

Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning

Digitalisering i bygg- og anleggsbransjen

En kvalitativ studie om bruken av BIM i prosjektet SNR

Masteroppgave i Ledelse av teknologi
Veileder: Tor Erik Evjemo

Mai 2022

Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning

Digitalisering i bygg- og anleggsbransjen

En kvalitativ studie om bruken av BIM i prosjektet SNR

Masteroppgave i Ledelse av teknologi
Veileder: Tor Erik Evjemo
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
NTNU Handelshøyskolen



Kunnskap for en bedre verden

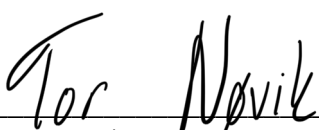
Forord

Denne masteroppgaven er skrevet av Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning og markerer avslutningen på en toårig mastergrad i Ledelse av teknologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven er skrevet i samarbeid med COWI, og tar for seg prosjektet Sjukehuset Nordmøre og Romsdal (SNR).

Arbeidet med denne masteroppgaven har bidratt til læring og erfaring innen digitalisering i bygg- og anleggsbransjen. Prosessen med oppgaven har vært interessant og innholdsrik, selv om det i perioder også har vært utfordrende. Innholdet i denne oppgaven står for forfatternes regning.

En stor takk rettes til COWI for tilrettelegging av aktuelt prosjekt, og for bidrag om temaet vi har studert. Videre ønsker vi å takke informanter fra både COWI og Sykehusbygg for å ha stilt opp til intervjuer. En spesiell takk rettes til veileder Tor Erik Evjemo og kontaktperson i COWI AS Einar Kristoffersen Skei, for verdifull kompetanse og veiledning. Vi vil i tillegg takke venner og familie som har bidratt med støtte gjennom dette vårsemesteret. Til slutt ønsker vi å takke rom 3036 ved NTNU Handelshøyskolen for viktige sosiale og faglige bidrag.

Trondheim, 24. mai 2022


Tor Øyvind Nøvik


Joachim Berg Rønning

Sammendrag

Denne masteroppgaven har undersøkt hvordan bruken av BIM påvirker gjennomføringen av norske byggeprosjekter. Digital teknologi endrer måten vi arbeider på, og i bygg- og anleggsbransjen blir BIM og 3D-modellering stadig mer brukt. Teknologien er likevel relativt ny for bransjen og kan derfor ha urealiserte gevinster. Hensikten med denne oppgaven er derfor å se på hvordan koordineringen mellom aktører i et prosjekts verdikjede utføres, om detaljgraden i 3D-modeller oppleves som hensiktsmessig og om dette kan påvirke effektiviteten i prosjekter. For denne oppgaven har prosjektet SNR blitt brukt som studieobjekt.

For å kartlegge eksisterende forskning på de aktuelle temaene, vil vi presentere teori om prosjektering og verdikjede. Det vil også beskrives teori som omhandler digitalisering, BIM, produktivitet og effektivitet. For å undersøke hvordan bruken av BIM påvirker gjennomføringen av prosjektet SNR har det blitt benyttet en kvalitativ forskningsmetode. For datainnsamling til oppgaven ble det gjennomført ni dybdeintervjuer av ansatte i byggherreorganisasjonen og den prosjekterende delen av prosjektet. Byggherre i prosjektet er representert av Sykehusbygg HF, mens prosjekterende er representert av COWI AS.

Oppgavens funn viser at den undersøkte delen av prosjektets verdikjede generelt er positiv til digitalisering av bransjen og bruken av BIM som verktøy. Samtidig er mangelen på en omforent forventningsavklaring i form av et rammeverk en utfordring for bransjen. Det er forskjell på opplevelsen av detaljgradens nytte blant de ulike aktørene i prosjektets verdikjede, som kan forklares med mangel på opplæring i bruken av BIM og manglende kommunikasjon om hvordan BIM skal anvendes.

For prosjektet SNR blir det utarbeidet både 2D-tegninger manuelt for bygging, og samtidig en fullverdig 3D-modell som i utgangspunktet er tilstrekkelig detaljert til å bygge etter. Som resultat av dette brukes det mye tid i tidligfasen av prosjektet på prosjektering. BIM påvirker uten tvil norske byggeprosjekter, men det er samtidig aspekter over hele verdikjeden hvor de mulige gevinstene ikke realiseres.

Abstract

This thesis has examined how BIM-technology affects the conduction of Norwegian construction projects. Digital technology changes the way we work, and within the construction industry the use of BIM and 3D-modelling appear more frequently. This technology is nevertheless new to the industry and might therefore have unrealised potential. Thus, the purpose of this thesis is to look at how the coordination between the project owner and the engineering company works, if the level of detail in the project is sufficient and if this could affect the efficiency of the project. To enlighten these challenges the project SNR have been studied.

To map existing research that could be relevant to the current topics, theory regarding the design and engineering process and the value chain has been presented. Theory regarding digitalization, BIM, productivity and efficiency will also be presented. To examine how BIM-technology affects the construction process of the project SNR, a qualitative research method has been applied. The data collection was conducted using in-depth interviews with nine employees from both the project owner and the engineering company responsible for technical solutions. The project owner in this project is represented by Sykehusbygg HF while the engineering company is represented by COWI AS.

The findings of this thesis shows that the part of the value chain in which has been examined, generally have a positive approach to the digitalization of the industry and of BIM as a tool. On the other hand, the lack of a framework with expectations, in which both parties have agreed upon, appear to be a challenge for the industry. There is a difference in which the companies value the level of detail in the BIM-model, due to the lack of knowledge and training in BIM and by the absence of communication regarding how the BIM-model is going to be utilized.

In the project SNR, both manually made 2D-drawings for construction and a completely developed 3D-model which is good enough to use in construction are being created. As a result, much time has been spent in the early phase of the project. The BIM-model does without doubt affect the Norwegian construction industry, but at the same time there are aspects of using the model throughout the value chain in which potential is not realized.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	iii
Abstract	v
Figurer	x
Tabell.....	x
Forkortelser	xi
Begreper	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Bygningsinformasjonsmodellering	1
1.2 SNR	2
1.3 COWI AS	3
1.4 Sykehusbygg HF	3
1.5 Problemstilling/Forskningsspørsmål	4
1.6 Avgrensning	5
1.7 Oppgavens oppbygging.....	5
2 Teoretisk rammeverk.....	7
2.1 Prosjekteringsteori.....	7
2.2 Verdikjede	9
2.2.1 Eierperspektivet.....	9
2.2.2 Brukerperspektivet	10
2.2.3 Leverandørperspektivet	10
2.2.4 Det offentlige perspektivet	10
2.3 Digitalisering	11
2.3.1 Teknologiakseptansemodellen og BIM Acceptance Model.....	11
2.3.2 Gevinstrealisering.....	13
2.4 BIM	15
2.4.1 Programvare og bevist nytteeffekt	15
2.4.2 Detaljnivå og forventningsnivå i BIM	16
2.5 Produktivitet og effektivitet i byggebransjen	16

2.5.1	Motivasjon.....	17
2.5.2	Indre og ytre motivasjon	18
2.5.3	Hygiene- og motivasjonsfaktorer	18
2.5.4	Effekter av covid-19 i byggebransjen	19
3	Metode.....	21
3.1	Valg av forskningsdesign	21
3.1.1	Metodisk tilnærming	21
3.1.2	Ekstensivt eller intensivt design	22
3.1.3	Kvantitativ og kvalitativ metode	23
3.1.4	Hoveddesign.....	24
3.1.5	Problemstilling	24
3.2	Datainnsamling.....	25
3.2.1	Valg av metode for datainnsamling	25
3.2.2	Valg av intervjupersoner	25
3.2.3	Gjennomføring av intervju	26
3.3	Analyse av data	28
3.3.1	Databehandling.....	28
3.3.2	Koding, kategorisering og tolkning av datamateriell	29
3.4	Forskningskvalitet	29
3.4.1	Pålitelighet (reliabilitet).....	30
3.4.2	Troverdighet (intern validitet)	31
3.4.3	Overførbarhet (ekstern validitet)	31
3.4.4	Bekreftbarhet (objektivitet)	32
3.4.5	Etiske hensyn.....	33
4	Resultat.....	35
4.1	Koordinering ved bruk av BIM	35
4.1.1	Manglende forventningsavklaring.....	38
4.1.2	Hvordan BIM skal brukes i FDV	41
4.2	Detaljgrad og opplæring i bruk av BIM	42
4.2.1	Opplæring i bruken av BIM	42
4.2.2	Detaljgrad i BIM	44
4.3	Effektivitet ved bruk av BIM	46
4.3.1	Tidsbruk i BIM.....	47

4.3.2	Digitalisering ved byggeplass	49
4.3.3	Bruk av BIM under koronapandemien	51
5	Diskusjon.....	53
5.1	Koordinering ved bruk av BIM	53
5.1.1	Koordinering mellom ulike aktører i verdikjeden	53
5.1.2	Manglende forventningsavklaring.....	55
5.1.3	Bruk av både 2D-tegninger og 3D-modell	56
5.1.4	Oppsummering forskningsspørsmål 1	58
5.2	Detaljgrad og opplæring i bruk av BIM	59
5.2.1	Opplæring i bruken av BIM	59
5.2.2	Detaljgrad i BIM	61
5.2.3	Oppsummering forskningsspørsmål 2.....	62
5.3	Effektivitet ved bruk av BIM	63
5.3.1	Tidsbruk i BIM.....	64
5.3.2	Digitalisering ved byggeplass	65
5.3.3	Bruk av BIM under koronapandemien	66
5.3.4	Oppsummering forskningsspørsmål 3.....	66
6	Konklusjon	69
6.1	Konklusjon av forskningsspørsmål	69
6.2	Konklusjon av problemstilling	70
7	Avslutning	73
	Referanser.....	75
	Vedlegg	80

Figurer

Figur 1 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (oversiktsbilde).....	3
Figur 2 - Neste steg (Bygg21, 2019, s. 3)	7
Figur 3 - BIM livssyklus (World Economic Forum, 2016, s. 24)	8
Figur 4 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (tett rørføring).....	38
Figur 5 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (Sengetun)	41

Tabell

Tabell 1 - Oversikt over informanter og gjennomføring av intervju.....	28
--	----

Forkortelser

FORKORTEELSE	BETYDNING
BIM	BygningsInformasjonsModell/BygningsInformasjonsModellering
2D	Todimensjonal
3D	Tredimensjonal
SNR	Sjukehuset Nordmøre og Romsdal
TAM	Teknologiakseptansemodellen
BAM	BIM- akseptansemodellen
IT	Informasjonsteknologi
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
TFK	Tverrfaglig kontroll
CAD	Computer- Aided Design

Begreper

BEGREP	BETYDNING
Prosjekterende	Teknisk rådgivende ingeniør
Byggherre	Person eller foretak tiltaket utføres på vegne av
BIM-kiosk	Mobil plattform med en rekke digitale muligheter for visning av 3D-modell på byggeplass

1 Innledning

Bygg- og anleggsbransjen anses som en kritisk sektor for utviklingen av et land, og utviklingen av prosjekter som skaper bygninger og infrastruktur brukes ofte som målestokk for økonomisk vekst (Arefazar et al., 2019, s. 678). Likevel kommer det ifølge Statistisk Sentralbyrå (2018) fram at produktiviteten i bransjen har falt med 10 prosent siden år 2000, mens privat sektor i Fastlands-Norge samtidig har økt produktiviteten med 30 prosent. Dette indikerer at bransjen står overfor utfordringer knyttet til produktivitet. Byggenæringens Landsforening (2017, s. 2) beskriver bygg- og anleggsbransjen, heretter kalt byggebransjen, som en bransje med behov for et digitalt løft, og beskriver videre at man basert på beregninger gjort i Storbritannia har et gevinstpotensial på rundt 100 milliarder norske kroner årlig i den norske byggebransjen. Hoveddelen av denne summen er knyttet til kostnadseffektivisering og verdiøkning, og er avhengig av at bransjen i større grad digitaliseres.

Den norske byggebransjen har i likhet med andre bransjer opplevd en stor utvikling innen digitalisering de seneste årene (Bråthen et al., 2016, s. 5). Mange aktører har derfor allerede kommet langt i bruk av digitale verktøy (Byggenæringens landsforening, 2017, s. 2). Utfordringene i bransjen tydeliggjøres likevel av funnene presentert av Byggenæringens Landsforening, og av behovet for kostnadseffektivisering og verdiøkning. Økt digitalisering kan derfor være en viktig bidragsyter i veien mot å realisere gevinstpotensialet som er i bransjen.

Det har i denne masteroppgaven blitt inngått et samarbeid med ingeniørselskapet COWI AS, hvor prosjektet Sjukehuset Nordmøre og Romsdal (SNR) har blitt benyttet som studieobjekt for oppgaven.

1.1 Bygningsinformasjonsmodellering

BIM er en forkortelse for BygningsInformasjonsModell når det refereres til hva som produseres, mens det står for BygningsInformasjonsModellering når det refererer til prosessene i arbeidet (Moen & Moland, 2010). BIM kan beskrives som et fenomen hvor man lager en virtuell modell av et prosjekt. Denne virtuelle modellen kan på ulike måter brukes gjennom alle faser av prosjektets livssyklus (Eastman, 2011, s. 1).

BIM defineres i dag ofte forskjellig av ulike forfattere, og kan ifølge Miettinen og Paavola (2014) ikke på en enkel måte defineres. De beskriver det heller som et utviklende og komplekst fenomen som representerer en digital modell av en bygning eller en gjenstand, med prosjektinformasjon som oppfattes som viktig for prosjektet. Denne prosjektinformasjonen har som hensikt å fasilitere og muliggjøre utveksling av informasjon mellom ulike parter og deres relaterte programvarer (Miettinen & Paavola, 2014, s. 84). Bradley et al (2016) definerer BIM som en måte å håndtere informasjon på, og som en prosess som går gjennom hele livssyklusen til prosjektet. Videre beskriver forfatterne at det som ofte er felles for ulike definisjoner er at det består av fire hovedelementer; samhandling, representasjon, prosess og livssyklus. Alle fire elementene bidrar til å skape en innovativ og effektiv prosjektgruppe.

For å kunne skape denne modellen må det brukes programvarer. BIM brukes i dag i stor grad av Storbritannia, USA, og Norden (Chen, 2015, s. 14). Det brukes i disse landene ulike programvarer, eller verktøy, til ulike formål, da det ikke finnes et program som er godt nok til å dekke alle fagområder. Dette skaper et behov for å sammenstille de ulike modellene fra ulike fagfelt. Behovet for sammenstilling løses ved å skape en sammenstillingsmodell (Chen, 2015, s. 85). Sammenstillingsmodellen har som formål å visualisere alle fagfelt samlet, kjøre krasjtester mellom fagene, muliggjøre enklere informasjonsdeling og på den måten skape en bedre forståelse av prosjektet som helhet (Westgaard et al., 2010, s. 57).

1.2 SNR

SNR vil bestå av et nytt akuttsykehus på Hjelset, og skal stå ferdig våren 2025. Sykehuset skal erstatte de to eksisterende sykehusene i Kristiansund og Molde, og vil dekke om lag 120 000 innbyggere. Sykehuset vil ha et samlet arealbehov på om lag 65 500 m², og ha en styringsramme på rundt 5,5 mrd. kroner. Byggestart for prosjektet var juni 2021, mens full drift er forventet til våren 2025 (Helse Møre og Romsdal, 2022).

Byggherre i prosjektet er Sykehusbygg, mens COWI er kontrahert som prosjekterende av tekniske løsninger. COWI skal bistå i å detaljprosjekterte arbeidsunderlag for totalentreprisen til byggingen av sykehuset (COWI, 2021).

Prosjektet har flere ganger tidligere blitt avlyst på grunn av avstand mellom prosjektets økonomiske styringsmål og mottatte tilbud. COWI har vært med som teknisk rådgiver i flere av disse rundene (Helse Møre og Romsdal, 2022).

Figur 1 er hentet fra 3D-modellen av prosjektet, og viser et foreløpig øyeblikksbilde av hvordan fasaden av sykehuset vil se ut ved ferdigstillelse.



Figur 1 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (oversiktsbilde)

1.3 COWI AS

COWI AS er et av Norges ledende rådgivende ingeniørselskap innen rådgivning og prosjektering, med 6800 ansatte globalt og 1200 ansatte i Norge. Basert på en verdensledende kompetanse innenfor teknikk, miljø og samfunnsplanlegging skaper COWI komplekse funksjonsbygg, effektive transportløsninger og bærekraftig byutvikling. COWI har lang erfaring med bygging av sykehus, og har vært rådgivende ingeniørselskap i blant annet St. Olavs hospital Trondheim, Stavanger Universitetssykehus, Barne- og ungdomssjukehuset i Bergen og Sykehuset Østfold Kalnes (COWI, u.å.; Lynneberg, 2021).

1.4 Sykehusbygg HF

Sykehusbygg HF er et helseforetak som eies av de fire helseregionene i Norge. Deres jobb er å sikre et nasjonalt kompetansemiljø for sykehusplanlegging og -bygging på høyt internasjonalt nivå. Videre skal de utføre tjenester knyttet til utvikling, planlegging og gjennomføring av byggeprosjekter. I dette ligger det at de har et overordnet ansvar for alle faser i livsløpet til en sykehuseiendom med en visjon om å bygge for pasientens helsetjeneste. Sykehusbygg er en del

av den offentlige sektor, og er derfor underlagt regelverket for offentlige anskaffelser (Sykehusbygg, 2019).

1.5 Problemstilling/Forskningsspørsmål

På bakgrunn av utfordringene i byggebransjen er følgende problemstilling valgt:

Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?

Formålet med denne oppgaven er å identifisere hvordan BIM brukes i norske prosjekter, og dermed avdekke om teknologien har et uutnyttet gevinstpotensial. I denne oppgaven har vi fokusert på prosjektet SNR, og spesielt på forholdet mellom byggherre og prosjekterende i form av tekniske rådgivere. Dette prosjektet ble valgt ut i samarbeid med konsulentgruppen COWI AS. For å besvare oppgavens problemstilling, er det utarbeidet tre forskningsspørsmål.

Et problem med kommunikasjon basert på todimensjonale (2D) plantegninger i tidligfasen er at ikke all informasjon blir synliggjort på god nok måte for alle aktører. Dette kan føre til at man ikke får avdekket viktige avklaringer før på byggeplass, noe som kan være kostnadsdrivende (Eastman, 2011, s. 2). Med BIM vil man kunne avdekke disse avklaringene på et tidligere tidspunkt på grunn av synligheten i den tredimensjonale modellen (3D-modellen) (Eastman, 2011, s. 96). Det vil derfor være interessant å undersøke hvordan bruken av BIM letter koordineringen mellom byggherre og prosjekterende, og første forskningsspørsmål er:

1. *Hvordan håndteres koordinering mellom byggherre og prosjekterende ved bruk av BIM?*

Overgangen til BIM åpnet opp for å etablere ubegrenset mengde data inn i 3D-modellen. Denne datamengden kan ifølge Eastman (2011, s. 45) skape problemer selv på mellomstore prosjekter. På bakgrunn av dette ønsket vi å undersøke hvordan informanter i ulike deler av verdikjeden opplever detaljgraden, og andre forskningsspørsmål er derfor:

2. *Opplever detaljgraden i BIM som hensiktsmessig i norske byggeprosjekter?*

Innføringen av BIM i byggebransjen har muliggjort nye måter å jobbe på, og har potensiale til å redusere tidsbruk og kostnad for prosjekter (Eastman, 2011, s. 20). Basert på utfordringene i bransjen vil det være interessant å undersøke hvordan detaljnivået i BIM påvirker effektiviteten i prosjektet, og det siste forskningsspørsmålet er derfor:

3. Hvordan kan detaljnivået i BIM påvirke effektiviteten til norske byggeprosjekter?

1.6 Avgrensning

Oppgaven vil avgrenses til tidligfasen av prosjektet på grunn av prosjektets framdrift og status. Det vil ikke bli sett på forprosjektfase av prosjektet eller beslutninger som er tatt i denne fasen. I tidlig fase av masteroppgaven var planen å ha med et utvalg bestående av aktører fra hele verdikjeden i prosjektet SNR. Senere ble oppgaven avgrenset til å kun ta for seg en del av verdikjeden for å redusere oppgavens omfang. Dette ble avgjort på bakgrunn av masteroppgavens tidsavgrensning på ett semester. I denne oppgaven vil derfor hovedfokuset være på samhandlingen mellom prosjekterende tekniske rådgivere fra COWI og byggherre i form av Sykehusbygg. Grunnen til at dette fokuset er valgt er at man ved bruk av BIM som verktøy flytter mye av koordinering og planlegging til tidlig fase hvor entreprenør enda ikke er valgt. Dette gjør at entreprenører i slike situasjoner ikke har like stor påvirkning som byggherre og rådgivende konsulent (Song et al., 2009).

1.7 Oppgavens oppbygging

Kapittel 2 tar for seg det teoretiske rammeverket for oppgaven, som sammen med empirien er med på å svare på presenterte problemstilling og forskningsspørsmål. I Kapittel 3 presenteres metoden vi har valgt å anvende med tanke på datainnsamling og analysering, samt en vurdering av studiens forskningskvalitet når det kommer til validitet, reliabilitet og etiske hensyn. Videre presenteres de empiriske funnene fra oppgavens datainnsamling i kapittel 4. I kapittel 5 diskuteres empirien opp mot relevant teori. I diskusjonskapittelet vil de mest sentrale funnene knyttet til forskningsspørsmålene være i fokus. Etter diskusjonskapittelet vil konklusjonene til forskningsspørsmålene og problemstillingen presenteres i kapittel 6. Til slutt vil vi i kapittel 7 vurdere praktiske og teoretiske implikasjoner, begrensninger for oppgaven samt videre arbeid som resultat av denne masteroppgaven.

2 Teoretisk rammeverk

2.1 Prosjekteringsteori

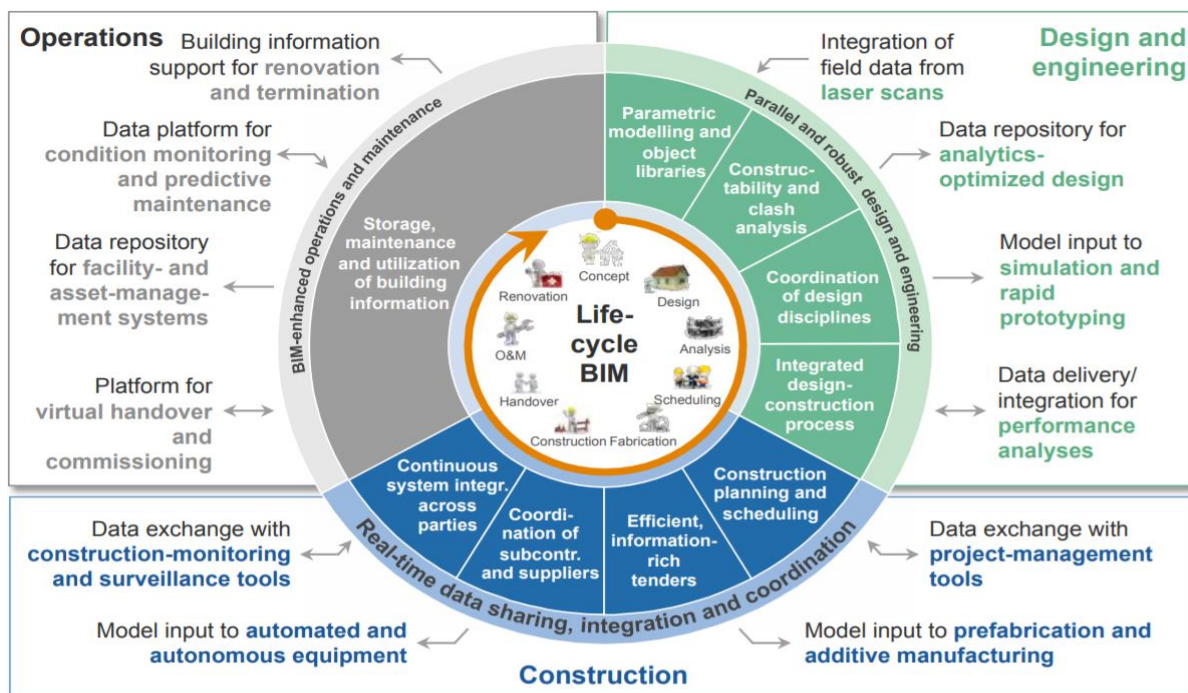
Et prosjekt kan ifølge Andersen (2015, s. 60) ses på som en måte for å lage et unikt produkt med hovedfokus på å levere til avtalt tid, innenfor et bestemt budsjett og med en forhåndsavklart standard. Dette har som hovedfokus å skape verdier hos både mottakende- og utførende organisasjon. I den norske byggebransjen er byggeprosessen i dag fragmentert, og det er ofte mange ulike parter som samarbeider om å lage et produkt. Produktiviteten vil derfor hemmes av mangelfull og dårlig samhandling. På grunn av dette benytter de aller fleste aktører seg av en standardisert inndeling av prosjektfasene i prosjektet (Bygg21, 2015, s. 3).

Bygg 21 (2015, s. 3) har laget et rammeverk som vist i Figur 2, som beskriver hvordan byggeprosesser, gjennom åtte steg fra start til slutt, kan gjøres på en hensiktsmessig måte. Dette rammeverket skal skape en faseinndeling som danner grunnlag for et felles språk for bransjen. Mellom disse åtte stegene må ulike beslutninger tas, som igjen danner grunnlag for om man kan gå videre til neste steg.



Figur 2 - Neste steg (Bygg21, 2019, s. 3)

Disse fasene overlapper hverandre i stor grad fra kontrakt inngås til prosjektet er gjennomført (Samset, 2014, s. 45). Dette kan føre til uklarheter med hensyn til hvordan faseinndelingen skal forstås. Samset (2014) argumenterer derfor for at det for enkelhets skyld kan være hensiktsmessig å kun dele prosjektet inn i tre deler; tidligfase, gjennomføringsfase og driftsfase. Dette samsvarer også med livssyklusmodellen til World Economic Forum (2016, s. 24), som deler inn syklusen i de tre delene design and engineering, construction og operations som vist i Figur 3. For å unngå misforståelser rundt faseinndelingen har vi valgt å benytte Samset og World Economic Forum (2014, s. 46; 2016, s. 24) sin modell med tre deler.



Figur 3 - BIM livssyklus (World Economic Forum, 2016, s. 24)

I behovs- og konseptfasene, eller tidligfase, av prosjektet utføres behovsanalyser, konseptskisser og forprosjekt (Bygg21, 2015, s. 3). I disse fasene tas store beslutninger som danner utgangspunktet for prosjektplanen, og som bør gi en beskrivelse av både de viktigste elementene i prosjektet og de viktigste påvirknings- eller usikkerhetselementene i omgivelsene (Samset, 2014, s. 38). Erfaring viser, ifølge Samset (2014, s. 45), at det er i disse fasene muligheten for påvirkning er størst samtidig som kostnadene er lavest. Det er med andre ord i disse fasene muligheten for økt verdiskapning er størst.

