



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp

Fakultet for realfag og teknologi

Hvordan kan BIM og digitale verktøy sikre kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi?

How can BIM and Digital Tools Ensure the Continuity between Estimated Costs and Economic Monitoring?

Alexandra Guang-Ling Thorsen

Industriell økonomi

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for realfag og teknologi
Postboks 5003
1432 Ås

<https://www.nmbu.no/>

© 2022 Alexandra Guang-Ling Thorsen

Forord

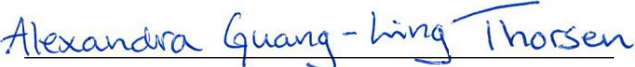
Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2022 ved fakultet for realfag og teknologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven inngår som en avsluttende del av sivilingeniørstudiet industriell økonomi. Temaet for masteroppgaven ble valgt ut ifra egen interesse og i kombinasjon med ønsker fra innovasjonsenheten i AF gruppen, avdeling Oslo. Samtaler med erfarne nøkkelpersoner i byggebransjen har gitt meg innsikt i hvor viktig studiens tematikk er for fremtidens byggenæring.

Studiet industriell økonomi har gitt meg tverrfaglig kompetanse innen økonomi og teknologi, og bidratt til at masteroppgavens tema har vært mulig å undersøke nærmere. Prosessen med å skrive en masteroppgave har vært lærerik og spennende, og jeg har fått mulighet til å undersøke og lære mer om et tema jeg har interesse for. Ved å skrive denne masteroppgaven har jeg oppnådd bedre innsikt i næringen jeg skal starte i.

Jeg ønsker å rette en stor takk til hovedveileder, Gabrielle Bergh, for god veiledning og støtte gjennom arbeidet med masteroppgaven. Videre ønsker jeg å rette en stor takk til ekstern veileder, Øyvind Kjøllesdal, for introduksjon av tema, gode innspill, og tilgjengelighet ved behov. Jeg ønsker også å takke alle informantene som tok seg tid til å bli intervjuet i en hektisk arbeidshverdag. Uten dere hadde ikke masteroppgaven vært gjennomførbare.

En stor takk rettes også til familie og venner for hjelp, støtte, og oppmuntring under arbeidet med masteroppgaven. Til slutt ønsker jeg å takke medstudenter for fem uforglemmelige år på Norges fineste lærested, NMBU.

Ås, 15. mai 2022


Alexandra Guang-Ling Thorsen

Sammendrag

Byggenæringen utgjør en stor del av Norges fastlandsøkonomi, og for å opprettholde verdiskapingen er næringen avhengig av digital transformasjon. Byggeprosjektenes økte kompleksitet fører til økt informasjonsmengde, og behov for flere ansatte ved planlegging og produksjon. Det stilles også større krav til rutiner og økonomisk oppfølging. BIM er en av de mest fremtredende prosessene innen digital utvikling i byggenæringen, og optimaliseringsmulighetene det gir kan bidra til å håndtere prosjekters kompleksitet.

Etter hvert som byggeprosjekts kompleksitet øker, blir det mer krevende å følge opp økonomien. Et funn i denne studien viser at dagens digitale verktøy ikke egnes til oppfølging av økonomi knyttet til kalkylen i utførelsesfasen. Derav er det interessant å undersøke hvordan BIM og digitale verktøy kan bidra til å sikre bedre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Digitalisering, som er et verktøy for digital innovasjon, er derfor en verdifull bidragsyter for å håndtere prosessen knyttet til økonomioppfølging. En virksomhet som har fokus på digital innovasjon er AF gruppen, og i denne studien ble det derfor inngått et samarbeid med AF Gruppen.

Ved gjennomføring av denne studien ble kvalitativ forskningsmetode med semistrukturerte intervju benyttet, for å danne et helhetlig bilde av studiens tema fra entreprenørenes perspektiv. Studiens innsamlede data består av 13 individuelle intervjuer, hvorav informantene er aktører fra byggenæringens entreprenørside med kjennskap til BIM og digitale verktøy, samt kalkyle og økonomi i utførelsesfasen.

Studien avdekker at det finnes flere muligheter ved bruk av BIM og digitale verktøy for å sikre bedre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. En av dem er at BIM-modellen kan benyttes til automatisert mengdeuttak, som bidrar til å effektivisere kalkulasjonsprosessen. Studien avdekker også utfordringer ved implementering av nye digitale verktøy i bransjen, der en av dem er å omstille de involverte. En mulig løsning studien kommer frem til er å utvikle brukervennlige systemer, og gjennomføre suksessfulle pilotprosjekter. Det konkluderes derfor med at bransjen må satse og investere i digitalisering, for å effektivisere byggeprosessen ved bruk av 4D og 5D BIM. På den måten kan kontinuiteten mellom kalkyle og økonomioppfølging sikres ved visualiserings- og simuleringsmuligheter, noe som også bidrar til bedre kostnadskontroll og vellykkede prosjekter.

Abstract

The construction industry accounts for a large part of the Norwegian mainland economy and to maintain the economic value creation in the industry, a transformation towards digitalization is decisive. The construction projects' increased complexity leads to increased information flow and the need for more labour in planning and production. The industry is also experiencing higher demands for routines and financial monitoring. The most evolving and widely used process in digital development in the building industry is BIM, and the opportunities for optimization BIM provides may contribute to managing the building projects' complexity.

In this study, future possibilities for BIM and digital tools are being examined to provide better continuity between the contractors' calculated costs and the financial monitoring in the construction phase. This is interesting to study because the building projects' financial monitoring will be more demanding as the buildings' complexity increases. Furthermore, today's digital tools are not suited for evaluating the building projects economic aspects. Digitalization, which is a tool in digital innovation, is, therefore, an important asset in monitoring the economic development of a project. AF Gruppen is a contracting and industrial group that values digital innovation, cooperation with AF Gruppen was for this reason developed in the making of this thesis.

The study utilized a qualitative research method and semi-structural interviews, to create a holistic picture of the studies' topics seen from the contractors' perspective. The collected data consists of 13 individual interviews, in which the informants are actors from the entrepreneurial side, with BIM and digital tools knowledge, as well as the construction phase economy monitoring.

The study reveals opportunities for how BIM and digital tools can ensure continuity between economic costs and financial monitoring within the construction phase. Where an opportunity is BIM-based quantity take-off, which makes the calculation process more efficient. One main transformation challenge into a more digital building industry is to change the involved parties' attitudes. User-friendly systems and successful pilot projects might be a good contribution to solving the challenge. The building industry should invest in digitalization to increase the building process efficiency with 4D and 5D-BIM. By doing this the continuity between economic costs and financial monitoring is maintained by visualization and simulation possibilities, which in turn will contribute to better cost control.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	III
Abstract	V
Figurliste	X
Tabelliste	X
Begrepsavklaring	XI
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål	3
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål	3
1.4 Avgrensninger	3
1.5 Studiens struktur	4
2 Metode	5
2.1 Forskningsdesign	5
2.2 Forskningsmetode	6
2.2.1 Litteraturstudie	7
2.2.2 Forskningsintervju.....	8
2.2.3 Utvalg av informanter	9
2.2.4 Design av intervjuguide	11
2.2.5 Gjennomføring av semistrukturerte intervju	12
2.3 Bearbeiding og analyse av data	13
2.4 Evaluering av metodevalg	14
2.4.1 Reliabilitet	14
2.4.2 Validitet.....	15
2.4.3 Objektivitet.....	16
2.4.4 Overførbarhet	16

3 Teori.....	18
3.1 Digitalisering.....	18
3.1.1 Digitalisering av byggenæringen	18
3.1.2 BIM	19
3.1.3 MMI – Modell Modenhets Indeks	21
3.1.4 Digitale verktøy	21
3.2 Byggøkonomi	22
3.2.1 Kostnadsestimering	22
3.2.2 Beregning av mengder	23
3.2.3 Oppfølging av økonomi	23
3.2.4 Kommunikasjon i byggeprosjekt	24
3.3 Entreprisformer.....	25
3.3.1 Totalentreprise.....	25
3.3.2 Samspillsentreprise.....	25
3.4 Byggeprosessens faser	25
3.4.1 Anbudsfasen	26
3.4.2 Utførelsesfasen	26
3.5 Implementering av endring	27
4 Resultater	29
4.1 Oppfølging av økonomi i praksis	29
4.1.1 Fellesmøter knyttet til prosjektets økonomi	30
4.1.2 Digitale verktøy	31
4.1.3 BIM	33
4.1.4 Oppsummering	35
4.2 Muligheter knyttet til kalkyle og økonomioppfølging ved bruk av BIM og digitale verktøy.....	35
4.2.1 Digitale verktøy	35

4.2.2 BIM-modell og mengdeuttak knytet til kalkyle	36
4.2.3 Koble fremdrift til BIM-modell	37
4.2.4 Koble kalkylen til BIM-modell	38
4.2.5 Oppsummering	39
4.3 Forutsetninger for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi	40
4.3.1 Overgang mellom anbudsfasen og utførelsesfasen	40
4.3.2 BIM-modell og detaljert kalkyle	40
4.3.3 Brukervennlighet	41
4.3.4 Implementering	42
4.3.5 Oppsummering	43
5 Diskusjon.....	44
5.1 Kommunikasjon og samhandling	44
5.2 Digitale verktøy	45
5.3 BIM.....	49
5.3.1 Automatisert mengdeuttak	49
5.3.2 Erfaringstall	50
5.3.3 Koble 4D og 5D til BIM-modell	51
6 Konklusjon.....	54
7 Videre arbeid	56
Referanseliste.....	57
Vedlegg	61

Figurliste

Figur 3-1: MMI nivåer. Basert på Fløisbonn et al. (2018).....	21
Figur 3-2: Byggeprosessens faser steg for steg. Basert på Bygg21 og Statsbygg.....	26
Figur 3-3: Endringsmodell. Basert på Wesenberg (2021).....	27

Tabelliste

Tabell 0-1: Begreper og forkortelser. Egen tilvirkning.....	XI
Tabell 1-1: Oppgavens struktur. Egen tilvirkning.....	4
Tabell 2-1: Forskningsdesign. Egen tilvirkning.....	5
Tabell 2-2: Akademiske databaser. Egen tilvirkning.....	7
Tabell 2-3: Oversikt over enkelte søkeord og kombinasjoner. Egen tilvirkning.....	7
Tabell 2-4: Oversikt over informanter. Egen tilvirkning.....	10
Tabell 3-1: BIM dimensjoner. Basert på Singh (2021).....	20
Tabell 3-2: Digitale verktøy. Egen tilvirkning.....	21
Tabell 4-1: Informant forkortelser. Egen tilvirkning.....	29

Begrepsavklaring

Denne masteroppgaven, heretter omtalt som studien, benytter flere begreper og forkortelser som kan ha tvetydig betydning. For å skape flyt, bedre formidling av kunnskap, samt redusere misforståelser under lesing av studien, er en oversikt over benyttede forkortelser og begreper, med tilhørende forklaring, presentert i tabell 0-1.

Tabell 0-1: Begreper og forkortelser. Egen tilvirkning.

Begrep/forkortelse	Forklaring
Aktør	Person som har fungerende rolle i entreprenørbransjen
BAE-næring	Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering/bygningsinformasjonsmodell
Detaljprosjektering	Utarbeidelse av grunnlaget for utførelsesfasen
FDVU-dokumentasjon	Dokumentasjon med informasjon om hvordan drifte bygget med tekniske installasjoner
Kalkyle	Entreprenørens estimerte kostnader for et byggeprosjekt
MMI	Modell Modenhets Indeks
Objekt	Objekt som representerer en bygningsdel i BIM-modellen
Prosjektering	Arbeid der planlegging og utforming av byggingen utføres
Utførelsesfase	Fasen hvor produksjon av byggeprosjektet gjennomføres
Utførende	Entreprenøren i utførelsesfasen
Økonomioppfølging	Oppfølging av prosjektets økonomi i utførelsesfasen

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bygg- og anleggsbransjen har historisk sett vært en av de største økonomiske næringene, og er nå den største fastlandsnæringen i Norge (Seljeflot, 2022). Landets entreprenørfirmaer, der AF gruppen er en av dem, bygger for fremtiden og bidrar til næringens vekst. Byggenæringen har nærmere 58 000 foretak, 260 000 ansatte og en omsetning på 620 milliarder kroner (Statistisk sentralbyrå, 2019). Bransjens omfang indikerer at det investeres mye ressurser i næringen, og tydeliggjør viktigheten av å være kostnadsbevisst gjennom byggeprosessen.

Til tross for at næringen er den største fastlandsnæringen i Norge opplever de forsinkelser og kostnadsoverskridelser (Dlamini & Cumberlege, 2021). En av grunnene til det er byggeprosjekters kompleksitet, noe som kan føre til at uforutsette forhold og hendelser, samt endringer kan oppstå. Kostnader er en av de viktigste faktorene et byggeprosjekt vurderes ut ifra, og det er derfor avgjørende å ha kontroll på prosjektets økonomi i utførelsesfasen for å unngå tids- og kostnadsoverskridelser (Klakegg et al., 2016).

I forbindelse med denne studien ble et samarbeid med AF gruppen opprettet, for å undersøke mulighetene som finnes for å etablere en tettere digital kobling mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Virksomheten ønsker å tilføre samfunnet verdi gjennom et bærekraftig entreprenørskap, der digital innovasjon og utvikling er viktige bidragsyttere (AF Gruppen, 2021). AF gruppen har virksomhet innen anlegg, bygg, eiendom, energi og miljø, samt offshore, og er ett av landets ledende entreprenør- og industrikonserner, med fokus på teknologi som skaper fremtidens samfunn (AF Gruppen, 2022).

Norges byggenæring har opplevd en sterkt økende teknologisk utvikling de siste tiårene. Ved hjelp av digital innovasjon, er manuelle prosesser og eldre systemer byttet ut med moderne og mer effektive digitale løsninger. Målet med digitaliseringen er å oppnå økt produktivitet, samhandling mellom aktørene, og effektivisering av byggeprosessen. Verdiskapingen digitaliseringen bidrar til knyttes til reduserte byggekostnader, tidsbesparelser, samt redusert usikkerhet og menneskelige feil (Brettel et al., 2014).

En sentral del av bransjens digitalisering er utviklingen av BIM. BIM er en dynamisk prosess som inneholder ulike faser og nivåer for å opprette informasjonsrike modeller for

byggeprosjekter (Ding et al., 2014). Bygningsinformasjon koordineres digitalt på en felles plattform, og danner beslutningsgrunnlag og føringer for den aktuelle fasen. BIM-modellen kan ilegges flere dimensjoner, som blant annet referer til tids- og kostnadsdata, bærekraft, samt drift og vedlikehold (NGI, 2022).

I 2011 innførte Statsbygg krav til bruk og leveranse av BIM i alle sine prosjekter, for å oppnå effektivisering (Standard Norge, 2021). For å oppnå dette ble det krav til standarder, hvilket også har tilført byggenæringen positive effekter innen samhandling, planlegging og produktivitet i forbindelse med prosjektgjennomføring (Abbasnejad et al., 2021). Innførelsen bidro også til økende bruk av BIM i næringen, og i dag benyttes det av alle store entreprenører.

Byggenæringen henger etter når det gjelder bruk av digitale systemer, dette til tross for at Norge er blant de ledende landene i forbindelse med digitalisering (Lein-Mathisen, 2022; Regjeringen, 2021). I 2018 uttalte tidligere direktør for Microsoft Norge seg, Kimberly Lein-Mathisen, om byggenæringens utvikling innen digitalisering:

«Bygg- og anleggsbransjen er verst av alle bransjer i Norge, når det gjelder digitalisering og er dårligst på effektivitet.» (Lein-Mathisen, 2018)

Det er også hevdet av Sintef-direktør Morten Dalsmo, at bygg- og anleggsbransjen var en lite digitalisert bransje i 2018 (Byggindustrien, 2018). Teknologien er stadig i utvikling og har bidratt til store fremskritt siden Lein-Mathisens uttalelse i 2018. I dag mener hun at utnyttelsesverdien av digitaliseringen har økt betraktelig siden 2018:

«I løpet av de to siste årene har det vært en ekstrem økning av interesse og engasjement innen utvikling og digitalisering av byggenæringen, til og med investeringer er blitt gjennomført.» (Lein-Mathisen, 2022)

Den globale pandemien har vært viktig for introduksjonen av digitale verktøy i byggenæringen. Næringen ble tvunget til å benytte digitale løsninger for å kunne løse problemer under pandemien. Lein-Mathisen påpeker også at verdenssituasjonen i forbindelse med global oppvarming og klimagassutslipp har påvirket bransjens digitaliseringsengasjement, ettersom byggebransjen er ansvarlig for 40% av verdens CO₂-utslipp.

1.2 Formål

Byggebransjen har vist store fremskritt innen digitalisering de siste årene (Lein-Mathisen, 2022). Digitale løsninger knyttet til økonomioppfølging er verdifullt å undersøke nærmere, ettersom dagens økonomioppfølging prosess i utførelsesfasen er tidkrevende. En grunn til det er mangel på digitale verktøy og rutiner. Kontinuiteten mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging bør derfor sikres bedre, for å optimalisere prosessen. Studiens formål er å undersøke om BIM og digitale verktøy kan bidra til å sikre bedre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Det er ønskelig å dele studien med byggebransjen, for å kunne komme med forslag til hvordan håndtere utførelsesfasens utfordringer ved økonomioppfølging, og legge grunnlag for ytterligere digitalisering i næringen.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Basert på studiens formål er følgende problemstilling utarbeidet:

- Hvordan sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen, og på hvilken måte kan BIM og digitale verktøy bidra til dette?

For å belyse denne studiens problemstilling er følgende forskningsspørsmål utarbeidet:

- Hva er dagens praksis knyttet til økonomioppfølging i utførelsesfasen?
- Hvilke muligheter medfører BIM og digitale verktøy til økonomisk oppfølging knyttet til entreprenørens kalkyle?
- Hvilke forutsetninger er nødvendige for å sikre bedre kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen?

1.4 Avgrensninger

Mulighetene innen digitalisering og implementering av nye digitale verktøy i byggenæringen er mange. Denne studien undersøker mulighetene digitale løsninger kan bidra med, for å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen. Avgrensninger er satt for å oppnå nøyaktighet og dybde i innhentet data og resultater. Studien tar utgangspunkt i byggeprosjekts utførelsesfase, der det er entreprenørene som arbeider tettest på prosjektet i denne fasen. På bakgrunn av det er intervjuene avgrenset til bransjens entreprenørside. I tillegg har studien et begrenset omfang, ettersom den skal gjennomføres i løpet av en tidsbegrenset periode, hvilket påvirker studiens metodevalg, antall informanter og intervjuenes omfang.

1.5 Studiens struktur

Tabell 1-1 presenterer oppgavens struktur.

Tabell 1-1: Oppgavens struktur. Egen tilvirkning.

Kapittel	Innhold
Kapittel 1	Innledende kapittel som presenterer bakgrunn for valg av tema, studiens formål, problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål, samt avgrensinger.
Kapittel 2	Kapittel som presenterer studiens metoder, med begrunnelse og evaluering av valgene som er tatt.
Kapittel 3	Studios teoretiske rammeverk presenteres, og danner grunnlaget for å kunne svare på denne studiens problemstilling.
Kapittel 4	Resultater fra studiens intervjuer analyseres og presenteres, som svarer på studiens forskningsspørsmål.
Kapittel 5	Diskusjon av studiens resultater.
Kapittel 6	En kortfattet konklusjon om sentrale funn og refleksjoner.
Kapittel 7	Anbefalinger for videre forskning innen tematikken presenteres.

2 Metode

2.1 Forskningsdesign

Forskningsdesignet til denne studien baserer seg på Grenness (2020) teori. Fasene som er gjennomgått i denne studien og hvilke valg som ble tatt presenteres. I første fase ble tema valgt og problemstilling, samt tilhørende forskningsspørsmål utarbeidet. I andre fase ble studiens metode valgt. Det innebar å finne en hensiktsmessig forskningsmetode med hensyn på studiens formål, for å kunne samle inn relevant data og besvare studiens problemstilling. Avslutningsvis ble innsamlet data bearbeidet og analysert, før funn ble presentert. Tabell 2-1 viser hvilke aktiviteter som ble gjennomført i forbindelse med studien.

