tolket. Kapittelets oppbygning vil være lik som foregående kapittel og intervjuguiden. Dette gjøres for at de besvarte spørsmålene, som allerede har blitt kategorisert, kan diskuteres i de samme kategoriene.

5.1 Prosjektering

Gjennom både litteraturstudie og intervjuene vises en offensiv holdning til ny teknologi. De fleste stiller seg positive til at BIM blir en del av hverdagen. Det som kommer frem er i stor grad at håndboken gir en rekke føringer for arbeid knyttet til BIM, men mangler faste krav og bestemmelser som større grad kan bidra til å konkretisere hvordan arbeidet skal utføres. Dette bekrefter noe av det som Hope (2016), også konkluderte med da han skrev sin hovedoppgave i 2016. Her pekte han på blant annet:

«Det har ikke lyktes å finne noen mål for hva Statens vegvesen vil oppnå med implementering av håndbok V770»

Det ligger allerede relativt godt til rette for god datautveksling i byggeplanfasen. Både respondenter og tidligere forskning peker på gode løsninger for å dele data, modeller og informasjon enkelt og sømløst. Flere programvareleverandører legger også til rette for dette. Rørheim (2011) påpeker at BIM- serverløsninger og nettskyløsninger er et mål i seg selv for bransjen. Hvem som skulle ha ansvar for denne eventuelle skyløsningen må diskuteres ytterligere, men fra det som har kommet frem her må kanskje byggherre ta et stort ansvar rundt rask standardisering.

Det kommer frem gjennom dette arbeidet at det fortsatt finnes relativt store nivåforskjeller mellom fagene som etter V770 skal arbeide modellbasert. Det finnes lite tidligere forskning som har arbeidet med problemstillinger rundt skjevheter i kompetanse mellom fagfelt i et modellbasert samferdselsprosjekt, men respondentene har pekt på viktigheten av engasjert ledelse og flinke koordinatører når det kommer til BIM.

Det vises at det er viktig at de forskjellige fagene er godt representert, slik at de tverrfaglige modellene kan utnyttes til sitt fulle, og krasjkontroll kan utføres tidlig. Fanning (2014) viser til hvor mye enklere det er å spare midler ved å utføre endringer i en tidlig fase.

5.2 Bygging

Det mangler ikke på kompetansen og viljen til aktørene i vegutbygginger, med tanke på å utnytte BIM. I følge Deutsch (2011) har BIM blitt implementert rundt dobbelt så fort som CAD, riktignok tilbake i 2001, men det tegner fortsatt et bilde av satsning på teknologi i bransjen.

Både litteratur, nevnt over, og intervjuobjekt peker på effektivisering av anlegg ved hjelp av BIM-løsninger. Dette kan være med å forbedre og forenkle arbeidet rundt teknisk kvalitetskontroll, som kan være utfordrende å få tid til å gjennomføre i en byggefase, med de krav som stilles. Smoge (2015) peker på at byggebransjen har mange fordeler med tanke på dokumentasjon ved å benytte BIM, fremfor tradisjonelle metoder.

Respondenter viser til at det er en del å hente på kontroll i felt, og løsninger rundt dette. Det finnes flere forsøk på BIM- kiosk- løsninger fra for eksempel Skanska, men det er en vei å gå før disse løsningene er optimale. Utfordringer ligger også rundt å få data inn, ettersom det er enighet om dette kan effektiviseres, ikke bare som nevnt over med BIM, men ved hjelp av løsninger som kutter mellomledd slik at data går direkte fra landmåler og til modell. Det finnes mange tanker rundt hvordan dette i praksis skal løses. Dette med tanke på hvilke programvarer og hvilke hardware som er hensiktsmessig å bruke. Videre finnes også spørsmål rundt byggherrer som er underlagt lov om offentlig anskaffelse, og derfor må forholde seg nøytralt til valg av løsninger, og format osv.