Gjennomføringsfasen omfatter den mer detaljerte planleggingen av prosjektet, eller detaljprosjekteringen. I denne fasen detaljeres prosjektet og løsninger, og klargjøres for produksjonsfasen. Detaljprosjekteringen skal bekrefte at de valgte tekniske løsninger og materialvalg tilfredsstiller krav i gjeldende Byggteknisk forskrift (TEK17). Ansvarlig prosjekterende for arkitektur og tekniske fag har i denne fasen et ansvar for detaljløsningene innen sitt ansvarsområde. I flerfaglige prosjekteringsgrupper må det gjennomføres koordinering og kvalitetssikring på tvers av fag, såkalt tverrfaglig kontroll (TFK). Dette skal sikre at grensesnitt mellom ulike aktører og tekniske fag er tilstrekkelig løst, og krever god kommunikasjon mellom de ulike partene (Direktoratet for byggkvalitet, 2022).

Driftsfasen er delen av livsløpet der prosjektet brukes, driftes og vedlikeholdes. Denne fasen omtales ofte med forkortelsen FDV, som står for forvaltning, drift og vedlikehold.

Informasjonskrav i forbindelse med driftsfasen av prosjektet bør uttrykkes ved å for eksempel se på behovet for planlagt eller reaktivt vedlikehold, utskiftning av deler eller endring av leverandør av forvaltning av prosjektet (Standard Norge, 2018, s. 13–18).

2.2 Verdikjede

I et prosjekt er det bygget inn fire perspektiver. Disse perspektivene representerer de ulike aktørene i verdikjeden til prosjektet. Det første perspektivet er *eierperspektivet*, eller byggherre, som initierer byggeprosessen med bakgrunn i at det er et investeringstiltak som skal tjene sin hensikt. Det andre perspektivet er *brukerperspektivet*, som skal bruke resultatet av prosjektet etter det er ferdigstilt. Dette kan være samme organisasjon som er eier av prosjektet. Det tredje perspektivet er *leverandørperspektivet*, eller det utøvende perspektivet. Dette er den delen av verdikjeden som utfører produksjonsoppgavene i utredning, projektering og byggefasen av prosjektet, og kan bestå av arkitekter, projekterende tekniske rådgivere og leverandører (entreprenører, utstyrsleverandører og underentreprenører). Det siste perspektivet er det offentlige perspektivet. Dette sikrer at prosjektet utføres innenfor forhåndsdefinerte lover og regler (Bygg21, 2015, s. 6–8). Ifølge Samset (2014, s. 29) er det spesielt de tre første av disse perspektivene som er viktig for om prosjektet anses som «vellykket».

2.2.1 Eierperspektivet

Eier, eller byggherre, har ansvar for at beslutningene som tas sikrer et bærekraftig prosjekt. De har ofte mulighet til å delegerer de fleste oppgaver til andre, men det er likevel noen beslutninger som eier alltid må ta selv, som for eksempel å definere omfang av prosjektet, bestemme hvem som får ansvar for utførelse og godkjenne prosjektet når det er ferdig (Bygg21, 2015, s. 7). Et stikkord for byggherre er prosjektets samfunns mål. Storsamfunnet vil se det fra et perspektiv som vurderer den samlede effekten av prosjektet i samfunnet. De langsiktige ringvirkningene av prosjektet er derfor viktig i dette perspektivet. Byggherre har dermed som regel sin hovedinteresse knyttet til den langsiktige effekten av prosjektet (Samset, 2014, s. 34). Det er ifølge Samset likevel en forskjell på om byggherren er offentlig eller privat. Private investorer vil normalt vektlegge lønnsomheten, mens offentlige investorer gjerne vil vektlegge samfunnsnytteten.

2.2.2 Brukerperspektivet

Brukeren er den som skal leve med og av prosjektet etter det er ferdig. Hovedfokus hos dette perspektivet er derfor rettet mot funksjonalitet og ofte mot disponering av rom om prosjektet er et bygg. Brukeren har ofte et mellomlangt perspektiv, da de er avhengig av å være omstillingsdyktig samtidig som de må være fremtidsrettet med tanke på teknologisk utvikling og stadig endrede marked (Bygg21, 2015, s. 7). Ifølge Bygg 21 (2015) er det viktigste at all relevant informasjon om prosjektets resultat kommer fram i tide, og at det da er tilgjengelig før viktige beslutninger tas. Det gjør at brukerperspektivet er sentralt i alle steg uavhengig av prosjektets organisering.

2.2.3 Leverandørperspektivet

Prosjektleverandøren har først og fremst fokus på å produsere prosjektets resultater med hensyn til forhåndsavtalt tid, kostnad og kvalitet og er hyret inn av byggherre. De viktigste styringsparameterne er derfor knyttet til omfanget av det som er oppnådd, kostnadene som er medgått og tiden som er brukt (Samset, 2014, s. 32). Prosjektledelse er dermed sentralt for å bygge opp, vedlikeholde, utvikle og avvikle produksjonsapparatet i dette perspektivet. Leverandørperspektivet er spesielt avhengig av å lykkes med å skape god informasjonsflyt mellom de ulike partene i verdikjeden, og å sikre et godt samspill mellom dem (Bygg21, 2015, s. 8).

Det er viktig at en god informasjonsflyt og et godt samspill gjenspeiles også mellom de ulike leverandørene innad i dette perspektivet, som for eksempel mellom entreprenør og teknisk rådgiver. Fokuset i dette perspektivet er i hovedsak på å oppnå størst mulig lønnsomhet i egen virksomhet, og det brukes derfor betydelige ressurser på å optimalisere leveringen av avtalt resultat, som for eksempel digitale verktøy, slik at styringsparameterne oppfylles på akseptabel måte (Samset, 2014, s. 32). I dette perspektivet har aktørene ofte et kortsiktig syn på prosjektet, og hovedfokus på avtalt leveranse (Bygg21, 2015, s. 8; Samset, 2014, s. 33).

2.2.4 Det offentlige perspektivet

Dette perspektivet omhandler samfunnets behov, og behovet for å ivareta fellesskapets interesser. Dette vil i hovedsak konkretiseres gjennom bruk av Plan- og bygningsloven, tekniske regelverk og konsesjonsprosesser (Bygg21, 2015, s. 8). Aktører som ikke er en direkte del av

prosjektet, men som likevel har en tilsynsrolle kan dermed ha en avgjørende betydning for prosjektet.

2.3 Digitalisering

I dette kapittelet vil digitalisering som begrep forklares, før aktuell teori om aksept og gevinster rundt bruk og anvendelse av ny teknologi presenteres. I denne oppgaven vil det være relevant å se på teknologiakseptansen hos de som bruker BIM i prosjektet SNR. Det å se om mulige gevinster ved bruk av BIM har blitt oppnådd er også relevant å undersøke for vår del.

Begrepet digitalisering brukes i dag i mange sammenhenger, men mangler ofte en definisjon. (Osmundsen et al., 2018, s. 3). Vi har i denne oppgaven valgt å bruke definisjonen til Yoo (2010, s. 6), og definerer derfor digitalisering som endringen av sosio-tekniske strukturer som tidligere ble gjort uten digital teknologi og som nå blir gjort med digital teknologi. I byggebransjen kan dette overføres til overgangen fra tradisjonelle prosjekteringsmetoder med håndlagde tegninger til den digitaliserte prosjekteringsmåten ved hjelp av BIM.

2.3.1 Teknologiakseptansmodellen og BIM Acceptance Model

Teknologiakseptansmodellen ble utviklet for å kunne forutse individuell tilpasningsevne og bruk av ny informasjonsteknologi (Venkatesh & Bala, 2008, s. 280). Menneskets intensjon om å anvende IT bestemmes, ifølge Venkatesh & Bala (2008), av faktorene *opplevd nytte* og *opplevd brukervennlighet*. Opplevd nytte handler om i hvilken grad en person tror at bruken av IT vil forbedre jobbytelsen. Opplevd brukervennlighet kan være graden av innsats en person må legge inn for å anvende IT.

TAM3 har blitt anvendt i flere bransjer for å forklare brukeres intensjon i å anvende relevant teknologi. Lee, Yu og Jeong (2013) har tatt for seg TAM3 for å se på aksept for å bruke BIM i byggebransjen. Som et resultat av dette ble BIM Acceptance Model (BAM) utviklet for å kunne kartlegge hvorfor implementasjonen av BIM i byggebransjen har gått tregt. BAM ble utviklet gjennom litteraturundersøkelser og intervjuer med personer fra byggebransjen i Sør-Korea. For å oppnå aksept av BIM-teknologi er det ifølge Lee et al. (2013, s. 7) nødvendig at samtlige i verdikjeden bruker BIM som verktøy samt at det initieres en gruppe som står for kompatibilitet og deling av informasjon av BIM gjennom hele prosjektet.

Det er seks faktorer som er med på å bestemme opplevd brukervennlighet. Disse faktorene er *Computer self- Efficacy*, *Computer Anxiety*, *Perception of External Control*, *Computer Playfulness*, *Perceived Enjoyment* og *Objective Usability*.

Computer Self- Efficacy handler om hvor egnet en person ser seg selv til å gjennomføre en spesifikk oppgave ved bruk av teknologi. Manglende opplæring er en hindring som har påvirket implementasjonen av BIM på byggeplass og kan knyttes til hvor egnet en person ser seg selv til anvende teknologien (Lee et al., 2013, s. 4). En annen faktor som kan bestemme opplevd brukervennlighet som kan kobles til manglende opplæring er Computer Anxiety. Det handler om i hvilken grad personer kan være engstelig eller til og med frykte å måtte bruke teknologien/systemet for å løse oppgaver.

For å ha en god opplevd brukervennlighet er det viktig at organisasjonen legger til rette med ressurser og utstyr slik at personer kan gjennomføre oppgaver i IT-systemet. Denne faktoren heter Perception of External Control, og ser man på byggebransjen kan det rettes mot visningsverktøy for BIM som skal anvendes av entreprenører. Ifølge Lee et al. (2013, s. 4) er det mangel på gode nok verktøy for å anvende BIM i byggebransjen.

Computer Playfulness er en faktor som er med på å bestemme opplevd brukervennlighet og handler om den kognitive spontaniteten som inngår i systemet som brukes. For at personen som bruker systemet skal oppleve det som brukervennlig er det også en viktig faktor at systemet er nyttig i form av at det er hyggelig i seg selv, som er kalt Perceived Enjoyment i TAM3. Disse to faktorene henger mye sammen og fokuserer på at verktøyene som skal brukes for BIM har et grensesnitt som gir brukerne en god brukeropplevelse.

Siste faktor som spiller inn på opplevd brukervennlighet er det faktiske nivået av innsats man må legge inn for å fullføre spesifikke oppgaver i systemet, kalt Objective Usability. Opplevd brukervennlighet er videre en faktor som påvirker opplevd nytte i bruken av IT-systemet.

Opplevd nytte har seks faktorer som er med på å bestemme graden av opplevd nytte hos personer som bruker IT- system. *Perceived ease of use*, *Subjective Norm*, *Image*, *Job Relevance*, *Output Quality* og *Result Demonstrability* (Venkatesh & Bala, 2008, s. 277). Innsatsen en person må legge inn for å bruke IT-systemet har en viktig innvirkning på opplevd nytte, som betegnes Perceived ease of use i TAM3. Subjective Norm handler om hva brukeren tenker om andre viktige personers vurdering på om de skal anvende IT-systemet eller ikke. For at personer skal anse bruken av IT-systemet som nyttig spiller image inn i betydning om personens status

øker eller synker i sin sosiale omgangskrets på jobben. At IT-systemet personen skal bruke til å utføre oppgaver er relevant til jobben personen har, er en viktig faktor for å vurdere opplevd nytte. Noe som er tett knyttet til tidligere nevnt faktor er kvaliteten på utbyttet man får ved å bruke IT-systemet som er med på å se om man får det resultatet man trenger fra IT-systemet. Result Demonstrability er en faktor som tar for seg om resultatene personen får gjennom bruken av IT-systemet er håndgripelige, observerbare og kommuniserbare.

To viktige moderatører som påvirker flere faktorer i modellen er *erfaring* og *frivillighet* (Venkatesh & Bala, 2008, s. 277). I begrepet erfaring ligger det at personen som bruker IT-systemet har tilegnet seg kompetanse over lengre tid gjennom å bruke systemet. Frivillighet kan betegnes som personens ønske om å benytte IT-systemet fremfor å bli påtvunget til å anvende det. Alle de nevnte faktorene spiller inn på personens intensjon om å anvende IT-systemet (*Behavioural intention*). Intensjonen om å bruke IT-systemet påvirker til slutt faktisk bruk av IT-systemet som er avsluttende punkt for Teknologiakseptansmodellen.

2.3.2 Gevinstrealisering

Gevinstrealisering defineres som: «... prosessen med å organisere og lede slik at mulige gevinster fra bruk av informasjonssystemer/informasjonteknologi faktisk realiseres» (Ward & Daniel, 2006). Gevinstrealisering er mer enn tidlige kost-nytte beregninger, samfunnsøkonomiske analyser og en evaluering av et prosjekt i etterkant. Det er en prosess som foregår fra prosjektidé til man har oppnådd de gevinstene man søker etter (Flak, 2012, s. 19). I bunn for god gevinstrealisering kreves det gode analyser i forkant og konkretet planer for oppfølgingen av gevinster i og i etterkant av prosjektet (Direktoratet for økonomistyring, 2010, s. 4).

Ifølge Direktoratet for økonomistyring (2010, s. 4) er det tre kritiske suksessfaktorer for å oppnå vellykket gevinstrealisering: Å erkjenne at ansvaret for å oppnå ønskede gevinster ligger hos ledelsen i virksomheten og ikke de som jobber med IT-prosjektet, å kunne kartlegge prosjektets gevinster og hva som må til for å realisere de aktuelle gevinstene og at man må jobbe for å realisere gevinster med å bruke nok ressurser til å oppnå gevinstrealisering.

I artikkelen skrevet av Peppard og Ward (2007, s. 2–3) ble det uttrettet fem prinsipper for å kunne realisere gevinster gjennom bruk av informasjonsteknologi:

Prinsipp 1: Teknologien i seg selv har ingen iboende verdi.

Det å kun besitte teknologi i en virksomhet gir ingen gevinst i seg selv. Det er selve anvendelsen av teknologien som kan føre til gevinst (Peppard & Ward, 2007, s. 2). Den isolerte handlingen med å investere i en form for teknologi i en virksomhet gir kun kostnader. Dette gir en indikasjon på at det må planlegges i forkant av investeringen om hvordan teknologien skal brukes og med det analysere om teknologien kan føre til gevinst for virksomheten. Når man i norske byggeprosjekter velger å bruke BIM som verktøy må man fokusere på dette i tidligfasen der man planlegger store deler av prosjektet.

Prinsipp 2: Gevinster forekommer når IT muliggjør mennesker å gjøre oppgaver annerledes.

Gevinsten av å anvende teknologien i en virksomhet kommer først fram når de ansatte klarer å utføre oppgavene sine på en mer effektiv måte som kan øke kvaliteten på resultatet av oppgaven (Peppard & Ward, 2007, s. 2). Teknologi kan fremme nye måter å jobbe på og med det har man mulighet til å effektivisere arbeidsprosessene. Ved bruken av BIM bør man anvende det i hele verdikjeden slik at man kan effektivisere oppgaveløsningen sammenlignet med tidligere prosesser.

Prinsipp 3: Kun ledere og brukere av IT kan frigjøre gevinster.

Gevinstene man får gjennom bruk av IT forekommer kun av endringer i måten ledere og ansatte i virksomheten jobber på (Peppard & Ward, 2007, s. 3). Selve teknologien og de som har jobbet med anskaffelsen av teknologien er ikke ansvarlig for å få ut gevinstene fra teknologien. Dette er et viktig aspekt som støtter involveringen av de brukerne som skal anvende teknologien i anskaffelsesprosessen. Dette er for å kunne involvere de som faktisk skal bruke teknologien og vet hva de har behov for. Knytter man dette prinsippet opp imot BIM og byggebransjen kan det å involvere flere aktører i tidligfase utvikle BIM sine funksjonaliteter for senere faser.

Prinsipp 4: Alle IT-prosjekt har resultater, men alle resultat er ikke gevinster.

Realiteten hos IT-prosjekt er at mange har negative utfall med tanke på oppnådde resultater (Peppard & Ward, 2007, s. 3). Utfordringen hos ledelsen i virksomheter som anvender IT blir da å kunne unngå negative utfall ved anvendelsen av teknologien for å heller kunne realisere positive effekter som gir gevinster. Det å bruke BIM i norske byggeprosjekter betyr ikke nødvendigvis at man får utelukkende gode resultater ut av det. Dette kan knyttes opp mot byggebransjen hvor byggherre ser på helheten av prosjektet og forsøker å snu de negative utfallene ved bruken av BIM over til positive effekter som fører til gevinst.

Prinsipp 5: Gevinster må forvaltes aktivt for at de skal oppnås.

Å oppnå gevinst gjennom IT kan ta tid, og det er ikke noe som oppstår kun av seg selv (Peppard & Ward, 2007, s. 3). Dette gir en indikasjon på at jobben med å realisere gevinster ikke er fullført så fort man har startet å bruke teknologien i arbeidsoppgavene i virksomheten. Jobben hos ledelsen for å kunne realisere gevinster må fortsette til man har klart å realisere forventede gevinster eller ved at man finner ut at det er uoppnåelig å få gevinster ut fra prosjektet.

2.4 BIM

Bruk av digitale verktøy i bygge og anleggsbransjen har en lang historie. Allerede på 1950-tallet startet akademikere og enkelte store firma å bruke det som på engelsk kalles Computer Aided Design (CAD), eller dataassistert konstruksjon. Ved hjelp av denne teknologien kunne man lage dataassisterte 2D-tegninger raskere enn ved tradisjonelle metoder som tegning for hånd. Først på 1990-tallet begynte teknologien å bli så avansert at 3D-modeller ble introdusert til bransjen, og allerede på starten av 2000-tallet begynte man å legge inn informasjon i objektene i disse 3D-modellene. Dette var starten for 3D-modellering og BIM som vi kjenner det i dag, og har gitt videre muligheter for flere nivå (Barnes & Davies, 2015).

2.4.1 Programvare og bevist nytteeffekt

Parametrisk modellering og etablering av objektbibliotek vil ifølge World Economic Forum (2016, s. 24) være en av oppgavene som inngår i tidligfasen av et prosjekt. Parametrisk modellering beskrives av doktor i arkitektur, John Haddal Mork, som en metode hvor man ikke lenger tegner manuelt, men heller lager algoritmer som ved hjelp av geometri og konstruksjoner skaper modeller for dem (Fremtidens Byggenæring, 2017).

Den gradvise overgangen til BIM som verktøy har skapt ulike nivåer av implementeringsgrad i bransjen. Ifølge Czmoach og Peçala (2014, s. 212) kan disse nivåene deles inn i fire, fra 0 til 3. I *nivå 0* har man alle former for papirdokumentasjon, enten det er laget for hånd eller ved hjelp av digitale verktøy. *Nivå 1* omhandler digital dokumentasjon både i form av 2D og 3D, men uten informasjon i objektene. *Nivå 2* betraktes som startfasen til BIM, siden dette er det første nivået hvor digitale dokumentasjonen fra nivå 1 også får informasjon knyttet til objektene. *Nivå 3* omhandler smarte BIM-modeller, hvor hele prosjektets livssyklus sees i sammenheng med prosjektledelsen og et sterkt fokus på samspill mellom aktørene vektlegges.

Både forskning og bransjen selv er i stor grad enig om at BIM som verktøy har en positiv effekt på prosjekter. Charles Eastman (2011) beskriver BIM-teknologi som en nøkkelteknologi i bransjen. Videre beskriver han at denne teknologien allerede har endret måten bransjen nå kan visualisere prosjekt på, hvordan man setter sammen bygningen ved hjelp av koordinering mellom ulike fag og hvordan de ulike fagene dermed kan utvikle planer for ulike områder. I tillegg fremhever han hvordan BIM har fremmet samarbeid mellom både interne fagdisipliner, ulike fagdisipliner og til og med mellom ulike aktører (Eastman, 2011).

2.4.2 Detaljnivå og forventningsnivå i BIM

Forskningsstiftelsen Fagbevegelsens senter for forskning, utredning og dokumentasjon påpeker i rapport om utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska at bruken av BIM fører til at det må investeres flere timer i de tidlige fasene av prosjektet (Moen & Moland, 2010, s. 34).

Når BIM etableres vil det være nødvendig å vite hvilket detaljnivå man skal benytte. For å avklare dette benyttes ofte en BIM-manual. Denne manualen presenteres av byggherre, og har som hensikt å gjøre arkitekt, prosjekterende og entreprenør kjent med modelleringsmetodikk, kvalitetskrav og forventninger til bruken av BIM i prosjektet. Manualen omhandler ofte organisasjon, struktur, rammer, rutiner og kvalitetssystemet til de ulike aktørene. Videre vil en slik manual beskrive hvordan hvert enkelt fag skal modellere på ulike områder av prosjektet (Tørstad, 2019, s. 5). Ettersom bransjen stort sett tidligere har jobbet etter 2D-tegninger, hvor flere beslutninger må tas på byggeplass på grunn av mindre tilgjengelig informasjon, er mange i bransjen vant til å finne løsninger selv i utførelsesfasen. Overgangen til BIM endrer måten å jobbe på, og forutsetter at man trenger strenge standarder og regler for hvordan man skal modellere og hvor nøyaktig 3D-modellen skal være. En mangel på denne avklaringen kan påvirke hele prosjekteringsteamet og effektiviteten til prosjektet. (Czmoch & Pełkala, 2014, s. 214)

2.5 Produktivitet og effektivitet i byggebransjen

Produktivitetsmålinger brukes ofte i sammenheng med byggenæringens effektivitet. Statistisk sentralbyrå (SSB) lager jevnlig rapporter som bygger på de årlige næringsoppgavene til norske virksomheter, og som beregner produktivitetstallene for bransjen (Langlo et al., 2013, s. 2). Selv om byggebransjen anses som en viktig sektor for utviklingen i et land, er det godt kjent at

den over lengre tid har vært preget av lav effektivitet (Arefazar et al., 2019, s. 678; Sohi et al., 2016, s. 253). Sohi et al (2016) skriver videre at en av grunnene til den dårlige effektiviteten kan være kompleksiteten i prosjektene, og at denne kan deles inn i eksterne grunner og interne grunner. Eksterne grunner er noe prosjektgruppen ikke kan kontrollere, som for eksempel dårlig vær, usikkert marked og valuta. Interne grunner kan være ulike interesser og forventninger fra de ulike interessentene og kommunikasjonen mellom dem, og kan være forårsaket av byggherre, rådgiver, entreprenør eller andre aktører som er involvert (Sohi et al., 2016, s. 253)

For å se nærmere på produktivitetmålingene til SSB har SINTEF brutt ned funnene i sitt problemnotat «Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen» (Langlo et al., 2013, s. 2). SINTEF konkluderer blant annet i sitt notat med at dagens produktivetsfall fra SSB kun viser fragmenterte deler av en kompleks helhet og at det er utfordrende å sammenligne produktivitetstall på tvers av prosjekter, bedrifter og bransjer. Likevel konstaterer de produktivetsutfordringen i byggenæringen på følgende måte: «Det er en utbredt oppfatning av at produktiviteten i byggenæringen har vært avtagende de siste ti-femten årene.» (Langlo et al., 2013, s. 2).

Til tross for at BIM kan være en nøkkelt teknologi i bransjen, påpekes det av Barnes og Davies (2015, s. 105) at det er en teknologi som fremdeles er i utvikling. BIM som teknologi er fremdeles såpass nytt som konsept for hoveddelen av byggebransjen at det foreløpig ikke finnes klare retningslinjer i form av standarder for anvendelse og utnyttelse av teknologien. Det påpekes likevel at hvis bruken av BIM er klart definert i kontrakten mellom aktører, vil det redusere eventuelle konflikter og gjøre konstruksjonsdelen av prosjektet mer effektivt (Barnes & Davies, 2015, s. 105).

2.5.1 Motivasjon

Det eksisterer flere forklaringer på hvorfor noen personer presterer og mestrer oppgaver og krav bedre enn andre. Motivasjon har en sentral rolle i disse forklaringene. Hva som motiverer mennesker i ulike situasjoner er det ikke noe fasitsvar på, siden det er så stor forskjell på hva som faktisk motiverer ulike mennesker (Kvålshaugen et al., 2019, s. 256). Kvålshaugen et al. (2019) definerer hvordan motivasjon kan forstås: «- som en prosess som setter i gang, gir retning til, opprettholder og bestemmer intensitet i atferd, eller rett og slett som en kraft for å sette i gang en handling». Motivasjonsteorier kan være med på å forklare årsaken til høy eller

lav motivasjon blant de involverte i et prosjekt. Det kan også være med på å forklare om det er behov for tiltak for å måtte bedre de involvertes motivasjon.

2.5.2 Indre og ytre motivasjon

Motivasjonsteorien omhandler å kategorisere ulike typer motivasjon inn i indre eller ytre motivasjon. Ytre motivasjon defineres som atferd hvor drivkraften kommer fra å motta ytre belønninger (Kuvaas, 2005). Eksempler på dette kan være å få lønn, bonuser eller forfremmelser for å gjennomføre arbeidet som jobben man har krever. Indre motivasjon omhandler atferd som bringer fram indre belønninger hos de som gjennomfører oppgaven (Kuvaas, 2005). Indre belønninger kan være tilfredshet eller glede ved å gjennomføre en arbeidsoppgave eller genuin interesse overfor jobben man gjør. Indre og ytre motivasjon kan oppstå samtidig hos et menneske.

Indre og ytre motivasjon er ifølge Kuvaas (2005) viktige kilder når man skal forstå og forklare atferd og med det mestring av arbeidsoppgaver hos ansatte i en bedrift. Ved mer standardiserte oppgaver kan ytre motivasjon være best egnet for ledere å motivere ansatte. Samtidig er det forskning som har kommet fram til at overdreven bruk av ytre motivasjon kan være ødeleggende for de ansattes indre motivasjon (Kvålshaugen et al., 2019, s. 266). Den egeninteressen som personer har tilknyttet til jobben kan overskygges av en overdrevet bruk av ytre motivasjon, som for eksempel kan være bonuspakker. Det kan være viktig å se på den indre motivasjonen hos involverte i byggebransjen som bruker BIM for å forklare og forstå hvordan de mestrer arbeidsoppgaver der BIM er involvert.