Tabell 2-1: Forskningsdesign. Egen tilvirkning

Aktivitet	Hensikt
Idemyldring og litteratursøk	Etablere faglig forståelse av tema, samt utarbeide problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål.
Litteraturstudie	Tilegne teoretisk grunnlag og avgrense studiens omfang.
Utvikling av forskningsmetode	Avklare egnet metode for datainnsamling og utarbeide intervjuguide.
Datainnsamling	Datainnsamling via intervjuer for å samle inn erfaringer og synspunkt om studiens tematikk, fra aktuelle personer i entreprenørbransjen.
Bearbeide og presentere innsamlet data	Danner grunnlag for diskusjon, ved å fremstille resultatene fra intervjuene på en oversiktlig måte.
Diskusjon og konklusjon	Diskutere resultatene fra innsamlet data for å svare på studiens problemstilling.

I forbindelse med forfatters interesse for digitalisering og studiens samarbeid med AF Gruppen, som har fokus på digital innovasjon, ble det sett på hvilke temaer som kunne være aktuelle å studere innenfor feltet. Litteratursøk ble samtidig gjennomført for å etablere en faglig forståelse av tematikken.

Forskningsmetoden ble utviklet som et grunnlag for hvordan forskningen skulle gjennomføres på en strukturert måte (Johannessen et al., 2016), slik at problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål kunne besvares. I denne studien ble det valgt å benytte kvalitativ metode,

herunder semistrukturerte intervju, for å fange opp entreprenørenes synspunkter og erfaringer om feltet studien undersøker. Informantene hadde til felles at de tilhørte entreprenørbransjen og var kjent med BIM og digitale verktøy, samt økonomi i utførelsesfasen. Ekstern veileder hadde relevante informanter i sitt nettverk, noe som lettet rekrutteringsprosessen.

Forskningsmetoden har sikret at studien holdt seg innenfor gitte avgrensninger og omfang, samt ført til dypere forståelse av feltet som er undersøkt. Grundigere beskrivelser og begrunnelser av metodiske valg som er tatt knyttet til denne studien presenteres i påfølgende delkapitler.

2.2 Forskningsmetode

Veiledende for valg av metodisk tilnærming har vært studiens problemstilling, forskningsspørsmål og forskingsdesign. I denne studien var det hensiktsmessig å velge induktiv kvalitativ metode med utgangspunkt i fenomenologi. Johannessen et al., (2016) presiserer at induktiv metode benytter empiri for å danne teori, og at observasjoner generaliseres. Induktiv metode egnet seg for denne studien, siden det ikke foreligger nok forskningsbasert teori rundt tematikken til å benytte deduktiv metode. Deduktiv metode tester hypoteser basert på foreliggende teori om fagfeltet (Johannessen et al., 2016). Induktiv metode legger videre føringer for valg av kvalitativ eller kvantitativ metode.

Studiens hensikt er å besvare studiens problemstilling ved å få frem en nyansert beskrivelse av fenomenet det forskes på. Ved direkte kontakt mellom forfatter og personer i entreprenørbransjen, som har kunnskap om fenomenet, er dybde og detaljforståelse tilegnet forsker. Ved kvalitative studier er dette nødvendig for å danne et helhetsperspektiv av fenomenet (Jacobsen, 2015). Relevansen til kvalitative tilnærminger er ofte høy, ved at fenomenet det forskes på gjenspeiles av personer som har kunnskap om det (Jacobsen, 2015). Ut ifra denne studiens hensikt og Jacobsens teori egnet kvalitativ metode seg bedre enn kvantitativ metode. Kvantitativ metode går i bredden av å tolke og systematisere innsamlet statistisk data (Tjora, 2012). Etersom studiens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål er åpne var det utfordrende å hente inn tallbasert data ved å benytte kvantitativ metode.

Fenomenologi peker på å forstå aktørenes perspektiver og beskrivelser av fenomenet slik den oppleves av informantene (Brinkmann & Kvale, 2015; Johannessen et al., 2016). På bakgrunn

av dette, samt problemstillingen og forskningsspørsmålenes åpne spørsmål, ble det vurdert at et fenomenologisk perspektiv egnet seg for denne studien.

I følge en veiledning om vurdering av kvalitative forskingsprosjekt egner systematisk innsamling seg for kvalitative studier (NEM, 2019). Litteratursøk og bearbeiding, samt analyse av data ble derfor gjennomført i forbindelse med denne studien. Dypere forståelse av tematikken ble oppnådd ved at entreprenørsiden ble gjenspeilet fra aktørers ulike synspunkter og erfaringer.

2.2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet ble benyttet gjennom hele studien. Da teorien tilsier at litteraturstudium bidrar til å tilegne kunnskap og bli kjent med studiens tema, samt danne et teoretisk grunnlag for å kunne utarbeide studiens problemstilling og forskningsspørsmål (Johannessen et al., 2016). Litteratursøk ble foretatt systematisk i flere akademiske databaser som presenteres i tabell 2-2.

Tabell 2-2: Akademiske databaser. Egen tilvirkning.

Akademiske databaser	
Norsk	Engelsk
Oria	ScienceDirect
Brage	Google Scholar
Google Scholar	Web of Science

Det ble gjennomført søk på norsk og engelsk, avhengig av den akademiske databasen. Enkeltord ble benyttet i starten, men det var varierende hvor relevant litteratur som forekom. For å avgrense søkeresultatene og finne mer relevant litteratur ble det videre benyttet kombinasjoner av søkeord. Tabell 2-3 presenterer typiske benyttede søkeord og kombinasjoner.

Tabell 2-3: Oversikt over enkelte søkeord og kombinasjoner. Egen tilvirkning.

Oversikt over enkeltord		Oversikt over kombinasjoner	
Norsk	Engelsk	Norsk	Engelsk
BIM	BIM-model	estimering av kostnader	BIM dimensions
byggeprosess	calculation	digital byggenæring	construction economics
byggøkonomi	digitization	kalkulasjon bygg	digitalization benefits
digitalisering		oppfølging av økonomi	project economy
mengdeberegning		prosjektledelse bygg	project management

Prosessen med litteratursøk var omfattende ettersom informasjonsmengden var stor. For å håndtere all informasjonen på en effektiv måte ble overskrifter og sammendrag lest først, deretter ble litteraturens relevans vurdert før videre lesing. *Citation chaining* er prosessen hvor det tas utgangspunkt i en relevant informasjonskilde for å finne ytterligere relevante ressurser (UMW Libraries, 2022). Ved bruk av *citation chaining* i denne studien ble ytterlige kunnskap av temaet tilegnet, noe som bidro til å danne grunnlaget for utarbeidelse av en intervjuguide for innsamling av data.

Ved litteratursøk må en være kildekritisk for å vurdere om kilden har betydning for studien (Dalland, 2017). I denne studien ble vitenskapelige artikler først evaluert ut ifra databasen den var publisert i, utgiver av kilden og forfatterens bakgrunn. Evalueringen ble gjort for å vurdere kildens troverdighet og dataens betydning for denne studien. I tillegg ble referansene i de aktuelle vitenskapelige artiklene kontrollert for å sikre kildens kvalitet. Faglige nettsider, som for eksempel Store norske leksikon, ble benyttet for innhenting av faktaopplysninger om blant annet entrepriser og kostnadsestimering. Store norske leksikon ble vurdert som en sikker kilde, siden alle publiserte artikler er skrevet av fagfolk rekruttert fra universiteter og forskningsinstitusjoner, og innholdet er vitenskapelig fundert (SNL, 2022).

Avisartikler funnet på næringspolitiske sider som byggfakta og byggindustrien ble benyttet for å belyse hvordan samtiden oppfatter aktuelle tema studien undersøker. Forsker var oppmerksom på at informasjonen kunne påvirkes av talspersonens subjektivitet. Kildenes tidsdatering ble også kontrollert, ettersom teknologien utvikles raskt og det stadig kommer nye løsninger som er gjeldene for bransjen.

2.2.2 Forskningsintervju

Kvalitative forskningsintervju ble benyttet ved innsamling av data i denne studien, siden forskningsintervju ifølge Dalland (2017) bidrar til å hente inn informanternes egne perspektiv, oppfattelse og erfaring av en situasjon. Kunnskap om tematikken ble tilegnet ved fyldige beskrivelser fra informanter, og på den måten ble problemstillingen belyst fra flere sider. Det finnes ulike type forskningsintervju innen kvalitativ forskning; stramt strukturerte intervju, semistrukturerte intervju og åpne intervju (Johannessen et al., 2016). I denne studien ble intervjuene gjennomført som semistrukturerte forskningsintervju.

Semistrukturerte forskningsintervju har et klart fokus (Dalland, 2017), og egner seg for denne studien da dybde og innsikt i informantens ståsted, samt holdninger av aktuelt tema belyses. En intervjuguide med åpne spørsmål ble utviklet og benyttet under intervjuene slik at ønskede tema ble gjennomgått. Åpne spørsmål gir informanten mulighet til å tolke spørsmålene på sin måte og føle seg komfortabel i intervjusituasjonen (Tjora, 2012). Semistrukturerte intervju gir intervjuer mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål (Johannessen et al., 2016), noe som ga intervjuer utfyllende svar og oppklaringer under intervjuene. Strukturerte intervju derimot, gir informantene liten mulighet til å opponere mot spørsmålene eller intervjuer mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål (Malt & Grønmo, 2020).

Ifølge (Tjora, 2012) er digresjon mulig ved semistrukturerte intervju, noe som kan anses på som en utfordring, ved at intervjuer kan samle inn for lite relevant data til studien. På en annen side kan det bidra til at informantene bruker tid på å reflektere rundt temaer og detaljer, samt intervjuer oppdage verdifulle momenter som ikke var tenkt ut på forhånd (Tjora, 2012). Studiens subjektivitet er en annen utfordring ved intervju som metode. Intervju tar utgangspunkt i informantens subjektivitet, noe som kan påvirke en studies konklusjon (Tjora, 2012). Utvelgelsesprosessen av informantene ble derfor en viktig prosess i denne studien for å kvalitetssikre innsamlet empiri.

2.2.3 Utvalg av informanter

Kvalitative studier er formålsstyrt, og formålet med studien styrer utvelgelsen av informanter (Jacobsen, 2015). Ettersom denne studien omhandler BIM og digitale verktøy, samt entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen, var det viktig å rekruttere informanter med kjennskap til BIM og digitale verktøy, samt oppfølging av økonomi.

Strategisk utvalg og snøballmetoden er to utvalgsmetoder for å innhente relevant data til en kvalitativ studie (Jacobsen, 2015; Tjora, 2012). I denne studien ble begge utvalgsmetodene benyttet for å sikre relevant data. Strategisk utvalg tar utgangspunkt i å gjøre et bevisst valg ovenfor hvem som skal intervjues, der det også vurderes om respondentene kan gi relevant informasjon (Jacobsen, 2015; Tjora, 2012). Snøballmetoden tar utgangspunkt i en informant som kan mye om temaet, og etter gjennomført intervju henviser informanten til andre som kan være aktuelle å intervjuer (Jacobsen, 2015). Ved å benytte strategisk utvalg og snøballmetoden ble variasjon av utvalget oppnådd, og det ble raskt knyttet kontakt mellom intervjuer og ny

informant med relevant bakgrunn og erfaring. På denne måten ble ulike aspekter av studiens tema belyst av fagpersoner i entreprenørbransjen.

Det var tre informantene som ble valgt ut ved strategisk utvalg, og jobbet henholdsvis hos AF gruppen, Betonmast og LAB entreprenør. Grunnen til at de tre virksomhetene ble sett på som aktuelle for studien var fordi entreprenørfirmaene er godt etablerte i bransjen. I tillegg vurderes de ansattes bakgrunn og kunnskap som relevant. Snøballmetoden ble deretter benyttet ved at informantene etter intervjuene anbefalte nye aktuelle informanter.

I denne studien ble aktører fra entreprenørbransjen intervjuet, da det vurderes som pålitelig for å få bekreftet dagens situasjon. I utvelgelsesprosessen ble det også vektlagt å intervju informant med ulik stillingstittel og funksjon i entreprenørbransjen, for å få tilegne mest mulig kunnskap om feltet ved å få fram ulike synspunkt. Informantene er presentert i tabell 2-4, der deres relevans også beskrives.

Tabell 2-4: Oversikt over informanter. Egen tilvirkning.

Antall	Stillingstittel	Relevans
2	Anleggsleder	Ansvar for byggeprosjektets fremdriftsplan, og oppfølging av enkelte underentreprenører.
2	BIM koordinator	Koordinerer og etablerer 3D-modeller, og har erfaring med bruk av digitale verktøy.
2	Kalkulatør	Ansvar for kalkulasjon av byggeprosjekt, og erfaring med anbudsfasen.
1	Leder innovasjon	God innsikt i byggenæringens digitale utvikling, og praktisk erfaring fra bransjen.
2	Prosjektingeniør	Ansvarlig for oppfølging av underentreprenører, og god oversikt over prosjektet.
4	Prosjektleder	Hovedansvar for byggeprosjektets økonomi og helhetlig kontroll over prosjektet.

Det er ingen fasit på hvor mange intervju som må gjennomføres i en kvalitativ studie, men en tommelfinger regel er at utvalget skal være stort nok til at det kan belyse studiens problemstilling (Johannessen et al., 2016). Ved for mange informanter er det økt risiko for å ikke klare å bearbeide innsamlet data grunnet studiens tidsbegrensede periode, noe som påvirker studiens resultat. På bakgrunn av studiens omfang og tidsperspektiv ble antall

informanter i denne studien 13 stykker. Det er ikke nødvendig å intervju ytterligere informanter dersom ikke ny informasjon innhentes ved flere intervju (Tjora, 2012). Derav ble det heller ikke foretatt ytterligere intervju.

Byggenæringen omtales som kompleks, og entreprenørsiden består av mange forskjellige aktører med ulike perspektiver og synspunkter. Det kan derfor diskuteres om 13 intervjuer reflekterer et godt nok perspektiv av feltet. Det kan også vurderes om det ville vært mer hensiktsmessig å intervju personer med andre stillingstitler i entreprenørbransjen, for å skape et mer nyansert perspektiv av bransjen.

2.2.4 Design av intervjuguide

Hensikten med en intervjuguide er å sørge for at alle tema belyses på en detaljert og teoristyrte måte (Brinkmann et al., 2012). I forkant av intervjuene ble det derfor systematisk utarbeidet en intervjuguide, noe som også bidro til at relevant data ble innhentet ved at mange aspekter ved studiens problemstilling ble belyst. Intervjuguiden la også til rette for oppfølgingsspørsmål underveis for å hindre misforståelser mellom informant og intervjuer. Den første versjonen av intervjuguiden ble dannet via et pilotintervju med ekstern veileder, for å sikre at relevant data til studien ble innhentet. Dette dannet grunnlaget for videre utarbeidelse av intervjuguiden, som kontinuerlig ble oppdatert etter de første intervjuene for å oppnå en bedre samtale. Siste utgave av intervjuguiden presenteres i vedlegg 1.

I intervjuguiden ble det vektlagt å formulere enkle og korte spørsmål for å ikke komplisere tematikken og risikere lite informative svar. Intervjuguiden ble delt inn i fire faser: introduksjonsfase, overgangsfase, hovedfase, og avslutningsfase. Introduksjonsfasens hensikt var å få informantene komfortable med situasjonen, og besto av enkle ikke-refleksjonskrevende spørsmål. I overgangsfasen var det ønsket å belyse informantens kjennskap til feltet, for å forberede informanten på refleksjonsspørsmål knyttet til problemstillingen. Overgangsfasen bidrar til å skape en logisk forbindelse mellom introduksjons- og hovedfasen (Johannessen et al., 2016). Hovedfasen besto av refleksjonsspørsmål, noe som fører til at informanten får mulighet til å reflektere rundt tematikken og beskrive sine synspunkter og erfaringer (Tjora, 2012). Avslutningsvis ble et «alt-tatt-i-betraktning-spørsmål» stilt, der informanten ble bedt om å oppsummere sitt syn på temaet. Et avsluttende oppsummerende spørsmål bidrar til å sikre at forskers forståelse stemmer overens med informantens forklaring (Johannessen et al., 2016). Informantene ble i utgangspunktet stilt spørsmål i samme rekkefølge for å sikre at aktuelle tema

ble belyst, men dersom informanten kom inn på nye relevante tema ble strukturen endret. Det førte til en balanse mellom standardisering og fleksibilitet rundt intervjuene, samt muligheter for sammenligning av svarene under analyse av dataen (Johannessen et al., 2016).

2.2.5 Gjennomføring av semistrukturerte intervju

I forbindelse med denne studien ble informantene, i forkant av intervjuene, tilsendt et informasjonsskriv sammen med en samtykkeerklæring. På den måten ble informantene opplyst om deres rettigheter under og etter intervjuet i henhold til personvern (se vedlegg 2). Alle informantene samtykket før intervjuene ble gjennomført. I tråd med reglene ble denne studien meldt til Norsk senter for forskningsdata (NSD), ettersom det ble tatt lydopptak av intervjuene og personopplysninger skulle behandles.

Intervjuene startet ved at det eksplisitt ble informert om hvordan deres personopplysninger ville bli behandlet, og at lydopptakene ville bli slettet etter ferdigstillelse av studien. Det ble også gjort oppmerksom på at informantene ikke ville kunne gjenkjennes i studien, da de benevnes med en forkortelse knyttet til deres stillingstittel.

Intervjuene ble gjennomført digitalt via Microsoft Teams. Det ble vurdert som tidkrevende å reise til de ulike byggeprosjektene for å gjennomføre intervjuene, og Teams møter var derfor hensiktsmessig. Intervjuer bør foregå personlig for å sikre en mer komfortabel atmosfære (Brinkmann & Kvale, 2015), men på grunn av koronasituasjonen er digitale møter blitt den nye normalen. I tillegg til at det er mer effektivt for alle parter. En romslig tidsramme kan bidra til å skape en avslappet stemning (Tjora, 2012). I denne studien ble det derfor satt av omtrent 1 time til hvert intervju, slik at informanten skulle få mulighet til å reflektere over sine synspunkter og meninger.

Det ble tatt lydopptak av alle intervjuene for å kunne transkribere intervjuene i etterkant. Det bidro til at intervjuer kunne konsentrere seg om informantene og sikre god flyt gjennom intervjuene. Lydopptak bidro også til at intervjuer senere kunne analysere alle aspekter av entreprenørsiden belyst av informantene. Refleksjon og tolkning av svarene ble også mulig ved å lytte til opptakene flere ganger.

2.3 Bearbeiding og analyse av data

Innsamlet data ble behandlet og bearbeidet før tolkning og analyse. Tematisk analyse med utgangspunkt i fenomenologi ble benyttet ved bearbeiding av data. Tematisk analyse tar for seg forskning der det er ønskelig å belyse aktørers synspunkt, kunnskap og erfaringer fra kvalitativ data (Braun & Clarke, 2006). Målet med en dataanalyse er å få frem meningsinnholdet i tekstene (Johannessen et al., 2016), og tematisk analyse er egnet derfor for denne studien ved systematisk analyse og fortolkning av innsamlet data. Utgangspunktet for studien var 13 transkriberte dokumenter bestående av 50 sider.

Analyseprosessens første steg er å bli kjent med innsamlet data, og viktige momenter i samtalen oppfattes ved skriftlige transkripsjoner (Braun & Clarke, 2006; Brinkmann & Kvale, 2015). Intervjuene ble derfor transkribert til skriftlig tekst fortløpende etter hvert intervju. Det førte også til at analyseprosessen ble enklere og korrigerings av intervjuguiden ble mulig, for å sikre at relevant empiri for studien ble samlet inn. Transkripsjon av intervjuene i denne studien var tidkrevende, siden det ifølge Brinkmann et al., (2012) er viktig å være konsistent for å ikke miste analysealternativ.