De som går høyest ut om BIM, ser for seg den «tegningsløse hverdagen». Dette har også NorgesBIM (2018) bekreftet at vil være mulig. De fleste av mine respondenter mener at tegningen fortsatt vil ha en plass på norske byggeplasser, men med en betraktelig reduksjon i omfang. Tegninger til enkle diskusjoner og oppgaver, dog i form av skjermdumper ser de vil bestå. På dette temaet ser det ikke ut til at det finnes noe bred enighet for det ene eller det andre i bransjen.

Både bransjen selv, nye kontraktsformer og ny teknologi legger opp til at det bygges en ny type delingskultur ved prosjektgjennomføring. Dette gjelder alt fra veiledere som V770, som fastslår at fagmodeller skal samordnes, til kontraktsformer som totalentrepriser, som nærmest tvinger frem åpenhet og deling. Igjen fremhever samtlige intervjuobjekt viktigheten av å ha en god samhandling og en god delingskultur for at BIM- løsningene skal kunne unyttes slik de er tiltenkt. Dette tar med seg ideer som VDC- rom og det ikke bare på store prosjekt, men at

også mindre prosjekt har denne type løsninger tilgjengelig. Redman (2107) peker på at VDC burde være på plass for at neste BIM- nivå skal kunne nåes. Det kan være avgjørende med teamløsninger for å få fullt utbytte av fagmodeller.

5.3 Forvaltning

Det kommer frem av intervjuene at ytterst få har et stort forhold til hva som skjer med modellene, og for så vidt data etter prosjektene er avsluttet. Håndbok V770 legger noen føringer for hvordan objekter skal navngis og hvilke kvalitet de skal ha, men ikke noe om helheten rundt modellen som levende dokument. Intervjuobjektene, og i stor grad funnene i teorikapittelet, trekker frem at det først og fremst er fokus på leveranse til NVDB og FKB, og at det gjennom håndbok R761, med bestemmelser i kontrakten, finnes bestemmelser for dokumentasjon av objekter som inngår i målebrev. Det pekes gjennom arbeidet her på at det mangler klare føringer for hvordan en modell skal håndteres, utover det som er beskrevet med tanke på oppdatering underveis ved endring eller avvik.

Flere av respondentene ytrer at alle som arbeider i modellbaserte prosjekt burde få et større eierskap til modellen, for at denne skal sees på som nettopp et levende dokument, og at man på den måten i større grad skal kunne klare å se at modellene har en livssyklus. Sanchez et al. (2014), peker på hvordan livssyklusen til BIM- modeller, kan fortsette inn i forvaltningsdelen av et vegprosjekt.

Intervjuene understreker at det er avgjørende med et forvaltningssystem som takler, og mulig også kan kombinere modellene fra alle samferdselsprosjekt, slik at data på en bedre måte kan tilgjengeliggjortes.

6. Konklusjon

Denne oppgaven har gjennom litteraturstudie og dybdeintervjuer forsøkt å danne et bilde over hvilke erfaringer de forskjellige aktørene i et samferdselsprosjekt har, og hva de mener mangler for optimal utnyttelse.

Gjennom dette kapitlet presenteres konklusjoner og anbefalinger basert på de funnene som er gjort gjennom dette arbeidet. Formålet med oppgaven har vært å forsøke å finne svar på spørsmålene:

«Hvilke erfaringer har byggherre, rådgiver og entreprenør med bruk av modellbasert, prosjektering, gjennomføring og forvaltning i dag?»

I hvile retning burde utviklingen gå?»

Denne problemstillingene ble delt inn i de tre fasene, med underpunktene:

- Prosjektering
 - Hva gjøres i dag, og hva kan forbedres?
- Bygging
 - Hva gjøres i dag, og hva kan forbedres?
- Forvaltning
 - Hva gjøres i dag, og hva kan forbedres?

6.1 Prosjektering

Gjennom studien som er gjort fremkommer det at de som er involvert i BIM- arbeid i prosjekteringsfase i stor grad er positive til utvikling og ny teknologi. Forskningen viser at bransjen ønsker seg fastere rammer og klarere krav fra byggherre og offentlige instanser, for å kunne gjennomføre et mer helhetlig arbeid med hensyn på BIM.

Når det kommer til datautveksling kommer det frem at det per dags dato foreligger mange gode løsninger. I prosjekteringsfasen foregår datautvekslingen relativt bra, men det er viktig at det tenkes skybasert allerede fra tidlig fase for å sikre best mulig utveksling av informasjon. Også her burde byggherre ta et større ansvar med tanke på å stille krav.

For å kunne unytte mulighetene det ligger til rette for gjennom bruk av BIM, er det viktig at alle aktørene satser på kompetanse og teknologi. Det anbefales at alle firma og aktører som skal arbeide mot et BIM- basert prosjekt, prioriterer å ansette BIM- koordinatorene, eller andre med koordineringsansvar på BIM. Dette for å at samhandlingen mellom fagene skal gå bedre, men også for å bidra til å løfte de fagene som skulle henge etter. I tillegg er dette et taktisk grep med tanke på rapportering mot ledelse og økonomi.

6.2 Bygging

Også i byggeprosess vises det at aktørene er meget positive til utviklingen, og er engasjerte i utvikling, med mange tanker om forbedringer. De fleste bedrifter som utfører BIM- baserte prosjekter finner egne, gode løsninger på hvordan konkrete problemer skal løses.

Her burde også byggherrene komme mer på ball med tanke på klarere retningslinjer og krav i gjennomføringsfase. Det er liten tvil om at et prosjekt som utnytter potensialet i BIM kan spare tid og penger, men det oppleves frustrerende når byggherre ikke vet hva de ønsker. Det hersker også veldig lite tvil om at det er penger å hente i å avdekke feil i tidlig fase, for å unngå å måtte gjøre endringer når arbeidet i felt pågår.

Det vil være mye tid og penger å spare på å kunne utføre kontroller direkte i felt. Dette innebærer at det analoge skjemaveldet må opphøre. Dobbel dokumentasjon, for dokumentasjonens skyld må forsvinne. Det må tilrettelegges for raske, sømløse kontroller i sanntid som byggherre raskt kan kontrollere, slik at arbeidet i felt slipper å vente på godkjenninger.

Vi vil ikke se en 100 prosent tegningsfri hverdag. Tegninger kommer til å bli brukt som diskusjonsgrunnlag, og som prinsippskisser også i fremtiden. Byggherren burde likevel ikke kreve at tegninger blir produsert. Dette må hver aktør i prosjektet håndtere selv, om det skulle være ønskelig. På denne måten unngås et godkjenningsregime, og stengninger blir da noe som raskt kan produseres for prinsipp, rett fra for eksempel fagmodeller.

I byggefase er det viktig å bygge videre på delingskulturen fra prosjekteringsfasen. Her er det enda flere aktører som er avhengig av å ha tilgang til den samme informasjonen, og det er derfor nødvendig med en ytterligere sømløs løsning. Det burde ses på muligheter for tverrfaglige modeller med kommunikasjonsmuligheter, i tillegg til å legge til rette for at modellen kan brukes direkte til dokumenthåndtering i byggefase. Dersom det i tidlig planfase blir valgt en skyløsning, burde det tas høyde for at denne skal være kompatibel gjennom hele byggefase også.

Også i byggefase er det viktig å prioritere å ansette personell i BIM- roller, og ikke bare tenke at geomatiker/landmåler på prosjektet tar hånd om det. En koordinator rolle for BIM er en helt annen jobb enn for eksempel geodesiansvarlig eller stikkingsleder. Igjen er det mye å hente i samarbeid med aktørene, gjennom at alle har sine «BIM- folk». Det er også en absolutt

nødvendighet at det blir investert i VDC og Big-room, for at prosjektene skal kunne arbeide i team, å løse konflikter så raskt som mulig.

Uavhengig av entrepriseform, bør planleggere være med gjennom hele byggefasen. Dette må det tilrettelegges for i tidlig fase, slik at konsulent kan ta høyde for tidsforbruk og involvering. Det er avgjørende at entreprenøren er kjent i og får eierskap til modellen, men de er kanskje vel så viktig at konsulenten er kjent i og får eierskap til byggeprosjektet. På denne måten er det mulig å bygge de teamene som er nødvendig for at det skal mulig å utnytte BIM også i byggefasen.

6.3 Forvaltning

Forvaltning, drift og vedlikehold er nok foreløpig den delen av BIM som har blitt mest forsømt. Det finnes en rekke tanker og ideer om hvordan disse utfordringene burde løses, men det har blitt gjort relativt lite.

Det største problemet her, er at det ikke finnes noen system som kan håndtere modeller etter at byggefasen er avsluttet. Det må komme på plass et system hvor det er mulig å laste modellene rett inn i forvaltningssystemet. Og da er selvfølgelig modellen er oppdatert som bygget dokumentasjon. Videre må objektene i disse modellen ha all den informasjonen alle aktører skulle kunne ønske seg, slik at de kan gå rett inn å høste den informasjonen de skulle trenge. Dette krever et system som takler store mengder data, men det er en nødvendighet for at det skal være mulig å ta BIM til neste level.

Før disse systemene er på plass, blir alle involverte i dagens BIM- prosjekt pent nødt til å leve med frustrasjonen av å plukke fra hverandre gode modeller for leveranse til statlige forvaltningssystemer, med viten om at modellen blir arkivert på en mappeserver for aldri å blir sett igjen.

7. Videre arbeid

Med de resultatene denne forskningen har gitt, åpnes det for muligheter for videre forskning. Det ville være interessant å tilnærme seg problemstillingen gjennom spesifikke caser, både i større prosjekt, men også i mindre. Videre ville det vært interessant å utføre samme type studie på et større geografisk område, for å se om dette ville påvirket resultatet.

Et stort potensiale for forskning, er å ta for seg de forskjellige entreprisformene som blir benyttet i Norge i dag, med de spørsmålene denne oppgaven bygger på. Eksempelvis da hvordan datautveksling foregår og hvordan delingskulturen er bygd opp i en totalentreprise eller en samspillsentreprise i forhold til en utførelsesentreprise.

For at BIM- livssyklus skal kunne bli virkelighet, er det nødvendig med ytterligere forskning på problemstillinger rundt hvordan forvaltningssystem skal tilrettelegges for å håndtere store modeller. Og dette på en slik måte at det er enkelt å hente ut informasjonen som trengs i en drift- og vedlikeholdsfasen.

Referanseliste

Anskaffelsesloven (1999) *Lov om offentlig anskaffelse*. Tilgjengelig fra:

<https://lovdata.no/dokument/NLO/lov/1999-07-16-69>

BaneNor (2017) *Byggeplan tele*. Tilgjengelig fra:

<https://proing.opm.jbv.no/wiki/tele/byggeplan/start>

Budarina, O. (2017) *Effektivisering av byggeprosessen ved bruk av modellbasert bygging*.

Masteroppgave. NMBU. Tilgjengelig fra:

<https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2463658>

Building (2013) *The route to BIM in 10 steps*. Tilgjengelig fra:

<https://www.building.co.uk/the-route-to-bim-in-10-steps-/5049305.article>

Christensen, L. C. (2017). *Innlegg: Engelskmennene gir gass og lanserer ny strategi*

For ekte BIM bruk, Byggeindustrien. Tilgjengelig fra:

<http://www.bygg.no/article/1228053> (Hentet: 06.04.2018)

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo, Gyldendal Norske Forland AS,

ISBN: 9788205423985

Deutsch, R. (2011). *BIM and integrated design: Strategies for architectural practice*. John

Wiley & Sons Inc. ISBN: 978-0-470-57251-1

Difi (2017) *Prosjektering i byggeprosjekter*. Tilgjengelig fra:

<https://www.anskaffelser.no/prosess/gjore-anskaffelser/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/byggeprosess/prosjektering>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. og Liston K. (2011). *BIM Handbook- A guide to*

building information modelling. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-54137-1

Fanning B., Clevenger C. M., Ozbeck M. E., Mahmoud H. (2014). *Implementing BIM on*

infrastructure: Comparison of two bridge construction projects, American society of civil engineers. Tilgjengelig fra:

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29SC.1943-5576.0000239>

Garathun, M. G. (2016). *Slik mener byggebransjen de kan spare 30 milliarder årlig*, *Teknisk Ukeblad*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/slik-mener-byggebransjen-de-kan-spare-30-milliarder-arlig/346266> (Hentet: 07.05.2018)

Graphisoft (2018) *BIM*. Tilgjengelig fra:

<https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc/>

Hope, M. F. (2016) *Innføring av 3D modell som arbeidsverktøy for entreprenøren*.

Masteroppgave. NTNU. Tilgjengelig fra:

<https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2440381>

Hovland, A. K. (2017), *3D modellering i ulike planfaser i vegprosjekt*. Masteroppgave.

NTNU. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2452856>

Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? – Innføring i*

Samfunnsvitenskapelig metode. 3. utgave. Høyskoleforlaget. ISBN: 978-82-024-8188-9.

Kvale, S. og Brinkmann, S. (2015) *Det kvalitative forskningsintervju*. 3. utgave. Gyldendal

Akademisk. ISBN: 9788205463547

Lie, Ø. (2016) *Her bygger de kraftverk helt uten tegninger*, *Teknisk Ukeblad*. Tilgjengelig fra:

<https://www.tu.no/artikler/unikt-prosjekt-her-bygger-de-kraftverk-helt-uten-tegninger/358723> (Hentet: 28.03.2108)

Linge, G. N. (2016). *Hva er egentlig ... VDC*. Tilgjengelig fra:

<https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-vdc/>

Lunn, H. S. (2011) *BIM i praksis*:

<https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/188686>

NorgesBIM (2018). *Tegningsfrie modellbaserte prosjekter er i startgropen*. Tilgjengelig fra:

<http://www.norgesbim.no/2015/07/04/tegningsfrie-prosjekter-er-i-startgropen/>

(Hentet: 02.05.2018)

Redman, A. (2017) *Bruk av VDC og 4D i Skanska- prosjekter*. Masteroppgave. NTNU.

Tilgjengelig fra:

https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2017_ntnu_trondheim_master_bygg_ance_redman.pdf

Rufo (2018) *Rufo BIM- kiosk*. Hentet med tillatelse fra:

<https://www.rufo.no/products/bim-kiosker>

Rørheim, T.E. (2011). *BIM i totalentrepriser*. Masteroppgave. NTNU. Tilgjengelig fra:

https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2011_ntnu_tom-erik_rorheim.pdf

Sanchez, A. X. Kraatz, J. A. Hampson, K. D. Loganthan S (2014) *BIM for sustainable whole-of-life Transport infrastructure asset management, Institute of public works engineering Australia*. Tilgjengelig fra:

<https://www.ipwea.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=75082d03-c8a1-4a29-ba78-1661a1879f59>

Seehusen, J. (2011) *BIM- Utdanning sikrer jobb, Teknisk Ukeblad*. Tilgjengelig fra:

<https://www.tu.no/artikler/bim-utdanning-sikrer-jobb/275285> (Hentet: 11.04.2018)

Smoge, K., Y. (2011) *BIM og dokumentasjon*. Masteroppgave. NTNU. Tilgjengelig fra:

https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2015_ntnu_kristian_ytterdal_smoqe_bim_og_dokumentasjon.pdf

Standard Norge (2009). *8406- Bygge- og anleggskontrakter*. Tilgjengelig fra:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=385500>

Statens kartverk (2018) *FKB*. Tilgjengelig fra:

<https://kartverket.no/Sokeresultat/?query=FKB&c=Ordforklaring>

Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal akademisk. ISBN

9788205500969

Trimble (2018) *Quadri BIM- server*. Tilgjengelig fra:

<https://www.novapoint.no/produkter/quadri>

Vegdirektoratet (2017) *Nasjonal vegdatabank (NVDB)*. Tilgjengelig fra:

<https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonal+vegdatabank>

Vegdirektoratet (2015a). *Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata og modeller*. Håndbok

V770, veileder. ISBN: 978-82-7207-688-6.

Vegdirektoratet (2015b). *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter*. Håndbok

R761, retningslinje. ISBN: 978-82-7207-689-3

ViaNova systems (2018) *Trimble civil construction continuum*. Tilgjengelig fra:

<http://www.novapoint.no/om/bim-fordeler>

Figurligste

Figur 1- Eksempel på BIM- nivå.....	18
Figur 2- eksempel på objektkodeliste.....	20
Figur 3- eksempel fagmodell elektro	21
Figur 4- eksempel på tverrfaglig modell med og uten tekstur	22
Figur 5- eksempel på presentasjonsmodell	22
Figur 6- Eksempel på livssyklus for en BIM modell	28

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 1- Intervjuguide

Prosjektering, gjennomføring og forvaltning av modellbaserte infrastrukturprosjekt.

Min rolle i dette arbeidet er masterstudent ved NTNU. Intervjuene skal benyttes som informasjonskilde i min hovedoppgave. Jeg arbeider til vanlig som byggeleder i Statens vegvesen.

Oppgaven har som mål å gi et bilde av hvilke erfaringer anleggsbransjen har med modellbaserte prosjekt. Entreprenører, konsulterer, byggherrer og andre involverte i moderne byggeprosjekt må ha et forhold til modeller. Kompetanse og satsning/kravene varierer mellom prosjektene og byggherrene.

Oppgaven var i utgangspunktet avgrenset av spesifikk case, men ettersom en av aktørene i dette prosjektet ble slått konkurs, har jeg sett mer åpent på intervjuene.

Denne oppgaven vil forsøke å se på:

Hvilke erfaringer har byggherre, rådgiver og entreprenør med bruk av modellbasert prosjektering, gjennomføring og forvaltning i dag?

I hvilken retning burde utviklingen gå videre?

Det vil bli utført i underkant av 10 intervjuer. Respondentene er forsøkt fordelt på rådgivere, byggherre og entreprenører.

Hensikten med intervjuene er å få erfaringer og tanker fra de som arbeider med dette daglig.

Det vil bli skrevet et kort referat av intervjuene, med mulighet for gjennomlesning.

Ta kontakt om noe skulle være uklart.

1. Intervjuer

1.1. Innledende spørsmål

- Hva er din rolle?
- Hva er din alder?
- Har du arbeidet på flere modellbaserte prosjekt?

1.2. Prosjektering

- Hvordan håndterer håndbok V770 problemstillinger som rundt prosjektering? Kan håndbok V770 bli bedre på dette feltet? I så fall Hvordan?
- Hvordan fungerer datautvekslingen mellom de aktuelle aktørene i prosjekteringsfasen? Hvordan kan denne optimaliseres ytterligere?
- Hvordan oppleves kompetansen blant de involverte? Er alle fagfelt involvert? Hva må til for å heve kompetanse og få involvert alle aktuelle fag?

1.3. Gjennomføring/bygging

- Er håndbok V770 et nyttig dokument for å gjennomføre modellbaserte prosjekt? Hvordan burde håndbok V770 utvikles for å håndtere dette temaet bedre?
- Hvordan oppleves du at teknisk kvalitetskontroll blir håndtert ved modellbasert gjennomføring? Finnes det mangler/forbedringspotensialet på dette feltet?
- Hvordan fungerer hverdagen uten tegninger? Finnes det forbedringer eller andre løsninger som kan gjøre dette arbeidet lettere?
- Opplevs det at involverte aktører er offensive med tanke på ny teknologi? Har du tanker for hvordan denne punktet kan forbedres?
- Hvordan mener du dagens samhandling i prosjektet fungerer? Hva mener du er avgjørende for å sikre optimal samhandling mellom aktørene i prosjektet, med hensyn på delingskultur?

1.4. Forvaltning/drift

- Hvordan håndteres modellene etter prosjektene er avsluttet per dags dato? Hva mener du kan forbedre dagens løsning?

- Hvordan mener du håndbok V770 håndterer leveranse og forvaltning av modeller, etter avsluttede prosjekt? Ser du forbedringspotensialer på dette feltet? I så fall hva?

2. Sluttkommentarer

- Har du eventuelle kommentarer til ting som burde nevnes?
- Kan jeg kontakte deg i etterkant om jeg skulle ha glemt noe?