2.5.3 Hygiene- og motivasjonsfaktorer

Jobbkarakteristika er en teoretisk tilnærming som er basert på at oppgaven i seg selv er nøkkelen til de ansattes motivasjon (Ramlall, 2004, s. 56). Ifølge teoriene vil kjedelige og monotone oppgaver være med på å hindre at mennesker motiveres til oppgaver som innehar slik karakteristikk. På 1950-tallet gjennomførte Herzberg og hans medarbeidere en undersøkelse på 203 ingeniører og regnskapsfolk for å kartlegge hvilke aspekter ved jobben som gjorde dem fornøyde og glade på jobben og hva som kunne gjøre dem misfornøyd (Herzberg et al., 1959). Denne undersøkelsen førte til at Herzberg klarte å kartlegge at det var indre faktorer ved jobben som korrelerte sterkest med tilfredshet på jobb, mens ytre forhold ved jobben korrelerte mest

med misnøye ved jobben. Dette blir omtalt som henholdsvis *motivasjonsfaktorer* og *hygienefaktorer*.

Motivasjonsfaktorer er faktorer som kan skape trivsel hvis de er til stede, men ikke nødvendigvis mistrivsel hvis de ikke er til stede (Kvålshaugen et al., 2019, s. 273). Hygienefaktorer klassifiseres som faktorer som kan skape mistrivsel hvis de ikke er til stede men ikke nødvendigvis trivsel hvis de er til stede (Kvålshaugen et al., 2019, s. 273). Ifølge Kvålshaugen et al. (2019, s. 273) er de blant de viktigste motivasjonsfaktorene prestasjoner, anerkjennelse, ansvar, vekst og utviklingsmuligheter. Hvis disse faktorene mangler kan det føre til en nøytral tilstand til de involverte, men hvis de er til stede kan de fremme tilfredshet og prestasjoner. De viktigste hygienefaktorene er ifølge Kvålshaugen et al. (2019, s. 273) fysiske og sosiale arbeidsforhold, lønnsforhold, status og jobbtrygghet. Hvis disse hygienefaktorene er til stede så forsvinner mistrivselen.

Det kan være noen aspekter ved prosessene der BIM anvendes som kan skape motivasjon eller har potensiale til det. I den andre enden så kan det undersøkes om det er noen områder ved bruken av BIM der det oppstår mistrivsel blant de involverte.

2.5.4 Effekter av covid-19 i byggebransjen

Under koronapandemien har mange i byggebransjen, i likhet med andre bransjer, blitt nødt til å arbeide desentralisert fra hjemmekontor på grunn av nedstengning av samfunnet. Ettersom byggebransjen i stor grad har vært eksponert for BIM og digitale verktøy som hjelpemidler tidligere kan det gjøre at den hadde en bedre sjanse til å overleve pandemien enn andre bransjer (Soliman, 2021, s. 1).

Pandemien har tydeliggjort viktigheten av BIM og digitale byggeplasser. Ifølge Soliman (2021, s. 20) har det også blitt synlig at man ikke lenger kan vente med å bli med på digitaliseringen. Videre viser forskningen til Soliman (2021, s. 20) at det til tross for at byggebransjen hadde et godt utgangspunkt for å lykkes med digitaliseringen som var nødvendig under pandemien, så førte den raske omstillingen til en mangel på kvalifiserte ressurser innen BIM.

3 Metode

Metoden man velger forteller ifølge Dalland (2020, s. 3) noe om hvordan vi bør gå til verks for å fremskaffe eller etterprøve kunnskap. Det å bruke og overholde intellektuelle standarder i argumentasjonen som inngår i masteroppgaven kan vise at man er metodisk i vitenskapelig forstand. Metoden en bruker i oppgaven er et hjelpemiddel for å samle inn data som er nødvendig for å besvare problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål.

I dette kapitlet vil det redegjøres for hvilke metoder som er blitt brukt for å svare på problemstillingen og dens tilhørende forskningsspørsmål. Busch (2014, s. 49) trekker fram valg av forskningsdesign, valg av metoder for datainnsamling og valg av metode for dataanalyse som ulike nivå av viktige valg man må ta knyttet til metode. Disse valgene henger sammen, og valg på ett nivå påvirker valgene på et annet nivå. I tråd med dette, vil valg av forskningsdesign diskuteres og redegjøres for, før metode for datainnsamling og datanalyse presenteres. Til slutt vil forskningskvaliteten diskuteres, før etiske perspektiver tilknyttet metodevalg presenteres. Formålet med metodekapitlet er å sikre seg at antakelsene forskerne har gjort er i overensstemmelse med virkeligheten (Johannessen et al., 2020, s. 21). Videre vil metodebeskrivelsen hjelpe leser til å på en kritisk måte lese og forstå forskningsresultatene presentert i oppgaven, og på den måten gi et underlag for å kunne vurdere arbeidets kvalitet (Johannessen et al., 2020, s. 22). Dette kan være et verdifullt grunnlag for videre arbeid tilknyttet det aktuelle temaet.

3.1 Valg av forskningsdesign

Ifølge Johannessen et al. (2020, s. 31) viser ens egen erfaring som forsker, samt lesing av andres forskning, at det ikke alltid er lett å oppfylle idealet om å smelte sammen teori og empiri. Dette kapitlet vil derfor redegjøre for metodevalg som er tatt, og kan betraktes som en skisse av hvordan vi skal utføre oppgaven.

3.1.1 Metodisk tilnærming

En prinsipiell dimensjon innenfor vitenskapsteori er forholdet mellom induktiv og deduktiv tilnærming (Busch, 2014, s. 51). Dette handler om forholdet mellom teori og empiri. En tilnærming til relasjonen mellom teori og empiri kan handle om å ta utgangspunkt i en teori og ved hjelp av empiri enten få bekreftet eller avkreftet teorien (Johannessen et al., 2020, s. 30).

Denne tilnærmingen heter deduktiv tilnærming, og handler om å utlede fra noe generelt til noe konkret. En annen tilnærming er å starte fra den andre enden, nemlig å starte med å samle inn data med den hensikt å finne generelle mønstre som kan transformeres til teorier eller generelle begrep (Johannessen et al., 2020, s. 30). Denne tilnærmingen kategoriseres som induktiv. Ved denne tilnærmingen går man fra det spesielle til noe mer konkret. Ved forskning er det mulig å veksle mellom induksjon og deduksjon, noe som betegnes som abduksjon (Johannessen et al., 2020, s. 30).

For denne masteroppgaven vil vi ha en induktiv tilnærming til forskningen. Vi undersøkte fenomenet BIM i prosjektet SNR der vi samlet inn data fra informantene i utvalget som vi senere knyttet til relevant teori. Her har vi gått fra noe konkret som er BIM i prosjektet SNR, over til å fortolke dimensjoner ved BIM som også har blitt koblet opp mot teori. Vi har utforsket et fenomen som vi senere har fortolket og reflektert rundt i søken etter å forstå fenomenet.

3.1.2 Ekstensivt eller intensivt design

Når man skal ta høyde for om forskningsprosjektet skal være av *ekstensivt* eller *intensivt design* må man vurdere hvor mange datakilder som skal benyttes og hvor mange variabler som skal kartlegges (Busch, 2014, s. 52). Ved et ekstensivt design samles data fra mange kilder, som for eksempel ved en spørreundersøkelse med spørreskjema. I et intensivt design går man mer i dybden og samler data fra færre kilder gjennom eksempelvis dybdeintervju. Ifølge Busch (2014, s. 52) er oppgavens problemstilling det viktigste kriteriet for valget mellom *ekstensivt* eller *intensivt design*. Er problemstillingen kompleks der mange variabler må kartlegges, trekkes problemstillingen mot et intensivt design. Dette er i motsetning til problemstillinger som har få variabler der man lettere kan trekke ut et sett av mulige årsaker som har et mer ekstensivt designpreg.

Forskningsspørsmålene for denne masteroppgaven omhandler anvendelse av et spesifikt digitalt verktøy i et prosjekt, og i særlig grad hensikten av det digitale verktøyets detaljeringsgrad. Det inngår mange usikre variabler for å kunne få svar på de forskningsspørsmålene som inngår i masteroppgaven og det ser ut som at det kan være til fordel for oppgaven å bruke et intensivt design. Ved et intensivt design kan man få mer grundig og utfyllende informasjon fra de få kildene man samler inn data fra.

3.1.3 Kvantitativ og kvalitativ metode

Når man velger forskningsmetode er det et klart hovedskille mellom *kvantitativ* og *kvalitativ* metode (Busch, 2014, s. 53). De ulike metodene har forskjellige styrker ved seg. Ved kvantitativ metode har man fordelen med at det gir data i form av målbare enheter, mens kvalitativ metode prøver å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle (Dalland, 2020, s. 54).

Kvantitativ metode sikter på å gå i bredden ved å innhente få opplysninger om mange undersøkelsesenheter for å få fram det som er felles og representativt for populasjonen (Dalland, 2020, s. 55). Data man samler inn gjennom kvantitativ metode er knyttet til atskilte fenomener der fremstillingen av samlet data tar sikte på å formidle forklaringer (Dalland, 2020, s. 55).

Kjennetegnene til kvalitativ metode er å gå i dybden for å få frem det som er spesielt eller eventuelt avvikende (Dalland, 2020, s. 55). Kvalitative intervju har et preg av fleksibilitet uten faste svaralternativer der man har direkte kontakt med feltet. Data som samles inn gjennom kvalitative intervju tar sikte på å få frem sammenhenger og helheter innenfor feltet der målet er å formidle forståelse. Forskere som anvender kvalitativ metode ser fenomenet innenfra og erkjenner påvirkning og delaktighet (Dalland, 2020, s. 55).

Hvilken av de to metodene man velger å benytte har tilknytning til hvilket design man velger å ha for oppgaven (Busch, 2014, s. 53). Ved et ekstensivt design er det best egnet å bruke kvantitativ metode. Som nevnt i delkapittelet 3.1.2 er det valgt et intensivt design, noe som foretrekkes til kvalitativ metode. En kan bruke kvantitativ metode ved intensivt design, men prosessen med å samle inn og analysere data ved bruk av kvalitativ metode er å foretrekke (Busch, 2014, s. 53). Dette er på bakgrunn av at kvalitativ metode ofte har rikt innhold og egnert seg til å analysere komplekse sammenhenger.

Metodikken som er valgt i denne masteroppgaven er kvalitativ metode, og er basert på oppgavens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål. Vi ønsker å gå i dybden på fenomenet BIM der man har mulighet til å holde fleksible intervjuer som man kan trekke sammenhenger mellom for å formidle forståelse av fenomenet. Oppgaven har et intensivt design og siden problemstillingen er kompleks og inneholder mange variabler, der det kreves direkte kontakt med feltet for å utfyllende svar, vil kvalitativ metode være mest passende.

3.1.4 Hoveddesign

Hermeneutikk og fenomenologi er to begrep som danner grunnlaget for kvalitativ forskningsmetode. Hermeneutikk er fortolkningslære, som betyr å forsøke å finne frem til meningen i noe eller forklare noe som i utgangspunktet er uklart (Dalland, 2020, s. 48). Fenomenologi handler om læren om fenomenene, der et fenomen er noe som oppfattes av sansene.

Fenomenologiske studier tar ifølge Busch (2014, s. 56) utgangspunkt i at individene utvikler kunnskap i tett interaksjon med omgivelsene, og at opplevde fenomener tillegges mening gjennom egen refleksjon og sosial kontakt med andre. Denne studiens utgangspunkt er å utforske og beskrive mennesker og deres erfaringer med fenomenet digitalisering. Studien vil ta for seg digitalisering av den norske byggebransjen ved bruk av verktøyet BIM, og se på hvordan dette påvirker byggeprosessen. Målet med oppgaven er å skape et resultat som kan synliggjøre hensiktsmessige og uhensiktsmessige måter BIM blir brukt på i dag, og på den måten tilfører ny kunnskap rundt bruk av BIM i norske byggeprosjekt.

Valg av tema og teori gjenspeiler blant annet kunnskap vi har tilegnet oss i løpet av utdannelsen ved NTNU Handelshøyskolen. En av studentene har i tillegg kjennskap til tematikken i oppgaven fra før. Dette kombinert med utdanningen ved NTNU Handelshøyskolen skapte inspirasjonen til oppgaven. For å kunne ta stilling til hva, hvem og hvordan undersøkelsen skal gjennomføres er forskningsdesignet viktig. Dette vil i stor grad bestemmes ut fra valgt problemstilling.

3.1.5 Problemstilling

Formulering av problemstilling er en kreativ prosess og det er lurt å velge et tema som man finner interessant, men samtidig bør man være kritisk (Johannessen et al., 2020, s. 40). Det er viktig å ta hensyn til at undersøkelsen man skal gjennomføre både skal være nyttig og gjennomførbar. For denne masteroppgaven ble følgende problemstilling utviklet: «*Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?*». Denne problemstillingen kan kategoriseres som eksplorerende, siden det fokuseres på om hvordan en spesifikk teknologi påvirker hvordan man jobber og har framdrift i byggeprosjekter (Busch, 2014, s. 34). En annen grunn til at man kategoriserer problemstillingen som eksplorerende er at det ikke er noen forhåndsdefinerte hypoteser som skal testes gjennom å svare på problemstillingen.

3.2 Datainnsamling

Valg av metode for datainnsamling bør bestemmes gjennom problemstillingen (Johannessen et al., 2020, s. 51). Hovedmålet for en undersøkelse er å kunne samle inn de dataene som er mest relevante og pålitelige ut ifra den problemstillingen som er utarbeidet for fenomenet. Ved kvalitativ metode har man ulike metodikker som kan anvendes for å kunne svare på problemstillingen. I dette avsnittet vil det bli presentert hvordan informanter i studien ble utvalgt, samt hvordan data ble samlet inn for undersøkelsen.

3.2.1 Valg av metode for datainnsamling

Problemstillingen i denne undersøkelsen tar for seg BIM som et fenomen og formålet med oppgaven var å innhente data som beskriver holdningene til informantene knyttet til dette fenomenet. Kvalitative intervjuer egner seg ifølge Johannessen et al. (2020, s. 106) når man ønsker fyldige og detaljerte beskrivelser av informantens forståelser, følelser, erfaringer og refleksjoner knyttet til et fenomen. Gjennom kvalitative intervju har informanter muligheten til å uttrykke seg med mer frihet og med det kunne snakke mer inngående om temaene som omhandler undersøkelsens tema. På bakgrunn av dette mener vi at informantenes erfaringer og tanker rundt fenomenet BIM kommer best fram gjennom kvalitative intervju.

Det er ulike grader av struktur i kvalitative intervjuer og dette er noe forskere tilrettelegger i forkant av intervjuet (Johannessen et al., 2020, s. 107). Skillet man har mellom intervjuenes strukturgrader er mellom *strukturerte intervjuer*, *semistrukturerte intervjuer* og *ustrukturerte intervjuer*. For at forskerne skal kunne ha mulighet til å få fram meninger, refleksjoner og erfaringer ble det valgt semistrukturerte intervjuer som beskriver intervjuenes struktur. Ved semistrukturerte intervju er det vanlig å utarbeide en overordnet intervjuguide som er et utgangspunkt for intervjuets gang. Intervjuguiden vil være satt opp med ulike tema med underliggende spørsmål som en føring for hva som skal undersøkes i intervjuet (Johannessen et al., 2020, s. 108). Intervjuguiden er lagt ved i denne oppgaven under Vedlegg 2 – Intervjuguide for prosjekterende og Vedlegg 3 – Intervjuguide for byggherre.

3.2.2 Valg av intervjupersoner

Ved kvalitative studier velger man ikke antall informanter i starten av forskningsprosjektet, i stedet er valg av informanter en strategisk beslutningsserie som går gjennom hele forskningsprosessen (Johannessen et al., 2020, s. 57). Når man former et utvalg i kvalitative

undersøkelser ønsker man å finne hensiktsmessighet, framfor representativitet blant de utvalgte informantene. Man vil da måtte forklare og begrunne hvordan forskerne har satt sammen det strategiske utvalget for undersøkelsen. På bakgrunn av å beholde hensiktsmessighet overfor de informantene som har blitt utvalgt har det blitt intervjuet relativt få enheter og studien er som nevnt av intensivt design. Studiens informanter måtte oppfylle kriterier for at dataen som ble innsamlet i intervjuene skulle være hensiktsmessig, noe som defineres som et kriteriebasert og strategisk utvalg (Johannessen et al., 2020, s. 64). Strategien for utvelgelse har vært kriteriebasert i form av at informantene måtte (1) jobbe med eller ha innsyn i BIM i sitt arbeid og (2) være involvert i prosjektet SNR. Videre ble informantene delt inn i to grupper; byggherre og prosjekterende. Årsaken til inndeling av gruppen var at det er forskjell i hvordan de to ulike rollene tilnærmer seg prosjektet SNR på og hvordan de anvender BIM. Dette førte til at det ble presentert to ulike perspektiv på fenomenet.

Prosessen med rekruttering av informantene i forskningsprosjektet foregikk slik at studentene konsulterte med kontaktperson i COWI AS for å finne mulige informanter som ble ansett som mest passende for forskningsprosjektet. Målet var å finne informanter som hadde ulike roller når det kom til bruken av BIM, slik at man fikk ulike perspektiv. For å finne enda flere mulige informanter til forskningsprosjektet ble de informantene som allerede var i utvalget spurt om de kjente til flere som kunne inngå i utvalget, for å kunne kartlegge et bredere spekter i bedriften og prosjektet SNR. Dette er en metode som brukes taktisk for rekruttering og kalles *snøballmetoden* (Johannessen et al., 2020, s. 71). Ved forskningsprosjektets start ble det noe utfordrende å planlegge intervju fysisk i en tidlig fase av prosjektet på grunn av sykdom og at COVID-19 situasjonen var uklar i denne perioden. Dermed ble flere av intervjuene gjennomført online via lukkede Microsoft Teams- møter. Litt lenger utover i semesteret ble det lettere å kunne planlegge intervju-tidspunkt for fysiske intervju da situasjonen ble mer oversiktlig for begge parter.

3.2.3 Gjennomføring av intervju

Før intervjuene skulle bli holdt, ble det sendt ut et samtykkeskjema med informasjon om prosjektet, generell informasjon om intervjuprosessen og informantens rettigheter før, under og etter intervjuet. Samtykkeskjema og informasjonsskriv er lagt ved i oppgaven under Vedlegg 1 – Samtykkeskjema og informasjonsskriv. I samtykkeskjemaet inneholdt det informasjon om at det ville bli tatt lydopptak av samtalen og at lydopptaket ville bli transkribert i etterkant av intervjuet. Fordelen med å benytte lydopptak ved intervju er at man har et større fokus på

informanten og samtalen sammenlignet med hvis man skulle kun ha tatt notater under intervjuet (Johannessen et al., 2020, s. 118). Gjennom å transkribere lydopptakene vil man kunne få med seg all informasjon som kommer fram gjennom intervjuene med informantene. Da vil man få helheten av intervjuet og dermed unngå at eventuelt viktig informasjon ikke blir fanget opp i behandlingen av dataen. Ved enkelte spørsmål under noen av intervjuene svarte informantene på spørsmål med kun «ja» eller «nei», der det var ønskelig med mer utdypende svar. Dette løste vi med å stille oppfølgingsspørsmål om enten å utdype mer eller forklare hva som var hensikten med spørsmålet, noe som er oppgaven til en forsker for å kunne innhente data som anses som relevant for forskningsprosjektet (Thagaard, 2018, s. 96).

Det første intervjuet ble avholdt 01.03.2022 med en informant fra prosjekterende og som kort tid etter ble fulgt opp med tre nye intervju med andre informanter som også representerte prosjekterende. Etter de fire intervjuene tok det litt tid før vi fikk avholdt de resterende intervjuene som vi ønsket å avholde. De resterende intervjuene var med byggherre der vi hadde sendt mail til kontaktperson i COWI som skulle kontakte byggherre for å undersøke interessen for å delta i undersøkelsen. Å få satt opp intervju og finne informanter til utvalget tok litt tid, noe som førte til at det ble to puljer med intervjugjennomføring for vår del. Dette opplevde vi som en mulighet til å kunne se på intervjuene som hadde blitt gjennomført og dermed se på om intervjuene var slik vi ønsket de skulle være. Prosessen med å gjennomføre kvalitative dybdeintervju var relativt nytt for begge to i gruppen så det var lærerikt å undersøke om jobben vår som intervjuere kunne forberedes for å forbedre prosessen. Vurderingen vi gjorde overfor oss selv ga oss mulighet til å reflektere og gjennomføre småjusteringer i forkant av neste pulje med intervjuer. De ni intervjuene som ble gjennomført for denne oppgaven hadde alle en varighet på underkant av én time. Under presenteres en tabell som viser en oversikt over informanter, deres ulike roller, når intervjuene ble gjennomført og om intervjuet ble gjennomført fysisk eller online via Microsoft Teams.

Tabell 1 - Oversikt over informanter og gjennomføring av intervju

Informant nr.	Stilling	Dato	Rolle i verdikjede	Fysisk eller online
1	Faglig ansvarlig	01.03.2022	Prosjekterende	Online
2	Programvareutvikler, digital lead, elektrorådgiver og BIM-spesialist.	02.03.2022	Prosjekterende	Online
3	Prosjektingeniør	03.03.2022	Prosjekterende	Online
4	Prosjektingeniør	07.03.2022	Prosjekterende	Fysisk
5	Prosjektleder	30.03.2022	Byggherre	Online
6	Prosjektleder	01.04.2022	Prosjekterende	Fysisk
7	Prosjekteringsleder	04.04.2022	Byggherre	Online
8	Områdeleder teknikk	04.04.2022	Byggherre	Online
9	Fagleder planlegging og medvirkning	06.04.2022	Byggherre	Online

3.3 Analyse av data

3.3.1 Databehandling

Kvalitativ data taler ikke for seg selv og må med det fortolkes (Johannessen et al., 2020, s. 155). Når man skal bearbeide og fortolke datamateriale bør man være detaljert og nøyaktig. Ved å transkribere lydopptakene av intervjuene som ble gjennomført så fort intervjuene var holdt, får vi med noe av den stemningen som var i intervjuene. I forkant av transkriberingene av intervjuene ble det avklart mellom oss hvilken framgangsmåte og hvilket oppsett transkriberingsfilene skulle ha. Dette gir konsekvente behandlingsmønstre av data, noe som gjør det lettere og styrker fortolkningen av dataen i ettertid. Transkriberingen ble skrevet slik at setningsoppbyggingen ble skriftlig korrekt på grunn av forskjellen mellom skriftlig språk og muntlig. Årsaken til dette var for å lettere kunne tolke dataen som ble behandlet. Når transkribering var fullført ble dokumentet sendt over til den respektive informanten for godkjenning og kvalitetssikring av datamaterialet.

3.3.2 Koding, kategorisering og tolkning av datamateriell

Koding er en teknikk som er sentral for fenomenologiske tilnæringer som legger vekt på beskrivelse og fortolkning av meningsinnhold (Brinkmann & Tanggaard, 2012, s. 39). Etter at alle intervjuene ble transkribert ferdig, ble alt tilhørende datamateriell kodet. Kodene vi laget var datadrevne som betyr at kodene oppsto induktivt fra selve datamaterialet. Datadrevne koder er koder som blir utformet basert på dataen man har samlet og oppstår med det induktivt av datamaterialet (Brinkmann & Tanggaard, 2012, s. 39). Dette arbeidet hjalp oss å forstå og trekke sammenhenger mellom intervjuene allerede i en tidlig fase. Selve kodingen foregikk i programmet NVIVO, der vi la inn spesifikke koder for hvert tekstsegment. Kodene besto som regel av en setning, men noen av setningene som bygget på det samme innholdet ble kodet sammen. Et eksempel på navnet til en kode som ble lagt inn var: «*Bør detaljere enda mer*». I denne koden var innholdet: «*Vi må bare gjøre mer! Enda er det mye som mangler. For eksempel elektro, de modellerer ikke kabel eksempelvis. Jeg synes jo de burde ha gjort det, men det vil de ikke enda*». Dette var en kode som ble utformet fra intervjuet med informant åtte, og koden inneholdt tre setninger der de to første setningene var del av en påstand, etterfulgt av et eksempel for å støtte påstanden.

Etter koding av de transkriberte intervjuene ble kodene satt i kategorier. Kategoriene som ble opprettet var basert på en kombinasjon av svarene som gikk igjen og de temaene i intervjuguiden som ble utrettet på bakgrunn av forskningsspørsmålene. Kategorisering ble, som kodingen, gjennomført i NVIVO på bakgrunn av at det var en oversiktlig framgangsmåte i programmet. En av kategoriene ble navngitt: «*Mangel på visningsverktøy*», hvor alle kodene som omhandlet eller hadde noen indikasjoner på at det kunne være innenfor den kategorien plassert. Under kategoriseringen av kodene ble det avdekket at en del av kodene ikke ville være relevante med tanke på problemstillingen og forskningsspørsmålene. Disse kodene ble satt til side og dermed ikke fokusert på i forskningsprosjektet. For komplett liste over alle kategorier, se Vedlegg 4 – Skjermdump fra NVIVO av kategorisering og koder. I dette vedlegget er kategoriene presentert i form av skjermbilder fra programmet NVIVO. I tillegg er kodene som tilhører kategorien *2D (Dobbelt opp)* lagt ved som eksempel.

3.4 Forskningskvalitet

For å kunne evaluere kvaliteten til studien benyttes ofte kvalitetsindikatorer som *pålitelighet (reliabilitet)*, *troverdighet (intern validitet)*, *overførbarhet (ekstern validitet)* og *bekreftbarhet*

(objektivitet). I følge Johannessen et al (2020, s. 249) bør det ikke sees på enten reliabilitet eller ulike typer validitet, men heller å se på begge deler selv i en kvalitativ undersøkelse. Dette kapittelet vil derfor forklare disse kvalitetsindikatorene, og hvordan de påvirker forskningskvaliteten på denne studien.

3.4.1 Pålitelighet (reliabilitet)

Reliabilitet beskriver undersøkelsens data, og handler om hvilke data som skal brukes, hvordan de er samlet inn og hvordan de har blitt bearbeidet (Johannessen et al., 2020, s. 250). Dette kapittelet skal sikre at man er i stand til å ta en kritisk vurdering av om studien er utført på en tillitsvekkende og pålitelig måte.

Ved å gi leseren en inngående beskrivelse av konteksten, samt gi en åpen og detaljert framstilling av fremgangsmåten under hele forskningsprosessen, kan forskerne styrke reliabiliteten til studien (Johannessen et al., 2020, s. 250).

I denne studien har det blitt fokusert på å gjøre alle foregående kapitler så transparente som mulig. Det er derfor lagt vekt på å framlegge forklaringer på alle vurderinger som er tatt underveis i prosessen grundig. På denne måten kan lesere av studien vurdere fremgangsmåtene som er blitt benyttet (Thagaard, 2018, s. 188). I tillegg kan dette bidra som en kvalitetssikring av eget arbeid for oss.

Ved utarbeidelse av intervjuguide ble det lagt stor vekt på å ikke stille spørsmål som er ledende, da dette potensielt kan forme svarene informantene gir. Videre har eventuelle misforståelser blitt rettet opp i underveis i intervjuene ved hjelp av oppfølgings- og oppklaringsspørsmål. I tillegg har alle informanter blitt stilt et oppfølgingssspørsmål under oppsummeringen av intervjuene hvor de får mulighet til å ta opp eventuelle misforståelser eller spørsmål. Dette kan være med på å styrke reliabiliteten til studien. Samtidig åpner et semistrukturert intervju opp for at oppfølgingssspørsmålene potensielt kan gjøre at strukturen for empirien blir noe redusert. Dette kan dermed anses som en svakhet med studien, da det gjør det vanskeligere for andre forskere å etterprøve resultatene.

Denne oppgaven er skrevet av to studenter, noe som gir muligheten til å diskutere utfordringer underveis og å kunne se på oppgaven med ulikt perspektiv. Dette kan ifølge Thagaard (2018, s. 188) styrke oppgavens reliabilitet. Videre har også intern veileder blitt brukt aktivt for å kunne bidra med et tredje perspektiv på metodevalg.

På grunn av Covid-19 pandemien har det vært nødvendig å gjennomføre noen av intervjuene online, og ikke fysisk som opprinnelig planlagt. Dette kan ifølge Johannessen (2020, s. 127) være en utfordring med tanke på å bygge tillitt i forkant av møtet. Det ble derfor, i tråd med Johannessen (2020, s. 127), besluttet å etablere en e-postkontakt med de aktuelle informantene i forkant av møtet for å kompensere for denne effekten. (Johannessen et al., 2020, s. 127)

3.4.2 Troverdighet (intern validitet)

Intern validitet omhandler troverdigheten, eller gyldigheten til studien, og dreier seg om hvilken grad forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og på den måten representerer virkeligheten (Johannessen et al., 2020, s. 250). En faktor som kan redusere validiteten til den innhentede dataen fra intervjuene, er at svarene informantene gir er påvirket av hvordan studentene har formulert spørsmålet, og settingen de blir stilt i. Ved semistrukturerte intervju kan det være ulike måter intervjuet ender opp med å bli. Noen informanter kan ha mye å si ved noen tema slik at intervjuet får et stort fokus på det ene temaet, der andre tema som inngår i intervjuguiden ikke blir lagt for mye vekt på.

En mulig svakhet for troverdigheten i oppgaven kan være det at en av studentene jobber i samme firma som informantene. Dette kan gi en innsikt i fenomenet, og på den måten skape en forutinntatthet om temaet. Den andre studenten på gruppen har ikke noen relasjon til hverken firmaene informantene jobber i eller prosjektet som oppgaven omhandler. Dette anses dermed som en motvekt som kompenserer for svakheten nevnt over.

Informantene i studien har ulike erfaringer, roller i prosjektet og forskjell i anvendelse av BIM noe som kan gjøre at studien kan fange opp ulike erfaringer og meninger om bruken av BIM i prosjektet SNR. Dette kan føre til at informantene går i dybden av tematikken og unngår å snakke generelt om fenomenet, noe som vi anser som en styrke i utvalget. En svakhet ved dette kan være at noen av informantene har for lite å si om bruken av BIM som følge av at informanten ikke anvender teknologien nok i sitt daglige arbeid.

3.4.3 Overførbarhet (ekstern validitet)

Ekstern validitet handler om hvorvidt årsakssammenhenger holder også i andre settinger, og dermed hvorvidt resultatene fra en enkeltstående studie kan være aktuell i en større sammenheng (Johannessen et al., 2020, s. 251; Ryen, 2012, s. 179). Det er ifølge Thagaard

(2018, s. 193) ikke mønstrene i dataene som samles inn men derimot tolkningen av resultatene som gir grunnlag for overførbarhet.

En studies overførbarhet styrkes ifølge Johannessen et al og Ryen (2020, s. 252; 2012, s. 179) gjennom fylldige beskrivelser av detaljene som inngår i en kultur eller et fenomen. Vi har derfor lagt vekt på å beskrive detaljer rundt fenomenet som diskuteres, gjennom å nøye beskrive alle aspekter og dimensjoner av BIM. Dette gjør det enklere for andre å bedømme om studiens resultater kan overføres til andre kontekster (Johannessen et al., 2020, s. 252).

Fokuset i denne masteroppgaven har vært på prosjektet SNR. Som nevnt i kapittelet 1.2 ble det valgt å fokusere på akkurat dette prosjektet på grunn av COWI AS sin komplekse prosjektportefølje, og at hvert prosjekt ofte er av stor skala. Det ble derfor foreslått som prosjekt å se nærmere på, da dette nå er i tidligfasen og dermed tematikken for oppgaven er mest relevant. Målet med denne studien har likevel vært å framstille funn som kan ha relevans også for andre prosjekter, og som på den måten kan gi en indikasjon på hvordan man kan bruke det aktuelle verktøyet i andre lignende prosjekter. For å støtte opp under overførbarheten, og dermed forsterke validiteten, har det blitt benyttet tidligere teorier og forskning. Videre kan det argumenteres for at det er oppnådd en metning i innsamlet informasjon, da det ikke anses trolig at det ville kommet ny og forskjellige informasjon ut fra å ta enda flere intervju. Dette kan styrke validiteten til oppgaven, da det kan gjøre funnene mer overførbare til andre prosjekt. Det bør likevel nevnes at det med fordel kan være en styrke å gjenta forskningen på andre lignende prosjekter, for å øke den eksterne overførbarheten.

3.4.4 Bekreftbarhet (objektivitet)

I kvalitative studier forventes det av forskere at det bringes et unikt perspektiv inn i de studiene som gjennomføres. Det er dermed viktig at funnene fra studien er et resultat av forskningen og ikke av forskerens subjektive holdning, og det er nettopp dette bekreftbarheten skal sikre (Johannessen et al., 2020, s. 252).

Videre bør, ifølge Johannessen et al (2020, s. 253), alle beslutninger i hele forskningsprosessen beskrives nøye slik at leseren kan følge og vurdere disse gjennom hele studiet. Vi har derfor vektlagt å være selvkritisk til hvordan prosjektet har blitt gjennomført og tidligere erfaring på temaet og i bransjen. I tillegg har det blitt lagt vekt på å kommentere skjevheter og avvik i funnene. På denne måten har studentene beskrevet hvordan de har gått fram fra problemstilling

til analyse og tolkning av innsamlet data, noe som kan styrke bekræftbarheten til oppgaven (Johannessen et al., 2020, s. 253).

3.4.5 Etiske hensyn

Etikk handler om forholdet mellom mennesker og nærmere hva man kan og ikke kan gjøre mot hverandre (Johannessen et al., 2020, s. 45). Hvis en ser på ulike hensyn som forskere må tenke igjennom, så kan man sammenfatte Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) sine retningslinjer i tre typer hensyn (Nerdrum, 1998):

1. *Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi*
2. *Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv*
3. *Forskerens ansvar for å unngå skade*

De som blir spurt om å delta, de som deltar og de som har deltatt tidligere i en undersøkelse knyttet til forskning skal selv ha rett over å bestemme over sin deltakelse (Johannessen et al., 2020, s. 45). Skulle noen av de som har en rolle i undersøkelsene som omhandler det å delta ønske å trekke seg, skal de kunne gjøre det uten noen form for ubehag eller negative konsekvenser. Gjennom å sende ut samtykkeskjema i forkant av intervjuene fikk informantene informasjon om sine rettigheter knyttet til intervjuprosessen. Intervjuene ble transkribert slik at informantenes informasjon ble anonymisert for å ikke bruke personlige opplysninger som kunne identifisere informantene. I samtykkeskjemaet ble det også informert om at transkripsjonene av intervjuene og lydopptakene kun ble mellom studentene og intern veileder for å styrke anonymiteten.

Ved intervjuene og transkriberingene av intervjuene ble det lagt vekt på å ikke spørre eller snakke om informantenes privatliv på bakgrunn av både relevans til studien og av respekt for informantenes privatliv. Intervjuguiden var en hjelp til å holde intervjuene saklig og dermed unngå spørsmål som omhandler informantenes privatliv.

I et forskningsprosjekt som inneholder kvalitative intervju, er det viktig å unngå skade overfor informantene som er involvert samt de involverte virksomhetene. Dette aspektet ble belyst i samtykkeskjemaet i den forbindelse at intervjuene som ble gjennomført ikke kunne bli brukt imot personen som ble intervjuet eller den tilknyttede virksomheten.

Et etisk hensyn som kan ha innvirkning på forskningsprosjektet er at en av studentene er ansatt i COWI og har med det tilknytning til samarbeidsevirsomheten. Dette trenger ikke å være et problem, ifølge Busch (2014, s. 63). Det kan heller være en fordel da denne tilknytningen kan føre til et høyt engasjement rundt det fenomenet som inngår i forskningen. Det er samtidig viktig å opprettholde objektivitet gjennom hele forskningsprosjektet og det må alltid vurderes kritisk.

4 Resultat

I dette kapittelet vil datagrunnlaget fra gjennomførte intervju presenteres. For å samle inn dette datagrunnlaget har det blitt benyttet dybdeintervju for å kunne svare på problemstillingen: «*Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?*», og forskningsspørsmål tilknyttet dette. Som forklart i delkapittel 1.6 er det valgt å dele opp utvalget mellom prosjekterende og byggherre. Dette er begreper som refereres til hyppig i følgende kapittel for å skille mellom de ulike aktørene i verdikjeden, og på den måten for å kunne se om det eksisterer likheter og ulikheter mellom disse i innsamlet data. Resultatene i dette kapittelet presenteres, og henvises til ved bruk av sitater fra intervjuene for å få fram viktige poenger, og samtidig gi leser et innblikk i rådata slik at det er mulig å danne egne tolkninger.

Kapittelet er oppdelt med utgangspunkt i forskningsspørsmålene, og presenterer først hvordan de ulike aktørene opplever at BIM påvirker koordineringen. Videre presenteres informantenes oppfatning av dagens detaljnivå i BIM og hvorvidt dette er et hensiktsmessig nivå. Til slutt vil informantenes oppfatning av dagens bruk av BIM ses i sammenheng med effektivitet.

Som nevnt i kapittelet 3.2.1 brukes det to ulike intervjuguider for henholdsvis prosjekterende og byggherre, da det anses som lite hensiktsmessig å bruke samme intervjuguide for begge disse utvalgene. De to intervjuguidene er bygd opp på samme måte, men vinkler seg mot motstående part på spørsmål hvor det er ønskelig å nyansere tanker om motstående part i verdikjeden. Intervjuguidene vil likevel i stor grad være identiske. For å gjøre det lettere for leser å få en oversikt over hvor de ulike sitatene er hentet fra, hvilken aktør i verdikjeden det kommer fra, samt å gjøre det enklere å se sammenhengen mellom dette kapittelet og diskusjonskapittelet, er det derfor benyttet en merkekode for hvert sitat. Denne koden viser til informant og om det er prosjekterende eller byggherre. Under følger noen eksempler for å demonstrere merkesystemet:

P-1: Informanten er ansatt hos Prosjekterende - informant en

B-9: Informanten er ansatt hos Byggherre - informant ni

4.1 Koordinering ved bruk av BIM

Dette delkapittelet presenterer empiriske funn som senere danner grunnlag for å besvare forskningsspørsmålet:

Hvordan håndteres koordinering mellom byggherre og prosjekterende ved bruk av BIM?

Alle intervjuene startet med at vi stilte generelle spørsmål rundt informantenes oppfatning av koordinering ved bruk av BIM som verktøy i det aktuelle prosjektet etter åpningsspørsmålene. Gjennom dette spørsmålet ønsket vi å starte en tankeprosess hos informantene, rundt deres egen erfaring med koordinering ved hjelp av BIM. Videre ble forventningsavklaringer og opplevd ønsket detaljnivå fra de ulike partene presentert. I tillegg ble det lagt vekt på standardisering av detaljnivå, og om det finnes standarder eller manualer som fastslår hvilket detaljnivå 3D-modellen skal ligge på.

Funnene i oppgaven indikerer at informanter fra både byggherre og prosjekterende er enige om at BIM som verktøy letter koordineringen mellom interne fag innad hos en aktør, men også mellom de ulike aktørene i verdikjeden. Det pekes også på at bruken av BIM som verktøy har muliggjort en raskere informasjonsflyt, noe som styrker koordineringen. Som beskrevet i underkapittelet 3.2.2 har vi i denne oppgaven samarbeidet med de aktuelle firmaene for å finne et strategisk utvalg av informanter. Dette utvalget består av alt fra informanter som bruker BIM til å modellere 3D-modell, informanter som bruker BIM til prosess- og kvalitetsstyring, til sluttbrukere hos byggherre som bruker utarbeidet 3D-modell for å kvalitetssikre funksjoner. Det har gjort at ulike perspektiver rundt bruken av BIM har blitt representert, noe som vi anser som en styrke siden man får belyst BIM sine ulike funksjonsområder. Funnene tyder på at koordineringen i byggeprosjektet SNR løftes ved bruk av BIM som verktøy:

«Får mye dypere innblikk i hva vi jobber med. Vi bruker BIM på to måter: både til å lage underlag til oss selv, men også for å kommunisere hva vi planlegger. Vi har lagt til rette for at det skal gå an å se hva vi har tenkt før vi nødvendigvis har levert ferdige plantegninger ... Vi hadde ikke klart å få til det koordineringsnivået vi har i dag med tradisjonelle plantegninger.»
(P-2)

Flere av informantene sammenlignet BIM og 3D-modellering med tradisjonelle 2D-tegninger, som også anvendes i prosjektet, når de ble spurt om koordineringen. Her ble det lagt vekt på at det er bedre å koordinere mellom ulike aktører i prosjektet ved bruk av BIM enn hvis man kun skulle anvendt tradisjonelle plantegninger i 2D. Kommunikasjonen mellom byggherre og prosjekterende har fått et løft sammenlignet med tidligere prosjekt der man ikke brukte BIM i den grad det gjøres i prosjektet SNR.

En god del av informantene understreker samtidig at koordineringen i og rundt bruken av BIM er under utvikling og at det å bruke BIM i så stor grad som det gjøres i prosjektet SNR er relativt

nytt for mange. I et så omfattende prosjekt som SNR er, har man mange aktører som må involveres og det har ifølge informanter vært ukjent hvordan de ulike aktørene skal forholde seg til koordineringen i BIM og prosjektet SNR. Samtidig mener flere informanter at koordineringsdelen begynner å komme seg og at det er noe som forbedres ved å bruke BIM i større og hyppigere grad.

«Jeg føler at det begynner å komme seg. Det at man bruker det mer og mer. Det skjer jo veldig mye med den koordineringsbiten nå da, eller egentlig bruken av det. Det har vært veldig ukjent hvordan de ulike aktørene skal forholde seg til det.» (P-1)

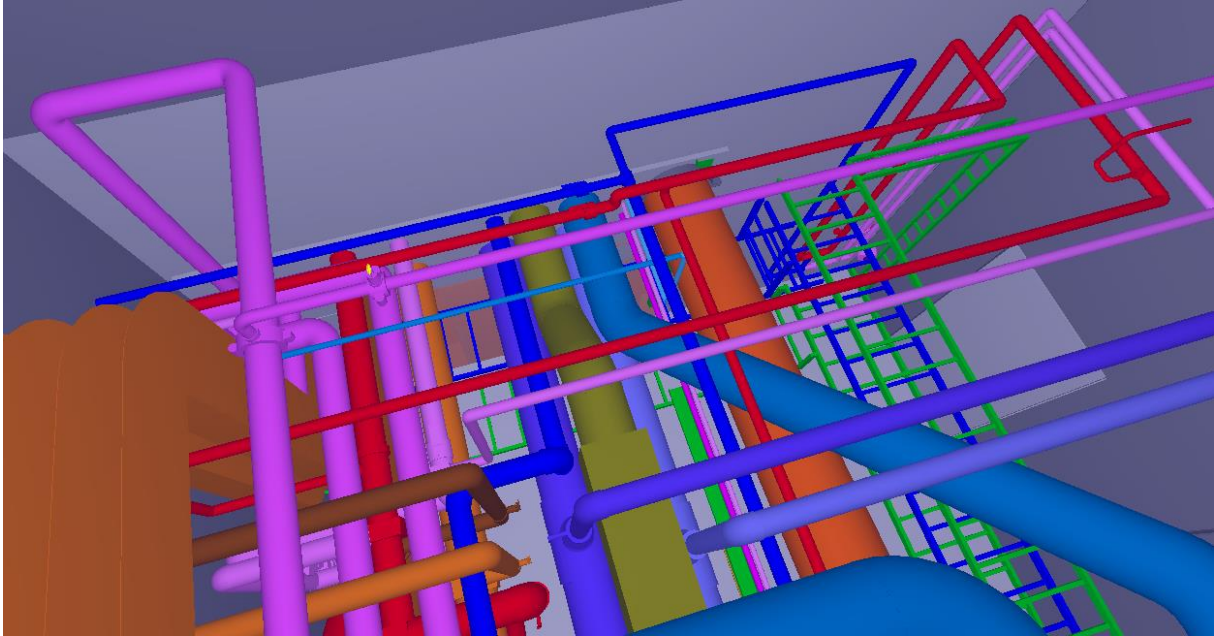
Ut ifra innsamlet data kan det også virke som at prosjekterende har inntrykk av at bruk av BIM, og gjerne 3D-aspektet av det, fører til at byggherre har enklere for å involvere seg tidlig i prosjekteringen, og dermed tar mer eierskap til modellen i tidlig fase selv med en stram framdriftsplan:

«Jeg opplever at der hvor vi har fått byggherre mer aktivt med inn i BIM, så avdekker vi umiddelbare gevinster ... vi har ekstremt titt framdrift i prosjektet, og har hatt det fra dag en» (P-6)

Innsamlet data fra intervjuer med byggherre gir uttrykk for at denne opplevelsen stemmer. Fra byggherresiden ansees BIM som en forenkende faktor når det kommer til koordinering. En av informantene hos byggherre gir uttrykk for at det blir enklere å forklare problemstillinger, og gi eller få tilbakemeldinger på en entydig måte. Det pekes spesielt på 3D-modellen av BIM som forenkende, da denne visualiserer prosjektet på en helt annen måte enn hva som var mulig tidligere:

«Jeg har vært med på noen prosjekter hvor det brukes tradisjonelle tegninger. Når man bruker BIM er det mye lettere å forklare problemstillingen, og kommunisere entydig hva du snakker om og også å gi tilbakemeldinger entydig, synes jeg. Det er lettere når man for eksempel ser rommet, og ser hvorfor det er et problem at den brannvarsleren står over det ventilasjonskanalen. Det er mye lettere å gjøre det i BIM enn å sammenligne tre ulike tegninger. Entydig kommunikasjon er kanskje den største forskjellen, at det blir lettere å ha entydig kommunikasjon effektivt mener jeg.» (B-5)

Bildet under illustrerer poenget i dette sitatet, og viser et teknisk område fra prosjektet SNR hvor man har en mengde rør, kabelbroer og annet utstyr fra ulike fagdisipliner som krever mye koordinering.



Figur 4 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (tett rørføring)

Det kan videre virke som at det å starte koordineringen i verdikjeden på et tidligere tidspunkt gjør at man får en mer transparent prosess, til tross for at det ifølge enkelte informanter finnes argumenter for at dette kan skape en del støy tidlig i prosjektet.

«Noen kan argumentere for at det kan generere en del støy for tidlig i prosjektet ved at man tar inn byggherre og entreprenør på en tverrfaglig kontroll hvor fagene internt i prosjekteringsgruppen ... Men hovedsakelig så gjør det at vi får stilt en del spørsmål på et tidligere tidspunkt, for den diskusjonen hadde man måtte tatt hvis man hadde kjørt på tidligere. Så det er jo også en gevinst vi får, og byggherre får jo også mye mer innsikt i prosessen vår og dialogen mellom oss og entreprenør, men også andre i verdikjeden. Så det vil jeg også si at er en umiddelbar gevinst, og det bygger opp under det at vi skal ha en gjennomsiktighet i prosjektet.» (P-6)

4.1.1 Manglende forventningsavklaring

Empirien viser at det er en samlet oppfatning av at bruken av BIM som verktøy letter koordineringen. Samtidig finnes det utfordringer knyttet til bruken av verktøyet. Noe som går igjen i intervjuene er at mange opplever å ikke vite hvilke forventninger som stilles til

detaljnivået i 3D-modellen og at det mangler en forventningsavklaring fra start rundt dette. Byggherre stiller noen krav til hva modellen skal inneholde, men det er kanskje ikke kommunisert bra nok ut til prosjekterende som skal følge disse kravene i sitt arbeid. Denne uklarheten kan føre til at BIM havner på et detaljeringsnivå som enten kan være for høyt eller for lavt:

«Jeg tror at det er en del tilfeller hvor det brukes litt for mye energi på å detaljere modellen når det egentlig ikke foreligger noe krav om denne detaljgraden.» (P-2)

En av informantene påpeker at det er en fordel å være omforent i starten av prosjektet. Da handler det ofte om at man stiller spørsmål til hva man skal forvente av hverandre som aktører. Dette kan ifølge informanten hindre at man må ta igjen etterfyll og unngå at informasjon som ligger i modellen går tapt. Det å etablere rutiner tidlig i prosjektet kan gjøre at man slipper å ta igjen ting senere i prosjektets livsløp:

«... det er mer rasjonelt og fornuftig å etablere rutiner tidlig i prosjektet sånn at man ikke må ta igjen alt hele tiden. For det kan tidvis være veldig voldsomt å ta igjen etterfyll og informasjon kan gå tapt inn i modellen. Det er greit å bare være omforent i starten ... Jeg ville i alle fall fått fram forståelsen av at spørsmålene må stilles med en gang med tanke på hva man skal forvente, hvordan produktet skal være til slutt. Hvem lager man produktet for. Der tror jeg ikke man er helt enig med seg selv.» (P-1)

Det er ytret usikkerhet rundt om det finnes forventningsavklaringer og dokumenter som kan beskrive detaljnivået som skal brukes som arbeidsunderlag i prosjektet:

«Det er mulig at det finnes noen slike dokumenter, men jeg har ikke sett noen dokumenter som beskriver detaljnivået for en modell som skal brukes som arbeidsunderlag.» (P-3)

Samtidig så sier en av informantene at prosjekterende leverer det byggherre ønsker så lenge det er tydelighet på hva som kreves i utarbeidelsen av modellen:

«Så lenge vi er tydelige på hva vi vil ha, så leverer de det.» (B-5)

Dette gjenspeiler seg både hos byggherre og prosjekterende, samtidig som begge partene ønsker en klarere standard fra start. En informant gir uttrykk for at man fort kan havne på hælene i prosjektet allerede fra start hvis man ikke har forventningsavklaringen rundt detaljnivået i

modellen bestemt. En annen informant sier at det ikke har blitt definert godt nok hvor store avvik ulike detaljer kan ha.

Videre sier en informant fra prosjekterende at BIM- manualen som finnes for prosjektet i stor grad har blitt laget av prosjekterende selv, men at det er laget for byggherre. Byggherre står altså som offisiell eier av dokumentet:

«Vi har bidratt aktivt som rådgivere når den ble utarbeidet, og har utformet den på vegne av byggherre. Så her er vårt forslag til hvilke krav dere (les: byggherre) skal stille til dette prosjektet for vi sitter på den beste informasjonen til å diktere, og har best erfaring fra lignende prosjekt. Basert på vår erfaring anbefaler vi at dere stiller disse kravene til oss og entreprenørene relatert til BIM. Så sendte vi dette til byggherre som godkjente dokumentet med noen kommentarer, så er det de som offisielt eier dokumentet og som har gitt det ut. For det er et kravs-dokument for hvordan vi skal gjøre jobben vår, og hvordan vi skal jobbe med BIM.»
(P-6)

Likevel tyder empirien på at informantene fra Sykehusbygg ikke har noe særlig kjennskap til den, og at det oppleves som at det brukes mye tid på å oppklare problemer som egentlig kunne vært standardisert. Informanten påpeker at det er rart og overraskende at man ikke mer aktivt overfører erfaring og utarbeider standarder fra tidligere prosjekter:

«Nei, egentlig ikke. Det ser man jo bare på arbeidet som har vært i BIM-gruppa, at det er en del saker der som har tatt utrolig lang tid å få avklart. Det er egentlig litt rart nå det pågår store sykehusprosjekt på Vestlandet, også skal vi liksom finne på alt på nytt og avklare alt på nytt. Men sånn er det. Det var det som overrasket meg mest egentlig» (B-7)

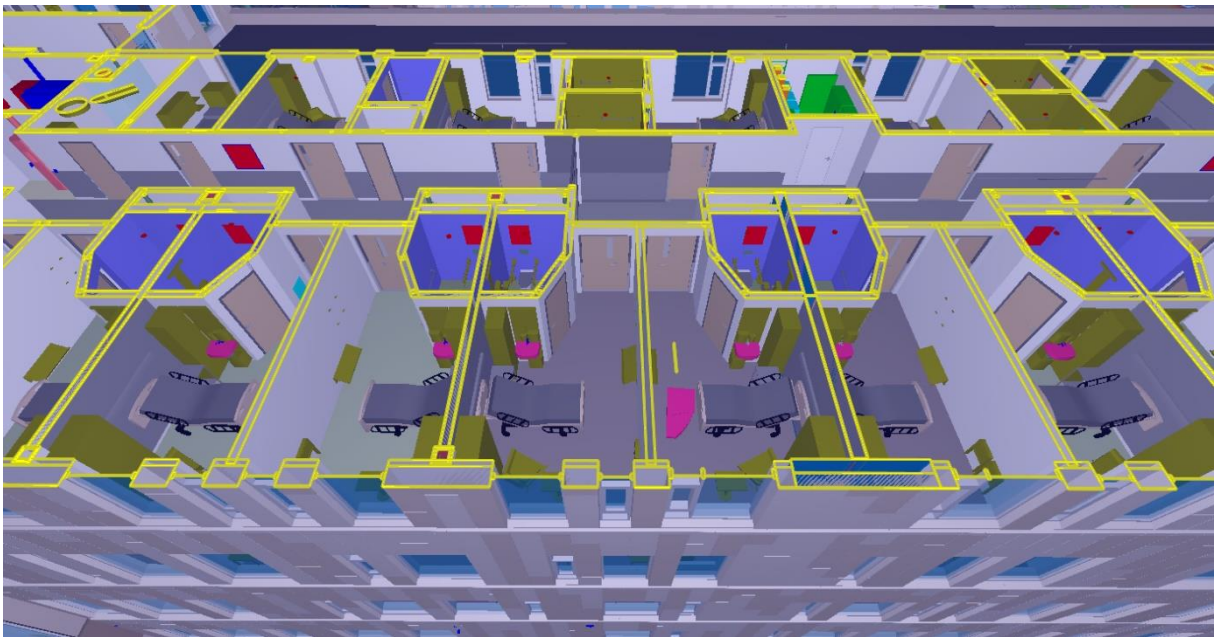
En av informantene fra byggherre sier at det er ukjent om det finnes noen form for forventningsavklaring som kan brukes i prosjektet. Informanten påpeker at det skulle gjerne ha vært et dokument for slikt og at det ville ha gjort jobben mye enklere i kontraktsarbeidet:

«Nei, overhodet ikke! Dere må hjelpe meg, gjør det det? ... men det kunne gjerne eksistert noe slik. Det ville gjort veldig mye av jobben enklere når vi skal utarbeide og følge opp kontrakter.»
(B-5)

Det påpekes i tillegg at bransjen kunne dratt stor nytte av å standardisere arbeidsmetoder, og en informant påpeker at det brukes mange tusen timeverk på modellering av arbeid som kunne vært standardisert i form av forhåndsmodellerte og standardiserte rom:

«Tenk deg den dagen der du kan hente et BIM- objekt som heter sengetun, åtte sengeplasser og så har du satt inn det tunet med sine geometriske rammer og tekniske løsninger i det rommet. Du kan tenke deg hvor mange tusen timeverk du har spart. Da sier du bare at du skal ha 200 senger. Ja, ok det blir 25 sengetun, få de inn i modellen. Det er jo standardiserte rom i utgangspunktet ...» (B-7)

Figur 5 er hentet fra 3D-modellen i prosjektet SNR, og illustrerer poenget i sitatet over. Dette viser flere pasientrom, hvor det ifølge informanten kunne vært spart mange timer ved å ha ferdige pakker med standardiserte rom som kunne ha blitt satt inn.



Figur 5 - Skjermdump fra 3D-modell i prosjektet SNR (Sengetun)

4.1.2 Hvordan BIM skal brukes i FDV

I vårt utvalg ser informantene hos både byggherre og prosjekterende ut til å mangle kjennskap til hva modellen skal brukes til i FDV-sammenheng. Flere informanter svarer at de rett og slett ikke vet hva modellen skal brukes til. Likevel har mange en oppfatning av at den skal brukes i FDV-sammenheng etter bygging på ett eller annet vis, men at det ikke har blitt kommunisert ut på en god måte fra byggherre sin side:

«Sykehuset skal ha med seg BIM videre, men de vet enda ikke hvordan den skal brukes. Når vi spør hva de trenger, får vi til svar at de ikke vet. Det samme gjelder for hva den skal brukes til.» (P-2)

En annen informant gir uttrykk for at erfaring fra tidligere prosjekt tilsier at modellen ikke vil brukes av driftsorganisasjonen etter bygget er satt opp. Driftsorganisasjonene har egne vedlikeholdsprogram som de bruker framfor å anvende BIM i drift av bygget:

«Der har jeg fått tilbakemelding, ikke i akkurat dette prosjektet, men jeg antar at de bruker de samme manualene, om at de ikke bruker 3D- modellen og BIM- modellen til drift og vedlikehold ... Til dette har de andre vedlikeholdsprogram som de bruker.» (P-1)

Også byggherre bekrefter at det ikke er klart hva modellen skal brukes til. Dette pekes på som en årsak til at forventningsavklaringen rundt detaljnivået i modellen er vanskelig å definere. En informant fra byggherre svarer på spørsmål om byggherre har noen tanker om hvordan modellen skal brukes i ettertid følgende:

«Nei, det har vi vel som byggherre ikke. Jeg opplever ikke det. Det er mulig at det finnes noen visjoner der, men de er nok for meg i alle fall litt uklare.» (B-8)

4.2 Detaljgrad og opplæring i bruk av BIM

Dette delkapittelet presenterer empiriske funn som senere danner grunnlag for å besvare forskningsspørsmålet:

Opplevs detaljgraden i BIM som hensiktsmessig i norske byggeprosjekter?

Denne delen av intervjuene startet vi med å spørre om informantene opplever at tiden brukt for å lage en BIM-modell er hensiktsmessig. Med dette spørsmålet ønsket vi at informantene skulle se på helheten av utformingen av en BIM-modell, og da spesifikt utformingen av modellen i prosjektet SNR. Videre ble det spurt om informantenes syn på hva hovedfokuset ved arbeid i modellen er. Informantene fikk også spørsmål på om de opplever at detaljgraden i BIM øker, om det er noen i prosjektets verdikjede som har ytret at det brukes for mye tid i BIM og om de har sett tilfeller av overdreven/underdreven nøyaktighetsgrad i BIM. Avslutningsvis for denne delen av intervjuet ba vi informantene om å reflektere rundt om de helst ville sett at noe hadde blitt gjort på en annen måte.

4.2.1 Opplæring i bruken av BIM

I delen av intervjuene, som omhandlet gevinster lagt ned i arbeidet med BIM, startet alle intervjuene med å stille generelle spørsmål rundt prosessen som omhandler bruken av BIM i

prosjektet SNR. Der ble det blant annet spurt om informantene har fått god opplæring i bruken av BIM, hvor målet var å få informantene til å reflektere rundt sin inngang til bruken av BIM.

På spørsmål om informantene har fått opplæring i bruken av BIM svarte de aller fleste nei, og at det er noe de har blitt nødt til å finne ut av selv. Det pekes også på at selv om man kan å modellere, så har man ikke nødvendigvis den opplæringen man trenger for å produsere arbeidsunderlag i modell. Dette arbeidsunderlaget består av å eksportere produksjonsfilen av modellen, slik at andre aktører kan navigere seg rundt i og hente ut informasjon fra, men ikke redigere. Den kan dermed betraktes som en visningsmodell. Etablering og klargjøring av en slik visningsmodell er opplæring enkelte informanter sier de rett og slett ikke har fått:

«Nei, jeg har ikke fått noe opplæring. Det var nesten ingen som kunne det, så jeg måtte bare lære meg det selv.» (B-5)

Det nevnes også fra noen informanter at det kan være flere som synes BIM er overveldende og dermed litt skremmende å anvende:

«Det handler mer om å lære seg å bruke det, hvordan du søker og hvor du skal søke etter informasjon du har bruk for. For noen kan det virke litt skremmende og skummelt, og det kan jeg forstå, men så er det noen av oss som selv om ikke kan alt så har vi ikke angst for å trykke.» (B-8)

Videre sier en informant fra byggherren at det nå stilles helt andre krav til organisasjonen som skal ta imot underlag i form av en 3D-modell sammenlignet med tradisjonelle 2D-tegninger, men at han har inntrykk av at dette er noe egen organisasjon tar mer eierskap til:

«Det stilles helt andre krav til en organisasjon som skal ta imot en BIM- modell og orientere og nyttiggjøre seg av den enn det har vært på tradisjonelle 2D-tegninger som du på sett og vis kan overta en perm og sette det i arkiv, og da finner du det igjen der. Det er en veldig viktig oppgave som jeg har inntrykk av at byggherren tar det mer i eierskap nå da.» (B-5)

Samtidig gis det uttrykk for at begge aktørene tror byggebransjen vil bevege seg bort fra plantegninger i 2D, og etter hvert kun bruke 3D-modell til bygging. Dette vil ifølge flere informanter kreve mer av arbeidsmodellene, verktøyene og ferdighetene til å bruke disse verktøyene. Mange informanter mener likevel det vil skje en naturlig overgang i de neste årene på grunn av generasjonsskifte i bransjen. Informanter påpeker at unge i dag er mer eksponert for digitale verktøy allerede fra tidlig alder, og det vil derfor muligens være enklere for dem å tilvenne seg digitale hjelpemiddel også i byggebransjen:

«Det vil stille strengere krav til arbeidsmodellene og verktøyene til alle slik at alt blir mer nøyaktig. Det må da også være så raskt og effektivt slik at folk føler at det er raskere å benytte enn at man skal benytte tradisjonelle 2D-tegninger. Det er nok noe som kommer til å komme mer med de nye generasjonene som vokser opp med alle de digitale verktøy. Det vil være mer naturlig for de å benytte og tilegne seg den kunnskapen som er nødvendig for å benytte seg av modellen enn det nødvendigvis er for en del etablerte aktører i dag.» (B-8)

4.2.2 Detaljgrad i BIM

Ved spørsmål om detaljgraden i BIM er hensiktsmessig svarer flere informanter fra prosjekterende at de synes at den er for høy og at man ikke vil ha nytte av den høye detaljgraden. Argumentet som går igjen hos flere informanter er at det er en del objekter som flyttes i modell, som uansett ikke vil bygges slik i praksis på byggeplassen av entreprenører:

«Da er det naturlig å ta fram nøyaktigheten i modellen, som et argument. For man bruker veldig mye ressurser på å sitte og flytte ting som visuelt i modellen ikke har noe å si, og praktisk på byggeplassen er det sannsynlig at det ikke blir hundre prosent slik som du har tegnet det.» (P-1)

Fra byggherre sin side så kommuniseres det fra noen av informantene at det er ønskelig at BIM blir enda mer detaljert. Ut ifra ett av svarene fra byggherre virker det som det kan være uenighet om hva og hvor mye som skal modelleres for prosjektet:

«Vi må bare gjøre mer! Enda er det mye som mangler. For eksempel elektro, de modellerer ikke kabel eksempelvis. Jeg synes jo de burde ha gjort det, men det vil de ikke enda.» (B-8)

Samtidig ytres det fra byggherre sin side at det ikke nødvendigvis er alt som trenger å være så nøyaktig som det er i dagens 3D-modell i prosjektet. Ved vitale enkeltområder der man ikke kan slippe noe til tilfeldighetene må detaljgraden opprettholdes til et høyt nivå:

«Jeg tror at på de fleste områdene kunne man ha levd med lavere grad av nøyaktighet, men så er det enkeltområder og spesialrom da kanskje hvor du ikke kan slippe noe til tilfeldighetene.» (B-7)

På oppfølgingsspørsmål om hvem eller hva som driver økningen av detaljgraden i BIM, svarte en av informantene at det kan være på grunn av leveransens krav og at disse kravene kanskje ikke har blitt definert godt nok med tanke på hvor store avvik ulike detaljer kan ha:

«Leveransen har sine krav. Det har kanskje ikke blitt definert godt hvor store avvik ulike detaljer kan ha. Det er bare sagt at det skal være kollisjonsfritt og at parameterne skal være med.» (P-2)

Flere av informantene sier at det er fagfolk som er på byggeplass og at det er hensyn som må tas på byggeplass som man ikke kan ta høyde for i BIM.

«Man må forvente at det er fagfolk som utfører installasjoner på byggeplassen og da er det hensyn man vil ta på byggeplass som man ikke vil klare å ta høyde for i modellen. Da er det veldig unødvendig å legge seg på et detaljnivå som tilsier at det ikke er helt korrekt.» (P-1)

De understreker at det er viktig å la entreprenørene bruke sin faglige kompetanse og flere mener at entreprenører ikke tør å bruke sin faglige kompetanse på byggeplass i stor nok grad. Informantene påpeker at det er de på byggeplass som sitter med den faglige kompetansen over hvordan det kommer til å være rent praktisk på byggeplassen:

«Så det med nøyaktighetsgraden, for det er millimeter- nøyaktig i BIM- modellen. Dette er BIM- modellen sin svøpe igjen, at det blir så nøyaktig at det ikke er noen håndverkere som tør å bruke sin faglige vurdering lengre.» (P-4)

«... men så fjerner du kanskje det faglige mer fra byggeplassen. De som har mest kompetanse og erfaring til å se hvordan en løsning faktisk skal være rent praktisk er jo de på byggeplassen.» (P-1)

Dette mener informanter kan være et problem med at det kan oppstå konflikt mellom håndverker og at det er veldig nøye i modell. Årsaken til en slik konflikt kan være at entreprenører føler at de ikke får den faglige friheten til å bygge på sin måte, fordi det er så millimeter- nøyaktig i BIM som de må følge. Det blir ikke noe spillerom for entreprenører å ta egne faglige vurderinger, noe som tradisjonelt har blitt gjort tidligere:

«Det er et problem, at man får en konflikt mellom at håndverkeren kan faget sitt og tror at det skal gjøres på en måte, men så tør han ikke å gjøre det ettersom det står så veldig nøye i modell.» (P-4)

«... Også har man en del ting som man kanskje har forventet at det er tradisjonelt løst av entreprenøren på byggeplass. Det er ikke nødvendigvis tilfellet lenger nå.» (P-1)

Flere av informantene har en opplevelse av at en veldig høy detaljgrad i BIM kan være med på å hindre entreprenørene i å utøve sitt fag. Empirien viser at det er flere informanter som opplever at kompetansen til fagarbeiderne blir satt i andre rekke.

4.3 Effektivitet ved bruk av BIM

I dette delkapittelet presenteres empiriske funn som senere danner grunnlag for å besvare forskningsspørsmålet:

Hvordan kan detaljnivået i BIM påvirke effektiviteten til norske byggeprosjekter?

Informantene som ble intervjuet for denne oppgaven ble spurt om de opplever at fokuset i dagens BIM-modell er på kvalitet eller effektivitet, der svaret de ga ble fulgt opp med spørsmål rundt deres oppfatninger om det er et riktig fokus å ha i prosjektet SNR. På dette spørsmålet var svarene noe ulikt på hva informantene mener er hovedfokuset i BIM- modellen på prosjektet. En av informantene mente at fokuset var på effektivitet og begrunnet det med tidspresset som prosjektet var under:

«Det viktigste når vi har det pakkeløpet som vi har med alle pakkene som startes og får sitt tidsløp så er det viktigere å holde den takten enn å få alt 100 %.» (B-7)

Samtidig påpekte flere av informantene at det var et kombinert fokus på både kvalitet og effektivitet i større eller mindre grad. Informantene poengterte at hvis man skal fokusere på effektivitet så henger det sammen med kvalitet:

«... akkurat nå så er det veldig mye på effektivitet, men det henger jo sammen med kvalitet og det da.» (P-1)

Ifølge en av informantene er fokuset en kombinasjon av både kvalitet og effektivitet gjennom at man lager et arbeidsunderlag som det skal bygges etter:

«Det er helt klart en kombinasjon. Det å få raskest mulig til et underlag som de kan bygge det etter og at vi har ivaretatt det byggherren har bestilt. Det er hoved essensen.» (P-4)

Et annet aspekt som diskuteres er at bruk av BIM skaper en effektiv måte å samhandle på mellom de ulike aktørene i verdikjeden. Det å ha en effektiv samhandling krever samtidig at det er kvalitet i modellen som produseres:

«Det er vel begge deler det. Absolutt begge deler. Det skal være en effektiv måte å samhandle på, både internt mellom byggherre og rådgiver, men også mellom rådgiverfagene og ut mot byggeplass. Men det blir ikke effektivt hvis det ikke er kvalitet. Så vi må ha kvalitet for å få til effektivitet.» (B-8)

4.3.1 Tidsbruk i BIM

På spørsmål om man opplever at tidsbruken i modell er hensiktsmessig oppgir de fleste informantene som representerer prosjekterende at de ikke synes det, og at de opplever at det brukes mye tid på ting som egentlig ikke er viktig. Videre oppgis det at ikke nødvendigvis alle detaljer man legger inn i modell anvendes og gir merverdi. Flere av informantene fra prosjekterende sier også at de opplever at både de og byggherre mener at det brukes for mye tid i modellen. En av informantene hos prosjekterende peker på at det gjerne er de samme ressursene som har ansvaret for BIM som de som skal gjøre den tyngste modelleringen, og at hver time som blir brukt på BIM, dermed blir tatt bort fra prosjektering.

Prosjekterende opplever også at byggherre tror at rutiner fra tidligere prosjekt kan overføres uten noe særlig tilpasning:

«Min oppfatning er at de forventer at rutinene prosjekterende har opparbeidet på tidligere prosjekt bare kan videreføres til nytt prosjekt. De tror dermed at det ikke trengs tid for å opparbeide rutiner på nytt prosjekt, sånn at man ikke trenger noe ekstra arbeid for å få det samme nivået.» (P-2)

Empirien tyder også på at det er en opplevd forskjell i hvor hensiktsmessig tidsbruken lagt ned i en BIM modell er. De fleste informantene hos prosjekterende sier at de selv opplever at ikke all tidsbruk er hensiktsmessig, som de tror mange andre har en oppfatning av. Når man ser på funnene hos byggherre derimot, ser det ut som at det er en større enighet om tidsbruken man legger ned for å lage en god og nøyaktig 3D-modell faktisk er hensiktsmessig. En informant svarer følgende på spørsmål om tidsbruk lagt ned i modell er hensiktsmessig:

«... nesten uansett hvor mange timer som er brukt, så tror jeg svaret er ja. De gangene jeg har vært med på prosjekt hvor det ikke er blitt stilt spesielle krav til BIM så satt likevel det norske rådgivermiljøet og prosjekterte en 3D-modell, så jeg tror at den mest effektive måten å prosjektere på uansett er å lage en 3D-modell. Også er kanskje spørsmålet om det er verdt det å sammenstille alle disse modellene til slike innsynsmodeller og FDV modeller.» (B-5)

Noe som likevel går igjen blant både byggherre og prosjekterende er at ikke oppleves hensiktsmessig å lage 2D-tegninger for bygging og samtidig en 3D-modell som i utgangspunktet er god nok til å bygge etter:

«Hvis de skal bygge etter tradisjonelle 2D-tegninger så er det jo i 2D-tegningen du må legge ressursene dine, men hvis byggherren forventer en 1:1 modell så må du lage en fullverdig BIM-modell som er helt «specet» i forhold til BIM-kravene til byggherren og i tillegg må du lage fullt tradisjonelle 2D-tegninger og mange tegnings- sett som entreprenøren skal klare å bygge etter ... Det er kanskje ikke helt dobbelt tidsbruk, men det er i alle fall ikke noe mer effektivt enn det har vært før.» (P-1)

Byggherre bekrefter at det leveres begge deler på prosjektet, og sier at det skyldes at man ikke er fortrolige nok med verktøyene enda til å utelukkende bygge etter modell. I tillegg pekes det på manglende rutiner rundt utilsiktede endringer og kvalitetssikring som en faktor som bidrar til å gjøre enkelte mer usikker. Videre opplyser byggherre om at selv om de fremdeles har både 2D-tegninger og 3D-modell, så prøver de å bevege seg over mot en papirløs byggeplass, noe de anser som et skritt i retning mot å bruke modellen fullt ut til å bygge etter. Med papirløs byggeplass menes det at visningen av tradisjonelle 2D-tegninger bytter ut fysisk papir med PDF-filer. I tillegg nevnes det at byggebransjen er en konservativ bransje, noe som kan gjøre at en digital omstilling tar lengre tid:

«Det må være verktøy som er gode nok. Ikke minst så er dette en konservativ bransje, så det må være verktøy som er blitt brukt et par år. Det skal mer til enn en tech-demo» (B-5)

Et annet funn i oppgaven er at de aller fleste mener at man på et tidspunkt vil komme til et punkt hvor ingen lenger bruker plantegninger (2D) for å bygge etter, og at bruken av BIM og 3D-modeller vil ta over fullstendig:

«På SNR tror jeg de burde kommet seg bort fra plantegninger. Verden har kommet såpass langt at det burde gått an å jobbe ut fra modell. Det er helt sikkert det som er framtiden, at man skal jobbe ut fra modellen.» (P-4)

En av informantene er samtidig usikker på om det er hensiktsmessig å bytte ut plantegninger (2D) til modell (3D) i tidlig fase av prosjektet. Informant ni understreker poenget med at det er for tungt å lære folk å bruke modell og med det er for tidlig å kun bruke modell (3D) i tidlige

faser av prosjekter. Dette er fram til de i prosjektene har tilegnet seg nok erfaring og lærdom til å kunne bruke modellen til det fulle:

«Jeg er litt usikker på om det er hensiktsmessig å bytte ut plantegninger (2D) til modell (3D) i tidlig fase, for det er mye mer tungdrevet å lære folk å bruke modell, og det er så mye lettere å se på tegning tross alt. Det er også mye enklere å begynne å se på det. Det å gjennomføre tidlig fase studier og funksjonsplanlegging i 3D er for tungt. I alle fall inntil det finnes mange flere som er gode til å snurre modell.» (B-9)

4.3.2 Digitalisering ved byggeplass

En av avslutningsspørsmålene under intervjuene var hvordan informantene tror byggebransjen i Norge vil utvikle seg med tanke på digitale verktøy i framtiden. Dette var et spørsmål der vi ønsket at informantene skulle se litt fram i tid og reflektere rundt hvordan de tror utviklingen vil være. De fleste som ble intervjuet var enig i at BIM var fremtiden for byggebransjen i og rundt hele dens verdikjede. En av informantene sier at det er modning av verktøy som skal til for at man skal komme til det stadiet der BIM blir anvendt av alle i verdikjeden. Informanten påpeker at det er bare spørsmål om tid før alt bygges etter modell:

«Jeg tror det vil utvikle seg til å ikke bare bli papirløst, men også tegningsløst. Altså at alt bygges etter modell. Det må gå den veien. Spørsmålet er hvor lang tid det tar. Det er modning av verktøy som skal til for å komme dit.» (B-5)

Ved spørsmål om digitale verktøy på byggeplass tror en av informantene at det bare vil bli mer og mer av verktøy som kan brukes i forbindelse med BIM:

«Jeg tror det blir mer bruk av modell på byggeplassen. Bare enda flere sånne BIM-kiosker og Ipader der selve arbeiderne bruker modellen mer enn tegningene. Det tror jeg det blir mer og mer av.» (P-3)

Flere av intervjuene tok opp mangelen på og ønsket om optimale visningsverktøy for BIM som kan brukes av entreprenører på byggeplass. Å ha gode visningsverktøy ble påpekt som en forutsetning for at entreprenører i større grad skal ønske å bruke BIM framfor 2D-tegninger:

«Så det å få til bedre visningsverktøy, og å unngå at modellene blir for tunge. Da er det også veldig realt å bruke visningsverktøyet, for dette gir bedre muligheter for å sette status på prosessen enn hva det var tidligere. Jeg tror at måten modellen blir brukt på byggeplass vil endre seg mye ... Før kunne man ikke filtrere like mye, men dette har blitt bedre nå.» (P-4)

Samtidig fremheves det av enkelte informanter at en plantegning i 2D gir et veldig godt overblikk, og at det kan ha en verdi for entreprenørene. Det ses likevel som lite tidseffektivt å lage disse 2D-tegningene manuelt. Informanten mener derfor at det som mangler for at bransjen skal tørre å bygge etter kun modell er at det skal kunne autogenereres 2D-tegninger ut fra 3D-modellen.

«Noe så enkelt som om at man kunne generert 2D-tegninger for overblikk selv. Det trenger ikke være det detaljnivå som vi leverer nå, men bare for å få et overblikk og å få hentet ut det som er av interesse for deg. En plantegning i 2D gir ekstremt god oversikt. Hvis man kunne fått noe sånt autogenerert ville det vært noe jeg ville ønsket at det skulle satses på i bransjen ... Dette ser jeg som den siste nøkkelen som må på plass for at å bygge etter modell blir bra nok.» (P-2)

Det er informanter som påpeker at mye av grunnen til at det fortsatt ikke brukes 3D-modeller på byggeplass er at man venter på at en ny generasjon skal komme inn som entreprenører:

«Det er kanskje bare et tidsspørsmål når man kun jobber med 3D. Den nye generasjonen må bare komme inn først.» (B-7)

Dette er ifølge informanter en generasjon som behersker teknologi bedre enn den eldre generasjonen som er etablert i byggebransjen og har opparbeidet seg rutiner som kan være vanskelig å endre:

«Det er nok noe som kommer til å komme mer med de nye generasjonene som vokser opp med alle de digitale verktøy. Det vil være mer naturlig for de å benytte de og tilegne seg den kunnskapen det nødvendig for å benytte seg av dem. Enn det nødvendigvis er for en del etablerte aktører i dag.» (P-1)

Samtidig som flere informanter mener at en ny generasjon vil kunne gjøre mye med bruken av digitale verktøy i bransjen, pekes det også på en generasjonsutfordring. En av informantene opplyser at den største utfordringen han opplever med den nye generasjonen er at de ikke ønsker å jobbe som håndverkere, og at det er oppfatning om at det kun brukes innleid arbeidskraft til

dette. Dette er ifølge informanten en holdning som må endres, og det pekes på digitalisering som en mulig måte å gjøre dette på.

«Den største utfordringen de 10- 15 årene jeg har vært med er at norske ungdommer ikke vil bli håndverkere og så sier de at det er bare innleide som jobber med det, noe som er tøys selyfølgelig. Man må klare å snu det da på et vis og det kan hende at BIM-bruk og digitale verktøy er med på å trekke ungdommer til å rekruttere seg til faget. Det skaper også kanskje en del nye jobber i byggebransjen som følge av det, noe som er med på å trekke norsk ungdom inn for det trenger en jo.» (B-7)

4.3.3 Bruk av BIM under koronapandemien

Et av spørsmålene under intervjuene omhandlet hvordan bruken av BIM som verktøy har påvirket arbeidshverdagen under koronapandemien. Her ønsket vi å få fram informantenes tanker om samhandling i BIM og hvordan det har vært å jobbe med det på hjemmekontor. De fleste informantene uttrykte at det har vært positivt å ha BIM som verktøy under pandemien. En av informantene omtaler pandemien som en oppvekkelse for mange med tanke på å ta i bruk verktøyet BIM:

«Pandemien i seg selv har vært en oppvåking og vekkelse for mange. Så det er vel flere som har måttet kastet seg inn og tatt verktøyene i bruk som følge av at alle satt på hjemmekontor. Så det har vært en positiv innvirkning på bruk av BIM.» (B-8)

Møtevirksomheten under pandemien har forbedret effektiviteten ifølge en av informantene. Det at ulike aktører kan samhandle om hvordan modellen skal brukes har vært en styrke ved BIM under pandemien:

«Det at vi jobber med digitale verktøy, og spesielt det at vi kan ha et digitalt møte hvor den som sitter og tegner faktisk kan vise fram at hvis vi gjør det sånn så blir det konsekvensen etc. Det har drastisk forbedret effektiviteten vil jeg påstå ... Det at man kan se alle fagene sammen har økt effektiviteten veldig. Det er mye lettere å vise fram hva problemet er når du slipper å sammenligne tre fag sine tegninger.» (B-5)

Det å slippe å skrive ut tegninger som man måtte ha gjort ved 2D-tegninger har vært en styrke med BIM under pandemien ifølge en av informantene. Når man arbeider i BIM trenger man

kun å jobbe via PC noe som gjør det enklere å jobbe fra hjemmekontor der det kanskje ikke alltid er tilgang på skrivere:

«Det kunne ikke vært noe bedre verktøy å bruke for det er ofte på andre prosjekt der man må skrive ut tegninger for å se over de og det er jo mange som liker det. Men her går det ikke an å skrive ut noe, man har en modell som man kontrollerer i et visningsprogram. Da trenger man bare PC-en så det har vært optimalt når folk sitter på hjemmekontor. Du har jo PC-en din så du får jo til å arbeide uansett.» (P-3)

Samtidig kan tunge BIM føre til problemer når man jobber på hjemmekontor ifølge flere informanter. Informantene sier at det krever svært sterk internettforbindelse når man skal kjøre BIM på egen PC. En av informantene legger vekt på at det var enklere å få tilgang til underlag når de kun brukte 2D-tegninger:

«Det har gjort at det blir tungt å jobbe remote hvis man har en dårlig linje. Tidligere når man jobbet med enkle autocad tegninger, altså 2D, var det mye lettere å få tilgang til underlag siden de var mindre.» (P-2)

En av informantene har samme oppfatning og nevner at det er noen som må vente på at det blir nok plass på internettlinjen før de kan jobbe verktøyene man bruker for å modellere i BIM:

«Det negative er vel at det er store modeller og at ikke alle har like bra internett. Jeg har for eksempel hørt at noen må vente til skolen er ferdig sånn at det blir mer plass på internettlinja slik at de kan få til å jobbe.» (P-3)

5 Diskusjon

I dette kapitlet vil studiens empiriske funn diskuteres opp mot det teoretiske rammeverket presentert i kapittel 2 for å svare på problemstillingen «*Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?*». Kapitlet er bygd opp etter forskningsspørsmålene. Det første delkapitlet tar for seg forskningsspørsmål 1, koordinering mellom prosjekterende og byggherre, og hvordan det håndteres ved bruk av BIM. Delkapittel 2 tar for seg forskningsspørsmål 2, om detaljgraden i BIM oppleves som hensiktsmessig. Til slutt vil vi ta for oss forskningsspørsmål 3, og hvordan effektiviteten i prosjekt påvirkes av detaljnivået i BIM.

5.1 Koordinering ved bruk av BIM

I dette kapitlet diskuteres empiri knyttet til opplevd koordinering ved bruk av BIM som verktøy og forventningsavklaring i modell. Dette vil bli diskutert opp mot relevant teori rundt bevist nytteeffekt, detaljnivå og forventningsnivå i BIM, gevinstrealisering og BIM generelt. Denne diskusjonen skal bidra til å besvare det første forskningsspørsmålet:

Hvordan håndteres koordinering mellom byggherre og prosjekterende ved bruk av BIM?

Funnene gjort i studien viser at utvalget av informanter som er intervjuet oppfatter at BIM letter koordineringen. Det kommer fram at dette er en samlet opplevelse fra både byggherre og prosjekterende. Samtidig kommer det frem at det er en utbredt enighet blant de fleste informanter om at det mangler en forventningsavklaring fra start av i prosjektet. Dette kan oppleves som en utfordring, da det potensielt kan skape usikkerhet blant aktørene og på den måten virke ødeleggende for koordineringen mellom dem. Det er også usikkert hva modellen skal brukes til etter produksjonsfasen.

5.1.1 Koordinering mellom ulike aktører i verdikjeden

Empirien i studien viser at det er en samlet forståelse blant de ulike informantene om at BIM styrker koordineringen både internt hos de ulike aktørene, men også mellom de ulike aktørene i verdikjeden. Det kommer i tillegg frem at man ikke hadde klart å skape det koordineringsnivået man har i dag ved bruk av kun tradisjonelle metoder som for eksempel 2D-tegninger. Dette samsvarer med Eastman (2011), som forklarer at BIM er en nøkkelt teknologi

for bransjen og at det allerede har endret måten man i dag kan visualisere prosjekt på, og hvordan man koordinerer mellom ulike fag ved bruk av BIM. Bruken av BIM har lettet samarbeidet mellom fagdisipliner internt, men også eksternt. Ifølge Direktoratet for byggkvalitet (2022) krever TFK god kommunikasjon, noe som understreker viktigheten av god koordinering. Muligheten for å visualisere modellen har i større grad hjulpet aktørene i verdikjeden å lettere kunne koordinere mellom hverandre og med det bedre framgangen i prosjektet. Det tyder på at bruken av BIM i prosjektet SNR har minsket distansen mellom aktørene i verdikjeden. Dette er et resultat av at man har involvert flere aktører i tidligfasen, men også økt involvering av byggherre i senere faser.

Hvis bruken av en teknologi er ukjent, kan det ifølge Peppard og Ward (2007, s. 2) føre til at man ikke oppnår gevinstrealisering i så stor grad som man kunne gjort. Det å kun besitte teknologi, som i dette tilfellet er BIM, gir ingen gevinst i seg selv. Det er selve bruken av teknologien som fører til gevinst. Umiddelbare gevinster kan oppnås ved å få byggherre mer aktivt inn i BIM, og kan oppleves som avgjørende for å holde en stram framdriftsplan i prosjektet. Å inkludere byggherre mer aktivt kan også muliggjøre kartlegging av mulige gevinster for bruken av BIM, som ifølge Direktoratet for økonomistyring (2010) er en suksessfaktor for gevinstrealisering. Det er likevel tydelig at koordinering ved bruk av BIM er relativt nytt og derfor fremdeles under utvikling. Det har også vært veldig ukjent hvordan de ulike aktørene skal forholde seg til koordineringsdelen av BIM. Dette indikerer at det kan være enda større potensiale å hente fra koordinering ved hjelp av BIM, til tross for at mange allerede i dag er tilfreds med måten det virker på. Videre kan det tenkes at man ved å bruke mer dedikert tid på koordineringsdelen av BIM ville kunne optimalisere bruken av verktøyet. Da kommer man tilbake til det å involvere flere aktører i tidligfase av prosjektet. Å etablere en gruppe som har ansvar for deling av informasjon over hele verdikjeden er ifølge Lee et al. (2013, s. 7) nødvendig for å skape aksept for bruk av BIM. Dette er en løsning som kunne vært til fordel for prosjektet SNR, slik at man får hele verdikjeden med på å bruke BIM.

Det å starte koordineringen mellom ulike aktører i tidlig fase fører til en mer transparent byggeprosess, og til gevinst for både de som har leverandørperspektivet og eierperspektivet. Dette er i tråd med hva Moen og Moland (2010, s. 34) kommer frem til i sin rapport om utfordringer med å implementere BIM, nemlig at det må investeres flere timer i de tidlige fasene av prosjektet. Ved å involvere alle parter tidlig i prosjektet kan det skape rom for diskusjoner som kan føre til ekstra tidsbruk. Samtidig vil man få muligheten til å avklare utfordringer som

man uansett ville møtt på lengre ut i prosjektførsløpet, noe som kan være fordelaktig da det ikke skaper forsinkelser i like stor grad som det ville gjort senere i prosessen.

5.1.2 Manglende forventningsavklaring

Til tross for at det er en samlet enighet rundt at BIM som verktøy er et bra substitutt til tradisjonelle løsninger, viser funnene i oppgaven at det finnes utfordringer. En av utfordringene knytter seg opp mot mangelen på et rammeverk for avklaring av detaljnivå i modellen, noe Andersen (2015, s. 60) påpeker at et prosjekt bør ha. De aller fleste informantene oppgir at de ikke kjenner til noen form for forventningsavklaring som blir utrettet og at det derfor brukes for mye energi på å detaljere modellen når det egentlig ikke er behov for det. Dette kan ifølge Tørstad (2019, s. 5) være med å skape utfordringer knyttet til organisasjon, struktur, rammer, rutiner og kvalitetssystemet til prosjektet. Dette samsvarer også godt med teorien til Barnes og Davies (2015, s. 105) som omtaler BIM som teknologi som et relativt nytt konsept for hoveddelen av byggebransjen, noe som gjør at det foreløpig ikke foreligger klare retningslinjer i form av anvendelse og utnyttelse av teknologien.

Samtidig viser det seg at det faktisk finnes en BIM-manual for prosjektet, og at denne skal fungere som et rammeverk for prosjekteringen. Denne manualen ble ifølge informanten utformet av prosjekterende, på vegne av byggherre. Det opplyses videre at grunnen til at den ble utarbeidet av prosjekterende er at prosjekterende sitter på mye informasjon fra tidligere prosjekter. Det er likevel byggherre som har godkjent dokumentet, og som står som eier av det. Både prosjekterende og byggherre har dermed vært aktiv i utarbeidelse av dokumentet, men likevel svarer de fleste informanter at de ikke kjenner til dette dokumentet. En informant fra byggherren sier at han synes det er merkelig at det ikke finnes, og at han har reagert på at det tar utrolig lang tid å få avklart enkelte løsninger som er benyttet tidligere på andre prosjekt. Dette gjør at han opplever at de må finne på, og avklare alt på nytt selv om han vet at det er gjort lignende beslutninger på tilsvarende prosjekt tidligere. Mangelen på en slik BIM-manual kan ifølge Tørstad (2019, s. 5) føre til at de ulike aktørene i leverandørperspektivet ikke blir kjent med modelleringsteknikk, kvalitetskrav og forventninger til bruken av BIM i prosjektet. Dette gjenspeiles i empirien i denne oppgaven, og er noe de aller fleste informantene mener er en svakhet. En mulig grunn til at den etablerte BIM-manualen ikke brukes nok og at medarbeidere i de ulike perspektivene ikke kjenner til den, kan være at den ikke er kommunisert godt nok. Prosjektets trøblete oppstartsfase kan også være en årsak til at den har blitt avglemt.

Det nevnes også av enkelte informanter at det i prosjektet er lagt opp til en veldig stram fremdriftsplan. Dette kan gjøre at ressursene på prosjektet ikke har tid til å sette seg inn i BIM-manualen, men heller må arbeide for å rekke neste tidsfrist. Samtidig er et rammeverk noe som etterspørres av både prosjekterende og byggherre, og det kan derfor tenkes at det ville vært fordelaktig å allokere noen ressurser, spesielt i starten av prosjektet, til å jobbe i fellesskap for å kommunisere ut den etablerte BIM-manualen. Czmoch og Pękala (2014, s. 214) argumenterer i sin studie for at man ved overgang fra 2D-tegninger til 3D-modell endrer måten man jobber på, og at det da blir ekstra viktig å ha klare standarder for modellering. Dette gjenspeiles i denne oppgaven, og man kunne dermed skapt merverdi ved å sørge for at BIM-manualen brukes mer av involverte i prosjektet.

5.1.3 Bruk av både 2D-tegninger og 3D-modell

Funn i oppgaven viser at prosjekterende i dag lager både 2D-tegninger for bygging og 3D-modell til bygging og videre bruk for prosjektet SNR. Plantegningene lages manuelt, og vil kun gi et øyeblikksbilde av faktisk modell. Mange informanter opplever det som lite hensiktsmessig å lage både 2D-tegninger for å bygge etter, og samtidig lage en 3D-modell som er god nok til å bygge etter. Dette vektlegges av både byggherre og prosjekterende, noe som viser en enighet blant begge disse aktørene. En av informantene hos prosjekterende sier at det kanskje ikke er dobbel tidsbruk, men at det i alle fall ikke er noe mer effektivt enn det har vært før. Dette bekreftes av resterende informanter som for eksempel mener at man i dag har kommet såpass langt at det burde gå an å jobbe etter modell, og at dette er framtiden. Byggherre bekrefter at det i dag kreves både 2D-tegninger og en 3D-modell som i utgangspunktet er god nok til å bygge etter. Man prøver å bevege seg over mot en papirløs byggeplass i første omgang, men hindringen er at entreprenørene ikke er komfortable nok med verktøyene som brukes i dag til å gå over til å kun bygge etter modell. Dette kan ses opp mot prinsipp fem av teorien til Peppard og Ward (2007, s. 3), som argumenterer for at jobben med å realisere gevinster ikke er fullført selv om man har startet å bruke teknologien. I prosjektet SNR benyttes ikke 3D-modellen til å bygge etter selv om den er detaljert nok til dette formålet. Dette viser en mangel på å inkludere alle aktører i verdikjeden i det å jobbe etter kun 3D-modellen. En av gevinstene ved å bruke 3D-modellen er at den i utgangspunktet kan benyttes til alt i et byggeprosjekt. Hadde man klart å få alle i verdikjeden til å kun benytte modellen kunne man realisert denne gevinsten i prosjektet SNR.

Empirien viser at plantegninger i 2D er svært gode for å skaffe et overblikk over det aktuelle området. Det virker dermed som at informantene ser nytten av denne dimensjonen av BIM, men at det krever for mye å lage og vedlikeholde både en fullverdig 3D-modell og 2D-tegninger. World Economic Forum (2016, s. 24) forklarer at man ved å ta i bruk flere dimensjoner av BIM kan skaffe en bredere forståelse av prosjektet. For å unngå at det brukes mye tid på å både utrette 3D-modell og 2D-tegninger, må plantegningene kunne lages automatisk ut fra 3D-modellen. Fremtidens byggenæring (2017) trekker fram involveringen av parametriske modellering i tidligfasen av prosjektet som en måte å erstatte manuell tegning med algoritmer. Dette kan bistå med å løse problemene med at det brukes tid på begge deler når det ikke er behov for det. Samtidig vil det kreve at det settes av ressurser for å komme i gang. En informant argumenterer for at om man lykkes med dette, og man klarer å lage komplette standardrom som kan plasseres ut i helhet, vil man kunne spare mange tusen timeverk.

En annen faktor mange informanter trekker fram er at det ikke er tydeliggjort hva modellen skal brukes til etter byggeperioden. Ifølge Standard Norge (2018) bør det i driftsfasen etableres et informasjonsskriv som skal inneholde relevant informasjon for FDV der mye av informasjonen kan inngå i BIM. Mange har inntrykk av at modellen skal brukes i FDV-sammenheng, men samtidig ikke på hvilken måte den skal brukes. Empirien viser også at enkelte i leverandørperspektivet tviler på hvorvidt modellen faktisk vil brukes til drift og vedlikehold, og oppgir at de har erfaring fra andre liknende prosjekter hvor 3D-modell og BIM ikke brukes, og at det heller benyttes andre vedlikeholdsprogram. Denne oppfatningen ser ikke ut til å finnes blant informantene fra byggherre, men det er samtidig heller ingen av informantene i denne organisasjonen som vet hva den skal brukes til eller hvordan. Dette kan ses opp mot Venkatesh og Bala (2008, s. 279) sin teori om opplevd nytte. Om man har inntrykk av at arbeidet man gjør ikke skal brukes til noe, kan det føre til at man opplever at det ikke har noen mening å gjøre det. På prosjektet SNR bruker entreprenør plantegninger i 2D for bygging. Når det da ikke er kommunisert hva 3D-modellen egentlig skal brukes til hverken i byggeprosess eller i FDV-sammenheng kan det ha en negativ effekt på aktørers oppfatning av hva BIM faktisk skal brukes til.

Det at det er få i prosjektet som vet hva modellen faktisk skal brukes til kan ha en innvirkning på de ansattes motivasjon knyttet til bruken av BIM. Interesse er en motivasjonsfaktor som Kuvaas (2005) omtaler som en indre motivasjon. Det at de som jobber i BIM ikke er sikre på hva modellen faktisk skal brukes til kan resultere i at man mister en genuin interesse for å

anvende og utvikle BIM i prosjektet. Et slikt problem kan blant annet løses gjennom bedre kommunikasjon samt en utarbeidet forventningsavklaring for prosjektet.

5.1.4 Oppsummering forskningsspørsmål 1

For å undersøke hvordan koordinering mellom byggherre og prosjekterende håndteres ved bruk av BIM ble det fokusert på hvordan kommunikasjon foregår i prosjektet, om det er en samlet enighet rundt premisser for prosjektering og hvordan bruk av både 2D og 3D påvirker koordineringen. I prosjektet SNR har BIM stort sett en positiv innvirkning på koordineringen. Om verktøyet er nytt for bransjen, og medarbeiderne ikke er sikker på bruken av det, kan det føre til at man ikke oppnår den gevinstrealiseringen Peppard og Ward (2007, s. 2) hevder man kan få ved å anvende teknologien på optimal måte. Hverken byggherre eller prosjekterende har kjennskap til en felles forventningsavklaring i form av et rammeverk. Dette oppleves som negativt hos begge parter, og er noe de aller fleste informanter savner. Samtidig finnes det faktisk en BIM manual som er produsert i samarbeid mellom byggherre og prosjekterende. Hvis det er brukt tid på å lage en manual tidligere som ikke medarbeiderne kjenner til eller vet hvordan de skal bruke, har det ikke blitt godt nok kommunisert ut til resten av medarbeiderne.

At det lages 2D-tegninger manuelt som er gode nok til å bygge etter, og samtidig 3D-modell som er god nok til å bygge etter er noe mange av informantene reagerer på. Dette kan skape en følelse av at arbeidet man gjør ikke vil brukes til noe, og på den måten oppleves som det Venkatesh og Bala (2008, s. 279) beskriver som lav opplevd nytte. Selv om mange informanter har et inntrykk av at 3D-modellen skal brukes i FDV sammenheng, og på den måten nyttiggjøres i ettertid, har ikke byggherre selv noen klar formening om hvordan modellen skal benyttes. Dette kan også være med på å støtte opp under følelsen av at innsatsen man legger ned i modell ikke vil utnyttes. Videre kan det se ut som at det er en samlet enighet rundt at det fremover kun vil brukes 3D-modell. Dette betyr at de vil gå bort fra å produsere 2D-tegninger manuelt. For å komme dit kan det virke som at verktøyene må bli bedre, og at brukerne må lære seg å bruke og stole på verktøyene i større grad. Før man gjør dette vil man ikke kunne sikre god gevinstrealisering.

5.2 Detaljgrad og opplæring i bruk av BIM

Vi vil i dette kapittelet diskutere empiri knyttet til detaljgrad i BIM og manglende opplæring i bruken av BIM som verktøy opp imot relevant teori. Diskusjonen i dette kapittelet skal kunne bidra til å gi svar på forskningsspørsmål 2:

Opplevs detaljgraden i BIM som hensiktsmessig i norske byggeprosjekter?

Flere informanter fra prosjekterende opplever at detaljgraden er for høy og at det er usikkerhet rundt om denne detaljgraden vil nyttiggjøres. Argumentasjonen er ofte den samme, at objektene som legges inn og finjusteres i modell likevel kommer til å bli bygget annerledes når det kommer til byggeplass. Fra byggherre sin side er det større enighet om at detaljgraden bør være høyere og helst så høy som mulig. Dette viser at det er uenighet blant byggherre og prosjekterende i prosjektet SNR rundt hva det skal fokuseres mest på. Flere av informantene mener også at en høy detaljgrad i BIM kan medføre at fagarbeidere på byggeplassen kan miste sin mulighet til å bruke den faglige kompetansen de innehar.

Når det kommer til funnene som ble fremlagt i empirikapittelet som omhandler opplæring i BIM, viser det seg at svært få i utvalget har mottatt noen form for opplæring i BIM ved oppstart eller i senere tid i bedriften. Informantene har enten måttet lære om bruken av BIM selv, eller spurt andre i bedriften om konsultasjon ved behov. Flere ser behovet for ytterligere opplæring i modellering og navigering i BIM, men samtidig er de fleste prosjektene under et så konstant tidspress at det ikke blir satt av tid til å ha opplæring for de ansatte. Empirien er tydelig på at det er enighet om at involverte i byggebransjen kan være godt tjent med å ha dedikert opplæring for de som har behov for det.

5.2.1 Opplæring i bruken av BIM

Flere opplever BIM som overveldende, noe som fører til usikkerhet knyttet til bruken av den. Det kan i stor grad ha en sammenheng med at de involverte i prosjektet SNR ikke har fått god nok opplæring. Dette kan trekkes i sammenheng med teorien til Venkatesh og Bala (2008, s. 279) som omhandler TAM3, der en av faktorene for opplevd brukervennlighet er *Computer self-Efficacy*. Faktoren omhandler hvor egnet en person er til å anvende teknologi for å gjennomføre en spesifikk oppgave. Dette kan være en indikasjon på at ikke alle involverte i prosjektet klarer å gjennomføre spesifikke oppgaver tilstrekkelig der BIM er involvert, noe som kan føre til at enkelte i prosjektet ikke får god nok utnyttelse av å bruke BIM. Venkatesh og

Bala (2008, s. 279) legger vekt på at hvis personer som anvender teknologien skal kunne oppleve god brukervennlighet så bør organisasjonen legge til rette med ressurser og utstyr. I prosjektet SNR virker det som at det ikke er lagt til rette for å gi de involverte i prosjektet god nok opplæring. Dette kan da være noe som fører til dårligere opplevd brukervennlighet i prosjektet.

Flere har ytret at det kan være personer som er involvert i prosjektet SNR som vegrer seg for å anvende BIM. Dette kan være på bakgrunn av at de opplever at deres kompetanse er for lav til å jobbe i modellen på en god nok måte. En slik holdning kan sammenlignes med en av Venkatesh og Balas (2008, s. 279) faktorer, *Computer Anxiety*, som brukes for å determinere opplevd brukervennlighet. Denne faktoren handler om i hvilken grad personer som bruker teknologien kan være engstelig for å anvende teknologien til å løse oppgaver. Det kan virke som at dette har en viss grobunn hos de som jobber med BIM i prosjektet SNR. Videre ser det ut som at flere er redde for å bruke modellen på bakgrunn av at de føler at de har for lite kunnskap rundt arbeid i modellen, noe som igjen kan være et resultat av for lite opplæring i BIM. Det å føle at BIM er skremmende å anvende kan være med på å senke de involvertes grad av opplevde brukervennlighet som videre kan senke akseptansen for å anvende teknologien BIM (Venkatesh & Bala, 2008).

Det at mennesker som skal bruke BIM i sitt arbeid i prosjektet SNR har fått lite opplæring i å anvende BIM for å gjennomføre sine oppgaver kan føre til at man må legge ned mye innsats for å gjennomføre oppgaver. Ifølge Venkatesh og Bala (2008, s. 279) kan *Objective Usability*, som spiller på hvor mye innsats en person må legge ned for å gjennomføre oppgaver i systemet, påvirke personens opplevde brukervennlighet for teknologien som anvendes. Basert på empirien kan det virke som at det er noen personer i prosjektet SNR som ikke har tilegnet seg den kunnskapen som kreves for å anvende BIM på en optimal måte, om det er ved å modellere eller å søke informasjon i modellen.

Empirien i denne studien er tydelig på at informantene tror at byggebransjen vil bevege seg bort fra 2D-tegninger og kun anvende seg av 3D-modell på byggeplass. Det blir belyst av informanter at denne overgangen krever mer av arbeidsmodellene, verktøyene som brukes i BIM og ferdighetene til å anvende BIM for å gjennomføre sine oppgaver. En av informantene trekker fram at et generasjonsskifte kan være en katalysator for at man skal bruke kun BIM på byggeplass. Videre legger informanten vekt på at det kan være mer naturlig for de nyere generasjonene å anvende teknologi på bakgrunn av en oppvekst der digitale verktøy står

sentralt. Dette ble sammenlignet opp imot de etablerte aktørene som er i byggebransjen i dag som kan være fra en litt eldre generasjon. Ser man på den manglende opplæringen i dagens byggebransje er det ifølge Lee et al. (2013, s. 4) en hindring for aksepten av BIM. Dette kan settes opp imot TAM3 av Venkatesh og Bala (2008, s. 279) der *Computer Self-Efficacy* er en faktor som determinerer opplevd brukervennlighet. Yngre generasjoner kan være mer egnet til å gjennomføre oppgaver ved hjelp av teknologi hvis man ser på argumentasjonen som kommer fram i empirien. Med dette kan det være mulig at bruken av BIM kommer til å øke når det forekommer et generasjonsskifte på byggeplass.

5.2.2 Detaljgrad i BIM

Informanter fra prosjekterende sin side har en oppfatning av at detaljgraden for BIM er for høy og at man ikke får nyttiggjort seg av den. Byggherren mener derimot at detaljgraden bør være minst på det nivået som er nå, om ikke høyere. Dette kan være mye på grunn av byggherres perspektiv om at modellen skal ha en nytteverdi ved et langsiktig perspektiv. Dette samsvarer med teorien til Samset (2014, s. 34), som omhandler eierperspektivet der det viser til byggherres hovedinteresse som er knyttet til ønsket om å ha en langsiktig effekt av prosjektet. Forskjellen blant prosjekterende og byggherre på synet om hvilken detaljgrad som kan være hensiktsmessig for prosjektet SNR kan forklares gjennom de ulike perspektivene man har i en verdikjede innenfor et prosjekt. Leverandørperspektivet som prosjekterende havner innenfor, er ifølge Samset (2014, s. 32) mest opptatt av å levere prosjektets resultater med hensyn til avtalt tid, kostnad og kvalitet. Prosjekterende har et leverandørperspektiv, noe som ifølge Bygg21 (2019) fører til at de kan ha et kortsiktig syn på et prosjekt. Dette kan føre til at de ser en annen nytteverdi av BIM enn byggherre gjør. Disse to aktørenes ulike perspektiv kan knyttes til de ulike oppfatningene de har om hvilken detaljgrad i BIM som er hensiktsmessig i prosjektet SNR.

Et argument mot en høy detaljgrad i BIM som er belyst av prosjekterende er at entreprenørene på byggeplass ikke får anvendt sin faglige kompetanse i høy nok grad. Flere informanter påpeker at det er entreprenører på byggeplass som har den faglige kompetansen til å ta avgjørelser som er relatert til byggingen. Ifølge Samset (2014, s. 38) er det i tidligfase av prosjektene de store beslutningene tas som er med på å beskrive de viktigste elementene i prosjektene. Entreprenørene kommer sent inn i prosjektet, noe som kan føre til at de ikke er deltakende nok i de viktige beslutningene som kan være med på å påvirke prosjektet. Det at det er entreprenørene som sitter på den faglige kompetansen og at det er de som skal bygge ut ifra

beslutningene som gjøres i tidligfase, kan være et argument for at de skal involveres i tidligere faser i prosjektet. Dette kan videre resultere i at entreprenører kan være med på å bidra til at BIM blir utarbeidet slik at den blir mer ønskelig for entreprenører å anvende i byggeprosessen.