Analyseprosessens andre steg innebærer å generere ulike koder for innsamlet data (Braun & Clarke, 2006). Denne studiens koder beskrev i detalj hva som forekom i de ulike analysedokumentene, noe som bidro til å belyse interessante aspekter i den videre analysen.

Analyseprosessens tredje steg er å organisere dataen etter tema (Braun & Clarke, 2006). Kodene ble sortert etter relevant tema, som til dels tok utgangspunkt i intervjuguidens temainndeling. Denne prosessen sikrer at all viktig informasjon blir tatt med, og at dataene sorteres på en oversiktlig måte slik at det er mulig å indentifisere mønstre (Braun & Clarke, 2006). De empiriske dataene ble delt inn i følgende temaer:

- Erfaring med bruk av digitale verktøy i forbindelse med oppfølging av økonomi
- Oppfølging av økonomi
- BIM
- Digitale verktøy
- Koble fremdrift/kalkyle til BIM-modell
- Implementere nye digitale verktøy

I analyseprosessens fjerde steg skal alle koder og tema gjennomgås og sammenlignes (Braun & Clarke, 2006). På bakgrunn av det ble temaene kvalitetssikret, og bekreftet at de var nyttige og representerte dataen korrekt. De transkriberte dokumentene ble grundig gjennomgått, og en detaljert oversikt over innsamlet data ble utarbeidet.

Analyseprosessens femte steg deler temaene inn i kategorier (Braun & Clarke, 2006). Kategoriene i denne analyseprosessen gjenspeiler studiens forskningsspørsmål:

- Oppfølging av økonomi i praksis.
- Muligheter knyttet til kalkyle og oppfølging av økonomi ved bruk av BIM og digitale verktøy.
- Forutsetninger for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi.

Den empiriske dataen ble til slutt presentert for å danne et helhetsperspektiv av bransjens erfaringer, synspunkt og oppfatninger knyttet til kategoriens tema. Det er den tematiske analyseprosessen som danner grunnlaget for studiens diskusjon. Vedlegg 3 viser eksempler fra analyseprosessen.

2.4 Evaluering av metodevalg

I kvalitative studier er det viktig å vurdere studiens kvalitet. Kriteriene som benyttes for å evaluere studiens metodiske valg er reliabilitet og validitet, herunder overførbarhet og objektivitet (Johannessen et al., 2016). Ifølge Tjora (2012) sikrer det kvaliteten på den kvalitative forskningen.

2.4.1 Reliabilitet

Reliabilitet er dataens kvalitet og hvor pålitelig den er (Johannessen et al., 2016). Sander (2019) formulerer det som en angivelse av om studien viser den virkelige situasjonen og i hvilken grad resultatene kan etterprøves.

Transparens gir leser mulighet til å vurdere reliabiliteten til studiens resultater (Johannessen et al., 2016). Denne studiens forskningsmetode er i størst mulig grad åpen og transparent ved en beskrevet forskningsmetode, for å tydeliggjøre studiens formål og den faktiske virkelighet. Åpenheten om hvordan forskningen har blitt praktisert styrker også studiens reliabilitet ved at replikasjon av forskningen er mulig. Til tross for dette kan studiens reliabilitet svekkes ettersom

det kontinuerlig er utvikling innen digitalisering i byggebransjen. Samtidig må en være oppmerksom på at variasjon i resultater kan oppnås dersom en liknende studie utføres i senere tid. Det på bakgrunn av at studiens analyse kan påvirkes av subjektive tolkninger, og et tema kan tolkes på ulike måter av forskjellige personer (Thomas, 2017).

Reliabiliteten til en studie styrkes ved litteratursøk (Blumberg et al., 2014), og strukturerte litteratursøk ble derfor gjennomført i denne studien. Litteraturen ble nøye vurdert ut ifra ulike kriterier med hensyn på kildetype. Lydopptak ble også benyttet, som ga mulighet til å lytte til intervjuene flere ganger, og reliabel data kan ha blitt sikret ved detaljert transkripsjon av lydopptakene. På en annen side kan dataen ha blitt svekket ettersom informantene kan bli distraherete ved lydopptak, og påvirker informantenes svar (Tjora, 2012).

2.4.2 Validitet

Validitet refererer til studiens troverdighet og sier noe om hvor godt dataene representerer det studien skal undersøke (Johannessen et al., 2016). Det handler om i hvilken grad forskers fremgangsmåter og funn reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten.

Metodetriangulering styrker en studies validitet, siden det tar utgangspunkt i at ulike informasjonskilder eller metoder benyttes for å belyse en problemstilling (Johannessen et al., 2016). I denne studien var det derfor fokus på å benytte flere metoder for datainnsamling, slik at studiens validitet ble styrket. Ved å samle inn data gjennom litteratursøk og forskningsintervju, ble relevant teori for studien tilegnet og bekreftet.

Et pilotintervju ble gjennomført for å styrke studiens validitet. Intervjuguidens spørsmål ble kontinuerlig vurdert og revidert for kunne innhente gyldig og relevant data for denne studien. Kvaliteten på spørsmålene ble vurdert ut ifra hvor godt de belyste studiens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål, og bidro til å innhente valid informasjon. Studiens validitet ble også styrket ved bruk av intervjuguidens åpne spørsmål, ettersom det ga mulighet til å få belyst informantenes virkelighetsbilde av problemstillingen.

Utvalget av informantene og antallet påvirker også studiens validitet, da studiens resultater baserer seg på personer fra entreprenørbransjen med erfaring fra feltet. I følge Tjora (2012) oppnås et datametningspunkt når nye momenter ved forskingen ikke innhentes ved å gjennomføre flere intervjuer. I denne studien ble et datametningspunkt nådd etter 13 intervjuer,

og informantenes synspunkt samsvarer seg imellom. Derav ble ikke ytterligere intervjuer gjennomført. God kartlegging av dagens situasjon ble oppnådd etter å ha intervjuet flere aktører med samme stillingstittel i bransjen, og det ble vurdert som tilstrekkelig for å sikre validitet. Likevel kunne det å intervjuer aktører med annen stillingstittel styrket validiteten ved å skape et mer nyansert perspektiv av fenomenet, ettersom et bredere område i entreprenørbransjen ville blitt undersøkt. På grunnlag av studiens avgrensninger og omfang ble det heller ikke foretatt ytterligere intervju.

2.4.3 Objektivitet

Kvalitativ forskning er følsom ovenfor forskers subjektivitet og subjektive fatninger av informantenes svar (Johannessen et al, 2016; Tjora, 2012). Intervjuers subjektivitet kan derfor ha veiledet intervjuene og påvirket denne studiens resultater. Forskers bakgrunn og kunnskaper bør tas hensyn til ved vurdering av studiens objektivitet, men på en annen side kan forskers subjektivitet styrke validiteten. Det ved at kunnskaper og erfaringer bidrar til at presise og reflekterbare spørsmål om feltet stilles under intervjuene. I denne studien er forskningsmetoden transparent for å styrke studiens objektivitet. Gjennom studiens analyse er ulike perspektiver lagt frem for å kunne trekke ulike konklusjoner, noe som også sikrer en viss objektivitet. Det er ønskelig å fremstille studien fra et nøytralt perspektiv, der funnene ikke er et resultat av forskers subjektivitet. På bakgrunn av dette er forsker selvkritisk under studien for å oppnå objektivitet i størst mulig grad.

2.4.4 Overførbarhet

I motsetning til kvantitative studier hvor generalisering diskuteres, refereres det til overførbarhet i kvalitative studier, noe som innebærer at resultatet fra studien kan overføres til liknende studier (Jacobsen, 2015; Tjora, 2012). Informantene kan ha betydning for studiens overførbarhet ved at det påvirker hvilke konklusjoner som kan trekkes. Ettersom byggebransjen er dynamisk og kompleks kan studiens overførbarhet diskuteres ut ifra om et bredt nok felt i bransjen er undersøkt. Likevel var det begrenset hvor mye data som kunne samles inn og analyseres da studien ble gjennomført i en tidsbegrenset periode.

Siden det kun ble intervjuet 13 personer fra entreprenørbransjen, kan det være vanskelig å påstå at utvalget er representativt for hele bransjen, og om det danner et reelt perspektiv av den opprinnelige virkeligheten. Dette til tross for at seks av studiens informanter representerte AF

Gruppen, som er et av landets ledende entreprenørkonsern (AF Gruppen, 2022). På en annen side kan studien til en viss grad vurderes som overførbar innad i entreprenørbransjen. Det på grunnlag av et forenklet perspektiv av den opprinnelige virkelighet ble dannet og løsninger for problemstillingen presenteres, noe som samsvarer med Johannessen et al., (2016). Studiens svar på problemstillingen bidrar til at entreprenørbransjen kan informeres om hvordan BIM og digitale verktøy kan bidra, til å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen.

3 Teori

Det teoretiske rammeverket for denne studien presenteres i dette kapittelet, og danner et grunnlag for å kunne besvare studiens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål. Kapittelet bidrar til å etablere faglig forståelse av digitalisering i byggenæringen og byggøkonomi, samt andre aktuelle temaer for denne studien.

3.1 Digitalisering

Digitalisering er å optimalisere analoge prosesser ved å benytte teknologi (Zafar, 2021). Nye teknologiske innovasjoner fremtvinger endringer i alle bransjer, som fører til at verdensøkonomien endres, globaliseringen fremskyndes og predikasjoner blir mulig (NHO, 2018). Olje- og gassindustrien, som er Norges største næring innen verdiskapning, er et eksempel på at digitalisering har bidratt til økt produksjon og optimalisering (Ocando, 2020). Digitalisering har vært en prioritet for ledere i olje- og gassindustrien, og kapitalinvesteringer innen digital transformasjon har blitt vedtatt. På bakgrunn av dette har industrien oppnådd opptil 20% reduksjon av driftskostnader og 12% forbedret produktivitet, noe som har ført til 10% effektivisering av industriens anlegg og økt produksjon (Ocando, 2020).

3.1.1 Digitalisering av byggenæringen

Byggenæringens digitalisering omfatter kommunikasjons- og informasjonsflyt, utvikling og integrering av digitale verktøy, samt automatisering og robotisering av prosesser. Målet med integrering av digitale verktøy i byggeprosjekter er å optimalisere byggeprosessen ved tids- og kostnadsbesparelser, redusert risiko og mer pålitelige resultater, samt økt forståelse av prosjektet som helhet (Agarwal et al.; Schmidt, 2015). Digitalisering av bransjen bidrar også til å løse næringens mest utfordrende problem, som er å redusere næringens karbonavtrykk, som utgjør ca. 40% av verdens CO₂-utslipp (Schendel, 2020). Logistikk optimalisering, sporing av alle utførte aktiviteter i byggeprosessen, og utnyttelse av tilgjengelig kapasitet, kan føre til å redusere klimautslippene og nå bærekraftmålene (Ravndal, 2021).

Bransjen har de siste årene hatt et gjennombrudd av ny teknologi (Olsson et al., 2021), men det er likevel utviklingspotensialer (Sternerm et al., 2018). Eksempel på resultater ved digitalisering av bransjen er BIM i flere dimensjoner, laserskanning av bygningsmasser, og utvikling av ulike digitale verktøy som automatiserer manuelle prosesser. Kompetanseheving innad i bransjen er nødvendig for at teknologiens potensiale skal utnyttes, noe som bidrar til

produksjonseffektivitet, redusert byggetid og lavere kostnader (Sternerm et al., 2018). I 2017 ble digitalt veikart utviklet av Byggenæringens Landsforening med hensikt om å finne en effektiv løsning til en heldigitalisert BAE-næring (BNL, 2017). Ved etablering av en felles digital plattform for bedre samhandling kan dette oppnås, men en forutsetning er at byggherrer setter flere digitale krav, og at standarder for bransjen utvikles (BNL, 2017).

Den globale pandemien har hatt innflytelse på bruk og utvikling av digitale løsninger, og en omfattende digital transformasjon er tvunget frem i alle sektorer, inkludert byggenæringen (Byggfakta, 2021). Begrensningen av fysiske møter har ført til bruk av digitale løsninger for kommunikasjon, noe som har bidratt til økt produktivitet og kommunikasjonsflyt i bransjen.

3.1.2 BIM

BIM forkortelsen benyttes om prosessen bygningsinformasjonsmodellering og produktet bygningsinformasjonsmodell (Byggordboka, 2017). BIM prosessen er en metode for planlegging av prosjekter, der prosjektinformasjon lagres i en digital database. BIM som produkt er en 3D-modell som inneholder bygningsobjekter med tilhørende geometriske og funksjonelle egenskaper (Ding et al., 2014). BIM-modellen utvikles kontinuerlig for å oppnå en detaljert modell som visualiserer et virkelighetsbilde av byggeprosjektet, og simulerer prosjektets livsløp før byggingen starter (Bygg21, 2019a). Modellen kan deles mellom alle involverte parter, og bidrar til bedre samhandling og koordinering blant de involverte i byggefasene (Park et al., 2011). Feil og mangler kan også oppdages tidlig i byggeprosessen, noe som kan redusere tids- og kostnadsoverskridelser. Ved at all informasjon er samlet forstår alle de involverte byggeprosjektets helhet gjennom BIM-modellen, noe som gir et godt beslutningsgrunnlag og fører til bedre samhandling.

Det er ingen begrensninger for hvor mye informasjon en BIM-modell kan inneholde, og informasjonen kategoriseres i ulike BIM-dimensjoner (Eastman et al., 2011). Ilegges BIM-modellens flere dimensjoner øker modellens funksjonalitet og nytteverdi, og alle involverte i prosjektet får samtidig tilgang på nødvendig informasjon i en modell (Ding et al., 2014). De forskjellige BIM-dimensjonene som refererer til de ulike informasjonsnivåene i en BIM-modell presenteres i tabell 3-1 (Singh, 2021).

Tabell 3-1: BIM dimensjoner. Basert på Singh (2021).

Dimensjon	Beskrivelse
3D	Geometri. Tredimensjonal modell av byggeprosjektet
4D	Tid. Tidsdata beregnes og en fremdriftsplan med stegvis simulering av prosjektaktivitetene utvikles.
5D	Kostnad. Prosjektets kostnader oppdateres under prosjektets byggefase ved kostnads- og materialestimering i sanntid.
6D	Bærekraft. Energiforbruket til BIM-objektene analyseres automatisk, og en energianalyse for bygget opprettes.
7D	Drift og vedlikehold. Informasjon om status på drift og vedlikehold for bygget oppdateres automatisk gjennom hele livssyklusen.
8D	Helse miljø og sikkerhet. Modellen inneholder håndbøker og nødplaner for forebygging av ulykker.

Hensikten med BIM er blant annet å øke byggeprosjekters kvalitet, oppnå lavere kostnader, og unngå tidsoverskridelser (Augestad, 2012). 3D BIM er i stor grad integrert hos de fleste entreprenører, mens ytterligere dimensjoner som 4D og 5D er ikke like utbredt.

4D BIM forenkler prosessen rundt planlegging av prosjektet ved utarbeiding av en fremdriftsplan med visualiserings- og simuleringsmuligheter (Martins et al., 2020). Ved visualisering og simulering av prosjektets faser kan også avvik mellom de planlagte og utførte aktivitetene identifiseres, og prosjektet får mulighet til å iverksette forebyggende tiltak (Sloot et al., 2019). På bakgrunn av dette oppnår de utførende bedre kontroll over prosjektets ressurser og endringer som oppstår i løpet av utførelsesfasen (Sloot et al., 2019).

5D BIM muliggjør nøyaktige beregninger av kostnader direkte fra objektene i BIM-modellen, og totale kostnader tilknyttet en aktivitet kan estimeres (Nechyporchuk & Baskova, 2021; Sacks et al., 2018). 5D BIM bidrar også til en enklere prosess ved planlegging og kontrollering av prosjektets kostnader, samt en kostnadsprofil for prosjektet kan utarbeides slik at prognoser og rapporter enkelt kan opprettes (Sacks et al., 2018). Prognoser og rapporter kan brukes som grunnlag for å vurdere om prosjektet holder seg innenfor bestemte tids- og kostnadsrammer.

Ilegges 3D-modellen dimensjonene 4D og 5D kan nåsituasjonen sammenlignes med fremdriftsplanen og kalkylen, noe som fører til at prosjektets involverte parter oppdateres

kontinuerlig (Ding et al., 2014). Bedre flyt gjennom utførelsesfasen oppnås ved at byggeprosessen optimaliseres og produksjonseffektiviteten forbedres.

3.1.3 MMI – Modell Modenhets Indeks

Modell modenhets indeks beskriver hvor langt i prosjekteringsprosessen et BIM-objekt har kommet (Fløisbonn et al., 2018). Nivåsystemet går fra 100 til 500 (se figur 3-1), og beskrivelsen inkluderer objekters geometri og informasjonsinnhold (Kristiansen & Hoel, 2022). Formålet med MMI er å benytte det ved fremdriftsplanlegging i prosjekteringsfasen, slik at bedre kommunikasjon kan oppnås (Hansen, 2021).



Figur 3-1: MMI nivåer. Basert på Fløisbonn et al. (2018).

3.1.4 Digitale verktøy

Det er utviklet ulike digitale verktøy for blant annet kalkulasjon og mengdeuttak, prosjektering, samt prosjektstyring i byggebransjen. Verktøyenes hensikt er å gi prosjektmedlemmene bedre kontroll og oversikt over prosjektet, samt bedret kommunikasjons- og informasjonsflyt (PlanRadar, 2020). Ved å benytte de ulike verktøyene kan prosjektkvaliteten sikres, og tids- og kostnadsoverskridelser reduseres. Eksempler på digitale verktøy som er utviklet og aktivt brukes av byggenæringen i dag presenteres i tabell 3-2.

Tabell 3-2: Digitale verktøy. Egen tilvirkning.

Digitalt verktøy	Beskrivelse
Microsoft Excel	Brukes til å vise prosjekters kalkyle, og ved oppfølging av økonomi.
ISY Calcus	Verktøy til kalkyledannelse i tidligfase. Inneholder innebygde priser fra Norsk Prisbok og erfaringstall som oppdateres to ganger årlig.
ByggOffice	Kalkyle og produksjonsoppfølging verktøy for entreprenører.
Bimsync og dalux	Samhandlingsplattformer for distribusjon av beskrivelser og tegninger, samt BIM-modeller mellom prosjektets involverte parter.
Bluebeam og Geometra	Programvarene henter mengder fra 2D-tegninger og 3D-modeller.
Solibri	Et verktøy for 3D-modell prosjektering. Muligheter for å analysere, visualisere og kvalitetssikre byggeprosjekter, samt mengdekontroll.
Synchro	Digitalt 4D-BIM verktøy.

3.2 Byggøkonomi

Hvordan prosjektet gjennomføres påvirker prosjektets kostnader i stor grad. På bakgrunn av det er det viktig å vurdere byggøkonomi i alle faser i byggeprosjekter for å oppnå et oversiktlig kostnadsbilde. Byggøkonomi omfatter tidligfasevurderinger, valg av entreprisemodell, utarbeidelse av anbudsgrunnlag, kalkyler, usikkerhets- og mulighetsanalyser, forvaltning, samt drift og vedlikeholds kostnader (Norconsult & Bygghanalyse, 2015). Målet er at prosjekteiere og deltakere skal foreta riktige beslutninger slik at det blir samsvar mellom ideer, planer, endelig produkt og kostnad (Bygghanalyse, 2022).

3.2.1 Kostnadsestimering

Kostnadsestimering er et av kriteriene et byggeprosjekt vurderes ut ifra, og et estimat på hva det koster å gjennomføre et prosjekt (Rolstadås, 2021). Kostnadsestimering bidrar til å etablere en realistisk oversikt over prosjektets kostnader og usikkerheter knyttet til prosjektet (Torp & Klakegg, 2016). Hensikten er å utarbeide et estimat som i størst mulig grad samsvarer med prosjektets totale kostnad ved ferdigstillelse, og baseres på forutsetninger med hensyn på byggeprosjektets omfang, entrepriseform og rammebetingelser (Torp et al., 2015).

Ved beregning av kostnadene som inngår i et byggeprosjekt utarbeides en kalkyle, som gir totaloversikt over byggeprosjektets estimerte kostnader. Det er foreløpige prosjekteringsgrunnlang som er utgangspunktet for kalkylene som utarbeides underveis i et byggeprosjekt. Ved å utarbeide kalkyler i alle byggeprosjekts faser oppnår de involverte bedre forståelse av kostnadene (Cordel, 2021). I byggeprosjekt er kalkyler detaljoppdelt basert på byggeprosjektets bygningsdeler. En tidligfasekalkyle bygger på erfaringstall og kostnadstall fra tidligere prosjekter, men det er også forbundet usikkerhet til beregningene grunnet et lite detaljert grunnlag (Magnussen, 2019). Det blir derfor tatt hensyn til usikkerhet i kalkylegrunnlaget ved å sette av beløp til uforutsette kostnader. Etter hvert i utviklings- og planleggingsfasen fastsettes detaljprosjekteringen i større grad, og usikkerhetsfaktorene reduseres. På grunnlag av detaljerte beskrivelser og mengdespesifikasjoner utvikles prosjektets priskalkyle, som benyttes i forbindelse med kontrahering av entreprenører og grunnlag for kontrakter (Jørgensen Entreprenør, 2022).

3.2.2 Beregning av mengder

Første fase ved utarbeidelse av en kalkyle er ofte mengdeberegning. Det beregnes materialmengder som inngår i et byggeprosjekt, noe som er nødvendig for å oppnå et reelt kostnadsbilde. Det er 2D-tegninger og BIM-modeller som er kalkulatørens grunnlag, og tidsbruk på mengdeuttaket påvirkes i stor grad av hvor detaljerte tegningene og modellene er (Khosakitchalert et al., 2020). Den tradisjonelle metoden for å beregne mengder er å hente de ut manuelt fra tegninger og modeller, noe som er tidkrevende ettersom det krever nøyaktighet for å få med alle elementer (Khosakitchalert et al., 2020). Bluebeam og Geometra er blant annet digitale verktøy som er utviklet for å forenkle prosessen rundt mengdeuttak, ved at arealer i tegninger automatisk kan registreres av programmene (Rukkor, 2022).

BIM-basert mengdeuttak er raskere, mer nøyaktig og mer pålitelig enn tradisjonelt mengdeuttak, men nøyaktigheten som oppnås avhenger av hvor detaljert BIM-modellen er (Khosakitchalert et al., 2020; Sylvester & Dietrich, 2010). Dagens kvalitet på BIM-modellene er en utfordring ettersom mengdeuttak for objekter bestående av flere elementer, som vegger og gulv, som oftest er modellert som ett objekt i tidligfasen, og ikke delt opp (Khosakitchalert et al., 2020). Manuell gjennomgang av alle sammensatte objekter er da nødvendig, noe som er tid- og kostnadskrevende. Hvert objekt i en BIM-modell må være tilstrekkelig detaljert for nøyaktig mengdeuttak, er detaljene i en modell ufullstendige kan feile mengder beregnes (Khosakitchalert et al., 2020).

3.2.3 Oppfølging av økonomi

Et byggeprosjekt vurderes ut ifra tid, kostnad og ressurser, også kalt «jerntriangelet» (Rolstadås, 2020). I utførelsesfasen er oppfølging av økonomi sentralt, og handler om å holde prosjektet innenfor angitte økonomiske rammer, noe som oppnås ved planlegging, prognoser og oppfølging (Berg & Vikene, 2017). Rutinemessige statusmøter knyttet til prosjektets økonomi er nødvendig, for å kunne styre prosjektet mot suksess. Prosjektmedlemmene får en indikasjon på hvordan prosjektet ligger an og er kjent med tallene som jobbes med (Berg & Vikene, 2017). I statusmøter vil en indikasjon på prosjektets status presenteres og korrigerende tiltak kan iverksettes dersom avvik oppdages (Rolstadås, 2011).

Hensikten med å følge opp økonomien er å få et perspektiv av nåsituasjonen til byggeprosjektet (Berg & Vikene, 2017). Prosjektets kalkyle er sentral ved oppfølging av økonomi i en

byggeprosjektets utførelsesfase, ettersom det er kalkylen som er kontrollgrunnlaget når faktiske påløpte kostnader vurderes.

Prosjektleder har ansvar for å planlegge systematisk mot et vellykket prosjekt. Har prosjektleder kontroll over prosjektets økonomi ved kontinuerlig økonomisk oppfølging kan lønnsomhet oppnås og kostnadsoverskridelser unngås (Berg & Vikene, 2017). Forutsetninger for at økonomioppfølgingen skal kunne gjennomføres er at prosjektleder er kjent med kalkyle og fremdriftsplan (Berg & Vikene, 2017). Prosjektmedarbeiderne i byggeprosjekt bistår prosjektleder ved å følge opp prosjektets økonomi, og har blant annet ansvar for å registrere inn- og utadgående fakturerer fra prosjektets underentreprenører. Prosjektleder kan da konsentrere seg om viktige faktorer som påvirker økonomien, som for eksempel endringer og uforutsigbare hendelser.

3.2.4 Kommunikasjon i byggeprosjekt

Kommunikasjon er prosessen der informasjon formidles, og et av de viktigste suksesskriteriene for at et prosjekts mål kan realiseres (Jacobsen & Thorsvik, 2019). En fellesskapsfølelse og tillit mellom aktørene bygges opp ved effektiv kommunikasjon. Det bidrar til at informasjonen gjennom prosjektet flyter sømløst, presis informasjon deles til rett tid, og at utfordringer som oppstår underveis lettere kan løses (Bygg21, 2019b).

Kommunikasjon i byggebransjen er viktig å planlegge i tidlig et stadium, da det er store mengder med informasjon som utveksles i løpet av et prosjekts byggefaser mellom alle involverte parter. Det er i stor grad e-post som benyttes ved kommunikasjon, ettersom mange i bransjen tenker at skriftlige beskjeder er løsningen for å oppnå effektiv kommunikasjon (Bygg21, 2019b). De antar at e-postens innhold forstås på den måten som var tenkt av avsender, noe som ikke tilfelle. Det må derfor tas høyde for at skriftlig informasjon tolkes på ulike måter av forskjellige personer, og at det ikke er like lett å fange opp alle e-poster i innboksen.

Et byggeprosjekts kompleksitet må tas hensyn til ved kommunikasjonsplanlegging (Røsdal & Ørstavik, 2011). Det er mange involverte i et byggeprosjekt som påvirker informasjonen som skal kommuniseres. Ved å benytte digitale verktøy for visualisering og simulering av arbeidsoppgaver kan kommunikasjons- og informasjonsflyten mellom de involverte i prosjektet bedres (Chegu et al., 2016).

3.3 Entrepriseformer

Entrepriseform er en kontrakt mellom byggherre og entreprenør, som er nødvendig for å ha klare rammer ved styring av byggeprosjekter (Persvold, 2021). Kontrakten beskriver ansvars- og risikofordelingen partene har inngått, og legger føring for hvordan byggeprosjektet skal organiseres (Meyer-Myklestad & Egeberg, 2018). Føringer tar utgangspunkt i hvilken funksjonsfordeling og detaljstyring byggherre ønsker. I dette delkapittelet presenteres en kort beskrivelse av total- og samspillsentrepriser, ettersom denne studien blant annet undersøker om entrepriseform påvirker hvordan økonomien følges opp i utførelsesfasen.

3.3.1 Totalentreprise

I totalentrepriser inngår byggherren kontrakt, med én entreprenør, totalentreprenør (Meyer-Myklestad & Egeberg, 2018). Totalentreprenøren har ansvar for å levere ferdig bygg til en fast pris avtalt med byggherre, og inkluderes enten før eller etter prosjektets detaljprosjektering. Forprosjektet fra byggherren legger føring for totalentreprenørens videre prosjektering og utførelse (Meyer-Myklestad & Egeberg, 2018).

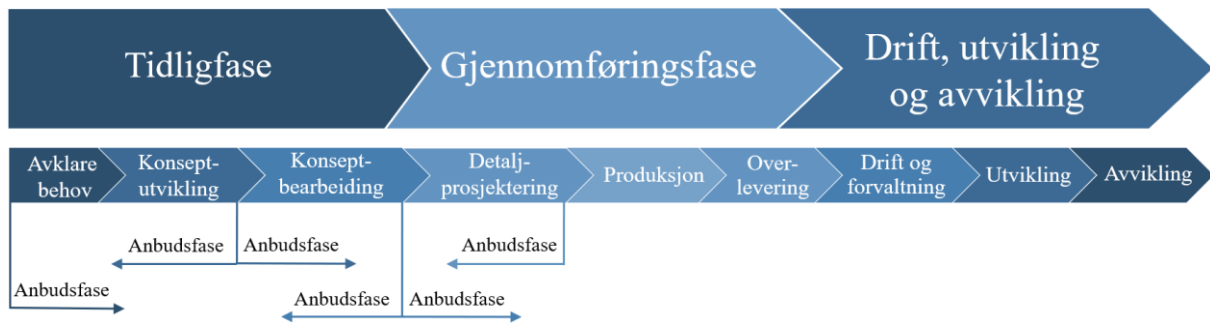
3.3.2 Samspillsentreprise

Samspillsentrepriser legger til rette for at byggherren og entreprenøren skal samarbeide og løse utfordringer i fellesskap (Byggordboka, 2018). Entreprenøren inkluderes tidlig i prosjektet og har større påvirkningskraft enn i en totalentreprise. Tett samarbeid er viktig da det er i utviklings- og prosjekteringsfasen prosjektet formes (Meyer-Myklestad & Egeberg, 2018).

3.4 Byggeprosessens faser

Byggeprosjekt er dynamiske og komplekse, og varierer i omfang påvirket av tid og tilgjengelige ressurser. På bakgrunn av dette er det mange måter å styre et byggeprosjekt på, men felles for alle er at de styres ut ifra en prosjektmodell. I en prosjektmodell inngår flere faser; fra det initieres til det ferdigstilles og tas i bruk. Hensikten er å sikre forutsigbarhet og forankrings hos aktørene ved å etablere felles retningslinjer og krav (Lilleland-Olsen et al., 2016; Olsen et al., 2021). Flere organisasjoner har utviklet egne prosjektmodeller, som blant annet Forsvarsbygg, Statnett, Statsbygg, og Bygg21 (Prosjekt Norge, 2017). Felles for prosjektmodellene er at de beskriver hvilke faser som omfatter et byggeprosjekts livsløp, og deles inn i tre hovedfaser: tidligfase, gjennomføringsfase, og drifts- og avviklingsfase (Samset, 2014). Videre deles fasene inn i delfaser, der entreprenørens anbudsfasen kan forekomme ulike steder avhengig av blant

annet entrepriseform. Figur 3-2 illustrerer en prosjektmodell som har utgangspunkt i Bygg21 sitt rammeverk «Neste Steg» og Statsbyggs modell.



Figur 3-2: Byggeprosessens faser steg for steg. Basert på Bygg21 og Statsbygg.

Denne studien undersøker økonomioppfølging i et byggeprosjekts produksjonsfase, heretter omtalt som utførelsesfase, derfor beskrives prosjektmodellens utførelsesfase nærmere. Entreprenørens anbudsfasen beskrives også, da det er i anbudsfasen entreprenørens kalkyle utarbeides som er grunnlaget for oppfølgingen av økonomien i utførelsesfasen.

3.4.1 Anbudsfasen

Anbudsfasen handler om å kontrahere egnede entreprenører til å gjennomføre et byggeprosjekt (Anskaffelser, 2022). Entreprenøren utarbeider en kalkyle som viser estimert totalcost for byggeprosjektet, som også er en del av kontraheringsgrunnlaget. Kalkylen, sammen med en eventuelt opprettet BIM-modell, er grunnlaget for videre utarbeidelse av et byggeprosjekts kalkyle som benyttes i utførelsesfasen. Kontraheringsgrunnlaget baseres også på entreprenørens oppgaveforståelse og relevante kvalifikasjoner. Sistnevnte for å sikre at entreprenøren har tilstrekkelig kompetanse, kapasitet, og likviditet til å gjennomføre prosjektet (Anskaffelser, 2022).

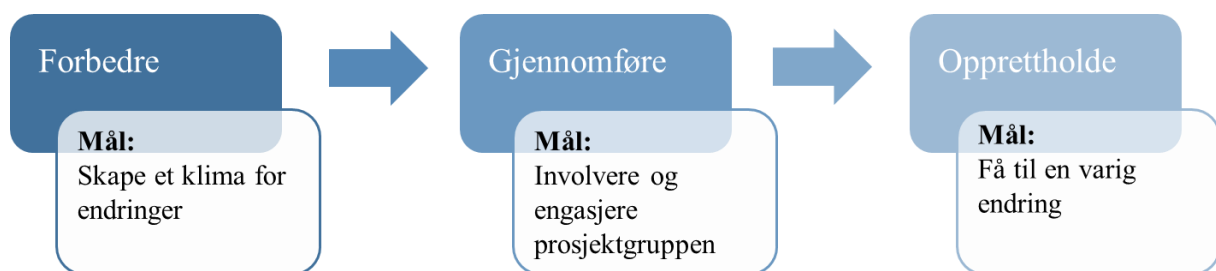
3.4.2 Utførelsesfasen

Utførelsesfasen innebærer bygging av prosjektet i henhold til valgt entrepriseform, beslutninger tatt i tidligfasen og detaljprosjekteringen (Dibk, 2020). En del prosjektering foregår parallelt med bygging av bygget, og BIM-modellen skal være nok detaljert til å kunne bygges etter. Sistnevnte da prosjekteringen tar utgangspunkt i detaljprosjekteringen BIM-modell, ettersom den inneholder detaljerte tekniske beskrivelser, og gir muligheter for visualisering av bygget (Byggordboka, 2017).

I utførelsesfasen er det viktig at prosjektleder følger opp kontrakter med leverandører for å oppdage avvik og raskt få rettet opp i eventuelle feil og mangler (Anskaffelser, 2021b). Prosjektleder har også ansvar for at prosjektet oppnår ønsket resultat, og at det fullføres innenfor avtalt kostnads- og tidsramme (Berg & Vikene, 2017). Fasen avsluttes med FDVU-dokumentasjon og overleving av bygget.

3.5 Implementering av endring

Implementering av nye digitale verktøy er omfattende i byggebransjen, og implementering av et nytt digitalt verktøy bør planlegges for å lykkes (Gressgård, 2021; Hennestad & Revang, 2017). En endringsmodell er en stegvis fremgangsmåte for hvordan innføre et nytt digitalt verktøy for å lykkes med implementering (Wesenberg, 2021). Figur 3-3 er et eksempel på en endringsmodell som tar utgangspunkt i tre hovedfaser med hvert sitt hovedmål.



Figur 3-3: Endringsmodell. Basert på Wesenberg (2021).

Forberedelsesfasen går ut på å planlegge endringen og forberede de involverte på at et nytt verktøy skal tas i bruk ved å forklare hensikten med innføringen (Wesenberg, 2021). Dette for å ha best mulig utgangspunkt når opplæringen av det nye digitale verktøyet starter. Gjennomføringsfasen innebærer opplæring av det nye digitale verktøyet (Wesenberg, 2021), Opprettholdelsesfasen innebærer å sikre at det digitale verktøyet benyttes av de involverte ved oppfølging (Wesenberg, 2021).

Innføring av et nytt digitalt verktøy er ofte en omfattende prosess, og virksomheten kan oppleve redusert ytelsesevne og motstand i ulik grad (Wesenberg, 2021). De involverte er i en situasjon der arbeidsmetodikk endres, og deres vilje og evne til å lære et nytt digitalt verktøy varierer, noe som påvirker hvor godt et nytt verktøy blir tatt imot. Wesenberg (2021) beskriver flere faktorer som bidrar til å redusere motstand og ytelsesevne:

- Forberede de involverte mentalt på at et nytt system skal tas i bruk.
- Forklare det nye digitale verktøyets hensikt tydelig.

- Motivere de involverte ved å presentere systemets fordeler og muligheter.
- Sikre opplæring av det nye digitale verktøyet, for å gi de involverte mestringsevne.
- Sikre oppfølging av det digitale verktøyet, for å hindre at de involverte vender tilbake til gamle arbeidsmetoder.

Ulik grad av motstand er å forvente ved implementering av et nytt digitalt verktøy i byggebransjen (Gressgård, 2021). Wesenberg (2021) begrunner med at mennesker er forskjellige og har ulike oppfatninger om hvorfor bytte ut velfungerende arbeidsmetoder med nye digitale verktøy. De involvertes bakgrunn og tekniske kunnskaper påvirker også innførelsen av nye digitale verktøy, og må tas i betraktning under implementeringsprosessen.

Det er to styringsprinsipper som tilrettelegger til motivasjon for å nå et felles mål, inkrementell innovasjon og prosessrettferdighet (Vestgaard, 2020). Inkrementell innovasjon tilrettelegger for å nå delmål, og fører til at de involverte har større sannsynlighet for å oppleve mestring og bli motiverte. Prosessrettferdighet handler om de involvertes opplevelse av noe som påvirkes av tilliten til ledelsen, kvaliteten på beslutningene, og strategien som benyttes ved innførelsen av det digitale verktøyet (Vestgaard, 2020). De involvertes opplevelse av prosessferdighet har også innflytelse på deres holdninger og handlinger til det nye digitale verktøyet.

4 Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra intervjuene. På bakgrunn av studiens problemstilling er datamaterialet blitt sett på i helhet, og informantenes svar presenteres sammen. Resultatene er delt inn i delkapitler med utgangspunkt i studiens forskningsspørsmål, og presenterer relevante funn fra intervjuene. Første delkapittel handler om dagens praksis knyttet til oppfølging av økonomi i utførelsesfasen. Det andre delkapittelet tar for seg digitale muligheter knyttet til kalkyle og oppfølging av økonomi. Siste delkapittel presenterer hvilke forutsetninger informantene mener må være til stede for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging.

Informantene er anonymisert i henhold til personvern, og benevnes med en forkortelse knyttet til deres stillingstittel og et nummer (#). Tabell 4-1 viser hvordan informantene er navngitt.

Tabell 4-1: Informant forkortelser. Egen tilvirkning.

Stillingstittel	Informant ID
Anleggsleder	AL#
BIM koordinator	BK#
Kalkulator	K#
Leder innovasjon	LI#
Prosjektingeniør	PI#
Prosjektleder	PL#

4.1 Oppfølging av økonomi i praksis

Intervjuene ble innledet med spørsmål knyttet til hvordan et prosjekts økonomi følges opp i forhold til kalkylen i utførelsesfasen, og hvordan BIM og digitale verktøy blir brukt. Hensikten med dette var å få innsikt i informantenes kunnskaper og erfaringer, for å undersøke hvordan bruk av BIM og digitale verktøy, samt oppfølging av økonomi praktiseres i bransjen. I tillegg til å undersøke om det eksisterer en felles praksis blant aktørene.

Resultatene viser at prosjektleder er ansvarlig for prosjektets overordnede økonomi, og øvrige prosjektmedlemmer bistår prosjektleder med å følge opp underentreprenører. Det ble også undersøkt om prosjektets entreprisform påvirker hvordan økonomien følges opp, for å finne eventuelle sammenhenger mellom informantene som arbeider med samme entreprisform.

Intervjuene avdekker at flesteparten av informantene kun har god kjennskap til én entreprisform, og derfor ikke nok kunnskap til å svare konkret. Likevel er to informanter enige om at det kan påvirke arbeidet til en viss grad, og informant PL1 utdyper:

«For hver entreprisform varierer det jo hvor mye innsyn i økonomien en byggherre krever, som igjen påvirker i hvor stor grad innrapportering av endringer byggherren krever.»

- Informant PL1

4.1.1 Fellesmøter knyttet til prosjektets økonomi

Intervjuene viser at det varierer om det avholdes faste felles møter tilknyttet prosjektets økonomi; fra fast møte en gang i måneden til ingen faste møter. Samtlige informanter som ikke praktiserer rutinemessige møter uttrykker et ønske om å ha det, siden de mener at det kan påvirke prosjektresultatet i stor grad. En av informantene forteller følgende:

«Det er ingen faste rutiner overordnet for prosjektet, men burde vært det for å legge press på oss, siden det er verre å følge opp uten tidsfrist. Kostnadssprekker kan også avdekkes.»