Ifølge enkelte informanter ønsker ikke entreprenører å bruke BIM, men foretrekker heller 2D-tegninger å bygge etter. Dette kan sees i sammenheng med prinsipp tre for å realisere gevinster, som ifølge Peppard og Ward (2007, s. 3) omhandler at gevinstene man får gjennom anvendelse av teknologi kun kan realiseres gjennom endringer i måten de ansatte eller ledere jobber på. Så lenge entreprenører fortsatt velger å bruke 2D-tegninger i sitt arbeid på byggeplass kan det være at deres måte å jobbe på ikke endrer seg. Dette aspektet, knyttet til prosjektgjennomføringen i SNR, kan føre til at noen av de mulige gevinstene som ligger i å bruke BIM i prosjektet ikke realiseres.

Det at BIM er veldig nøyaktig kan ifølge noen informanter føre til at det oppstår konflikt mellom entreprenørs ønske om å utøve faget sitt med en faglig frihet og millimeternøyaktigheten som BIM innehar i prosjektet SNR. Dette kan trekkes i sammenheng med Hertzbergs hygiene- og motivasjonsfaktorteori. En motivasjonsfaktor som anses som en av de viktigste av Kvålshaugen et al. (2019, s. 273) er ansvar. Det at entreprenørene på byggeplassen kan miste sin faglige frihet ved at BIM er veldig nøyaktig kan hindre økt motivasjon blant dem. Dette kan da være et argument for at nøyaktighetsgraden i BIM bør diskuteres mellom aktører for å mulig kunne bedre entreprenørenes motivasjon til å anvende BIM mer på byggeplass.

5.2.3 Oppsummering forskningsspørsmål 2

I prosessen med å finne ut om detaljgraden i BIM for norske byggeprosjekter oppleves som hensiktsmessig, ble det også undersøkt om denne opplevelsen kan ha en sammenheng med utvalgets opplevde opplæring i bruken av BIM som verktøy. Det kan sies at utvalget i denne studien hadde et ulikt syn på hensiktsmessigheten med detaljgraden i prosjektet SNR, men samtidig var opplevelsen om manglende opplæring unison. At det er en ulik opplevelse om detaljgraden mellom prosjekterende og byggherre kan støttes opp imot de ulike perspektivene man har i verdikjeder. På grunn av ulike perspektiv hos prosjekterende og byggherre vil de ha forskjellige mål for prosjektet.

Det at utvalget i denne studien har fått lav grad av opplæring i bruken av BIM kan som nevnt påvirke informantenes opplevde evne til å gjennomføre spesifikke oppgaver ved bruk av

teknologi. Samtidig virker det som at manglende opplæring ikke nødvendigvis spiller inn på opplevelsen av hensiktsmessigheten til detaljgraden i prosjektet SNR. Dette kan baseres på de ulike svarene som kommer fram i opplevelsen om detaljgraden er hensiktsmessig i norske byggeprosjekter.

5.3 Effektivitet ved bruk av BIM

I dette kapittelet vil vi diskutere empiri som omhandler effektivitet ved bruk av BIM, tidsbruk lagt ned i 3D-modell, digitalisering ved byggeplass og de effektene koronapandemien har hatt på bruken av BIM som verktøy opp imot relevant teori. I dette kapittelet skal diskusjonen forsøke å gi svar på forskningsspørsmål 3:

Hvordan kan detaljnivået i BIM påvirke effektiviteten til norske byggeprosjekter?

Flere informanter, spesielt fra prosjekterende, opplever at tidsbruken lagt ned i modellen ikke er hensiktsmessig og at tiden brukes feil. Det er også de samme personene som har ansvaret for BIM i prosjektet SNR som gjennomfører den tyngste modelleringen, noe som medfører at tid brukt på dette blir tatt bort fra prosjektering. Det er en forventning fra byggherre at prosjekterende skal overføre rutiner fra tidligere prosjekter over til prosjekt SNR slik at man ikke bruker tid på å opparbeide disse rutinene nå. Flere informanter fra byggherren legger vekt på at det er viktig å bruke tid på BIM for å øke prosjektets effektivitet. Ved spørsmål om det er hensiktsmessig å bruke tid på å både utarbeide en 3D-modell og 2D-tegninger manuelt er de aller fleste informantene enig i at det ikke er det. Dette forklares med at man må bruke tid på å utarbeide fullverdige 2D-tegninger for entreprenørene som skal bruke det i byggingen, samt at det skal utarbeides en komplett BIM-modell som kreves av byggherren. Ønsket fra byggherren er at det skal være en papirløs byggeplass i prosjektet SNR, men det virker ikke som at de har klart å få entreprenørene over på samme tankegang som fortsatt krever 2D-tegninger for å bygge etter.

Informantenes svar rundt hvordan de ser for seg at utviklingen i den norske byggebransjen kommer til å være, med tanke på bruk av digitale verktøy, er tydelige. De fleste sier at fokuset bør være på å utvikle digitale visningsverktøy som kan brukes av entreprenører på byggeplass. I empirien kommer det fram at det er behov for gode visningsverktøy for å anvende BIM på byggeplass. Informantene påpeker at dette er en forutsetning for at entreprenører skal ønske å bruke BIM. Når man også legger til det belyste generasjonsskiftet som informanter opplyser at

byggebransjen står overfor så kan en digitalisering av byggeplass få raskere utvikling i framtiden.

Som følge av koronapandemien har mange i bransjen fått en oppvåkning med tanke på viktigheten av bruk av digitale verktøy. Dette har påvirket måten de involverte i prosjektet arbeider på, og kan dermed være med å endre effektiviteten til prosjektet.

5.3.1 Tidsbruk i BIM

I Kapittel 5.2.2 ble de ulike perspektivene byggherre og prosjekterende har med tanke på hvilken detaljgrad i BIM som er hensiktsmessig for prosjektet SNR belyst. Dette aspektet kan også settes i sammenheng med de ulike aktørenes syn på tidsbruken lagt ned i BIM. Ser man på Samsets (2014, s. 34) betraktninger om byggherres hovedinteresse for prosjektets langsiktige effekt og sammenligner det med prosjekterende sitt leverandørperspektiv, kan det tyde på at byggherre ser mer verdi i det å legge ned ekstra tid i BIM. Det tyder på at prosjekterende innehar perspektivet der man kun ser verdien av det man skal levere isolert i prosjektet. De ser ikke nødvendigvis den langsiktige effekten bruk av BIM i FDV-sammenheng skaper.

Flere informanter sier at all tiden brukt i BIM ikke nødvendigvis kun gir gevinster for selve prosjektet. Dette kan trekkes i sammenheng med Peppard og Wards (2007, s. 3) prinsipp fire for å kunne realisere gevinster gjennom bruk av teknologi. Dette prinsippet sier at alle IT-prosjekter har resultater, men at alle resultatene ikke nødvendigvis er gevinster. Informanter lurer på om all tiden man bruker i BIM er den mest effektive måten å anvende tiden til de som jobber i prosjektet på. Flere informanter fra prosjekterende antyder at det ikke er så mye gevinst å hente i den høye detaljgraden som byggherren har en oppfatning om.

Et annet aspekt med tidsbruken i BIM er at det utarbeides både 2D-tegninger manuelt samt en fullverdig 3D-modell i prosjektet SNR. En av informantene påpeker at prosjekterende må utarbeide både en 3D-modell for byggherren men også 2D-tegninger som entreprenørene skal bygge etter. Noe som kan føre til at prosjektet SNR ikke nødvendigvis blir mer effektivt enn tidligere prosjekt. Det at det utrettes både en 3D-modell samt 2D-tegninger har som nevnt tidligere årsak i at entreprenørene ønsker å bygge etter 2D-tegninger og ikke anvende BIM i sitt arbeid. Dette kan trekkes i sammenheng med Peppard og Wards (2007, s. 2) prinsipp fem for å oppnå gevinstrealisering som omhandler at gevinster må forvaltes aktivt for at de skal oppnås. Prinsippet bygger på at det tar tid å realisere gevinster gjennom bruk av teknologi, noe som kan indikere at BIMs potensielle gevinster i prosjektet kan oppstå senere enn man antar. Dette er en

jobb for ledelsen i prosjektet SNR slik at arbeidet med å realisere gevinster blir fullført. En mulighet prosjektet kunne ha benyttet seg av er å dedikere mer tid til opplæring i bruken av BIM over hele verdikjeden, som tidligere nevnt har vært lite eller ikke til stede i forkant av prosjektet. Dette kunne ha muliggjort byggherres ønske om å kun bruke BIM i prosjektet SNR over hele verdikjeden. Tid brukt til opplæring i bruk av BIM kan ha vært lavere enn tiden man bruker på å utarbeide både 2D-tegninger som er gode nok til å bygge etter og en fullverdig 3D-modell.

5.3.2 Digitalisering ved byggeplass

Fra empirien kommer det, som tidligere nevnt, fram at mange informanter mener mangelen på gode verktøy kan hindre utviklingen av en digital byggeplass. Arefazar og Sohi et al (2019, s. 678; 2016, s. 253) beskriver byggebransjen som en bransje med lav effektivitet, og påpeker at interne grunner kan være deler av årsaken til den lave effektiviteten. Funnene i oppgaven støtter opp under dette, da flere informanter peker på at det er entreprenørene som er mest skeptisk til å bygge etter kun 3D-modell, mens de selv ønsker å gå bort fra å lage 2D-tegninger manuelt. Dette indikerer at det er en interessekonflikt mellom de ulike aktørene i verdikjeden. For å overtale entreprenør til å bygge etter kun modell, og dermed eliminere interessekonflikten, kan det være hensiktsmessig å bruke mer tid på å kommunisere viktigheten av dette på en god måte. En annen mulighet kan være å investere mer ressurser i å utvikle verktøyene man har i dag, slik at 2D-tegninger kan genereres automatisk fra 3D-modellen. Dette betraktes av en av informantene som selve nøkkelen for å få en mer digitalisert byggeplass. Det å kunne skape underlag entreprenørene er vant til, og samtidig unngå at prosjekterende må lage det manuelt kan derfor være en overgang som betraktes som lettere, og på den måten gjøre at entreprenøren blir mer endringsvillig.

Mange har tro på at mye av de teknologiske utfordringene med motstand til ny teknologi, naturlig vil frafalle når en ny generasjon kommer inn i bransjen. Samtidig påpekes det at det i de siste 10-15 årene har vært en holdning hvor norsk ungdom ikke ønsker å bli håndverkere, og at det kun er innleid arbeidskraft som brukes til dette. Det å bruke BIM og digitale verktøy mer aktivt kan være med på å trekke flere unge inn i bransjen. Dette kan igjen bli helt nødvendig for å få den effekten av et generasjonsskifte som mange mener vil komme. Om man klarer å snu denne holdningen, og få flere unge inn i bransjen vil man dermed kanskje øke hastigheten på utviklingen av digitale verktøy, noe som i tråd med teorien til Peppard og Ward (2007, s. 3)

kan øke gevinstrealiseringen. Dette kan igjen være en aktiv del av å forandre det Langlo (2013, s. 2) beskriver som en næring med avtakende produktivitet de siste 10-15 årene.

5.3.3 Bruk av BIM under koronapandemien

Funnene som omhandler koronapandemien i denne oppgaven, indikerer at de fleste informantene har opplevd det som positivt å ha BIM som verktøy under pandemien. I likhet med hva Soliman (2021, s. 1) belyser, har informantene i denne oppgaven opplevd å må jobbe desentralisert, eller fra hjemmekontor, under deler av pandemien. Informantene gir i den sammenheng uttrykk for at effektiviteten i møter har gått drastisk opp etter at de ble digitalisert, og at dette ble påvirket av nedstengningen. Videre viser empirien at det har vært en oppvekker for bransjen, siden man har blitt tvunget til å ta i bruk verktøyene i større grad enn hva man har gjort tidligere. Dette kan, i henhold til Peppard og Ward (2007, s. 2), bidra til å skape større gevinstrealisering. I prosjektet SNR kan det virke som at informantene opplever å se nytten av BIM i større grad enn hva de har gjort tidligere.

Samtidig som informantene opplever at BIM har vært en styrke gjennom den pågående pandemien, har det det også blitt belyst noen problemer rundt bruk av teknologien på hjemmekontor. Enkelte informanter opplever at tunge modeller, som for eksempel på SNR, kan være vanskelige å jobbe med fra hjemmekontor på grunn av svakere internettforbindelser enn hva bedriftens kontor har. Ifølge Soliman (2021, s. 20) har pandemien tydeliggjort viktigheten av BIM i byggebransjen. Det fremheves videre at byggebransjen hadde et godt utgangspunkt for å lykkes med digitaliseringen som ble nødvendig når pandemien inntraff (Soliman, 2021, s. 20). Dette bygger mye på at mange i byggebransjen var vant til bruk av BIM som verktøy fra før pandemien inntraff, og at det dermed kan ha vært mindre terskel for å ta med seg jobben hjem. Det kan likevel betraktes som en mulig svakhet at man i praksis ikke kan jobbe hvor som helst på grunn av for tunge modeller eller for svake internettforbindelser. Om hjemmekontor videreføres og forutsetningene med å ha god nok internettforbindelse ikke innfris, vil det potensielt kunne bli en hindring for utviklingen av BIM.

5.3.4 Oppsummering forskningsspørsmål 3

De ulike perspektivene og det ulike synet på hensiktsmessigheten ved tidsbruk i BIM-modellen mellom prosjekterende og byggherre kan være med på å skape en uenighet rundt hva som er mest effektivt for prosjektet SNR. Tidsbruk og detaljgrad i BIM henger i stor grad sammen og

informanter fra prosjekterende er usikre på om tiden brukt til å detaljere i modellen nødvendigvis vil gi merverdi for prosjektet. Ifølge Peppard og Ward (2007, s. 2) er ikke alle resultater i et prosjekt gevinster. Prosjektet SNR sin effektivitet kan ifølge flere informanter anses som redusert gjennom å ha brukt mye tid i BIM. Et annet aspekt som spiller inn på tidsbruk og effektivitet er at det må utrettes både en fullverdig 3D-modell samt 2D-tegninger manuelt, noe som for mange i utvalget oppleves som lite hensiktsmessig tidsbruk. Det at ikke alle i prosjektets verdikjede er villig til å jobbe kun etter 3D-modell går utover prosjektets effektivitet.

Å jobbe kun etter BIM var visjonen til byggherre i prosjekt SNR, noe entreprenørene ikke ønsket å gjøre. Dette viser at det er en interessekonflikt mellom aktørene i verdikjeden. Man kan forsøke å løse konflikten gjennom å kommunisere ut viktigheten av å kun bruke BIM over hele verdikjeden, men det er også en mulighet å utvikle visningsverktøyene for BIM på byggeplass. Dette er to faktorer som kan være med på å få alle i verdikjeden til å se viktigheten av at alle anvender kun 3D-modellen i prosjektet SNR, samt å få entreprenørene med på å påvirke utviklingen i bruken av BIM i norske byggeprosjekter.

En annen faktor som kan være med på å skyte fart i bruken av BIM som verktøy på byggeplass er et kommende generasjonsskifte i byggebransjen. Det kommer fram at det vært mangel på norsk ungdom som ønsker å jobbe i byggebransjen, noe som kan løses gjennom å i større grad bruke digitale verktøy i arbeidsmetoder. En slik løsning kan være med på å få i gang det generasjonsskiftet som mange i utvalget mener er en katalysator for å øke bruken av BIM og utvikle byggebransjen positivt.

Møtevirksomheten som følge av koronapandemien har blitt mer effektiv ved at BIM har blitt brukt i stor grad. Det har vært lettere for prosjekterende å vise modell til byggherre noe som har ført til effektivitet med tanke på prosjektets gang. Selv om effektiviteten har gått opp i møtevirksomhet kan det anees som lite effektivt at det er tunge modeller å laste opp for involverte som ikke har sterk nok internettilslutning. Dette viser at BIM har potensiale til forbedring for en mer effektiv prosess når man jobber hjemmefra.

6 Konklusjon

I dette konklusjonskapittelet konkluderes forskningsspørsmålene først i delkapittel 6.1, deretter blir problemstillingens konklusjon presentert i delkapittel 6.2.

6.1 Konklusjon av forskningsspørsmål

Denne oppgaven har belyst problemstillingen:

Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?

For å besvare problemstillingen ble det utarbeidet tre forskningsspørsmål. I empiri- og diskusjonskapittelet ble det avdekket at mange av poengene som kom fram gjennom disse spørsmålene hadde sammenhenger med hverandre. Under presenteres konklusjonen av problemstillingens forskningsspørsmål:

Forskingsspørsmål 1: Hvordan håndteres koordinering mellom byggherre og prosjekterende ved bruk av BIM?

Svaret på forskningsspørsmålet viser at BIM generelt har en positiv innvirkning på koordineringen selv om koordineringen ved bruk av BIM fremdeles er et relativt nytt aspekt for bransjen. Et problem som ble belyst er mangelen eller kjennskapen rundt en forent forventningsavklaring i form av et rammeverk, for prosjektet. Det faktum at det er utrettet et rammeverk for prosjektet som er knyttet til arbeid i BIM viser en mangel på god nok kommunikasjon mellom de ulike aktørene i verdikjeden. Ubevisstheten blant både prosjekterende og byggherre om hva 3D-modellen skal brukes til, spesielt i ettertid, er nok en indikasjon på manglende kommunikasjon og avklaringer. Å initiere en gruppe som er ansvarlig for kompatibilitet og deling av informasjon av BIM i prosjektet SNR kan muliggjøre ønsket om at alle i verdikjeden anvender kun BIM i sitt arbeid.

Forskingsspørsmål 2: Opplevs detaljgraden i BIM som hensiktsmessig i norske byggeprosjekter?

Som svar på forskningsspørsmålet viser det seg at det er en distinkt forskjell på opplevelsen av detaljgradens hensiktsmessighet. Det kommer fram av oppgaven at prosjekterende og byggherre innehar forskjellige perspektiv, noe som fører til at de har ulike mål for prosjektet.

Byggherre ser verdien av en høy detaljgrad der de ser verdien av modellen etter prosjektet mens prosjekterende ikke ser hensikten med så høy detaljgrad. Dette knyttes tydelig sammen med forskningsspørsmål 1 der det viser en kommunikasjonsmangel på hva BIM faktisk skal brukes til.

Enigheten mellom prosjekterende og byggherre om at det er manglende opplæring i bruken av BIM viser at det kan påvirke informantenes evne til å anvende modellen optimalt. Manglende opplæring blant informantene kan være med på å påvirke deres oppfattelse av hvor overveldende modellen oppleves. Samtidig viser empirien at manglende opplæring ikke har noe direkte sammenheng med om man opplever at detaljgraden er hensiktsmessig.

Forskningsspørsmål 3: Hvordan kan detaljnivået i BIM påvirke effektiviteten til norske byggeprosjekter?

Svaret på forskningsspørsmålet viser at det er en forskjell på opplevd hensiktsmessighet av tidsbruken i BIM. Prosjekterende opplever at tiden anvendt i BIM ikke er effektiv nok, men byggherre mener at tiden brukt i modellen er vel anvendt tid. Dette viser at det er en sammenheng mellom opplevd tidsbruk i BIM og hensiktsmessigheten av detaljgraden i prosjektet SNR. Effektiviteten har ifølge flere i utvalget blitt redusert gjennom å bruke tiden man har til rådighet til å detaljere 3D-modellen i for stor grad.

Et annet aspekt som tydelig spiller inn på prosjektets effektivitet er at det utarbeides 2D-tegninger manuelt og samtidig en fullverdig 3D-modell, noe som ikke hadde vært nødvendig hvis alle i verdikjeden kun hadde anvendt BIM. Dette viser også en manglende kommunikasjonsevne i verdikjeden der byggherre ikke har fått igjennom sin visjon om en papirløs byggeplass. Andre faktorer som påvirker entreprenørens ønske om å bruke BIM på byggeplass er mangelen på gode visningsverktøy og at bransjen er konservativ. Et generasjonsskifte ville ifølge informantene kunne skyte fart i digitaliseringen av byggebransjen. Om entreprenørene hadde anvendt BIM i sitt arbeid ville effektiviteten i prosjektet kunne økt betraktelig.

6.2 Konklusjon av problemstilling

Svarene fra forskningsspørsmålene viser at det er mange aspekter knyttet til bruken av BIM som påvirker gjennomføringen av norske byggeprosjekter. Koordineringen mellom prosjekterende og byggherre har kommet et stykke på vei, men samtidig er det et stort forbedringspotensial. Byggherre har utfordringer med å fremme sin visjon om å kun anvende

3D-modell og skape unison enighet over hele verdikjeden om den ideelle praksisen i byggeprosjektet. Detaljgraden i BIM påvirker hvor mye tid de involverte i prosjektet bruker i modellen. Basert på hva målet med prosjektet er, viser det seg at det er uenighet mellom prosjekterende og byggherre. Man ser at det er en sammenheng mellom manglende kommunikasjon fra byggherre om behov for detaljgraden i BIM og prosjekterende sin opplevde nytte av detaljgraden. Det opplevde merarbeidet hos prosjekterende over at det utrettes en fullverdig 3D-modell samt 2D-tegninger manuelt henger sammen med den manglende viljen hos entreprenørene i å anvende 3D-modellen på byggeplass. Dette har også en sammenheng med den manglende enigheten om prosjektets mål, som ikke er unison over hele verdikjeden.

Basert på forskningsspørsmålene kan det konkluderes med at bransjen er tjent med å skape en tydelig visjon av hva BIM skal brukes til. Videre må denne kommuniseres ut til alle aktører i verdikjeden. Når alle aktører i verdikjeden har en unison oppfatning av hva BIM skal brukes til, kombinert med større fokus på opplæring, vil man ytterligere kunne realisere gevinster ved bruk av BIM. For at entreprenøren kun skal benytte seg av 3D-modellen i BIM, er det også behov for utvikling av visningsverktøy på byggeplass. Dette er faktorer som vi har funnet som viktige for å optimalisere bruken av BIM i norske byggeprosjekter. Bruken av BIM har uten tvil påvirket norske byggeprosjekter på ulike måter, men det er samtidig aspekter ved bruken av modellen over hele verdikjeden hvor mulige gevinster ikke realiseres.

7 Avslutning

Denne oppgaven har tatt for seg digitalisering av norsk byggebransje ved bruk av BIM som verktøy. Gjennom dette har det blitt undersøkt hvordan bruken av BIM påvirker gjennomføringen av prosjektet SNR. Vi har da sett spesielt på påvirkningen bruken av BIM har på koordineringen mellom aktører i verdikjeden, opplevd hensiktsmessighet av nåværende detaljgrad og effektiviteten i norske byggeprosjekter.

Opgaven avgrenses som nevnt i delkapittel 1.6 til å omhandle tidligfasen av prosjektet SNR. Dette medfører en risiko for at oppgaven ikke omfavner en stor nok del av verdikjeden til å være representativ for bransjen som helhet. I tillegg er det kun undersøkt ett prosjekt i oppgaven, og det er dermed heller ikke sikkert at funnene i denne oppgaven vil kunne være relevant for andre prosjekter. Samtidig finnes det mange likhetstrekk mellom store sykehus til tross for kompleksiteten til de ulike prosjektene. Dette kan være med på å gjøre oppgaven mer overførbart til andre lignende prosjekter.

Det teoretiske rammeverket for denne oppgaven har bidratt til å skape sammenheng mellom de ulike perspektivene aktørene i verdikjeden innehar opp mot aksept for anvendelse av teknologi. Å se denne sammenhengen har hjulpet oss med å forstå hvorfor det er ulike oppfatninger av nytten man får ved å bruke BIM i norske byggeprosjekter. Nyttens av å forstå hvordan man realiserer gevinster ved bruk av teknologi har bidratt til mer inngående forståelse av hvilke tiltak som kan være bidragsgivende for gevinstrealisering ved bruk av BIM i norske byggeprosjekter.

Med utgangspunkt i oppgavens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål bør videre forskning undersøke andre faser i et byggeprosjekt. Vi har sett på påvirkningen bruken av BIM har i tidligfasen av byggeprosjekt. Å undersøke andre faser i byggeprosjekter kan være med på å få fram andre synspunkt på bruksområdene BIM har. Det vil være interessant å undersøke om denne påvirkningen er forskjellig i andre faser av prosjektet.

I denne oppgaven har utvalget bestått av informanter fra prosjekterende og byggherre, som er aktører i verdikjeden av prosjektet. For videre forskning vil det også være interessant å undersøke hvordan de andre aktørene i verdikjeden av et byggeprosjekt ser på påvirkningen bruken av BIM har i norske byggeprosjekter. Det vil spesielt være interessant å undersøke entreprenørenes syn på bruken av BIM i byggeprosjekter, som ble diskutert i denne oppgaven.

Påvirkningen ved bruken av BIM har flere mulige områder for videre forskning. Oppgaven oppleves av oss som et nyttig bidrag til kunnskap rundt fenomenet BIM og for videre forskning

for dette området. Vi ser fram til å følge videre forskning på dette feltet og utviklingen bruken av BIM har for byggebransjen.

Referanser

- Andersen, E. S. (2015). *Do project managers have different perspectives on project management?* <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.09.007>
- Arefazar, Y., Nazari, A., Hafezi, M. R., & Maghool, S. A. H. (2019). *Prioritizing agile project management strategies as a change management tool in construction projects*. 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1644757>
- Barnes, P., & Davies, N. (2015). *BIM in Principle and in Practice*.
- Bradley, A., Li, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71, 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.019>
- Brinkmann, S., & Tanggaard, L. (2012). *Kvalitative metode—Empiri og teoriutvikling* (1. utgave). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Bråthen, K., Flyen, C., Moland, L. E., Moum, A., & Skinnarland, S. (2016). *SamBIM - Bedre samhandling i byggeprosessen med BIM som katalysator* (s. 200) [Hovedrapport]. <https://www.fafo.no/images/pub/2016/20602.pdf>
- Busch, T. (2014). *Akademisk skriving for bachelor- og masterstudenter* (2. opplag). Fagbokforlaget Vigmostad og Bjerke AS.
- Bygg21. (2015). *Veileder for fasenormen «Neste Steg» -Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. <https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf>
- Bygg21. (2019). *Flinke folk på riktig plass til rett tid—Etter oppdrag fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet*. https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/00000_interaktiv_arb.gr_.6_veileder_kompetanse.pdf

- Byggenæringens landsforening. (2017). *Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen før økt bærekraft og verdiskapning*.
<https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-bae.pdf>
- Chen, K. (2015). *A Strategic Decision Making framework for Organisational BIM implementation*. 199.
- COWI. (u.å.). *Merk resultater*. COWI. Hentet 5. mai 2022, fra <https://www.cowi.no/merk-resultater?category=sykehus-og-helsebygg&country=norge>
- COWI. (2021, mai 18). *COWI og Arkitema signerer kontrakt for Sjukehuset Nordmøre og Romsdal*. COWI. <https://www.cowi.no/om-cowi/nyheter-og-presse/cowi-og-arkitema-signerer-kontrakt-for-sjukehuset-nordmoere-og-romsdal>
- Czmoch, I., & Pełkala, A. (2014). *Traditional Design versus BIM Based Design*.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048>
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022, april 19). *Prosjekteringsprosessen*. Direktoratet for byggkvalitet.
<https://dibk.no/Templates/DIBK/Pages/Veiledninger/Print/PrintChapter.aspx?chapterId=29198>
- Direktoratet for økonomistyring. (2010). *Gevinstrealisering—Planlegging for å hente ut gevinster av offentlige prosjekter*.
<https://dfo.no/sites/default/files/fagomr%C3%A5der/Gevinstrealisering/Veileder-i-gevinstrealisering.pdf>
- Eastman, C. M. (Red.). (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (2. ed). Wiley.
- Flak, L. S. (2012). *Gevinstrealisering og offentlige IKT-investeringer*. Universitetsforlaget AS.

- Fremtidens Byggenæring. (2017, august 9). Parametrisk modellering: – Bedre enn standard BIM. *Fremtidens Byggenæring*. <https://www.fremtidensbygg.no/parametrisk-modellering-bedre-enn-standard-bim/>
- Helse Møre og Romsdal. (2022, januar 13). *Om SNR*. <https://helse-mr.no/sjukehuset-nordmore-og-romsdal/om-snr>
- Herzberg, F., Mausner, B., & Snyderman, B. B. (1959). *The Motivation to Work*.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2020). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag* (4. utgave). Abstrakt forlag.
- Kuvaas, B. (2005). *Belønning og motivasjon: Ytre og indre motivasjon som kilder til innsats og kvalitet i arbeidslivet. Hvordan kan frynsegoder bli belønning?* Cappelen Akademisk Forlag.
- Kvålshaugen, R., Wennes, G., & Nesse, J. G. (2019). *Organisere og lede—Dilemmaer i praksis*. Vigmostad & Bjørke AS.
- Langlo, J. A., Bakken, S., Karud, O. J., Malm, E., & Andersen, B. (2013). *Problemmotat—Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*. <https://docplayer.me/998231-Maling-av-produktivitet-og-prestasjoner-i-byggenæringen-direktoratet-for-byggkvalitet-dibk-dato-2013-12-20.html>
- Lee, S., Yu, J., & Jeong, D. (2013). *BIM Acceptance Model in Construction Organizations*. <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000252>
- Lynneberg, T. (2021, januar 25). *St. Olavs hospital: – Viser frem det beste i oss*. <https://www.fremtidensbygg.no/st-olavs-hospital-viser-frem-det-beste-i-oss/>
- Miettinen, R., & Paavola, S. (2014). *Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling*. 43, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.009>

- Moen, S. E., & Moland, L. E. (2010). *BygningsInformasjonsModellering (BIM)—En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska* (s. 60). FAFO.
https://www.fafo.no/media/com_netsukii/20175.pdf
- Nerdrum, P. (1998). *Mellom sannhet og velferd: Etiske dilemmaer i forskning belyst ved et eksempel*.
- Osmundsen, K., Iden, J., & Bygstad, B. (2018). *Hva er digitalisering, digital innovasjon og digitaltransformasjon? En litteraturstudie*.
https://www.researchgate.net/publication/329443799_Hva_er_digitalisering_digital_innovasjon_og_digital_transformasjon
- Peppard, J., & Ward, J. (2007). *Business Benefits from IT Investments*. 12.
- Ramlall, S. (2004). *A Review of Employee Motivation Theories and their Implications for Employee Retention within Organizations*. 13.
- Ryen, A. (2012). *Det kvalitative intervjuet—Fra vitenskapsteori til feltarbeid* (4. utg.).
- Samset, K. (2014). *Prosjekt i tidligfasen—Valg av konsept* (2. utgave).
- Sohi, A. J., Hertogh, M., Bosch-Rekveltdt, M., & Blom, R. (2016). *Does Lean & Agile Project Management Help Coping with Project Complexity?*
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.186>
- Soliman, S. (2021). *Effect of Covid-19 crisis upon the usage of Digital construction*.
https://www.researchgate.net/publication/355907538_Effect_of_Covid-19_crisis_upon_the_usage_of_Digital_construction
- Song, L., Mohamed, Y., & AbouRizk, S. M. (2009). *Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance*. 25(1), 12–20.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2009\)25:1\(12\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2009)25:1(12))
- Standard Norge. (2018). *NS-EN ISO 19650-1:2018*. Standard Norge.
- Sykehusbygg. (2019, august 20). *Om oss*. Sykehusbygg. <https://sykehusbygg.no/om-oss>

- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse—En innføring i kvalitative metoder* (5. utg.). Vigmostad & Bjørke AS.
- Todsén, S. (2018, januar 19). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg—SSB*.
<https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Tørstad, E. S. (2019). *BIM-manualen er et levende dokument som vil bli revidert fortløpende i prosjektet*. 36.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Ward, J., & Daniel, E. (2006). *Benefits management: Delivering Value from IS and IT Investments*.
- Westgaard, H., Arge, K., & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*. Arkitektbedriftene.
<https://www.sintef.no/globalassets/upload/prosjekteringsplanlegging-og-ledelse.pdf>
- World Economic Forum. (2016). *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-construction-a-breakthrough-in-mindset-and-technology/>
- Yoo, Y. (2010). *Computing in everyday life: A call for research on experiential computing*.
https://www.researchgate.net/publication/220260292_Computing_in_Everyday_Life_A_Call_for_Research_on_Experiential_Computing

Vedlegg

Oversikt over oppgavens vedlegg:

Vedlegg 1 – Informasjonsskriv og samtykkeskjema (3 sider)

Vedlegg 2 – Intervjuguide for prosjekterende (4 sider)

Vedlegg 3 – Intervjuguide for byggherre (4 sider)

Vedlegg 4 – Skjermdump fra NVIVO av kategorier og koder (1 side)

Vedlegg 1 – Samtykkeskjema og informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet om BIM i norske byggeprosjekter?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke om Bygningsinformasjonmodellering (BIM) kan påvirke norske byggeprosjekter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med dette forskningsprosjektet er å undersøke om bruken av BIM i dag kan påvirke norske byggeprosjekter. Dette forskningsprosjektet er en masteroppgave.

Med bakgrunn i formålet nevnt over ble følgende problemstillingen valgt: «*Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?*»

For å kunne svare på problemstillingen er det utarbeidet noen forskningsspørsmål for å belyse målet med oppgaven:

1. *Hvordan håndteres koordinering mellom prosjekterende og byggherre ved bruk av BIM?*
2. *Opplevs detaljgraden i BIM som hensiktsmessig i norske byggeprosjekter?*
3. *Hvordan kan detaljnivået i BIM påvirke effektiviteten til norske byggeprosjekter?*

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet ved fakultet for økonomi (ØK) / NTNU Handelshøyskolen er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget i dette forskningsprosjektet er strategisk utvalgt og de som er i utvalget ansees å ha relevant kunnskap og erfaring knyttet til prosjektets problemstilling og forskningsspørsmål. De som har blitt spurt om å være med på intervju har blitt anbefalt av andre involverte i forskningsprosjektet, nettopp på bakgrunn av relevant kunnskap og erfaring.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du stiller til et dybdeintervju. Dette intervjuet vil ta ca. 1 time, og vil inneholde spørsmål som omhandler om nevnte forskningsspørsmål. Intervjuet vil bli tatt opp og transkribert i ettertid. Det vil bli spurt om alder og rolle i intervjuet for å kunne sammenligne svar vi får fra undersøkelsen.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Studentene med ansvar for forskningsoppgaven og veileder vil ha tilgang til data hentet fra intervju. Alle personopplysninger som kommer fram i intervjuet vil bli erstattet med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data. Alt datamateriale fra intervju vil lagres internt fram til forskningsprosjektets slutt.

Deltakerne i forskningsprosjektet vil ikke kunne gjenkjennes ved eventuell publisering av oppgaven.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er ca 24.05.2022. Ved prosjektslutt vil personopplysninger og eventuelle opptak slettes.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet (NTNU) har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Veileder NTNU: Tor Erik Evjemo. Telefon: 900 88 001. Epost: Tor.Erik.Evjemo@dnv.com

Studenter:

Joachim Berg Rønning. Telefon: 926 72 997. Epost: joachr@stud.ntnu.no

Tor Øyvind Nøvik. Telefon: 414 59 636. Epost: toron@stud.ntnu.no

Vårt personvernombud:

Thomas Helgesen. Telefon: 930 79 038. Epost: thomas.helgesen@ntnu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Tor Erik Evjemo
(Forsker/veileder)

Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning
(Studenter)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet detaljeringsgrad av BIM i norske byggeprosjekter, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2 – Intervjuguide for prosjekterende

Intervjuguide for prosjekterende – Masteroppgave våren 2022

Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning

Del 1 - Informasjon

Dette intervjuet vil bli utført av studentene Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning, som går en master i Ledelse av teknologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Joachim Berg Rønning har bakgrunn fra digital forretningsutvikling ved NTNU Gløshaugen med tilhørende bachelorgrad. Tor Øyvind Nøvik har bakgrunn fra kraftbransjen med fagbrev som energimontør og bachelorgrad i elkraftteknikk. Tor har jobbet for konsulentselskapet COWI AS som elektroingeniør i snart 3 år. I løpet av denne tiden har han jobbet på mange store offentlige byggeprosjekt, og i stor grad brukt BIM som verktøy.

Vi er nå på vårt siste semester på masteren, og skal i den sammenheng skrive vår hovedoppgave i samarbeid med COWI AS. I oppgaven ønsker vi å undersøke hvordan BIM kan påvirke gjennomføringen av norske byggeprosjekter.

Bakgrunnen for oppgaven, og denne undersøkelsen, er at gruppe medlemmet som har jobbet som fagarbeider og som prosjekterende har lurt på hvordan den høye detaljgraden i BIM påvirker prosjektene. I tillegg viser tall fra SSB at produktiviteten til byggebransjen har gått ned, mens den samtidig har gått opp hos andre bransjer. Målet for undersøkelsen vil derfor være å høre hva medarbeidere i ulike strategisk utvalgte stillinger har observert og mener om dagens bruk av BIM som verktøy. I denne undersøkelsen har vi som formål å samle inn data gjennom semistrukturerte intervju med forhåndsbestemte spørsmål. I løpet av intervjuet vil du bli spurt om hvordan du bruker BIM i din daglige jobb. Videre vil det settes søkelys på tidsbruken det kreves for å lage en god BIM-modell, og hva som forventes av byggherre. I tillegg vil det spørres om hvilke fordeler og/eller utfordringer du ser med ytterlig økt detaljeringsgrad i framtidige BIM, og om det kan gjøre byggeprosessen mer effektiv uten at det går utover prosjektets kvalitet.

Intervjuene vil bli gjennomført individuelt og anonymt, og vil ta utgangspunkt i et valgt prosjekt. De vil vare i ca. en time, og vil tas opp som lydopptak. For å ta opp intervjuet vil Nettskjema.no brukes. Ved bruk av Nettskjema.no vil opptaket ikke lagres direkte på enheten som brukes for opptak, men heller lagres på sikret hjemmeside som krever innlogging med

person-ID. Ved digitale intervju vil Microsoft Teams brukes. Intervjuet vil bli transkribert, og lydopptaket slettes ved oppgavens slutt. I tillegg vil du motta et samtykkeskjema for å sikre at du holdes anonym. Informasjon som kan bli brukt om deg i oppgaven er stilling og alder. Samtykkeskjema og informasjonsskriv bes signeres av informanter.

Er det noen spørsmål utover informasjon gitt over?

Lydopptaket vil nå startes.

Del 2 – Spørsmål

Målet med denne delen er å skaffe informasjon om informanter og hvilken rolle hun/han har i prosjektet. Videre vil spørsmålene dreie seg rundt utvalgte forskningsspørsmål og for prosjektet Sjukehuset Nordmøre og Romsdal (SNR).

A. Åpningsspørsmål:

- Hvor gammel er du?
- Hvilken stilling har du i firmaet du jobber i?
- Hvor lenge har du jobbet med prosjektet SNR?
- Hvilken rolle har du i prosjektet?
- Hva innebærer dine hverdagslige arbeidsoppgaver i prosjektet?
- Hva er dine viktigste oppgaver i prosjektet?
- Hvor lenge har du jobbet med BIM som verktøy?
- Har du jobbet i bransjen før BIMing ble innført?
- På hvilken måte bruker du BIM som verktøy i prosjektet?

B. Koordinering mellom prosjekterende og byggherre:

- Hvordan opplever du at bruken av BIM påvirker koordineringen mellom prosjekterende og byggherre i prosjektet?
- Styrer forventningene byggherren har til prosjektet, måten du jobber i prosjektet?
- Hvordan opplever du at byggherren forholder seg til detaljnivået i BIM?
 - Ønsker mer detaljer i modellen
 - Ønsker ikke å ha med enkelte detaljer som er laget av prosjekterende
 - Likegyldig til et eventuelt videre økt detaljnivå.
- Opplever du at det er noe rammeverk/standard for hvor detaljert BIMe skal være?
 - Hvis ja, hvordan brukes/praktiseres det?
- Opplever du at det er en forskjell på hva som blir avtalt av detaljer i en BIM-modell og hva som faktisk kreves under tidligfasen?

C. Tidsbruk lagt ned i BIM

- Opplever du at tiden brukt for å lage en BIM-modell er hensiktsmessig?

- Hva er hovedfokuset ved arbeid på modellen?
 - Å få ferdig pakker innen tidsfrister selv om det finnes mangler.
 - Å få laget en god og nøyaktig modell selv om dette går noe over opprinnelig planlagt tid.
- Opplever du at detaljeringsgraden i BIM øker?
 - Om ja; Hvem/hva er det som driver denne økningen?
- Har noen i prosjektets verdikjede ytret at det brukes for mye tid i BIM?
 - Er dette ytret av noen i egen organisasjon?
 - Er det ytret av noen andre i verdikjeden?
- Har du sett tilfeller av overdreven/underdreven nøyaktighetsgrad i BIM, hvor du har undret på om det vil bli brukt videre?
- Ville du helst sett at noe hadde blitt gjort på en annen måte?
 - Hva bør man fokusere mer på?
 - Hva bør man fokusere mindre på?

D. Gevinster ved bruk av BIM som verktøy – effektivitet

- Hvordan oppleves prosessen med bruk av BIM som verktøy?
 - Har du fått god opplæring i bruken av BIM?
 - Hva er hovedfokuset når du skal arbeide i BIM?
 - Opplever du ofte at BIM er overveldende?
 - Opplever bruken av BIM i Prosjekt SNR som en hindring eller som en fordel?
- Opplever du at fokuset i dagens BIM-modell i Prosjekt SNR er på kvalitet eller effektivitet?
 - Hvis hovedfokuset ligger på kvalitet, mener du det er et riktig fokus?
 - Hvis hovedfokuset ligger på effektivitet, mener du det er et riktig fokus?
 - Hvis begge deler legges vekt på, mener du det er et riktig fokus?
- Opplever du at et endret detaljnivå i BIM kan påvirke kvaliteten til prosjektet?
- Hvordan tror du bruken av BIM som verktøy har påvirket arbeidshverdagen under den pågående korona-pandemien?
 - Positive effekter
 - Negative effekter
- Opplever du at byggherre ønsker et enda høyere detaljeringsnivå i framtidige BIM?
- Tror du det kan være hensiktsmessig å ha mer eller mindre informasjon i en BIM-modell?

Del 3 – oppsummering

Til slutt ønsker vi å oppsummere ved å gå gjennom hovedpunktene i intervjuet. I tillegg vil det her bli mulighet til å gi kommentarer utover spørsmålene spurt over.

Problemstillingen vi har valgt for denne oppgaven er;

Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?

- Hvis du kunne vært med å legge føringer for hvordan BIM som verktøy skal brukes videre i byggebransjen i Norge, hvordan ville du påvirket det?
- Hvordan tror du byggebransjen i Norge vil utvikle seg med tanke på digitale verktøy i framtiden?

Gjennomgang av hovedpunkter fra tidligere spørsmål for å unngå misforståelser og å hindre at ikke noe er uklart.

Ønsker du å legge til noe mer, eller har du en kommentar utover det som er gjennomgått i dette intervjuet?

Avslutningsvis vil vi spørre deg om det er greit at vi tar kontakt på epost for oppklarings spørsmål eller eventuelt ytterlige spørsmål?

Takk for samarbeidet og for at du stilte til intervju!

Vedlegg 3 – Intervjuguide for byggherre

Intervjuguide – Masteroppgave våren 2022

Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning

Del 1 - Informasjon

Dette intervjuet vil bli utført av studentene Tor Øyvind Nøvik og Joachim Berg Rønning, som går en master i Ledelse av teknologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Joachim Berg Rønning har bakgrunn fra digital forretningsutvikling ved NTNU Gløshaugen med tilhørende bachelorgrad. Tor Øyvind Nøvik har bakgrunn fra kraftbransjen med fagbrev som energimontør og bachelorgrad i elkraftteknikk. Tor Øyvind har jobbet for konsultentselskapet COWI AS som elektroingeniør i snart 3 år. I løpet av denne tiden har han jobbet på mange store offentlige byggeprosjekt, og i stor grad brukt BIM som verktøy.

Vi er nå på vårt siste semester på masteren, og skal i den sammenheng skrive vår hovedoppgave i samarbeid med COWI AS. I oppgaven ønsker vi å undersøke hvordan BIM kan påvirke gjennomføringen av norske byggeprosjekter.

Bakgrunnen for oppgaven, og denne undersøkelsen, er at gruppe medlemmet som har jobbet som fagarbeider og som prosjekterende har lurt på hvordan den høye detaljgraden i BIM påvirker prosjektene. I tillegg viser tall fra SSB at produktiviteten til byggebransjen har gått ned, mens den samtidig har gått opp hos andre bransjer. Målet for undersøkelsen vil derfor være å høre hva medarbeidere i ulike strategisk utvalgte stillinger har observert og mener om dagens bruk av BIM som verktøy. I denne undersøkelsen har vi som formål å samle inn data gjennom semistrukturerte intervju med forhåndsbestemte spørsmål. I løpet av intervjuet vil du bli spurt om hvordan du bruker BIM i din daglige jobb. Videre vil det settes søkelys på tidsbruken det kreves for å lage en god BIM-modell. I tillegg vil det spørres om hvilke fordeler og/eller utfordringer du ser med ytterlig økt detaljeringsgrad i framtidige BIM, og om det kan gjøre byggeprosessen mer effektiv uten at det går utover prosjektets kvalitet.

Intervjuene vil bli gjennomført individuelt og anonymt, og vil ta utgangspunkt i et valgt prosjekt. De vil vare i ca. en time, og vil tas opp som lydopptak. For å ta opp intervjuet vil Nettskjema.no brukes. Ved bruk av Nettskjema.no vil opptaket ikke lagres direkte på enheten som brukes for opptak, men heller lagres på sikret hjemmeside som krever innlogging med person-ID. Ved digitale intervju vil Microsoft Teams brukes. Intervjuet vil bli transkribert, og lydopptaket slettes ved oppgavens slutt. I tillegg vil du motta et samtykkeskjema for å sikre at du holdes anonym. Informasjon som kan bli brukt om deg i oppgaven er stilling og alder. Samtykkeskjema og informasjonsskriv bes signeres av informanter.

Er det noen spørsmål utover informasjon gitt over?

Lydopptaket vil nå startes.

Del 2 – Spørsmål

Målet med denne delen er å skaffe informasjon om informanten og hvilken rolle hun/han har i prosjektet. Videre vil spørsmålene dreie seg rundt utvalgte forskningsspørsmål.

A. Åpningsspørsmål

- Hvor gammel er du?
- Hvilken stilling har du i firmaet du jobber i?
- Hvor lenge har du jobbet med prosjekt SNR?
- Hvilken rolle har du i prosjektet?
- Hva innebærer dine hverdagslige arbeidsoppgaver i prosjektet?
- Hva er dine viktigste oppgaver i prosjektet?
- Hvor lenge har du jobbet med BIM som verktøy?
- Har du jobbet i bransjen før BIMing ble innført?
- På hvilken måte bruker du BIM som verktøy i prosjektet?

B. Koordinering mellom prosjekterende og byggherre

- Hvordan opplever du at bruken av BIM påvirker koordineringen mellom byggherre og prosjekterende i prosjektet?
- Har du et forhold til hva nestemann i verdikjeden (prosjekterende) har behov for?
- Hvordan opplever du at prosjekterende forholder seg til detaljnivået i BIM?
 - Ønsker mer detaljer i modellen
 - Ønsker ikke å ha med enkelte detaljer som er laget av prosjekterende
 - Likegyldig til et eventuelt videre økt detaljnivå.
- Opplever du at det er noe rammeverk/standard for hvor detaljert BIMe skal være?
 - Hvis ja, hvordan brukes det?
- Opplever du at det er en forskjell på hva som blir avtalt av detaljer i en BIM-modell og hva som faktisk blir levert under tidligfasen?

C. Tidsbruk lagt ned i BIM

- Opplever du at tiden brukt for å lage en BIM-modell er hensiktsmessig?
- Hva er hovedfokuset ved arbeid på modellen?

- Motta ferdige pakker innen tidsfrister selv om det finnes mangler.
- Motta en god og nøyaktig modell selv om dette går noe over opprinnelig planlagt tid.
- Opplever du at detaljeringsgraden i BIM øker?
 - Om ja; Hvem er det som driver denne økningen?
- Har noen i prosjektets verdikjede ytret at det brukes for mye tid i BIM?
 - Er dette ytret av noen i egen organisasjon?
 - Er det ytret av noen andre i verdikjeden?
- Har du sett tilfeller av overdreven/underdreven nøyaktighetsgrad i BIM, hvor du har undret på om det vil bli brukt videre?
- Ville du helst sett at noe hadde blitt gjort på en annen måte?
 - Hva bør man fokusere mer på?
 - Hva bør man fokusere mindre på?

D. Gevinster ved bruk av BIM som verktøy – effektivitet

- Hvordan oppleves prosessen med bruk av BIM som verktøy?
 - Har du fått god opplæring i bruken av BIM?
 - Hva er hovedfokuset når du skal arbeide i BIM?
 - Opplever du ofte at BIM er overveldende?
 - Opplever bruken av BIM i prosjekt SNR som en hindring eller som en fordel?
- Opplever du at fokuset i dagens BIM-modell i prosjekt SNR er på kvalitet eller effektivitet?
 - Hvis hovedfokuset ligger på kvalitet, mener du det er et riktig fokus?
 - Hvis hovedfokuset ligger på effektivitet, mener du det er et riktig fokus?
 - Hvis begge deler legges vekt på, mener du det er et riktig fokus?
- Opplever du at et endret detaljnivå i BIM kan påvirke kvaliteten til prosjektet?
- Hvordan tror du bruken av BIM som verktøy har påvirket arbeidshverdagen under den pågående koronapandemien?
 - Positive effekter
 - Negative effekter
- Tror du det kan være hensiktsmessig å ha mer eller mindre informasjon i en BIM-modell?

Del 3 – oppsummering

Til slutt ønsker vi å oppsummere ved å gå gjennom hovedpunktene i intervjuet. I tillegg vil det her bli mulighet til å gi kommentarer utover spørsmålene spurt over.

Problemstillingen vi har valgt for denne oppgaven er;

Hvordan påvirker bruken av BIM gjennomføringen av norske byggeprosjekter?

- Hvis du kunne vært med å legge føringer for hvordan BIM som verktøy skal brukes videre i byggebransjen i Norge, hvordan ville du påvirket det?
- Hvordan tror du byggebransjen i Norge vil utvikle seg med tanke på digitale verktøy i framtiden?

Gjennomgang av hovedpunkter fra tidligere spørsmål for å unngå misforståelser og å hindre at ikke noe er uklart.

Ønsker du å legge til noe mer, eller har du en kommentar utover det som er gjennomgått i dette intervjuet?

Avslutningsvis vil vi spørre deg om det er greit at vi tar kontakt på epost for oppklaringsspørsmål eller eventuelt ytterligere spørsmål?

Takk for samarbeidet og for at du stilte til intervju!

Vedlegg 4 – Skjermdump fra NVIVO av kategorisering og koder

Codes					
Search Project					
Name	Files	References	Modified on		
○ 2D (dobbel opp)	9	50	08.05.2022 11.29		●
○ Koordinering	9	58	08.05.2022 11.30		●
○ Forventningsavklaring	9	117	08.05.2022 11.30		●
○ Detaljgrad i modell	9	164	08.05.2022 11.31		●
○ Tidsbruk i modell	9	65	08.05.2022 11.32		●
○ Usikkerhet rundt hva modellen skal brukes til i	9	50	08.05.2022 11.32		●
○ BIM er bra	9	97	08.05.2022 11.32		●
○ Ulikt fokus fra ulike aktører	9	36	08.05.2022 11.33		●
○ Mangel på opplæring i bruken av BIM	9	60	08.05.2022 11.33		●
○ Mangel på visningsverktøy	7	52	08.05.2022 11.34		●
○ Beslutninger flyttes til byggeplass	7	29	08.05.2022 11.34		●
○ Gevinst	9	86	08.05.2022 11.35		●
○ 2D (dobbel opp)	0	0	18.03.2022 14.02		●
○ Vanskelig og unødvendig med 2D-tegninger	1	1	18.03.2022 13.52		●
○ Framtiden er kun modell	1	1	18.03.2022 13.47		●
○ SNR burde droppe plantegninger	1	1	18.03.2022 13.47		●
○ Brukte mer tid på byggeplass med å finne siste	1	1	18.03.2022 13.47		●
○ Pga langvarig prosjekt har det blitt 2D og BIM	1	1	18.03.2022 13.43		●
○ Mye feil når man skulle korrigere gamle ferdige	1	1	18.03.2022 13.36		●
○ Unødvendig å produsere både 2D og BIM	1	1	18.03.2022 13.43		●
○ 2D for å bygge etter og BIM for FDV	1	1	18.03.2022 13.34		●
○ 2D-tegninger må sendes ut på nytt hvis det op	1	2	18.03.2022 13.34		●
○ Ekstra dyrt med både BIM og 2D	1	1	18.03.2022 13.34		●
○ Ikke enighet om det skal bygges etter modell el	1	2	17.03.2022 14.59		●
○ Forskjellige forventninger hos ulike entreprenør	1	1	18.03.2022 09.44		●
○ Dobbeltsjekk i solibri og revit	1	1	18.03.2022 13.17		●
○ Styrker med BIM vs tradisjonelle løsninger	1	1	18.03.2022 11.41		●
○ Ikke effektivt med både BIM og 2D	1	1	17.03.2022 14.59		●
○ Både 2D og 3D	1	1	17.03.2022 14.59		●
○ Mer nøyaktig i BIM enn 2D	1	1	18.03.2022 16.24		●
○ Kompetanse bruk av 3D modell vs 2D	1	1	21.03.2022 10.13		●