- Informant AL1

Informant PL1 har erfaring fra prosjekter med faste økonomimøter, og stiller seg svært positiv til dette:

«Fast møte en gang i måneden fungerer veldig bra. Det gjør at jeg hele tiden må holde arbeidet varmt, og prosjektets økonomi er alltid oppdatert.»

- Informant PL1

Uttalelsen samsvarer med flere av informantene som ønsker faste økonomimøter, og det ble under intervjuene nevnt flere fordeler med rutinemessige møter:

- Gir de utførende motivasjon til å jobbe mot en tidsfrist og mål.
- Gir de utførende innblikk i hvordan prosjektet ligger an økonomisk, deriblant økonomiske utfordringer de kan vente seg i fremtiden.
- Gir de utførende mer eierskap til prosjektet ved at de inkluderer og får totaloversikt over prosjektets økonomistatus.

Informant PL3 utdyper at faste møter gir merverdi til prosjektet ved at de utførende jevnlig oppdateres på prosjektets kostnader. Videre utdyper informanten at alle fag og poster gjennomgås, noe som gir en indikasjon på om prosjektet har endret seg, og i hvor stor grad. Flere av informantene forteller at dette gir dem mulighet til å justere postene hvis det er behov for å iverksette tiltak.

4.1.2 Digitale verktøy

Digitale verktøy i utførelsesfasen knyttes til kommunikasjon- og informasjonsflyt, samt produksjons- og økonomioppfølging. Resultatene viser at informantene er kjent med digitale verktøy og bruker det i sin arbeidshverdag.

Samtlige av informantene tydeliggjør at prosjektets kalkyle er tilgjengelig for dem i Microsoft Excel, og at de forholder seg til den ved oppfølging av økonomi i utførelsesfasen. Intervjuene avdekker imidlertid at det er ulikt hvordan Excel benyttes til oppfølging av økonomi, og hvor fornøyde informantene er med verktøyet. Enkelte informanter starter med et blankt Excel-ark, og utarbeider sitt eget oppsett for å følge opp økonomien. Andre prøver å følge kalkylens oppsett, med hensikt om å sammenligne kostnadene ved fullført prosjekt. Noen informanter forteller at de arbeider i ferdig genererte Excel-oppsett, der det kun er nødvendig å fylle inn tallverdier under de ulike postene i oppsettet. Videre forteller informantene at beregninger kalkuleres og en oversikt over prosjektets totaløkonomi utarbeides automatisk.

Informant BK2 mener at fordelene med økonomioppsett er at prosjektmedlemmene ikke trenger å utarbeide egne oppsett. Videre forteller informant BK2 at dette muliggjør for underentreprenørene å logge sin egen økonomi, noe som frigir entreprenørene for tidkrevende arbeid. Resultatene avdekker at det varierer hvor nyttig ferdig genererte Excel-oppsett oppleves, og informant BK2 sier følgende:

«Excel-oppsettet vi benytter baserer seg på «prodkoder», koder for hvert fag, mens kalkylen tar utgangspunkt i bygningsdeler. Dette gjør det umulig å følge opp og sammenligne med hva som er kalkulert og hva vi faktisk gjør.»

- Informant BK2

Informant PL3 peker på samme utfordring som informant BK2, i tillegg til at det er utfordrende å følge opp økonomien i forhold til kalkylen da det alltid kommer endringer. Informanten utdyper følgende:

«Problemet med oppfølgingen er ofte at man endrer en del, og det man kalkulerer er nødvendigvis ikke stilt opp på samme måte som økonomien i prosjektet. Det gjør det vanskelig å følge opp økonomien og gi informasjon tilbake til kalkyle.»

- Informant PL3

Resultatene viser at det er mye manuelt arbeid uavhengig av hvilken grad ferdig programmerte Excel-oppsett benyttes, der blant annet fakturaer og endringer kontinuerlig må registreres manuelt. Intervjuene avdekker også at det varierer hvor godt informantene mener Excel fungerer til økonomioppfølging. Informant PI2 forteller at Excel er et verktøy som fungerer som det skal og har mange nyttige funksjoner. Flertallet av informantene uttrykker at Excel er et tungvint og tidkrevende verktøy, siden det krever manuell inntasting av alle verdier, i tillegg til at det er vanskelig for andre å overta arbeidet. Informant AL2 mener følgende:

«Excel er et tungt verktøy for det kan være mye feil, et feiltrykk kan også gjøre stor skade.»

- Informant AL2

Informant PII forklarer at Excel er et enkelt og intuitivt program når en først lærer seg det. Videre forklarer informanten at surr i økonomien kan oppstå, og at en da kan miste kontrollen. Informanten forteller også at Excel er krevende til en viss grad siden kun et tastetrykk kan føre til at en stor feil skjer.

I tillegg til Excel avdekker resultatene at verktøyene ByggOffice, Bimsync, Calcus, Solibri og Geometra, samt interne bedriftsutviklede verktøy som Webinfo og Prolab, benyttes til kalkylearbeid og oppfølging av økonomi. Informantene utdyper at det benyttes flere digitale verktøy i samme prosjekt:

«Det skulle vært mer automatisert mellom systemene av flere grunner. Man kan unngå dobbelt arbeid og dataen oppdateres samtidig hvis den endres ett sted. Kalkylen er i Excel, i Agresso Web betaler man fakturaer, og prosjektoppfølgingen skjer i tredje et program.»

- Informant PL3

Videre forklarer informant BK2 at grunnen til at flere digitale verktøy benyttes i dag, er fordi dagens tilgjengelige verktøy ikke har alle funksjoner som kreves i forbindelse med kalkylearbeid og oppfølging av økonomi:

«Oppfølgingsmodulen i ByggOffice tilfredsstillter ikke behovene våre, og fremstiller heller ikke dataen slik vi ønsker. Forstår blant annet ikke at en faktura kan betales i to omganger.»

- Informant BK2

Informant PI2 sier at verktøyene fungerer bra siden de brukes hver dag, men uttrykker forståelse for at verktøyene kan oppfattes som vanskelige fordi det ikke er innarbeidet rutiner. Videre forteller informant PI2 at verktøyenes potensiale ikke utnyttes, og på den måten oppnår ikke implementeringen sin hensikt. Informant PI2 utdyper:

«Jeg tror verktøyene kan oppleves som tungvinte fordi det er mennesker det er snakk om og en har ulik teknologisk forståelse. Likevel er det viktig å utvikle nye digitale verktøy for å oppnå mer effektive arbeidsprosesser.»

- Informant PI2

En annen utfordring informantene opplyser om er at økonomioppfølging kan oppleves som krevende, ettersom verktøyene ikke kan sammenkobles. Informantene sier at verdifull tid brukes på dobbelt arbeid, som er lite effektivt i en travel arbeidshverdag. Informant PL3 ønsker å bytte ut Excel med et bedre egnet digitalt verktøy til økonomioppfølging. Flere av informantene er enige i uttalelsen, ettersom risikoen for menneskelige feil kan reduseres og verdifull arbeidstid spares. Informant K2 sier at en løsning kan være å samle all data på en felles plattform.

4.1.3 BIM

Resultatene viser at kalkulatørene benytter BIM-modellen til mengdeuttak, og i størst grad benyttes programvarene Solibri, Bluebeam og Geometra. Informant LI1 har erfart å spare tid på kalkulasjonsprosessen ved å benytte BIM-modell som grunnlag for mengdeuttak. Kalkulatørene opplyser om at modellene ofte er for «dårlige», i den forstand at detaljeringsgraden er for lav til korrekt mengdeuttak. Videre viser resultatene at «dårlige»

BIM-modeller, fra blant annet rådgivere, fører til at entreprenøren må bruke verdifull tid på å utvikle detaljerte modeller til mengdeuttak. En av informantene forteller:

«Når jeg skulle mengde stål på et ikke så alt for stort prosjekt brukte jeg én uke, fordi modellen jeg hadde som utgangspunkt var ubrukelig.»

- Informant AL1

På grunnlag av samarbeidsnivået i en samspillsentreprise mener informant BK2 at det er mulig å sette krav til en detaljert BIM-modell, men at det ikke er like enkelt i totalentrepriser. Informanten utdyper at det kan være fordi totalentrepriser ofte er mengdejusterte, og at en lite detaljert BIM-modell er utarbeidet.

Resultatene indikerer at BIM også benyttes til informasjonslagring og -deling, men også til prosjektering, kollisjonskontroll, og visualisering av det som skal bygges og jobbes med. Samtlige informanter opplever at BIM bidrar til mindre misforståelser og tidsbesparelser, noe som gjør oppfølging av arbeidsoppgaver enklere i utførelsesfasen. Informant PI1 forteller at BIM-modellen benyttes indirekte til økonomioppfølging siden økonomi og koordinering av arbeidsoppgaver ute på byggeplassen henger tett sammen:

«Koordinering av arbeid og økonomi er som hånd i hanske i utførelsesfasen. Har man kontroll på det som skjer på byggeplassen, har man som regel kontroll på økonomien også.»

- Informant PI1

Informant BK2 mener sammenhengen mellom BIM og økonomi i utførelsesfasen bør forbedres. Informanten forteller at BIM-modellen vil gi prosjektmedlemmene innsikt i hva bygget skal koste, hva det koster underveis, og hva det koster ved ferdigstilling, på ulike stadier i utførelsesfasen. Flere av informantene uttrykker enighet, og ønsker å benytte BIM-modellen til ren økonomioppfølging:

«Jeg skulle ønske 3D-modellene ble brukt til ren økonomioppfølging, for å kunne få innblikk i hvor langt prosjektet er kommet, og i forhold til status på selve økonomien. Det er ikke alltid like lett å se verdien av dette ute på byggeplassen.»

- Informant PL1

4.1.4 Oppsummering

Resultatene avdekker at det varierer hvordan økonomien følges opp i utførelsesfasen. Samtlige informanter uttrykker at faste rutinemessige møter gir de involverte bedre kontroll og oversikt over økonomien. Videre viser resultatene at flertallet av informantene mener at dagens digitale verktøy ikke egner seg til økonomioppfølging, da det er en mangel på nødvendige funksjoner. Informantene forteller at når flere digitale verktøy må brukes til økonomioppfølging oppfattes prosessen som tidkrevende og komplisert. Resultatene avdekker også at BIM benyttes i forbindelse med mengdeuttak, samt visualisering og simulering av det som skal bygges og jobbes med på byggeplassen. Informantene ønsker å benytte BIM til ren økonomioppfølging, ettersom det kan bidra til å automatisere arbeidsoppgaver og sikre kontinuitet mellom prosjektets kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen.

4.2 Muligheter knyttet til kalkyle og økonomioppfølging ved bruk av BIM og digitale verktøy

4.2.1 Digitale verktøy

Informantene forteller at bedre innsikt i prosjektets totalbilde kan oppnås med et digitalt verktøy som sikrer kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging. De sier at sporbarhet blir mulig og feil kan oppdages på et tidlig stadium. Videre ønsker de at prosjektets nøkkeltall skal bli lettere tilgjengelige:

«Nøkkeltall burde vært synliggjort i større grad ved bruk av farger eller grafer. Med visuell fremstilling kan man lese økonomien på en enklere måte. Nå er det bare masse tall.»

- Informant PI1

Enkelte informanter mener at et digitalt verktøy bør kunne kontrollere om prosjektet holder seg innenfor kostnadsrammen. Informant PL2 sier at prosjektets likviditet også lettere kan kontrolleres, som er viktig siden det ikke er fasitsvar på et prosjekts totale kostnader før det er ferdig. Flere av informantene er enige i dette, ettersom kontroll på prosjektets økonomi oppnås:

«Kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi er viktig for å tjene penger, er det ikke kontinuitet har vi ikke kontroll, og min påstand er at vi ender opp med å tape penger.»

- Informant AL2

«Selvfølgelig er det viktig å følge opp økonomien i prosjektet i forhold til kalkylen. Hvis man oppdager at økonomien begynner å peke i feil retning på enkelte fag må man jo ta grep»

- Informant KL2

Informantene uttrykker også enighet om at digitale verktøy kan bidra til å redusere menneskelige feil og tidsbruken på manuelle arbeidsoppgaver, ettersom det ikke alltid er like lett å fange opp alle endringer og fakturaer som sendes på e-post. Enkelte informanter mener et digitalt verktøy som automatisk registrerer fakturaer og endringer gir stor verdi for dem:

«Hvis endringer og fakturaer hadde blitt registrert automatisk, ville oppfølgingen nådd et nytt nivå – svært tidsbesparende.»

- Informant PL2

Informant LI1 forklarer at det ville vært interessant å undersøke om MMI styrt betaling er mulig, og sier det kan bidra til å sikre at utført arbeid betales i tide. Informant PL3 mener MMI styrt betalingsverktøy også kan hjelpe de utførende med å huske å betale underentreprenørene for utført arbeid:

«MMI styrt betaling hadde hjulpet oss til å huske på å betale underentreprenørene, for det er ofte man glemmer, og det er lett å betale underentreprenør før jobben er gjort.»

- Informant PL3

4.2.2 BIM-modell og mengdeuttak knyttet til kalkyle

Samtlige informanter opplyser om at BIM-modellen kan bidra til å effektivisere prosessen i forbindelse med mengdeuttak. Informantene forklarer at dersom BIM-modellen detaljeres mer, kan riktige mengder automatisk hentes ut med et digitalt verktøy som for eksempel Solibri. Informant AL2 forteller en fordel med dette:

«Risikopåslaget som legges til ved enhver kalkulasjon kan reduseres med nøyaktige beregninger, og sannsynligheten for å vinne et prosjekt øker.»

- Informant AL2

Enkelte informanter uttrykker en usikkerhet ved å benytte BIM-modellen til mengdeuttak, da det er risikabelt å stole for mye på det digitale. Informant AL1 utdyper følgende:

«Det er jo ofte feil i en modell, så stoler vi 100% på modellen kan beregningsfeil oppstå. Jeg tror det er mange som ikke vil stole på et slikt system, og kommer til å gjøre manuelle kontroller i tillegg, og det tar tid.»

- Informant AL1

Resultatene indikerer at erfaringsbankene bør videreutvikles, slik at erfaringstall kan kobles til objektene i modellen og automatisk oppdateres hvis noe endres. Informantene opplever at Norsk Prisbok og erfaringstall ikke oppdateres ofte nok. Informant PL3 mener grunnen er at det ikke prioriteres å rapportere sanntidspriser til kalkulatørene siden det er tidkrevende. Videre sier informantene at mye kompliserer seg i overgangene mellom kalkyle-, prosjekterings-, og utførelsesfasen, og utdyper følgende:

«I noen tilfeller kan prosjekterende velge å prosjektere et objekt annerledes enn i kalkylen fordi det er komplekst, og i andre tilfeller kan det være at det benyttes ulike digitale verktøy i prosjektets ulike faser.»

- Informant PL3

Informantene sier at oppdaterte erfaringstall kan bidra til mer nøyaktig kalkulasjon av prosjekter, og informant LI1 forklarer at erfaringstall også kan gi prosjekter annen verdifull informasjon:

«Har vi tilgang på godt strukturert data over tid muliggjør det bedre innsikt i historiske data. Det kan brukes til å se hvilke prosjekter som har gått bra eller dårlig, og hva årsakene er til at det gikk som det gikk. Denne type data vil være verdifull.»

- Informant LI1

4.2.3 Koble fremdrift til BIM-modell

Flere av informantene forteller at sikring av kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging er mulig hvis 4D BIM realiseres. Informant LI1 forklarer at BIM-modellen da må oppdateres til enhver tid, for at den skal stemme overens med faktisk prosjektering og fremdrift. Informantene forteller også at 4D BIM gir dem mulighet til å visualisere og simulere arbeidsoppgaver, samt kontrollere om arbeid går over planlagt tid. Resultatene viser at

4D-verktøyet Synchro er kjent blant enkelte av informantene, og informant AL1 erfarer at det digitale verktøyet ikke er så enkelt å bruke:

«Synchro er avansert, noe som gjør det tidkrevende. I tillegg har jeg opplevd at det er få som klarer å bruke det.»

- Informant AL1

Informant PL3 nevner samme utfordring som informant AL1, at Synchro er svært avansert. En annen utfordring som informant PL3 opplyser om er at de utførende oppfatter det som tungvint å alltid måtte oppdatere fremdriftsplanen. Videre forteller informanten at det bør ansettes en person som har ansvar for Synchro, for å muliggjøre bruken av det digitale fremdriftsverktøyet. Informant PL3 utdyper at det kan være utfordrende å gjennomføre en så stor investering, ettersom en ikke er sikker på om løsningen fungerer:

«Det er nok ikke alle som er villig til å ansette en egen person til å kun ha ansvar for fremdriftsplanlegging, siden det er vanskelig å se gevinsten og det koster jo en del.»

- Informant PL3

Informant AL1 og PL3 mener også at en oppdatert fremdriftsplan bidrar til at alle på prosjektet er oppdaterte på fremdriften til enhver tid. I tillegg til at en kan reagere raskere hvis en aktivitet går over planlagt tid.

4.2.4 Koble kalkylen til BIM-modell

Informant LI1 forteller at hvis fremdrift kan kobles til modellen bør det også være mulig å koble til kalkylen. Videre forteller informant LI1 at det også bør være mulig å ivareta koblingen mellom BIM-modellen benyttet i anbudsfasen og økonomien i utførelsesfasen. Samtlige informanter mener at oppfølgingen av prosjektets økonomi i henhold til kalkylen bør automatiseres mer, og på den måten oppnår prosjektmedlemmene bedre kontroll over økonomien. Informant BK2 utdyper:

«Siden det ikke er en god direkte kobling mellom kalkyle og BIM i dag, brukes penger litt i blinde. Jeg tror det er mye penger som kan spares med et godt verktøy som bedrer rutinene.»

- Informant BK2

Informant PL3 sier at e-post kommunikasjon vil reduseres betydelig dersom 4D og 5D BIM realiseres. Informanten sier også at en vil få historikk på hva som er gjort, noe som gir de involverte mulighet til å se endringer og viktige oppdateringer. Informanten forteller følgende:

«Realiseres 4D og 5D BIM slipper man e-post, og alle får tilgang til prosjektet på en bedre måte, og kan følge med på alt som skjer. Kommunikasjonen skjer da på ett sted og ikke blant mange forskjellige e-poster som ikke alle har innsyn i.»

- Informant PL3

Flere av informantene forteller at en utfordring ved å koble kalkyle til BIM-modellen er at kalkylen bygges opp etter elementer, men at det ikke er gitt at BIM-modellen inneholder det spesifikke objektet. Informant PL3 forklarer kompleksiteten mellom faseovergangene:

«En yttervegg kan være ett element helt til detaljprosjekteringen. Da deles den i mange lag. Det gjør det vanskelig å ha kontroll på kostnader og hvilken fremdrift prosjektet faktisk har.»

- Informant PL3

En annen utfordring enkelte av informantene har erfart er at når objekter byttes ut, eller når større endringer gjøres i BIM-modellen, brytes koblingen mellom kalkyle og modell. Informant LI1 forteller følgende:

«Jeg har erfart at når store endringer gjøres så forsvinner koblingen til kalkylen, men ikke hvis det er små endringer som går på geometrien.»

- Informant LI1

4.2.5 Oppsummering

Resultatene avdekker at et nytt digitalt verktøy kan gi de utførende mulighet til å oppnå bedre innsikt i prosjektets økonomi ved at nøkkeltall automatisk oppdateres, og prosjektets likviditet enklere kan undersøkes. Informantene forteller også at en mer automatisert oppfølgingsprosess kan bidra til at fakturaer og endringer registreres automatisk, og menneskelige feil reduseres. Resultatene avdekker også at kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging kan sikres bedre, ved en detaljert BIM-modell som egnes til mengdeuttak utarbeides. Informantene ser muligheter med 4D og 5D BIM, som for eksempel å bedre informasjonsflyt, men Synchro er avansert, og det at erfares at koblingen til kalkylen brytes ved store endringer i BIM-modellen.

4.3 Forutsetninger for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi

4.3.1 Overgang mellom anbudsfasen og utførelsesfasen

Informantene sier at en forutsetning for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging er å inkludere de utførende i anbudsfasen, og ha strukturerte møter før utførelsesfasen starter. Ved å bruke tid på dette utdyper informantene at bedre oversikt over kostnadene i kalkylen kan oppnås. Informantene forteller at faste møter også muliggjør bedre planlegging av utførelsesfasen og uforutsette hendelser kan oppdages. Informant AL2 utdyper følgende:

«Har man med de utførende i kalkulasjon, får de oversikt over prosjektets kostnader og et godt forhold mellom kalkulasjon og utførende. Har man en veldig separert kalkulasjonsenhet, er det fort gjort å tape litt penger. Det gjelder å starte i riktig retning.»

- Informant AL2

4.3.2 BIM-modell og detaljert kalkyle

En annen forutsetning for å oppnå kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging mener informantene er en oversiktlig kalkyle, ettersom det er der prosjektets kostnadsfordeling vises og jobbes ut ifra. Informant PL3 forteller at en oversiktlig kalkyle bidrar til å oppnå kontroll på økonomien, og at bedre oversikt over prosjektet oppnås ved at det er enklere å ta jevnlig kostnadskontroller.

Informant PL1 opplyser om at det gjøres mange hensiktsmessige valg ved utarbeidelse av en kalkyle i tidligfasen, men opplever at de utførende ikke fanger dette opp da de ikke setter seg godt nok inn i kalkylen før utførelsesfasen starter. Lignende uttalelser kommer fra andre informanter som sier at de må bli mer bevisst på valgene som er tatt i kalkylen. Informantene mener kalkylens fulle potensiale da kan bli utnyttet, og at mer nøyaktige prognoser og rapporter enklere kan utarbeides. Informant PL1 mener følgende:

«En strukturert kalkyle som styres med god overgang mellom kalkulasjon og oppstart av prosjektet er en stor suksessfaktor»

- Informant PL1

Det er enighet blant informantene om at en detaljert BIM-modell er en forutsetning for nøyaktig mengdeuttak, og at en mer riktig kalkyle kan utarbeides. Informant LI1 sier at en velfungerende prosess for nøyaktig beregning av mengder er en forutsetning for å sikre at BIM-modellen egnes til mengdeuttak. Informantene K1 og BK1 forteller at de som skal modellere BIM-modellen må informeres tidlig om hva den skal benyttes til, og at den skal benyttes i alle byggefasene. På den måten mener informantene at kvaliteten på BIM-modellen blir god nok, slik at den egnes til ønsket formål. Informant BK1 sier følgende:

«Nøkkelen for å lykkes med kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi er å ha fokus på BIM-modellen tidlig i prosjektet. Formålet med modellen må tydeliggjøres, for å få et så korrekt grunnlag som mulig, for eksempel for mengdeuttak.»

- Informant BK1

4.3.3 Brukervennlighet

En av informantene mener at fastsatte rutiner er en forutsetning for å lykkes med økonomioppfølging i henhold til kalkylen. Informantene LI1 og PL2 sier at det kan sikres gjennom et brukervennlig digitalt verktøy:

«Jo flere dataprogram vi må bruke desto dårligere vil det gå. Et brukervennlig system hadde gjort jobben lettere, og feil hadde lettere blitt fanget opp.»

- Informant PL2

Samtlige av informantenes uttalelser samsvarer med informant PL2 sin uttalelse, om at brukervennlige systemer kan bidra til å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Det er også enighet blant informantene om at digitale verktøy kan oppfattes som kompliserte, noe som kan føre til variert bruk av verktøyene. Informant AL2 mener følgende om dagens digitale verktøy:

«Det er mange forstyrrende knapper vi ikke bruker. Da blir det støy for oss og får programmene til å virke avanserte. Noen funksjoner kan være gode, men er ikke sikkert at jeg er klar over dem.»

- InformantAL2

Informant K2 forklarer at digitale verktøy må være brukervennlig for alle og ikke kun de som skal bruke det hver dag, noe som vil bidra til å hindre misnøye blant de involverte.

4.3.4 Implementering

Enkelte av informantene forteller at det varierer hvordan de involverte tar imot nye digitale verktøy. Informant PL1 sier at de involverte som oftest ser verdien av det, men at enkelte opplever det som utfordrende. Informanten utdyper følgende:

«For meg har innføring av digitale verktøy vært en naturlig del av byggebransjens utvikling, og jeg har derfor ikke tenkt over de store utfordringene med det.»

- Informant PL1

Informant PL3 har et annet syn på implementering av nye digitale verktøy:

«Det er ekstremt vanskelig å få folk til å omstille seg, menneskelig omstilling er 80% av utfordringen. Det er også vanskelig å endre på rutinene hos en prosjektorganisasjon som skal styre og drive prosjekter.»

- Informant PL3

Lignende uttalelser kommer fra flere av informantene, der det tydeliggjøres at bransjen har en lang vei å gå, ettersom terskelen for å prøve nye verktøy er høy. Informant AL2 utdyper at det er fordeler for prosjekter å bruke nye digitale verktøy, men at teknologien da må være utviklet. Scanning er et eksempel informant AL2 forteller om:

«Vi prøver oss mer og mer på scannig, men det gir oss ikke kostnadsgevinst. Per dags dato gir det oss bare merarbeid, blir teknologien mer moden kan vi forhåpentligvis spare penger.»

- Informant AL2

Flere av informantene opplyser om at motstand blant de involverte kan oppstå, ettersom brukerterskelen oppfattes som for høy, eller at de involverte ikke ser verdien av å implementere et nytt verktøy. For å lykkes med implementering mener informant PI1 følgende:

«Jeg tror opplæringsstrategier er viktig for å lykkes med implementering. Med lite opplæring vil ikke folk bruke det, og en negativ holdning skapes. Dette kan føre til dårlig oppfølging, som igjen kan føre til at prosjektet ikke går bra.»

- Informant PI1

Videre utdyper informant PI1 at implementering bør skje gradvis med delmål, og gjerne med pilotprosjekter der det kan sikres at det er motiverte ansatte til å følge opp. Informanten utdyper videre at prosjektets ytelsesevne i størst mulig grad vil reduseres.

Informant PL3 opplyser om at det er viktig å være oppmerksom på at i en implementeringsfase er det fokus på å lære og mindre fokus på det faktiske arbeidet. Videre sier informanten at organisasjonen vil belastes med mer jobb ved implementering enn det de er vant til. Informantene BK2 og PL3 forteller at det er lett å vende tilbake til gamle vaner dersom implementeringen oppfattes som utfordrende og ikke lykkes, noe som er en fallgrube ved implementering av nye digitale verktøy.

4.3.5 Oppsummering

Resultatene indikerer flere forutsetninger for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. En av forutsetningene informantene opplyser om er at de utførende må ha oversikt over prosjektets kalkyle før utførelsesfasen starter, og med en detaljert BIM-modell kan en detaljert og oversiktlig kalkyle utarbeides. Informantene forteller også at de digitale verktøyenes brukervennlighet i stor grad påvirker hvordan de utførende opplever implementering av nye verktøy. En annen viktig forutsetning informantene mener er viktig for å lykkes med implementering er gradvis innføring av det nye verktøyet, noe som kan sikres med gode opplærings- og oppfølgingsrutiner.

5 Diskusjon

Resultatene viser at det ikke finnes gode verktøy som egnes til å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Mulighetene BIM og digitale verktøy har i forbindelse med økonomioppfølging i utførelsesfasen vil derfor undersøkes ved å svare på studiens problemstilling:

«Hvordan sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen, og på hvilken måte kan BIM og digitale verktøy bidra til dette?»

Diskusjonen er tredelt, og temaene skal bidra til å belyse studiens problemstilling. Temaene diskusjonen tar for seg er: 1) Kommunikasjon og samhandling, 2) Digitale verktøy, og 3) BIM.

5.1 Kommunikasjon og samhandling

Resultatene avdekker at det å inkludere de utførende i anbudsfasen er en forutsetning for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Det handler om kommunikasjon, som ifølge Jacobsen og Thorsvik (2019) er et av de viktigste kriteriene for at et prosjekt skal lykkes. Gjennom inkludering og kommunikasjon blir de utførende oppmerksom på valg som er gjort i kalkylen, og kan få god innsikt i den før prosjektstart. Informant AL2 sier at et godt forhold mellom kalkulatørene og de utførende vil utvikles på denne måten. Informantens uttalelser kan underbygges av rapporten til Røsdal og Ørstavik (2011), som presiserer at en fellesskapsfølelse og tillit mellom aktørene effektivt kan bygges opp via kommunikasjon.

Et byggeprosjekts kompleksitet må tas hensyn til ved kommunikasjonsplanlegging (Røsdal & Ørstavik, 2011). Informantene mener at møter om hvordan prosjektet skal gjennomføres, før utførelsesfasen starter, bør vært et krav til de utførende. Møter før prosjektstart kan gi de utførende eierskap til prosjektets kalkyle ved at de får oversikt over hva som inngår i de ulike postene. I tillegg kan bedre kommunikasjonsflyt ved prosjektstart oppnås. Ved økonomimøter i forkant av prosjektstart blir det dermed enklere for de utførende å følge opp prosjektets økonomi knyttet til kalkylen i utførelsesfasen.

Ifølge Berg og Vikene (2017) er faste og rutinemessige statusmøter, i utførelsesfasen, nødvendige for å oppnå kontroll over et prosjekts økonomi. Resultatene i denne studien

avdekker at det varierer i hvilken grad rutinemessige møter holdes, noe som indikerer at det ikke er tilstrekkelig for å oppnå god nok kontroll over prosjektets økonomi. Likevel viser resultatene at informantene er enige om at faste økonomimøter gir de utførende bedre innsikt i prosjektøkonomien, ved at nøkkeltall jevnlig oppdateres. Informant PL3 utdyper også at det gir de utførende mulighet til å justere kalkylens poster dersom det oppdages at noe kommer til å endres i fremtiden. Rolstadås (2011) kan bekrefte informant PL3 sin uttalelse, som mener at møter knyttet til prosjektets økonomi er en indikasjon på hvordan prosjektet ligger an, og korrigerende tiltak kan iverksettes dersom avvik oppdages. Det handler om å komme de uforutsette kostnadene i forkjøp, og iverksette forebyggende tiltak før det kommer som en overraskelse. På den måten kan tids- og kostnadsoverskridelser hindres.

Resultatene avdekker at rutinemessige økonomimøter bidrar til å nå et prosjekts hovedmål. Informantene er enige om at hvis rutinemessige statusmøter innføres jobbes det mot delmål under utførelsesfasen, noe som kan bidra til å nå et prosjekts hovedmål. Økt arbeidsinnsats blant de utførende kan også oppnås ved at de kontinuerlig arbeider mot at prosjektets økonomi skal samsvare med kalkylen. Ifølge Huang et al., (2017) bidrar delmål til motivasjon, noe som kan bekreftes med denne studiens resultater. Resultatene indikerer også at motivasjon kan skapes ved at det jobbes mot et konkret mål. Derav kan det argumenteres for at faste økonomimøter er fordelaktig, ettersom det kan gi de utførende bedre oversikt over prosjektets økonomi.

5.2 Digitale verktøy

Resultatene viser at flere digitale verktøy benyttes av entreprenører til kalkylearbeid og økonomioppfølging. Selv om resultatene viser at noen informanter opplever dagens digitale verktøy som anvendelig til deres formål, er det andre som ikke er like fornøyde. Informant PI2 forklarer at grunnen til at noen opplever verktøyene som velfungerende kan være fordi de benytter verktøyene hver dag. Individuelle rutiner dannes, og det blir en vane å bruke verktøyene. De ulike verktøyene kan oppleves som kompliserte av informantene dersom brukerterskelen er for høy, noe som påvirker deres mening om hvorvidt verktøyene fungerer eller ikke. Resultatene indikerer at faktorer som kan påvirke hvordan et digitalt verktøy oppleves er de involvertes digitale kompetanse, læreferdigheter, motivasjon, og hvor ofte de skal benytte verktøyet i arbeidsdagen.

Ved at ulike verktøy benyttes kan prosessen knyttet til økonomioppfølging i forhold til kalkylen oppfattes som tungvint blant de utførende. Det fordi samme data må lagres ulike steder, og ikke nødvendigvis oppdateres alle stedene samtidig. Dermed øker risikoen for at prosjektet kan miste kontroll over økonomien, ved at utdatert data blir brukt. Informantene mener at en automatisert kobling mellom verktøyene kan sikre økonomioppfølgingen ved at dataene synkroniseres på alle plattformer samtidig. På bakgrunn av dette kan dobbeltføring av data og ekstra arbeid unngås. I tillegg kan en automatisert kobling mellom verktøyene bidra til å gi de utførende kontroll på gjeldende kostnader, og at det blir mindre krevende å følge opp økonomien. Resultatene viser at en utfordring med å sammenkoble kalkyle og et økonomioppfølgingsprogram er at strukturen ikke samsvarer i verktøyene. Informant BK2 utdyper at kalkylen ofte tar utgangspunkt i bygningsdeler, mens økonomioppfølgingen baserer seg på koder for hvert fag. Det blir da utfordrende å sammenligne kalkylen og økonomiarbeidet i utførelsesfasen. Derfor kan det være hensiktsmessig å utvikle et digitalt verktøy som håndterer både kalkylearbeid og økonomioppfølging.

Til tross for at det er utviklet digitale verktøy som skal lette arbeidsmetodikken til entreprenørene, indikerer resultatene at det er mye manuelt arbeid, der blant annet fakturaer og endringer må registreres manuelt. Resultatene avdekker at Excel er mest benyttet til økonomioppfølging, selv om det er utviklet digitale verktøy for denne prosessen. Resultatene indikerer at Excel i størst grad benyttes ettersom oppfølgingsprogrammene ikke tilfredsstiller entreprenørens behov. ByggOffice er et av programmene som tilbyr en oppfølgingsmodul, men ifølge informant BK2 fremstilles ikke dataen slik brukerne ønsker. Informant K2 forteller at Excel bærer på en stor risiko, og begrunner det med at mye data er lagret i Excel-arkene. På grunnlag av dette kan det være utfordrende å få oversikt over prosjektets økonomi i forhold til kalkylen. Flere av informantene er enige med informant K2, og opplever økonomioppfølging i Excel som uoversiktlig og krevende, ettersom bare et feiltrykk kan gjøre at dataen mister verdi. Dette kan få store konsekvenser for økonomien til byggeprosjekter, og et alternativ kan derfor være å utvikle et system som håndterer økonomioppfølgingen bedre, slik at menneskelige feil kan reduseres.

Hensikten med digitale verktøy er å optimalisere bransjens arbeidsmetoder (PlanRadar, 2020). Det ble derfor, i denne studien, spurt om hvilke funksjoner et digitalt oppfølgingsprogram burde inneholde for at kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging skulle sikres bedre. Resultatene indikerer at det er vanskelig å beskrive hvordan programmet skal fungere i praksis,

noe som kan tyde på at bransjens kompleksitet gjør det utfordrende å oppfylle alle funksjonene et oppfølgingsprogram bør inneholde. Informant PL3 ønsker å bytte ut Excel med et bedre egnet oppfølgingsprogram. En mulighet kan være å benytte Excel i mindre grad, ved at det brukes som et bakenforliggende datasett i et annet oppfølgingsprogram. Risikoen for menneskelige feil kan da reduseres ved at det ikke gis tilgang til hele økonomien, men kun relevante tall. Prosjektets økonomi kan på den måten følges opp enklere, ved at alle relevante kostnader og nøkkeltall knyttet til økonomioppfølging vises på en oversiktlig måte.

Informant K2 mener en felles plattform som kun viser nødvendig informasjon bør utvikles. Informantens uttalelse kan underbygges av Byggenæringens Landsforenings veiledning, som presiserer at et tiltak for å oppnå en heldigitalisert BAE-næring er å etablere en felles digital plattform (BNL, 2017). En felles digital plattform kan vise seg å være fordelaktig ettersom de involverte kun trenger å forholde seg til en plattform der all informasjon vises, og på den måten få god oversikt og kontroll på et prosjekt. Et prosjekt er tjent med at alle på prosjektet har oversikt over hvordan prosjektet ligger an, og at de utførende vet hva det skal jobbe mot. Det kan derfor argumenteres for at en digital plattform bør utvikles, for å sikre bedre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen.

Ifølge Berg og Vikene (2017) er det nødvendig med et riktig helhetsperspektiv av nåsituasjonen, for å sikre at prosjektet holder seg innenfor gitte kostnadsrammer. Hvis et digitalt verktøy automatisk sammenligner medgåtte mengder med beregnede mengder, blir prosjektets nåsituasjon i forhold til estimerte kostnader raskere tilgjengelig. Berg og Vikene (2017) opplyser om at prosjektets kalkyle er sentral ved økonomioppfølging. Informant AL2 mener at en forutsetning for at prosjektet skal tjene penger er å ha god kjennskap til kalkylen og prosjektets økonomi, hvis ikke er det stor sannsynlighet for at man mister kontrollen og at prosjektet taper penger. Siden kalkylen viser prosjektets estimerte kostnader og jobbes ut ifra, er det tydelig at prosjektmedlemmene er tjent med å ha god innsikt i hva kostnadene i kalkylen innebærer.

Ved at oppdaterte nøkkeltall lett er tilgjengelig kan prosjektets likviditet kontrolleres til enhver tid. Dette er ifølge informant PL2 og Berg og Vikene (2017) viktig for å kontrollere om prosjektet holder seg innenfor gitt kostnadsramme. Bedre kostnadskontroll kan også oppnås ved at overskridelser kan oppdages i et tidligere stadium.

Informantene forteller at et verdiskapende digitalt verktøy må ha lav brukerterskel for at alle skal kunne bruke det, og ikke kun de som skal bruke det hver dag. På den måten kan implementeringen lykkes. Et av hovedmålene med digitalisering og innføring av digitale verktøy er å forenkle og effektivisere arbeidsprosesser. Noen av informantene forteller at det er lett å vende tilbake til gamle vaner dersom verktøyet ikke er brukervennlig, dersom det oppfattes som lite effektivt og komplisert. Informantenes uttalelser støttes av Koochang (2004), som mener at brukervennlighet er en avgjørende faktor for å få aksept av brukerne. Det avdekkes at brukervennlighet er en vesentlig forutsetning for å lykkes med å implementere et digitalt verktøy som bidrar til å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging.

Flertallet av informantene opplever utfordringer knyttet til implementering av nye digitale verktøy i byggebransjen, ettersom det er krevende å omstille de involverte. Gressgård (2021) mener at implementering av nye digitale verktøy er omfattende i byggebransjen, siden motstand mot endring av rutiner og struktur oppstår. Informant PL1 derimot uttrykker at implementering av nye digitale verktøy har vært en naturlig del av bransjens utvikling, og har derfor ikke tenkt over utfordringene med det. Svaret indikerer at informanten har en positiv innstilling til nye digitale verktøy og ser fordelene det gir, samt er bevisst på verktøyenes potensiale. Informant PI2 forteller at dagens digitale verktøy og løsninger fungerer bra, men at det kan være tidkrevende og lite effektivt å innføre nye digitale verktøy. På en annen side uttrykker informanten en forståelse for at nye digitale verktøy kan effektivisere bransjen, noe som kan tyde på at menneskelig adferd er en sentral del av implementeringen.

Motstand er en av faktorene til at bransjen karakteriseres som konservativ (Gressgård, 2021). Det kan oppstå fordi de involverte mangler tillit og tro på at endringer bidrar til effektivisering, og fordi de involverte har minimal erfaring med implementering fra tidligere. Dersom et digitalt verktøy ikke implementeres grundig fra start er det stor sannsynlighet for at implementeringen mislykkes (Wesenberg, 2021). Resultatene viser at det er nødvendig med opplæringsstrategier for å lykkes med implementering, og for å sikre at det digitale verktøyet ikke oppfattes som utfordrende. I tillegg kan det bidra til positive innstillinger og holdninger til nye digitale verktøy og hindre motstand.

Redusert ytelsesevne blant de involverte i opplæringsfasen er en konsekvens som bør tas hensyn til ved implementering (Wesenberg, 2021). Informantene mener at redusert ytelsesevne kan oppstå fordi det i en implementeringsprosess fokuseres mer på å lære enn å produsere. Det er

derfor utfordrende å implementere et digitalt verktøy i en bransje som fokuserer på å hele tiden være effektive og spare tid. En mulig løsning for å sikre at verktøyet brukes er å gi en av de involverte i prosjektet ansvar for å hjelpe andre medarbeidere. Noen involverte bruker lengre tid på omstilling enn andre, noe som må tas hensyn til ved innføring av nye rutiner (Wesenberg, 2021). På bakgrunn av dette kan det sikres at implementering av et digitalt verktøy lykkes.

Informant P11 forteller at gradvis implementering med delmål er nødvendig for å lykkes med innføring av et nytt digitalt verktøy. Av erfaring anbefaler informant P11 å teste ut digitale verktøy på pilotprosjekt, for å sikre at det er motiverte ansatte, og risikoen for at en flaskehals oppstår reduseres. Inkrementell innovasjon kan ifølge Vestgaard (2020) være en løsning for å lykkes med implementering. Dersom det digitale verktøyet først testes ut i mindre prosjekter og gradvis implementeres i større prosjekter, kan sannsynligheten for suksess også øke. Prosjektets kompleksitet vokser som oftest med størrelsen, og det kan derfor være hensiktsmessig å benytte en endringsmodell ved implementering av et nytt digitalt verktøy i byggebransjen. På grunnlag av dette kan det sikres at verktøyet implementeres og forankres i prosjektet (Wesenberg, 2021).

5.3 BIM

5.3.1 Automatisert mengdeuttak

Resultatene indikerer at bruk av BIM-modell til automatisert mengdeuttak bidrar til å effektivisere kalkulasjonsprosessen. Sylvester og Dietrich (2010) peker på viktigheten med å utarbeide en detaljrik BIM-modell, for å benytte den til automatisk mengdeuttak. Dette kan bekreftes av informantene som mener det er nødvendig med en detaljert BIM-modell for at automatisk mengdeuttak skal gi verdi. Videre forklarer informantene at BIM-modellene som oftest ikke kan brukes til automatisk mengdeuttak, siden de ikke er nok detaljerte og nøyaktige til at korrekte mengder kan hentes ut. Informant PL3 og Khosakitchalert et al., (2020) opplyser om at dagens BIM-modeller ikke er nok detaljerte i tidligfasen til nøyaktig mengdeuttak, ettersom sammensatte objekter ikke deles inn i ulike lag før detaljprosjekteringsfasen. Khosakitchalert et al., (2020) presiserer også at tiden som brukes på mengdeuttak påvirkes av hvor detaljerte tegningene og modellene er. Dersom BIM-modellene er godt nok detaljerte kan dataprogram utføre arbeid som mennesker bruker verdifull tid på i dag, og det kan argumenteres for at automatisk mengdeuttak bidrar til å kalkulere mer nøyaktige tilbud og prosessen effektiviseres betydelig.

En løsning for å sikre bedre grunnlag til direkte mengdeuttak kan være at entreprenøren setter krav til en detaljeringsgrad. Informant BK2 mener prosjektets entreprisform påvirker i hvilken grad dette er mulig, ettersom entreprisformen avgjør hvilken påvirkningskraft entreprenøren har på modellens detaljeringsgrad i de ulike fasene. I samspillsentrepriser, grunnet tidlig involvering i prosjekter, kan entreprenøren i større grad bestemme prosjektets utforming enn i en totalentreprise. Informant BK2 forteller at entreprenøren har mulighet til å uttrykke ønsket detaljeringsgrad i totalentrepriser, men det blir etter at prisen på arbeidet er levert. Ved totalentrepriser kan det derfor være nødvendig at byggherren setter krav til en detaljeringsgrad, da entreprenør ikke har påvirkningskraft tidlig nok i prosjektet. En utfordring er at det medfører ekstra kostnader for byggherren å kreve en viss detaljeringsgrad fra rådgiverne. Dette er et tegn på at kompetanseheving hos byggherrene er nødvendig, slik at de skal forstå entreprenørens behov for en detaljert BIM-modell. Fordelen byggherren kan oppnå er å raskere motta tilbud fra entreprenører. Informant LI1 informerer om at velfungerende prosesser for mengdeuttak også bør etableres for å sikre at BIM-modellen egnes til nøyaktig mengdeuttak. Ved å tidlig informere prosjektet om modellens formål kan modellen utvikles med riktig fokus fra start, og utvikles en detaljert BIM-modell kan korrekte mengder beregnes og øke sannsynligheten for å vinne prosjekter.

Flere av informantene opplever at mennesker i bransjen har vanskeligheter med å stole på et verktøy som automatisk beregner mengder. Videre mener informantene at de genererte mengdene vil bli kontrollerte grunnet usikkerhet, og hensikten med tidsbesparelse oppnås ikke. Risikoen er at entreprenørene kan vinne prosjekter basert på for lave mengder og priser, og sannsynligheten for kostnadsoverskridelser er stor hvis prosjekter baseres på feil kostnadsgrunnlag. Det kan også resultere i at det bestilles for lite materialer og føre til utsettelse av planlagt arbeid i utførelsesfasen, noe som får store økonomiske konsekvenser.

5.3.2 Erfaringstall

Calculus henter priser fra erfaringstall og Norsk Prisbok, som oppdateres to ganger i året, ved beregning av kalkyle i tidligfase (Norconsult, 2021). Flere av informantene uttrykker at prisregisteret burde oppdateres oftere, ettersom mer nøyaktige tidligkalkyler kan utarbeides. En grunn til at erfaringstallene ikke er nok oppdaterte kan være fordi det ikke finnes rutiner på å innrapportere erfaringstall underveis i prosjekter. Siden markedsprisene endres og byggeprosjekt som oftest foregår over flere år, gir det liten verdi for kalkulatørene å motta erfaringstallene etter at et prosjekt er ferdig. Det handler om kommunikasjon mellom de

utførende og kalkulatørene underveis i prosjektets utførelsesfase. Resultatene viser at en av grunnene til at erfaringstallene ikke oppdateres jevnlig er fordi det ikke er prioritert og er tidkrevende. Informantene mener at erfaringstallene kontinuerlig kan oppdateres dersom de kobles til objektene i BIM-modellen. Da kan kalkulatørene hente ut oppdaterte tall med gjeldende priser i samme tidsperiode og sannsynligheten for å vinne prosjekter øker. Det er likevel nødvendig å ta hensyn til at markedsprisene endres ved kalkulasjon av anbud. Informant LI1 mener at en annen fordel med erfaringstall er at det gir verdifull informasjon til entreprenørene om hvorfor prosjekt lykkes eller ikke.

I forbindelse med prosjektets kalkyle i utførelsesfasen er ikke erfaringstall et godt nok grunnlag, da markedsprisene endres kontinuerlig. Risikoen er da at priskalkylen baseres på utdatert data. Eventuelt må prisene i kalkylen oppdateres til sanntidspriser, for at den skal kunne representere et korrekt bilde av prosjektets kalkyle i utførelsesfasen. BIM-modellen kan bidra til å løse denne utfordringen ved at bygningsdelers kostnad kobles direkte til objektene og viderekobles til samsvarende poster i kalkylen. Sylvester og Dietrich (2010) underbygger dette og mener en oppnår god effekt ved å benytte BIM-modellens potensiale til oppdaterte kostnader, men dette er en komplisert prosess å gjennomføre i praksis. Informant PL3 forklarer at det er mye som er komplisert og utfordrende i overgangene mellom kalkyle-, prosjekterings-, og utførelsesfasen, slik at sammenhengen mellom kalkyle og prosjektering ikke alltid opprettholdes.

I andre tilfeller kan det benyttes ulike digitale verktøy i prosjektenes ulike faser. Dette får konsekvenser for oppfølgingen av økonomien i utførelsesfasen, ettersom oppsettet i kalkylen nødvendigvis ikke samsvarer med BIM-modellen. Mulige løsninger er å enten utvikle et digitalt verktøy som kan benyttes gjennom alle faser for å sikre at all data blir bevart, eller automatisere mer mellom allerede eksisterende digitale verktøy for å enklere kunne overføre data.

5.3.3 Koble 4D og 5D til BIM-modell

En BIM-modell kan ilegges flere dimensjoner for å øke et byggeprosjekts kvalitet, og unngå tids- og kostnadsoverskridelser (Augestad, 2012). Resultatene viser at informantene er kjent med at BIM-modellen kan benyttes til fremdriftsplanlegging og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Ilegges 3D-modellen ytterligere dimensjoner som 4D og 5D optimaliseres byggeprosessen.

Enkelte av informantene forteller at 4D BIM muliggjør visualisering og simulering av arbeidsoppgaver. Det underbygges av Martins et al., (2020) som opplyser om at 4D BIM kan visualisere og simulere prosjektets faser, og avvik mellom det planlagte og utførte arbeidsoppgaver kan identifiseres. Informantene forteller videre at 4D BIM gir dem god oversikt over prosjektets fremdrift og mulighet til å oppdage om arbeidsoppgaver overgår planlagt tid, noe som fører til at tiltak raskt kan iverksettes. Dette kan bekreftes av Sloot et al., (2019) som mener at et problem tidlig kan identifiseres, og tiltak kan planlegges før problemene oppstår. Kostnader er en av faktorene et prosjekt vurderes ut ifra (Rolstadås, 2021), og det kan argumenteres for at kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen sikres bedre ved å ta i bruk 4D BIM.

Resultatene indikerer flere utfordringer ved å bruke 4D BIM aktivt. En av utfordringene er at informantene erfarer det som tungvint å oppdatere fremdriftsplanen daglig. Det er også en utfordring at 4D-verktøyet, Synchrono, oppleves som avansert blant informantene. Informant PL3 mener implementering av 4D-BIM krever en person som har ansvar for fremdriftsoppdatering, og mener at det er nødvendig for å lykkes med 4D BIM. En utfordring med å ansette en ekstra person er at det medfører ytterligere kostnader for prosjektet. Informant PL3 forklarer at det ikke er motiverende for en virksomhet å investere i noe en ikke er sikker på vil gi merverdi. Lein-Mathisen (2022) forteller at bransjen må tørre å satse og investere for å lykkes. Det tyder på at kompetanseheving innad i byggenæringen er nødvendig, og næringen må inspireres av andre bransjer for å lykkes med implementering og utvikling av digitale verktøy.

Resultatene viser at en kobling mellom 3D BIM og prosjektets økonomi kan bidra til å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging. Realiseres 5D BIM mener informantene at bedre kostnadskontroll kan oppnås og at prosjektet styres i riktig retning. Det kan Sacks et al. (2018) og Nechyporchuk og Baskova (2021) bekrefte. De presiserer at 5D BIM kan bidra til kostnadsestimering og -kontroll ved at sanntids prognoser og rapporter fortløpende utarbeides. Det gjør det mulig å oppdage avvik og fremtidige kostnadssprekker i et tidlig stadium, og kostnadsoverskridelser kan unngås. I tillegg kan ledelsen få oversikt over hvordan prosjektene ligger an. Ifølge informant BK2 er 5D BIM svært verdiskapende, ettersom prosjekter ikke alltid har oversikt over hva pengene brukes på.

Flere informanter ønsker at prosjektets kalkyle og fremdrift skal kobles til BIM-modellen, slik at endringer automatisk kan registreres og kostnader oppdateres, men resultatene viser at det er

utfordringer knyttet til dette. Informantene forteller at en utfordring ved å koble til 5D BIM er byggeprosjekters kompleksitet, Enkelte av informantene har erfart at når store endringer foretas, som for eksempel at objekter byttes ut, brytes koblingen mellom BIM-modellen og kalkylen. Dersom det kan sikres at koblingen mellom BIM-modellen og kalkylen ikke brytes, kan kontinuiteten mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen sikres bedre.

En mulig løsning for å spare de utførende for manuell registrering av fakturaer er å benytte MMI i større grad. Informant LI1 forteller at aktiv bruk av MMI i utførelsesfasen kan bidra til at fakturaer automatisk betales. Ved å benytte MMI kan fakturaene automatisk betales dersom bygningsdeler i BIM-modellen når et bestemt MMI nivå. Informant PL3 forklarer at MMI styrt betaling vil bidra til å sikre at underentreprenørene alltid betales. En fordel med MMI styrt faktura betaling er at de utførende frigjøres for betydelig med arbeid, og i tillegg vil store deler av e-postarbeidet reduseres.

E-post er kommunikasjonsverktøyet som i størst grad benyttes i byggebransjen (Bygg21, 2019b). Informantene mener at 4D og 5D BIM bidrar til å redusere informasjonen og kommunikasjonen som skjer via e-post. Videre forklarer de at alle på prosjektet lettere kan følge med på endringer ettersom de har tilgang til endringshistorikken i BIM-modellen. Det bidrar til at viktig informasjon ikke forsvinner (Bygg21, 2019b). Chegu et al., (2016) mener at kommunikasjons- og informasjonsflyten bedres ved visualiserings- og simuleringsmulighetene ytterligere BIM-dimensjoner gir. Økt forståelse av prosjektet blant de utførende kan oppnås, mulighetene for å unngå misforståelser økes, og bedre kontinuitet mellom prosjektets kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen kan sikres.

6 Konklusjon

Dagens digitale løsninger egnes ikke til å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi i utførelsesfasen. Målet med denne studien har derfor vært å undersøke hvordan BIM og digitale verktøy kan bidra til å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen.

Kommunikasjon og samhandling er avgjørende faktorer for å oppnå kostnadskontroll i et byggeprosjekt. Inkluderes de utførende i anbudsfasen oppnås god innsikt i valgene som er tatt i kalkylen, samt god samhandling mellom de utførende og kalkulasjon. Et funn i denne studien viser at kostnadskontrollen i byggeprosjekt opprettholdes ved rutinemessige økonomimøter, ettersom god kommunikasjon mellom de utførende, og eierskapsfølelse av prosjektet oppnås. Forebyggende tiltak kan også iverksettes dersom avvik oppdages, og på den måten hindre tids- og kostnadsoverskridelser.

Sannsynligheten for å vinne prosjekter øker ved å beregne nøyaktige tilbud ved bruk av automatisert mengdeuttak og sanntids erfaringstall fra pågående byggeprosjekt, der det tas hensyn til endring i markedsprisene. I tillegg reduseres tiden som brukes på mengdeuttak betydelig, og verdifull tid kan benyttes på andre viktige arbeidsoppgaver.

Kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging kan sikres bedre ved å koble 4D og 5D til BIM-modellen. 4D BIM bidrar til at de utførende kan identifisere avvik mellom planlagt og utført arbeid, og oppdage fremtidige uforutsette hendelser og iverksette forbyggende tiltak. 5D BIM fører til mindre direkte bruk av Excel i utførelsesfasen og prosjektets nåsituasjon i forhold til kalkylen blir tilgjengelig, noe som bidrar til færre menneskelige feil og bedre optimalisering av økonomioppfølging prosessen. 4D og 5D BIM bidrar også til økt produktivitet dersom BIM-modellen videreføres gjennom alle byggefasene ved at all informativ data vises visuelt på samme plattform. En forutsetning for å realisere 4D og 5D BIM er å sikre koblingen mellom BIM-modellen og kalkylen. På grunnlag av byggeprosjektene kompleksitet er dette en utfordring, siden kalkyle- og økonomioppsettet, samt BIM-modell ikke nødvendigvis samsvarer. I tillegg brytes koblingen mellom BIM-modellen og kalkylen når store endringer i modellen foretas.

Studien avdekket utfordringer knyttet til implementering av digitale verktøy i byggenæringen, hvorav en av dem er å omstille menneskene i bransjen. For å omstille menneskene i bransjen må det sikres at implementeringen er forankret hos de involverte, for å hindre at de vender tilbake til gamle vaner. Studien viser at brukervennlige digitale verktøy er avgjørende for å lykkes med implementering i byggenæringen, ettersom det handler om å endre næringens kultur og å få med hele bransjen.

De store gevinstene med digitalisering realiseres ikke over natten, kun ved langtidsinvestering og tørre å prøve nye digitale løsninger. Det kan derfor konkluderes med at byggenæringen må investere i digital innovasjon rettet mot BIM og økonomioppfølging, for å optimalisere økonomioppfølging prosessen knyttet til kalkylen i utførelsesfasen. På den måten sikres kontinuitet mellom kalkyle og økonomi i utførelsesfasen, noe som er avgjørende for å gjennomføre byggeprosjekter innenfor bestemte tids- og kostnadsrammer.

7 Videre arbeid

Studien har fokusert på å undersøke om BIM og digitale verktøy kan bidra til å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Under studien ble det identifisert at byggenæringen er nødt til å investere i innovasjon og digital utvikling for å oppnå bedre optimalisering av økonomioppfølging prosessen.

Hovedfokuset har vært rettet mot entreprenørbransjens erfaringer med BIM og digitale verktøy, samt kalkyle og økonomioppfølging. Det kan derfor være interessant å undersøke i hvilken grad byggherrene stiller krav til entreprenørene i forbindelse med økonomioppfølging, og om de ønsker mer innsyn i økonomien i utførelsesfasen.

Studien avdekker at det ikke finnes gode digitale verktøy knyttet til økonomioppfølging i utførelsesfasen for entreprenører. Derav er det interessant å undersøke hvordan koblingen mellom BIM-modellen og kalkylen kan ivaretas via undersøkelser og intervjuer med rådgivere og programutviklere.

Studien viser at 4D og 5D verktøy er viktige for entreprenørene, men høy brukerterskel og at verktøyene ikke fungerer som forventet er en utfordring ved implementering av digitale verktøy. Videre studier kan undersøke og utvikle nye brukervennlige løsninger for å koble økonomi tettere til BIM-modellen i utførelsesfasen. Det kan også være aktuelt å undersøke mulighetene for standardisering av prosessen og teste løsninger i pilotprosjekter for å etablere en beste praksis.

Referanseliste

- Abbasnejad, B., Nepal, M. P., Ahankoob, A., Nasirian, A. & Drogemuller, R. (2021). Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review. *Architectural Engineering and Design Management*, 17: 1-23. doi: 10.1080/17452007.2020.1793721.
- AF Gruppen. (2021). *Hensikt, mål, verdier*.
- AF Gruppen. (2022). Om oss. Tilgjengelig fra: <https://afgruppen.no/om-oss/> (lest 16.01.2022).
- Agarwal, R., Chandrasekaran, S. & Sridhar, M. (24.06.2016). Imagining construction's digital future. *McKinsey Company*.
Tilgjengelig fra: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future> (lest 07.04.2022).
- Augestad, T. O. (2012). *Hvorfor krever Statsbygg BIM?:* Statsbygg.
- Berg, T. & Vikene, T. (2017). *Økonomistyring for prosjektledere*. 2 utg. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Blumberg, B., Cooper, D. & Schindler, P. (2014). *Business research methods*. 1 utg. London: McGraw-Hill Education.
- BNL. (2017). *Digitalt veikart - for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*: Byggenæringens Landsforening.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3: 77-101. doi: 10.1191/1478088706qp063oa.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Information and Communication Engineering*, 8: 37-44.
- Brinkmann, S., Tanggaard, L. & Hansen, W. (2012). *Kvalitative metoder : empiri og teoriutvikling*. 1 utg. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. 3 utg.: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Bygg21. (2019a). *Tenk nytt – bruk kjente løsninger*.
- Bygg21. (2019b). *Vi bygger best - med åpenhet og tillit*.
- Bygganalyse. (2022). *Byggøkonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygganalyse.no/tjenester/byggoekonomi/> (lest 27.02.2022).
- Byggfakta. (2021, 10.03.2021). Digitale verktøy hjelper byggebransjen under pandemien. *Byggfakta nyheter*. Tilgjengelig fra: <https://nyheter.byggfakta.no/digitale-verktoy-hjelper-byggebransjen-under-pandemien-189945/nyhet.html> (lest 06.04.2022).
- Byggindustrien. (2018, 29.06.2018). Bygg- og anleggsnæringen kan tjene enorme summer på digitalisering av bransjen. *Byggindustrien*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/bygg-og-anleggsnaeringen-kan-tjene-enorme-sommer-pa-digitalisering-av-bransjen/1360251/> (lest 11.04.2022).
- Byggordboka. (2017). *Bygningsinformasjonsmodell (BIM)*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/bygningsinformasjonsmodell-bim> (lest 14.03.2022).
- Byggordboka. (2018). *Entrepriseformer*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/entrepriseformer#> (lest 11.02.2022).
- Chegu, B. A., Chang, Y. T. & Hsieh, S. H. (2016). A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. *Visualization in Engineering*, 4: 1-9. doi: 10.1186/s40327-016-0038-6.
- Cordel. (2021). *Kalkulasjon bygg*. Tilgjengelig fra: <https://cordel.no/kalkulasjon-bygg/> (lest 25.02.2022).

- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving*. 6 utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Ding, L., Zhou, Y. & Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*, 46: 82-93. doi: 10.1016/j.autcon.2014.04.009.
- Dlamini, M. & Cumberlege, R. (2021). The impact of cost overruns and delays in the construction business. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 645: 1-10. doi: 10.1088/1755-1315/654/1/012029.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Handbook*. 2 utg. USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B. & Sunesen, S. (2018). *MMI - Modell Modenhets Indeks: Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg*.
- Grenness, T. (2020). *Slik løser du metodeproblemene i bachelor- og masteroppgaven*. 1 utg. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Gressgård, L. J. (2021). *Organisatorisk forhold med betydning for adopsjon, implementering og bruk av BIM: En kunnskapsoppsummering*: NORCE Norwegian Research Centre AS.
- Hansen, U. (2021). *MMI i prosjekteringsprosessen*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Hennestad, B. W. & Revang, Ø. (2017). *Endringsledelse og ledelsesendring*. 5 utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Huang, S.-c., Jin, L. & Zhang, Y. (2017). Step by step: Sub-goals as a source of motivation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 141: 1-15. doi: 10.1016/j.obhdp.2017.05.001.
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3 utg. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J. (2019). *Hvordan organisasjoner fungerer*. 4 utg.: Vigmestad & Bjørke AS.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5 utg. Oslo: Abstrakt forlag AS.
- Jørgensen Entreprenør. (2022). *Kalkulasjon*. Tilgjengelig fra: <https://jorgensenentreprenor.no/kalkulasjon/> (lest 26.02.2022).
- Khosakitchalert, C., Yabuki, N. & Fukuda, T. (2020). Automated modification of compound elements for accurate BIM-based quantity takeoff. *Automation in Construction*, 113. doi: 10.1016/j.autcon.2020.103142.
- Klakegg, O. J., Bygballe, L. E., Drevland, F., Olsson, N. & Gunnerud, G. (2016). *Kostnadsbevisst verdiskaping og samhandling, forprosjekt*: Prosjekt Norge.
- Koohang, A. (2004). Expanding the Concept of Usability. *Informing Science*, 7: 129-141. doi: 10.28945/508.
- Kristiansen, T. R. & Hoel, J. E. (2022). *Hva er Modell Modenhets Indeks (MMI) og når kan du bruke det?* Tilgjengelig fra: <https://www.prosjektbloggen.no/hva-er-modell-modenhets-indeks-mmi-og-naar-kan-du-bruke-det> (lest 01.05.2022).
- Lein-Mathisen, K. (2018). Byggebransjen - en sinke på digitalisering og effektivitet. *Byggfakta*. Tilgjengelig fra: <https://nyheter.byggfakta.no/byggebransjen-en-sinke-pa-digitalisering-og-effektivitet-126912/nyhet.html> (lest 1.02.2022).
- Lein-Mathisen, K. (2022). *Bygge- og anleggsbransjens status på digitalisering*. Thorsen, G. T. (red.).
- Magnussen, D. O. M. (2019). *Temahefte Estimering - Teori og praksis*: Norsk senter for prosjektledelse.
- Malt, U. & Grønmo, S. (2020). Strukturert intervju. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/strukturert_intervju (lest 08.03.2022).

- Martins, S., Evangelista, A. C., Hammad, A., Tam, V. & Haddad, A. (2020). Evaluation of 4D BIM tools applicability in construction planning efficiency. *International Journal of Construction Management*: 1-14. doi: 10.1080/15623599.2020.1837718.
- Meyer-Myklestad, J. & Egeberg, M. (2018). *Entrepriserett i et nøtteskall*. Nøtteskallserien. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Nechporchuk, Y. & Baskova, R. (2021). The level of detail for 4D BIM modeling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1209: 1-6. doi: 10.1088/1757-899X/1209/1/012002.
- NEM. (2019). *Veiledning for forskningsetisk og vitenskapelig vurdering av kvalitative forskningsprosjekt*: De nasjonale forskningsetiske komiteene. Tilgjengelig fra: <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/med-helse/vurdering-av-kvalitative-forskningsprosjekt-innen-medisin-og-helsefag/> (lest 08.03.2022).
- NGI. (2022). *Hva er BIM?* Norges Geotekniske Institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.ngi.no/Tjenester/Fagekspertise/BIM/Hva-er-BIM> (lest 21.01.2022).
- NHO. (2018). *Verden og oss. Næringslivets perspektivmelding* Næringslivets Hovedorganisasjon.
- Norconsult & Bygganalyse. (2015). *Norsk prisbok*: Norconsult Informasjonssystemer AS i samarbeid med AS Bygganalyse.
- Norconsult. (2021). *ISY Calcus Brukerdokumentasjon*: Norconsult.
- Ocando, A. (2020, 06.07.2020). Digitalization of the Oil and Gas Industry. *Oilman Magazine*. Tilgjengelig fra: <https://oilmanmagazine.com/article/digitalization-of-the-oil-and-gas-industry/> (lest 07.03.2022).
- Olsson, N. O. E., Arica, E., Woods, R. & Madrid, J. A. (2021). Industry 4.0 in a project context: Introducing 3D printing in construction projects. *Project Leadership and Society*, 2. doi: 10.1016/j.plas.2021.100033.
- Park, J., Kim, B., Kim, C. & Kim, H. (2011). 3D/4D CAD applicability for life-cycle facility management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25: 129-138. doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000067.
- Persvold, A. Z. (2021). *Entreprise. I: Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/entreprise> (lest 27.01.2022).
- PlanRadar. (2020). *Få full kontroll med programvare for prosjektledelse på byggeplassen*. Tilgjengelig fra: <https://www.planradar.com/no/programvare-for-byggeledelse/> (lest 27.03.2022).
- Prosjekt Norge. (2017). *Oppsummering av diskusjonene i Community of Practice "Prosjektmodeller og porteføljestyring"*. Prosjekt Norge.
- Ravndal, A. J. (2021). *Bærekraft og digitalisering*: No17. Tilgjengelig fra: <https://www.no17.no/2021/10/28/semine-ai/> (lest 26.02.2022).
- Regjeringen. (2021). *Norge fortsatt blant de ledende landene i Europa på digitalisering*: Regjeringen. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norge-fortsatt-blant-de-ledende-landene-i-europa-pa-digitalisering/id2886756/> (lest 21.04.2022).
- Rolstadås, A. (2011). *Praktisk prosjektstyring*. 5 utg.: Tapir akademisk forlag.
- Rolstadås, A. (2020). *Prosjektplanlegging. I: Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prosjektplanlegging> (lest 16.04.2022).
- Rolstadås, A. (2021). *Kostnadsestimat (prosjektledelse)*: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kostnadsestimat_-_prosjektledelse (lest 26.02.2022).
- Rukkor. (2022). *Geometra mengdeberegning*. Tilgjengelig fra: <https://rukkor.com/no/geometra/mengdeberegning/> (lest 16.04.2022).
- Røsdal, T. & Ørstavik, F. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*: Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G. & Paul, T. (2018). *BIM Handbook*: John Wiley & Sons Inc.

- Sander, K. (2019). *Reliabilitet*. eStudie. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/reliabilitet/> (lest 10.03.2022).
- Schendel, J. v. (2020, 19.11.2020). Digitization Will Raise Construction to the Modern Day. *IE University*. Tilgjengelig fra: <https://www.ie.edu/insights/articles/digitization-will-raise-construction-to-the-modern-day/> (lest 04.04.2022).
- Schmidt, R. (2015). Forests - The green sentinels of the Alps. *Unasylva*, 66: 27-31.
- Seljeftot, Ø. (2022). *Krigen krever forutsigbare kontrakter for landets største fastlandsnæring*: Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg. Tilgjengelig fra: <https://www.eba.no/artikler/2022/krigen-krever-forutsigbare-kontrakter-for-landets-storste-fastlandsnaring/> (lest 21.04.2022).
- Singh, S. (2021, 20.12.2021). 3D to 8D BIM Fueling the Growth of International Construction. *EIN Presswire*. Tilgjengelig fra: https://www.einnews.com/pr_news/558782554/3d-to-8d-bim-fueling-the-growth-of-international-construction (lest 09.04.2022).
- Sloot, R. N. F., Heutink, A. & Voordijk, J. T. (2019). Assessing usefulness of 4D BIM tools in risk mitigation strategies. *Automation in Construction*, 106. doi: 10.1016/j.autcon.2019.102881.
- SNL. (2022). *Om Store norske leksikon*: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: https://meta.snl.no/Om_Store_norske_leksikon (lest 24.03.2022).
- Standard Norge. (2021). *Suksesshistorie Statsbygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/standardisering/suksesshistorier/suksesshistorie-statsbygg/> (lest 11.02.2022).
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Bygge- og anleggsvirksomhet, strukturstatistikk*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl> (lest 29.01.2022).
- Sternerm, B., Tømte, A., Helgesen, L., Kvalvaag, E. M., Folkvord, M. K., Harkestad, I. & Bergene, T. (2018). *Behov for kompetanseheving som følge av digitalisering i arbeidslivet*: Regjeringen.
- Sylvester, K. E. & Dietrich, C. (2010). Evaluation of Building Information Modeling (BIM) Estimating Methods in Construction Education.
- Thomas, G. (2017). *How to do your research project*. 3 utg. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 2 utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Torp, O., Drevland, F. & Austeng, K. (2015). *Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet* Concept-programmet: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Torp, O. & Klakegg, O. J. (2016). Challenges in Cost Estimation under Uncertainty—A Case Study of the Decommissioning of Barsebäck Nuclear Power Plant. *Administrative Sciences*, 6: 14. doi: 10.3390/admsci6040014.
- UMW Libraries. (2022). *Citation Chaining*. Tilgjengelig fra: <https://libguides.umw.edu/fsem/citation-chaining> (lest 19.03.2022).
- Vestgaard, B. (2020). *Innvolverende endringsledelse*. 3 utg. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Wesenberg, S. D. (2021). *Praktisk endringsledelse*: Universitetet for miljø- og biovitenskap (Forelesninger 2021).
- Zafar, Z. (2021). *What is digitalization, its opportunities, and challenges?*: Techylem. Tilgjengelig fra: <https://techylem.com/digitalization/> (lest 19.02.2022).

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

(Kobling mellom BIM og kalkyle, og oppfølging av økonomi i henhold til kostnadskalkylen)

Dato: xx.xx.2022

Informant:

Prosjekt:

Avklaringer:

- Presentere studien
- Informere om anonymitet
- Avklare om lydopptak godkjennes av informant

Introduksjonsspørsmål:

Del 1 - Om prosjektet:

Entrepriseform:

Prosjekttype:

Byggherre:

Prosjekt størrelse m2:

Prosjekt størrelse kr:

Del 2 - Om informanten

1. Hvilken stilling har du?
2. Kan du kort fortelle om din bakgrunn og karriere?
3. Har du erfaring med digitale verktøy og arbeid med kalkyle?

Overgangsspørsmål:

Del 3 - Kalkyle og økonomisk oppfølging til prosjektet

1. Har vederlagsformatet innvirkning på arbeidsmetoden til prosjektet?
2. Hvordan følges økonomien opp i prosjektet?
3. Hvilke digitale verktøy benyttes ved oppfølging av økonomien?

Del 4 - BIM og digitale verktøy knyttet til prosjektet:

1. Hvilke BIM program og digitale verktøy benyttes?
2. Er det sammenheng mellom BIM og digitale verktøy og oppfølging av økonomi?

Hovedspørsmål:

Del 5 - Økonomisk oppfølging, BIM og digitale verktøy i byggefase

1. Hva mener du god kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging innebærer?
2. Hvorfor er det viktig å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging?
3. Hvordan kan man sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging?
4. Hvilke muligheter finnes ved å implementere et digitalt system som sikrer kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging?
5. Hvilke fordeler tror du BIM og digitale verktøy kan bidra med angående å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging?
6. Hvilke utfordringer kan oppstå ved å implementere et digitalt system som sikrer kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging?
7. Dersom det er et problem at koblingen mellom kalkyle og økonomi ikke opprettholdes like mye som ønsket i utførelsesfasen, hva ser du på som utfordringen med dette?

Del 6 - Erfaring fra andre prosjekt:

1. Har du hatt andre rutiner i forbindelse med økonomioppfølging?
2. Hvilke andre BIM og kalkyle programmer kjenner du til?
3. Erfaring med implementering av digitale verktøy i bransjen?

Avslutningsspørsmål:

1. Avslutningsvis lurer jeg på om du kan oppsummere ditt syn på temaet.
2. Er det noen andre i ditt prosjekt, organisasjon, eller nettverk, som du tenker kan være relevante for meg å intervju?

Vedlegg 2: Samtykkeerklæring

Ønsker du å delta på intervju i forbindelse med masteroppgave som handler om digitalisering og økonomioppfølging?

Dette er en forespørsel om du kan delta i et intervju hvor formålet er å undersøke hvilke muligheter innen BIM og digitale verktøy som kan utvikles for å sikre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og oppfølging av økonomi utførelsesfasen. I dette skrivet informeres det om målene for studien og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med masteroppgaven er å undersøke hvilke fremtidige muligheter utvikling av BIM og digitale verktøy har, som kan bidra til å sikre bedre kontinuitet mellom entreprenørens kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen. Dette for å spre kunnskap om beste praksis ut i byggenæringen.

For masteroppgaven er det relevant å kartlegge hvordan bruken av BIM og digitale verktøy er i dag, og hvordan økonomien følges opp i utførelsesfasen til et byggeprosjekt.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet er ansvarlig for prosjektet.

Oppgaven utarbeides i samarbeid Gabrielle Bergh fra NMBU og Øyvind Kjøllesdal fra AF gruppen.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta ettersom det er ønskelig å innhente erfaringsbasert data fra entreprenørbransjen, om økonomioppfølging og bruk av digitale verktøy. Det vil også være 12 andre i entreprenørbransjen som vil bli intervjuet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dersom du ønsker å delta avtales det et tidspunkt som passer for deg å bli intervjuet. Intervjuet vil foregå digitalt. Det vil bli tatt lydopptak av intervjuet, dersom du godtar det, og vil bli slettet etter at masteroppgaven er levert. Intervjuets varighet vil ha en varighet på ca. 60min. Du vil få spørsmål som omhandler dine arbeidsoppgaver, tanker om hvordan BIM og digitale verktøy kan videreutvikles for å sikre kontinuitet mellom kalkyle og økonomioppfølging i utførelsesfasen.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket uten å oppgi en grunn. Alle dine personopplysninger vil bli slettet.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Opplysningene om deg vil kun brukes til formålene beskrevet i dette skrevet. Opplysningene behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. I denne masteroppgaven vil ikke noen av informantene gjenkjennes ved navn.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når oppgaven er godkjent, noe som etter planen er i løpet av juni 2022. Etter dette vil all innhentet og lagret informasjon 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?

Opplysninger om deg behandles basert på ditt samtykke. På oppdrag fra Norges miljø- og biovitenskaplige universitet 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:

Masterstudent, Alexandra Thorsen

Veileder for masteroppgaven, Gabrielle Bergh

NMBU's personvernombud: Hanne Pernille Gulbrandsen

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)

Med vennlig hilsen

Alexandra Thorsen

Masterstudent

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om studien, og samtykker til å delta i intervju i forbindelse med masteroppgave. Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: Eksempler fra tematisk analyseprosess

Fase 1		Fase 2 og 3		Fase 5
Intervju-spørsmål	Informantenes svar, med markering av viktige moment	Generering av koder	Tema-sortering	Kategori
Hvilke digitale verktøy benyttes ved oppfølging av økonomi?	<p>ByggOffice og Excel er det vi i hovedsak bruker, og det fungerer utmerket.</p> <p>Skulle ønske 3D modellene ble brukt i ren økonomioppfølging, både med tanke på hvor langt vi har kommet og i forhold til status på selve økonomien. Jeg synes ikke det alltid er like lett å se verdien av hvor mye som er bygget i forhold til kostnad ute på byggeplassen. Hadde modellen vært brukt når det gjelder å logge status hadde det vært lettere å visualisere det. Er markert hvor bedriftene har skapt egne løsninger, men som er avanserte og garantert kan gjøres enklere enn det det er i dag.</p> <p>Det beste hadde vært å knytte fremdriftsrapporteringen sammen mot mengdene i 3D modellen, for det hadde gitt den direkte nyttige verdien. At hvis vi kunne sagt at på framdriften på disse 3D-modellene og fått ut mengden auto generert fra denne modellen, kunne jeg brukt det mye tettere opp mot økonomi rapporteringen, altså at vi hadde rapportert at dekke over tredje etasje er dekket lagt, armering 50% osv. Dette inn i 3D modellen på en måte også lagd rapport ut fra det har gitt meg enda mer kontroll på økonomien.</p>	<p>ByggOffice og Excel fungerer bra</p> <p>Benytte 3D-modell direkte til oppfølging av økonomi gir fordeler.</p> <p>Koble fremdriftsplan til 3D-modell, for å vise sanntids fremdrift gir bedre kontroll på økonomien</p>	<p>Digitale verktøy</p> <p>BIM</p> <p>Koble fremdrift/koble til BIM-modell</p>	<p>Dagens praksis og bruk</p> <p>Muligheter BIM og digitale verktøy gir</p> <p>Muligheter BIM og digitale verktøy gir</p>

Fase 1		Fase 2 og 3		Fase 5
Intervju-spørsmål	Informantenes svar, med markering av viktige moment	Generering av koder	Tema-sortering	Kategori
Hvilke muligheter finnes ved å implementere et digitalt system som sikrer kontinuitet mellom kalkyle og oppfølging av økonomi?	<p>I et Excel dokument er det rom for å gjøre mye feil i form av menneskelige feil, situasjonen hadde blitt bedre med et mer fastsatt system. Hvor nøkkeltall er lett tilgjengelig, nå leter man rundt i arket for å finne med mindre man vet hvor de er da. Nøkkeltall burde vært synliggjort i mye større grad ved bruk av farger eller grafer, mer visuelt fremstilt slik at man kan lese tallene og økonomien på en enklere måte. Nå er det bare masse tall.</p> <p>Vi driver jo litt parallelle innovasjonsprosjekter i enheten. En av punktene er hvordan programmer eller verktøy eller hvordan enklere synliggjøre for alle å ha kontroll på økonomi i prosjektet. Foreløpig er det ikke noen banebrytende verktøy som har kommet på banen. Det er kun hvordan utvikle Excel dokumentet. Excel er greit, men dataen burde vises på en mer forståelig og oversiktlig måte</p>	<p>Excel – menneskelige feil</p> <p>Et digitalt verktøy som viser nøkkeltall på en oversiktlig måte</p> <p>Fordel et nytt digitalt verktøy gir</p> <p>Ingen gode digitale verktøy finnes i dag</p> <p>Excel utfordring</p>	<p>Digitale verktøy</p> <p>Nytt digitalt verktøy</p> <p>Koble fremdrift/ kalkyle til BIM-modell</p>	<p>Dagens praksis og bruk</p> <p>Muligheter BIM og digitale verktøy gir</p> <p>Muligheter BIM og digitale verktøy gir</p>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway