

Prasath Ahilan

# Implementering av bygninginformasjonsmodellering (BIM) i forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU)

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk

Studieretning: Digitale Byggeprosesser

Veileder: Bjørn Arild Godager

Juni 2023



Prasath Ahilan

# **Implementering av bygning sinformasjonsmodellering (BIM) i forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU)**

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk  
Studieretning: Digitale Byggeprosesser  
Veileder: Bjørn Arild Godager  
Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



## Sammendrag

Formålet med studien har vært å få et innblikk i hvordan de som jobber innen forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) bruker bygningsinformasjonsmodellering (BIM) i dag. Det har vært aktuelt å undersøke hvilken kjennskap de har til BIM, hvordan de blir påvirket av dette, samt hvordan de tenker man kan effektivisere prosessen med å ta dette i bruk.

Studien springer ut fra informasjon om dagens situasjon, bransjen kjennskapen til BIM, mulighetene for hva det kan bli benyttet til og hva som skal til for at det skal bli tatt i bruk i større grad. I oppgavebesvarelsen er det rettet fokus på å avdekke hvilke barrierer som fører til at BIM ikke blir optimalt utnyttet i FDVU. Det er flere faktorer som spiller inn, og felles for svarene fra intervjuene og litteratursøkene viser at menneskelige faktorer har størst innvirkning.

Studien viser tydelig at BIM benyttes lite i dag. Dette skyldes blant annet at modeller som er overlevert har dårlig kvalitet, er komplekse og inneholder for mye informasjon til at de kan brukes innen FDVU. Det er således problemer med å vise at har en god kost/nytteverdi.

Oppgavebesvarelsen viser at folk kjenner til hva BIM er og på hvilke områder det kan brukes. Likevel er det foreløpig i hovedsak ved dokumenthåndtering, lokalisering og visualisering at BIM brukes. I et større perspektiv har BIM potensial til å bli mer brukt til eksempelvis energibesparelser, optimalisering og simulering av byggverk. Videre er det lagt vekt på at veiledere ikke er godt nok spesifisert, kontrakter er ikke godt nok tilpasset BIM og kjennskapen til standarder med løsninger er lav i faggruppen.

For å effektivisere bruk av BIM må kompetansenivået heves hos de som jobber innen FDVU, men òg de som jobber med leveranser til denne fasen. Derfor må involveringen og kommunikasjonen forbedres mellom aktørene i de ulike fasene. Dette må gjøres for at man bedre kan stille krav, få til et tverrfaglig samarbeid, følge opp og dele erfaringer.

# Abstract

The purpose of the study is to gain insight into how those working in facility management, operation, maintenance, and development currently use building information modeling (BIM). It is relevant to investigate their familiarity with BIM, how they are influenced by it, and how they believe the process of adopting it can become more efficient.

The study is based on information about the current situation, the industry's familiarity with BIM, the potential uses of BIM, and what is needed for it to become more widely adopted. The focus of the study is to uncover the barriers that prevent optimal utilization of BIM in facility management, operation, maintenance, and development. There are several factors at play, and the responses from interviews and literature searches indicate that human factors have the greatest impact.

The study clearly shows that BIM is currently used to a limited extent. This is partly due to the poor quality, complexity, and excessive amount of information in the models handed over, making them impractical for facility management, operation, maintenance, and development purposes. Thus, there are difficulties in demonstrating BIM's cost-effectiveness.

The study also reveals that people are aware of what BIM is and its potential applications. However, at present, BIM is mainly used for document management, localization, and visualization. From a broader perspective, BIM has the potential to become more extensive for energy savings, optimization, and simulation of buildings. Furthermore, the study emphasizes that the guidelines are not sufficiently specified, contracts are not well adapted to BIM, and knowledge of standards and solutions is low among the professional group.

To streamline the use of BIM, the level and competency must become raised among those working in facility management, operation, maintenance, and development, as well as those involved in delivering to this phase. Therefore, involvement and communication between the actors in the various phases must become improved. This should become done to better establish requirements, facilitate interdisciplinary collaboration, follow up, and share experiences.

## Forord

Denne masteroppgaven handler om et tema jeg synes er spennende. I løpet av studietiden og gjennom erfaring i arbeidslivet har jeg et inntrykk av at bygningsinformasjonsmodellering blir brukt svært lite i forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling. Min erfaring er at prosjekterende legger mange timer arbeid for å utarbeide BIM, og jeg har undret meg over dette sett i sammenheng med at det brukes lite senere i byggverkets livsløp.

Arbeidet med oppgaven har vært svært lærerikt og jeg har fått mulighet til å spesialisere meg på et tema som ikke har vært i fokus hverken i min bachelor- eller masterutdanning. Jeg sitter igjen med en positiv opplevelse og har lært mye om temaet, oppgaveskriving, og ikke minst meg selv.

Jeg ønsker å rette en stor takk til mine veiledere Bjørn Godager, ved NTNU Gjøvik, og Magne Ganz, ved min arbeidsplass Multiconsult. Disse har stilt opp for meg på kort varsel og ved behov og hjulpet med å finne aktuell litteratur, besvart mine spørsmål, satt meg i kontakt med aktuelle informanter og kommet med gode tilbakemeldinger. En stor takk rettes til Multiconsult som ville stille som samarbeidspartner for denne oppgaven.

I tillegg ønsker jeg å rette en takk til informantene for at de kunne sette av tid å bli intervjuet. De har vært en viktig del av min masterstudie, og det har vært motiverende for meg å se hvordan de viser en interesse for temaet. Videre har informantene gitt meg en følelse av at min studie er viktig for fagfeltet.

Til slutt rettes en takk til min samboer og familie, som har støttet, oppmuntret og holdt motivasjonen min oppe, både gjennom hele studietiden og særlig i tiden jeg har jobbet med masteroppgaven.

Lillestrøm, 12.06.23



---

Prasath Ahilan

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>II</b>
<b>Forord</b>	<b>III</b>
<b>Figurliste</b>	<b>VI</b>
<b>Tabelliste</b>	<b>VI</b>
<b>1. Introduksjon</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Bakgrunn for valg av tema</i>	2
1.2 <i>Problemstilling og forskningsspørsmål</i>	2
1.3 <i>Avgrensning</i>	3
1.4 <i>Utforming og oppbygning av oppgaven</i>	3
<b>2. Teoretisk grunnlag</b>	<b>4</b>
2.1 <i>FDVU- Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling</i>	4
2.1.1 <i>Bruksområder</i>	5
2.2 <i>BIM - Bygningsinformasjonsmodellering</i>	6
2.2.1 <i>Digital modenhetstrapp</i>	7
2.2.2 <i>Effektivitet i FDVU ved bruk av BIM</i>	8
2.2.3 <i>Barrierer for BIM i FDVU</i>	10
2.2.4 <i>Hva er løsningen?</i>	12
2.3 <i>CDE -Common data environment</i>	13
2.4 <i>LOIN (Level of Information Need)</i>	13
2.5 <i>Digital Tvilling</i>	14
2.5.1 <i>Digital tvilling og dimensjoner</i>	14
2.6 <i>Den internasjonale standarden ISO 19650</i>	15
2.6.1 <i>ISO 19650-Del 3</i>	16
<b>3. Metode</b>	<b>18</b>
3.1 <i>Kvalitativ metode</i>	18
3.2 <i>Litteratursøk og valg av teori</i>	18
3.3 <i>Intervju</i>	19
3.3.1 <i>Intervjuguide</i>	19
3.3.2 <i>Rekruttering og gjennomføring av intervjuene</i>	20
3.3.3 <i>Valg av informanter</i>	20
3.4 <i>Transkribering og analyse</i>	21
3.5 <i>Evaluering av metode og kildekritikk</i>	21
3.5.1 <i>Relabilitet</i>	22
3.5.2 <i>Validitet</i>	22
3.5.3 <i>Etikk</i>	23
<b>4. Resultat</b>	<b>24</b>
4.1 <i>Dagens situasjon</i>	24
4.1.1 <i>Ansvar for oppdatering av BIM</i>	25
4.1.2 <i>Håndtering og lagring Informasjon/data</i>	26
4.1.3 <i>Kost/Nytte</i>	26
4.2 <i>Bruk av BIM på en ideell og ønsket måte</i>	27
4.2.1 <i>Programmer og brukervennlighet</i>	28
4.2.2 <i>Forslag</i>	29
4.2.3 <i>Ansvar for oppdatering av BIM- Fremtidig Situasjon</i>	30
4.3 <i>Kontrakter, veiledere og standarder</i>	30



4.3.1	Kontrakter	31
4.3.2	Tolkning reglement og veiledere	31
4.3.3	Kjennskap til ISO 19650	32
4.3.4	Aktuelle forskningsmuligheter	32
4.4	<i>Menneskelige faktorer for suksess</i>	33
4.4.1	Mangel på relevant kompetanse	33
4.4.2	Forståelse for hele byggeprosessen	33
4.4.3	Kommunikasjon	34
4.4.4	Krav og Involvering	34
4.4.5	Eierskap og Ansvar for endring	35
4.4.6	Opplæring og erfaringsoverføring	35
4.4.7	Oppfølging	36
4.5	<i>Oppsummering</i>	37
<b>5.</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>38</b>
5.1	<i>Bruk av BIM i FDVU i dag</i>	38
5.1.1	Dagens situasjon	38
5.1.2	Oppdatering og håndtering av BIM og dens informasjon	38
5.1.3	Kost/Nytte	39
5.2	<i>Kompetanse om BIM</i>	40
5.2.1	Bidragsområder	40
5.2.2	Programmer og brukervennlighet	41
5.2.3	Forslag og oppdatering av BIM	42
5.2.4	Kontrakter, veiledere og kjennskap til ISO 19650	43
5.2.5	Aktuelle forskningsmuligheter	44
5.3	<i>Effektivisering av BIM i FDVU</i>	44
5.3.1	Mangel på relevant kompetanse	44
5.3.2	Kommunikasjon og forståelse	45
5.3.3	Krav og involvering	45
5.3.4	Eierskap og endring	46
5.3.5	Opplæring og oppfølging	47
<b>6.</b>	<b>Konklusjon og videre eventuelt arbeid</b>	<b>48</b>
	<b>Litteraturliste</b>	<b>49</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>52</b>

## Figurliste

Figur 1 Generelt innhold i en FDVU. Basert på (DIBK, 2019; StandardNorge, 2022a) .....	5
Figur 2 Modenhetstrapp for digitalisering i BAE-næringen (BNL, 2017, p. 17).....	7
Figur 3 FDVU-BIM. Basert på (Abideen et al., 2022; Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020) .....	8
Figur 4 LOIN (Godager & Mohn, 2023; Godager et al., 2022) .....	14
Figur 5 Digital tvilling modenhetstrinn (Metcalf & Thoani, 2019).....	15

## Tabelliste

Tabell 1 Generell informasjon som skal inkluderes i en FDVU dokumentasjon. (DIBK, 2019; StandardNorge, 2022a).....	6
Tabell 2 Beskrivelse av trinn i modenhetsrapp (BNL, 2017) .....	7
Tabell 3 Områder FDVU-BIM kan dekke. Basert på (Abideen et al., 2022; Godager et al., 2021; Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020).....	9

# 1. Introduksjon

De siste årene har verden vært gjennom flere kriser som har påvirket bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen, heretter BAE, og videre forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling på ulike området. Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling er videre forkortet FDVU. Covid19, mangel på strøm og Russland-Ukrainakrigen har ført til forsinkelser og stopp i leveranser, økte materialkostnader og økte strømutfgifter. Byggenæringen står i dag for omtrent 40% av verdens totale klimautslipp. I Norge er det derimot 15% av klimautslippet som er forårsaket byggenæringen (Byggeallianse, 2023). Sammenlignet med verden for øvrig har Norge altså et betydelig lavere klimautslipp på grunn av tilgang på fornybar energi. Den fornybare energien kan bli brukt til drift, fremfor fossilenergi som mange andre land benytter (Byggeallianse, 2023). På tross av at driften av bygg og anlegg går på fornybar energi, må likevel næringen endres og effektiviseres for å møte fremtidige krav til bærekraft og ytterlige mål satt til utslippsreduksjon. Videre bør næringen endres for å kunne møte uforutsette kriser. Det har blitt anslått av Dragland (2015) at innen 2050 vil 80% av bygningsmassen i Norge allerede være utviklet. På bakgrunn av dette bør det, ifølge Dragland (2015) legges til rette for at de ferdige bygg på dette tidspunktet kan opprettholde en effektiv drift. Samt at de kan møte bærekraftsmålene og senke klimautslipp.

Bygningsinformasjonsmodellering, BIM, har lenge blitt ansett som et viktig verktøy for å øke effektiviteten i hele livsløpet til et bygg og anlegg, heretter byggverk. Verktøyet brukes i forbindelse med planlegging, bygging, drift og avvikling. I utgangspunktet er BIM utviklet for og brukes i hele byggverkets livsløp. Likevel er det i realiteten vist at BIM i hovedsak har blitt forbeholdt prosjekterings- og produksjonsfasen (Griffin & Andersen, 2020). Dette til tross for at Griffin og Andersen (2020) trekker frem at det er i FDVU de store gevinstene skal realiseres. Med dette kommer det til syne at det er utfordringer ved bruk av BIM i praksis. En BIM som krever mange timers arbeid fra flere ulike faggrupper til å bygge opp, blir ikke brukt i den lengste fasen i livsløpet til et byggverk i dag. Videre har kravene til bruk av BIM i nybygg økt betydelig. Det samme synes ved krav til kompleksitet, teknologi og innovasjon rundt systemkontroll av et byggverk (Nordicbim, 2022). For de som eier og forvalter et byggverk er det derfor blant annet aktuelt å kartlegge hvorvidt de ansatte innehar rett og nok kompetanse til å bruke BIM på tiltenkt måte. Samt om de ansatte har et lovverk som støtter og ivaretar at det de får overlevert samsvarer med de kravene.

Byggenæringens landsforbund lanserte i 2020 rapporten Digitalt Veikart 2.0, som er oppfølgeren til Digitalt Veikart 1.0 fra 2017. Rapporten fra 2017 utarbeidet en strategi som skulle bidra til å heldigitalisere, gi en konkurransedyktig, og ikke minst en bærekraftig BAE-næring (BNL, 2017). I rapporten fra 2020 er fokuset derimot rettet mot ledere i små og mellomstore bedrifter, ettersom de større bedriftene har kommet lenger på vei med digitalisering. Årsaken til dette er at det er de som setter dagsorden, bestemmer prioritering for saker, samt beslutter hvilke investeringer som skal gjøres (BNL, 2020). Begge rapportene inneholdt anbefalinger om digitalisering av FDVU. For versjon 1.0 fremkommer det at det vil lønne seg å ta i bruk eksakte digitale modeller av det fysiske byggverket, også kalt digital tvilling. På kort sikt ble det videre anbefalt at drift skulle etablere beste praksis for modellbasert informasjonsoverføring fra utbygging til drift, sensorer integrasjon, systematisk vedlikehold av digital tvilling, samt utfordre FDVU program leverandører til å utnytte openBIM/IFC til datafangst og visualisering. Deler av dette har blitt tatt i bruk (BNL, 2017). For versjon 2.0 er det aktuelt å trekke frem at rapporten anbefaler etablering av digitaliseringsstrategier, «slim-BIM» for hele bygningsporteføljen, slik at modeller kan bli

løpende beriket med ny informasjon. Det bør og hentes inn driftsdata til å optimalisere driften og etterprøve om prosjekterte løsninger fungerer. Ved ombygging eller større vedlikeholdsoppgaver må digitale løsninger identifiseres, samt beskrive hvilket mål som ønskes oppnådd. Det må i tillegg etterspørres BIM som fungerer i prosjekterings- og driftsfasen (BNL, 2020). Til slutt kan det nevnes at manglende digital kompetanse er et problem som generelt gjelder hele bransjen. Dermed gjenstår det mye arbeid med heldigitalisering i forvaltning, drift og vedlikehold, også omtalt som FDV, (Griffin & Andersen, 2020).

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

I løpet av tiden som masterstudent ved digitale byggeprosesser på NTNU har forfatteren lært om hvordan livsløpet til et byggverk bedre skal digitaliseres. Gjennom studiet har forfatteren fått muligheten til å søke, skrive, jobbe i gruppe og i felleskap finne løsninger på temaer med relevante problemstillinger som næringen står ovenfor i dag.

Videre jobbet forfatteren i et sommervikariat hos Multiconsult store deler av sommeren 2022, samt timesbasert studieåret 2022/2023. Gjennom arbeid hos Multiconsult og deltakelse i seksjonsmøter har det fremkommet et ønske om at bedriften ønsker å bidra mer i flere deler av livsløpet. De har hatt et stort fokus på automatisering av repeterende oppgaver, samt å benytte ulike verktøy i kombinasjon med hverandre. Forfatteren har videre bidratt i større prosjekter i form av prosjektering, modellering og berikelse av informasjon til modeller.

I seksjonsmøtene oppfattet forfatteren at manglende videreføring og bruk av BIM i FDVU oppleves som en utfordring for de som arbeider med dette. Multiconsults visjon om å være en bro mellom fortid og fremtid gjør det spesielt interessant å undersøke hvordan dette kan løses, særlig sett i sammenheng med deres ønske om økt involvering. Viktigheten av å undersøke dette underbygges spesielt av hvor mange timer arbeid som benyttes til berikelse av en BIM.

Som en del av masterstudiet digitale byggeprosesser gjennomføres et forprosjekt høsten før masteroppgaven skrives. Målet med forprosjektet er å utarbeide et tema og en problemstilling som er relevant å skrive om i en masteroppgave. Etter å ha utarbeidet en problemstilling ble forprosjektet brukt til å kartlegge dagens situasjon, om utfordringene har blitt løst og eventuelt om det foreligger noen forslag til løsning. Forprosjektet ble gjennomført med utgangspunkt i fagartikler, standarder, intervjuer og tidligere arbeid fra studenter, og fra dette kom det frem at det fortsatt er et problem i dag. Samtidig etterlyste flere av artiklene ytterligere forskning på temaet, og dette gjorde det aktuelt å utforske problemstillingen videre.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Implementering av BIM i FDVU fremstår å være relevant for både privat og offentlig sektor. Det kan menes at bruk av BIM kan bidra til å øke både effektivitet og lønnsomheten. Videre fremstår det som en mulighet at ytterligere bruk av BIM vil skape nytteverdi for arbeidet som allerede er lagt inn i utarbeidelsen av modellen. Sett i lys av ressursbruk kan en videre undre seg over at hvorfor BIM ikke brukes mer i bruksfase basert på den informasjonen eieren eller byggherren allerede har betalt for.

For å øke lønnsomheten og utnytte potensiale til BIM i FDVU er det vurdert nyttig å undersøke hvilke barrierer som preger byggenæringen i dag. Ved å avdekke disse barrierene

kan en sette i gang konkrete tiltak som bidrar til at BIM i FDVU tilgjengeliggjøres for alle interessenter.

Oppgaven har tilstrebet å kartlegge hvilke dagens utfordringer som synes ved bruk av BIM, og hvordan disse utfordringene kan løses. Med utgangspunkt i problemstillingen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål. Disse er med for å tydeliggjøre hva som er nyttig å undersøke for å svare på problemstillingen. Det er nyttig å kartlegge hvordan BIM brukes i dag, i hvilken grad aktører er kjent med BIM, og hvordan en kan bruke BIM på en mer effektiv måte. På denne måten er det mulig å besvare hvilke utfordringer som synes ved bruk av BIM, og hvordan utfordringene kan løses.

Problemstillingen og forskningsspørsmålene er formulert slik:

*Hvilke utfordringer synes ved implementering av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) i forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU), og på hvilken måte kan disse utfordringene løses?*

1. Hvordan brukes BIM i FDVU i dag?
2. Hvilken kjennskap har aktører i byggenæringen til BIM i FDVU, og hvordan påvirker dette bruken av BIM?
3. Hva skal til for å effektivisere bruken av BIM i FDVU?

### 1.3 Avgrensning

For å kunne belyse problemstillingen og de følgende forskningsspørsmålene konkret, er det gjennomført noen avgrensninger. Oppgaven har valgt å se bort fra kostnadstall for bruk av BIM i FDVU. Det er likevel valgt å inkludere et eksempel som viser til dagens strømpriser. Dette fordi energi har blitt vektlagt som en relevant faktor både med utgangspunkt i informantene, og litteratursøket. Videre er det vurdert å se bort fra hvilke programmer som kan være aktuelle for å løse problemstillingen. Det er heller ikke rettet fokus mot Internet of Things (IoT) eller hvordan filformatet Industry Foundation Classes (IFC) benyttes. Til slutt kan det nevnes at det kun har vært aktuelt å benytte del tre av standarden ISO 19650 for å belyse problemstillingen, da det er denne delen som fokuserer på driftsfasen. Likevel er det gjort rede for alle delene i standarden, for å skape en oversikt over hva den inneholder. Bakgrunnen for valg av å fremheve del tre er barrierer som har kommet frem i litteratursøket og under arbeid med forprosjektet.

### 1.4 Utforming og oppbygning av oppgaven

Kapittel 3, teoretisk grunnlag, presenteres det teoretiske grunnlaget oppgavebesvarelsen springer ut fra. Dette gjøres i form av å definere begreper og relevante funn ifra litteratursøk. Deretter presenteres kapittel **Error! Reference source not found.**, metode, nærmere bestemt hvordan den kvalitative metoden er benyttet til å innhente informasjon fra informanter i form av intervju, samt litteratursøk. Metodekapittelet omhandler i tillegg refleksjoner rundt valgt fremgangsmåte i forbindelse med reliabilitet, validitet og etikk. Kapittel 4, resultat, presenterer funnene fra intervjurunden. I forlengelsen av kapittel 4 følger kapittel 5, diskusjon. I dette kapittelet besvares problemstillingen og forskningsspørsmålene i lys av det teoretiske grunnlaget og informasjon fra informantene innhentet i intervju. Til slutt presenteres hovedfunn i kapittel 6, konklusjon og temaer som kan undersøkes videre i kapittel **Error! Reference source not found.**, videre arbeidet.

## 2. Teoretisk grunnlag

I dette kapittelet presenteres det teoretiske grunnlaget som senere i oppgaven benyttes for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Som en del av forprosjektet ble det utført et arbeid med å finne relevant teori og litteratur knyttet til valgte tema, implementering av BIM i FDVU. I utgangspunktet er det teoretiske grunnlaget for oppgaven basert på akademiske artikler og bøker, rapporter utgitt av aktører på fagfeltet, samt tidligere studenters arbeid. Et bredt spekter av teori og litteratur danner et stødig fundament for oppgavens rammer. Stadig utvikling og endring i BAE-næringen fører til at ord og uttrykk til tider endrer betydning, og det kommer nye begreper til. Gjennom teorikapittelet fremkommer det grunnleggende fundamentet, og begreper defineres for å danne en felles begrepsforståelse for videre lesning.

Teorikapittelet er strukturert i seks delkapitler, hvorav noen av de seks har underkapitler. I første del fremkommer det teoretiske grunnlaget for FDVU, herunder hva det er, hvordan begrepet brukes og hva det innebærer i praksis. På samme måte vil andre, tredje, fjerde og femte delkapittel redegjøre for BIM, common data environment (CDE), Level of Information Need (LOIN) og digital tvilling. Til slutt beskrives den internasjonale BIM-rammestandarden ISO 19650 og hva den innebærer.

### 2.1 FDVU- Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling

FDVU er et samlebegrep som brukes om de aktivitetene og den dokumentasjonen som er nødvendig for å drifte, vedlikeholde, forvalte, samt utvikle et byggverk. En FDVU-strategi er en kontinuerlig prosess, med regelmessige oppfølginger, evalueringer og endringer. En slik strategi tar hensyn til både kortsiktige og langsiktige mål, samt sikrer en slik strategi at alle aspekter av eiendomsforvaltning blir ivaretatt på en optimal måte (Haugen, 2008). Videre skal de sørge for at benyttet utstyr og materiale oppnår forventet levetid, samt driftes på en effektiv og økonomisk måte (StandardNorge, 2022a, p. 6). Disse strategiene kan brukes for alle typer byggverk, uavhengig størrelse og kompleksitet, eller om de er eid av private eller offentlige aktører.

Bruk av energi er en av de største kostnadene innen FDVU. Haugen (2008) viser til erfaringer der energibudsjetter gir en besparelse på 10-15% allerede det første driftsåret. Forfatterne poengterer i sitt arbeid at det for byggherrene vil være en av hovedparameterne for arbeid i fremtiden. Deres arbeid fra 2008 kom blant annet frem til at et moderne tradisjonelt kontorbygg vil ha energikostnader på 130-173 kr pr m<sup>2</sup> BTA (bruttoareal). Med dagens, og siste års, energikrise vil dette utgjøre en pris på 842,2-1120,7 kr pr m<sup>2</sup>, beregnet ut fra gjennomsnittsprisene på 39,1 øre/kWh for 2008 og 235,3 øre/kWh uten strømstøtte for 2022 (Holstad, 2023; SSB, 2009). Det er flere eksempler i mediene for virksomheter som har hatt problemer med å betjene de høye kostnadene. I tillegg til utfordringene dette medfører, har det vært økte kostnader innen mat, utstyr og materialer, samt forsinkelser i leveringer.

For å beskrive hvilket aktiviteter som gjøres innen de ulike områdene for FDVU, har standarden NS3456:2022 blitt benyttet (StandardNorge, 2022a):

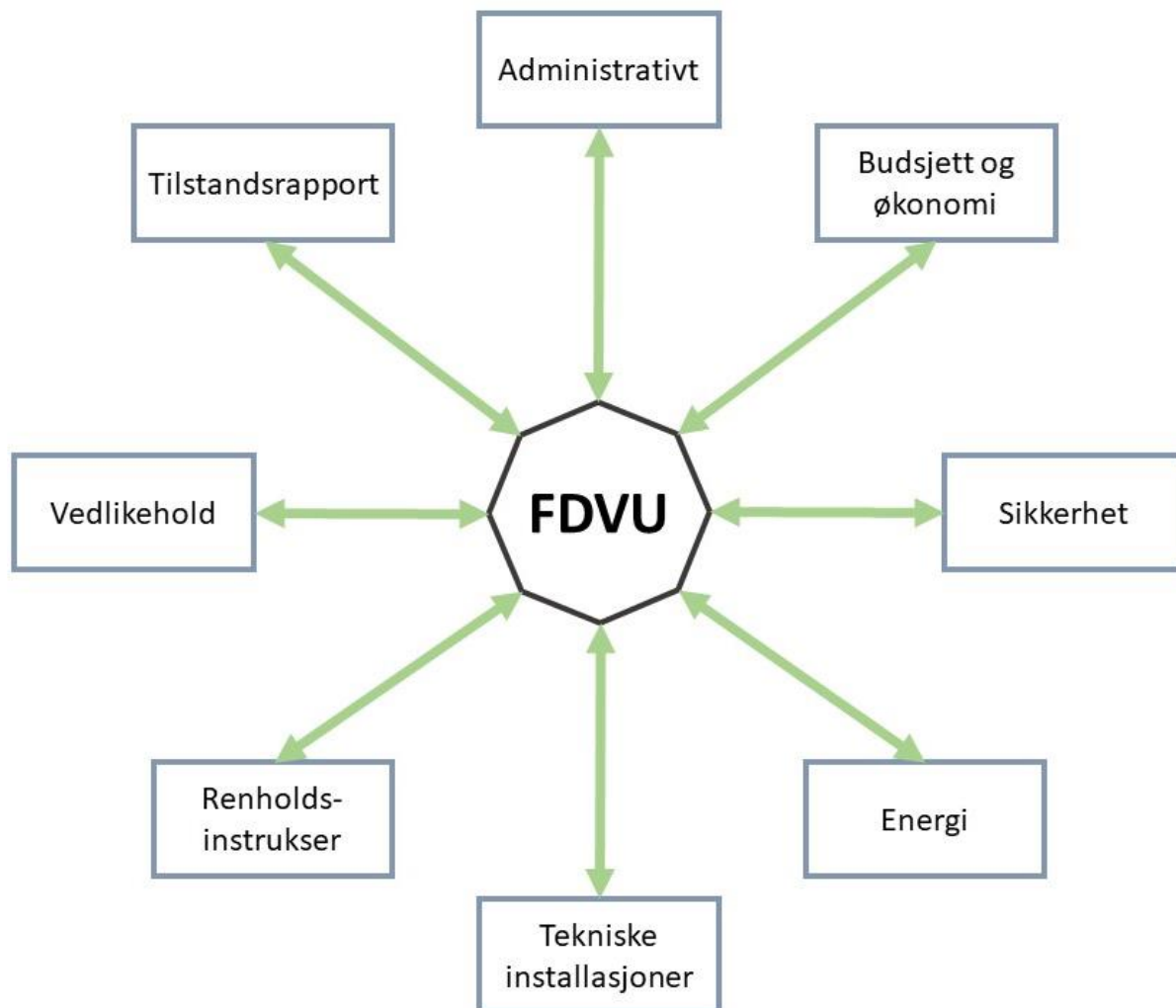
F, forvaltning, er oppgaver som ligger hos administrasjonen i form av kjøp og salg av eiendom, utleie av lokaler, forsikringsavtaler, økonomi-styring og planlegging, samt andre oppgaver som underliggende styrets ansvar.

D, drift, er oppgaver som gjøres for at bygget og de tekniske installasjonene fungerer som de skal. Her utføres rutinemessige kontroller av eksempelvis vannforsyning, installasjoner, energi, renhold og renovasjon.

V, vedlikehold, er oppgaver innenfor eksempel renhold og er ofte rutinemessige. Disse oppgavene må gjøres for at bygget skal opprettholde kvalitet og slik fungere til sin hensikt.

U, utvikling, er oppgavene som gjøres for å oppgradere og videreutvikle bygget slik at det kan øke i verdi og blant annet oppnå bedre kvalitet.

### 2.1.1 Bruksområder



Figur 1 Generelt innhold i en FDVU. Basert på (DIBK, 2019; StandardNorge, 2022a)

Figur 1 viser det generelt hva en FDVU-dokumentasjon inneholder basert på NS346:2022 og TEK17. Figuren viser at det er mye informasjon og data som skal overleveres til forvalter av bygget før oppstart av driftsfasen. Det er varierende type dokumentasjon som skal leveres innenfor ulike områder. I tillegg vil mengden leveranse avhenge av størrelse og kompleksitet på bygget eller anlegget. Tabell 1 viser hva som inngår innenfor de ulike områdene.

Tabell 1 Generell informasjon som skal inkluderes i en FDVU dokumentasjon. (DIBK, 2019; StandardNorge, 2022a)

Administrativt	Plan over planbestemmelser Forsikringer Brukstillatelser Målebrev (grenser for grunneiendom) Ferdigattest (godkjennelser for bruk av bygg) Slutført gjennomføringsplan
Budsjett og økonomi	Budsjett for vedlikehold og reparasjoner Regnskap for bygget eller anlegget Takst/Verdi
Sikkerhet	Alarm- og overvåkningssystemer Rutiner for brann og evakuering, inkludert planer/tegninger Restriksjoner for bruk av bygg
Energi	Miljødokumentasjoner og eventuelle sertifiseringer Energibruk, strømbruk Varme/kjøling Energiberegninger og analyser for optimalisering Solanalyser og eventuelle andre analyser.
Tekniske installasjoner	Fasadetegninger Plantegninger Representative snitt Bebyggelsesplan (vei, parkering, beplantning, VVS-ledninger og el-ledningsplan)
Renholds instruksjoner	Planer for rengjøring og utførelse av dette Avfallshåndtering Annet arbeid som snømåking, gressklipping utvendig vask.
Vedlikehold	Utførelse av reparasjoner Vedlikeholdsplaner Serviceavtaler Utskifting av komponenter
Tilstandsrapport	Tilstand på bygg Planer og anbefalinger til hvordan skader skal håndteres Potensielle problemer Inspeksjon av byggverk Nødvendig grunndata

## 2.2 BIM - Bygningsinformasjonsmodellering

BIM er en metode og en samlebetegnelse brukt til all informasjon som kan inkluderes om et byggverk. BIM brukes til å skape, administrere og dele informasjon digitalt, og er ment til å bli benyttet i hele byggverkets livssyklus. Standarden ISO 19650 er laget for å beskrive hvordan man best mulig kan benytte BIM i et byggverks livsløp (StandardNorge, 2020a). I standarden er BIM beskrevet slik: *bruk av en delt digital framstilling av et byggverk for å legge til rette for prosjektering, bygging og driftsprosesser slik at det kan dannes et pålitelig grunnlag for beslutninger.*

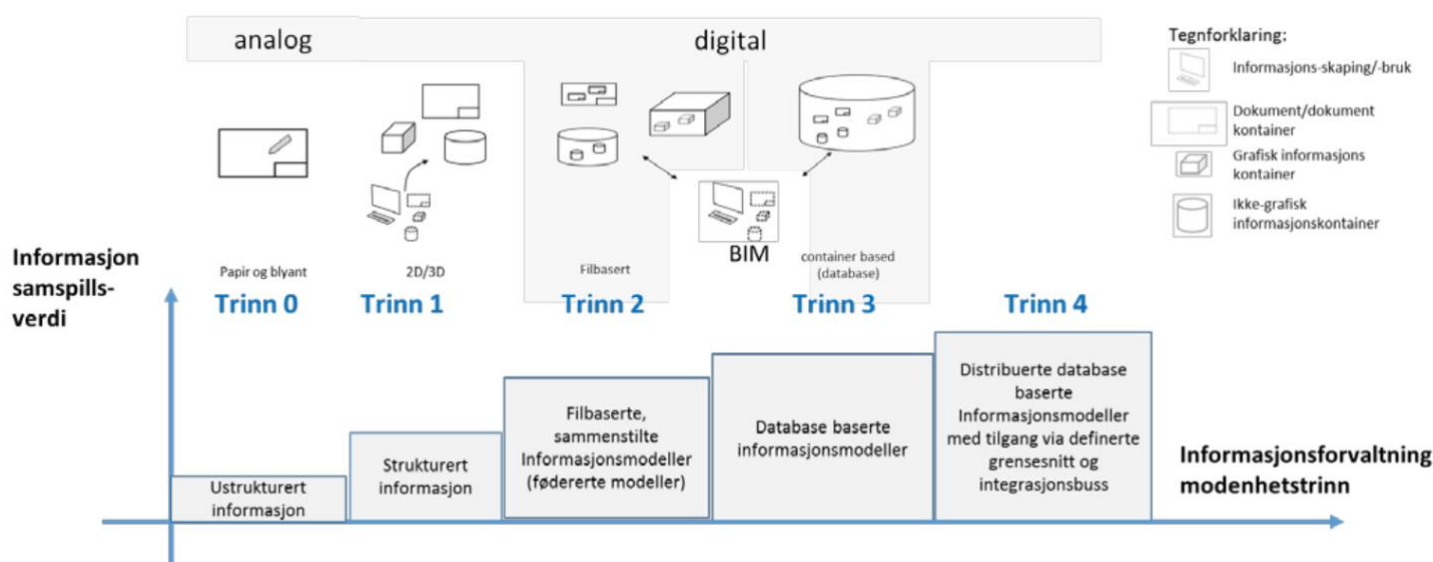
Ved å benytte seg av ulike digitale verktøy, får man mulighet til å utarbeide digitale modeller. Modellene som utvikles, og informasjonen om egenskapene til objekter, blir gjort av ulike



faggrupper. Faggruppene kan eksempelvis tilhøre rådgivende ingeniør i bygg, elektro eller arkitekt. BIM inkluderer videre fremdriftsplaner, simuleringer, bestillingslister og kostnader. Målet med BIM er å samle all nødvendig informasjon på et sted slik at effektiviteten, kommunikasjon, utfordringer og misforståelser bedre kan løses.

### 2.2.1 Digital modenhetstrapp

For å kartlegge utviklingen til bygg, anlegg og eiendoms-næringen (BAE) innen digitalisering kan en modenhetstrapp benyttes. Hensikten med denne trappen er å gi et bilde av hvordan virksomheter opererer i dag, samt hva som skal til for å bevege seg til neste nivå. Modellen deles inn i totalt fem trinn, der hvert trinn viser til hvordan informasjon samles inn (BNL, 2017). I dag ligger de fleste prosjekter på Trinn to. De større og mer komplekse prosjektene har kommet til trinn tre, der noen av disse har elementer av trinn fire (Griffin & Andersen, 2020). Den internasjonale standarden ISO 19650 del 1 redegjør for modenhetstrinn 1-3. Standarden er generelt beskrevet i kapittel 2.6 *Den internasjonale standarden ISO 19650*, med særlig fokus på del 3 (StandardNorge, 2022b).



Figur 2 Modenhetsstrapp for digitalisering i BAE-næringen (BNL, 2017, p. 17)

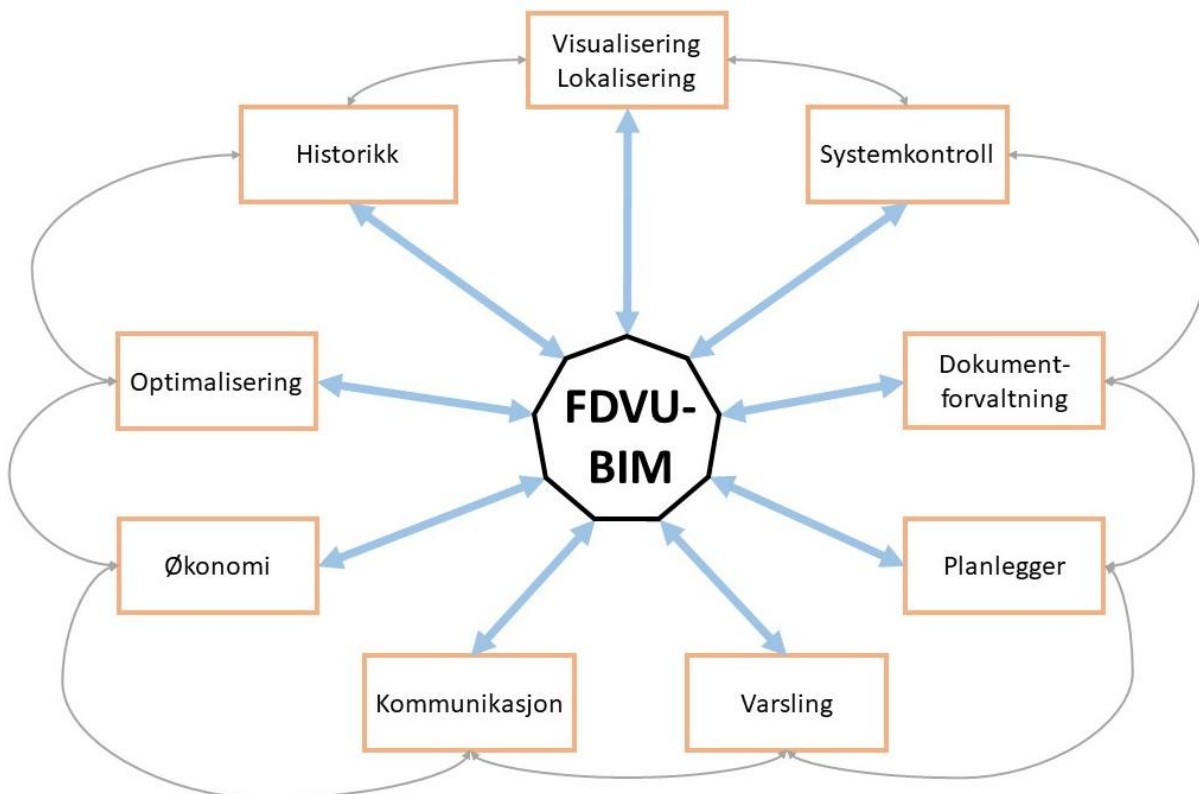
Tabell 2 Beskrivelse av trinn i modenhetsrapport (BNL, 2017)

Trinn 0	<b>Analog</b>	Benyttelse av blyant/penn. Samspill mellom aktører blir gjort gjennom vanlige møter. Kontraktene er tradisjonelle. Det blir ikke brukt noen felles standard.
Trinn 1		Kun grunnleggende bruk av digitalt verktøy. Tegninger gjøres i 2D eller 3D. Sluttprodukt i PDF eller papirkopier.
Trinn 2	<b>Digital</b>	Tegninger av enkle 3D-objekter med tilfeldig informasjonsinnhold. Filformater som DWG, RVT og IFC tas i bruk. Tradisjonelle kontrakter Samspill mellom aktører gjøres digitalt. 4D-BIM (tid) og 5D-BIM (kostnad) tas i bruk.

Trinn 3	3D-objekter følger samme rammeverk for krav til egenskaper og ID. BIM integreres i skybaserte/serverbaserte løsninger. Digitale modeller gjeldende 6D-BIM (livsløp) benyttes. Tradisjonelle kontrakter og IPD (project delivery) kan benyttes.
Trinn 4	BIM brukes i alle faser av et byggs livsløp Bruk av sensorer til sanntids kommunikasjon mellom BIM og faktisk bygg. Tradisjonelle og IPD kontrakter kan benyttes, men med mulighet for at IPD henter informasjon direkte ut ifra BIM der IPD. Modell benyttes av alle (prosjekterende, drift, ansatte, brukere og besøkende).

### 2.2.2 Effektivitet i FDVU ved bruk av BIM

BIM kan effektivisere ulike deler av arbeidet i FDVU. *Figur 3* viser ulike arbeidsområder som kan dra nytte av BIM i arbeid med effektivisering (Abideen et al., 2022; Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020). For eksempel kan bruk av BIM i lokaliseringsarbeidet å bidra til at håndverkere kan lokalisere verktøy og dermed slippe å lete og bruke tid på det. Slik figur 3 viser vil effektivitet i de ulike arbeidsområdene også ha virkning på andre arbeidsområder. Slik kan bruk av BIM i lokalisering føre til at det er mer effektivitet i planlegging og dermed en bedre optimalisering av det helhetlige arbeidet.



Figur 3 FDVU-BIM. Basert på (Abideen et al., 2022; Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020)

Tabell 3 gir en oversikt over hva de ulike arbeidsområdene beskrevet i Figur 3 kan inneholde. Tabellens oversikt viser i tillegg hvordan BIM kan bli benyttet holistisk, samt gi oversikt over aktuelle fokusområder.

Tabell 3 Områder FDVU-BIM kan dekke. Basert på (Abideen et al., 2022; Godager et al., 2021; Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020)

Visualisering & lokalisering	Tegninger 3D-modeller Utvidet virkelighet (AR) og Virtuell virkelighet (VR) Informasjon om objekter Lokalisering av objekter (strekkekode og RFID) IPIN (innendørs posisjonering og innendørs lokalisering)
Systemkontroll	Klimaanlegg Alarmsystemer Digital Tvilling IoT (Internet of Things)
Dokumentforvaltning	Administrative dokumenter (Forsikring, målebrev, ferdigattest osv.) Diverse sertifisering og godkjenninger Energirapporter Dokumentasjon og brukerhåndbøker knyttet til teknisk installasjoner og bygningsdeler tilstandsrapporter
Planlegger	Service/reparasjonsplaner Rengjøring Fremtidige oppgraderinger/rehabilitering Resirkulering beredskapshåndtering
Varsling	Alarmsystem Brannsystem Service/reparasjon Rengjøring
Kommunikasjon	Felles kommunikasjonsplattform
Økonomi	Driftskostnader Uventede utgifter Generell budsjett håndtering
Optimalisering	Klimaanlegg Klimaanalyse Kost/nytte (budsjett) Best mulig avvikling eller oppgradering av bygg Simuleringer Bærekraft og resirkulering
Historikk	Service/reparasjonshistorikk Regnskap Vedlikehold Klager/feil/mangler Oppgraderinger og rehabilitering Eventuelle Bilder

### 2.2.3 Barrierer for BIM i FDVU

Litteraturgjennomgangen viser en rekke barrierer som hindrer en effektiv implementering av BIM i FDVU. Disse barrierene kan kategoriseres i seks ulike temaer som er nyttige å definere/kartlegge.

#### **Kompetanse**

Kompetanse er en vesentlig barriere for å implementere BIM i ulike faser av byggeprosessen. Det er samtidig en klar forskjell i faglig kunnskap mellom de som arbeider innen BIM og de som jobber innen FDVU (Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020). Det er videre et gap mellom prosjekterende og de som er ansvarlige for drift og vedlikehold, samt mangel på bevissthet og kunnskap rundt BIM i sammenheng med drift og vedlikehold. Bakgrunnen for dette er at kompleksiteten i informasjonsflyten i den operative fasen er betydelig annerledes enn i leveransefasen (Godager et al., 2022). Det er òg manglende kunnskap om BIM fra kunden/ eieren (Abideen et al., 2022; Godager et al., 2022; Lu et al., 2018). For å bedre forstå kravene som blir stilt og for å sikre at entreprenører, er det behov for mer opplæring i BIM. Det er nødvendig at konsulenter og programvareleverandører har samme forståelse og bruk av BIM (Vass & Gustavsson, 2017).

#### **Kommunikasjon**

Peng et al. (2017) trekker frem at mange kommunikasjonsverktøy ikke er tilpasset for å dra nytte av BIM. Kilden trekker videre frem at modellenes kompleksitet fører til at møter som blir holdt, blir lange, da det tar tid å forklare innholdet BIM. Videre kan en trekke frem Lu et al. (2018) som sitter med utfordringer knyttet til dårlige kommunikasjonsverktøy og har uttrykt at det ikke har blitt gjort nok for å effektivisere denne prosessen. Til slutt fremhever Abideen et al. (2022) utfordringer med samhandlingsevne og effektiv kommunikasjon i store og komplekse prosjekter der det er mange ulike aktører involvert.

#### **Kost/Nytte**

For alle prosjekter er kost/nytte en viktig faktor. Samtidig er lønnsomhet i FDVU fremdeles et utfordrende element. Det er manglende dokumentasjon på positiv avkastning for investeringer som er gjort i BIM (Godager et al., 2021). Denne mangelen ser ut til å medføre motstand ved implementering av BIM-verktøyene, særlig hvis de oppleves som dyre eller tidskrevende (Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020). Videre er kostnadene knyttet til opplæring og vedlikehold av informasjon av stor betydning (Abideen et al., 2022).

En nederlandsk undersøkelse fra 2015 viser at selv for selskaper som har implementert BIM i design- og byggefasen, er merverdien av BIM i driftsfasen marginal. Hovedårsaken til denne lave verdirealiseringen er mangel på samhandling mellom mennesker, prosesser og systemer (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019).

Vass og Gustavsson (2017) fant i sin forskning, i likhet med de andre, utfordringer ved vurdering av de økonomiske effektene av BIM. De trekker frem at medlemmer av prosjektgruppen for implementering av BIM hadde vanskeligheter med å demonstrere forretningsverdien av BIM for prosjektledere. Disse prosjektlederne nevnte mangel på tid, ressurser og ekstra arbeidsbelastning som årsaker for ikke å implementere BIM. De fleste lederne for BIM som pilotprosjekt syntes det var vanskelig å måle de økonomiske effektene av BIM. De støttet seg derfor på individuelle erfaringer og oppfatninger. De opplevde videre forstyrrelser i den daglige prosjektledelsen, som resulterte i ekstra kostnader uten klare fordeler.

## **Standarder og veiledere**

Undersøkelser har avdekket barrierer ved veiledere og standarder. Abideen et al. (2022) og Godager et al. (2022) uttrykker utfordringer ved at manglende bruk av BIM skyldes manglende standarder, veiledere og prosedyrer. Videre påpeker de at udefinerte krav er et problem. En er i behov av å definere operasjonelle informasjonskrav, og det mangler prosesser, protokoller og standarder for å utvikle informasjonskrav (Godager et al., 2021; Munir et al., 2020). Dermed fremstår utfordringer når man prøver å integrere BIM i FDVU. Disse meningene støttes av Lu et al. (2018) som mener at det for å oppnå en vellykket implementering er nødvendig med effektive regler, og alliansebaserte kontrakter. Mangelen på slike støtteordninger krever derfor nye kvalitetsstandarder, omfattende BIM-standarder og veiledning.

## **Informasjon/data**

En gjennomgående barriere er den manglende kvaliteten på informasjon som er levert. Munir et al. (2020) trekker frem at forvaltere møter utfordringer med å skaffe tilstrekkelige og nøyaktige data. Årsaken til det er at informasjonen ofte inneholder unødvendige parametere. Med bakgrunn i dette blir driftspersonell overveldet med informasjon og har vanskeligheter med å filtrere ut de nødvendige dataene for å utføre oppgaver knyttet til forvaltningen av et byggverk. Shemery et al. (2019) viser til de samme utfordringene og trekker i tillegg frem at det kan være vanskelig å finne riktige data i brukbare formater som fører til dobbel håndtering når dataene blir manuelt lagt inn i deres egne forvaltningssystemer. Abideen et al. (2022) nevner at dårlig kvalitet på data og manglende oppdateringer kan være en utfordring. Derimot trekker Vass og Gustavsson (2017) trekker frem at mangel på vedlikehold kan føre til utfordringer internt og eksternt i organisasjonen.

## **Program og brukervennlighet**

I tillegg til barrieren knyttet til manglende kunnskap, er det avdekket utfordringer med programmer og brukervennlighet. I den forbindelse er det avdekket utfordringer med modellbasert informasjonsoverføring, validering av fullstendighet for BIM og nødvendig verktøy for bygningsforvaltere (Munir et al., 2020). Det kan også være vanskelig å konvertere data og informasjon til passende formater som til programmer forvaltere benytter i dag (Abideen et al., 2022).

Det er verdt å trekke frem at flere har utfordringer med å finne passende systemer for BIM og FDVU til deres spesifikke behov. Disse systemene varierer avhengig av spesifikke brukerbehov, og det kan være vanskelig å finne et system som kan tilpasses til forvalterens behov. Dette ser ut til å skyldes at dagens systemer ikke tar utgangspunkt i sluttbrukerens behov (Lu et al., 2018).

Til slutt kan man trekke frem at ansatte innen FDVU er avhengig av brukervennlige grensesnitt for å kunne jobbe effektivt inn mot prosjekter. Arbeidet utført av Lu et al. (2018) viser at personell som jobber innen FDVU er bekymret for brukervennlighet i BIM-systemer, samt problemer i form av motstand til forandring (Abideen et al., 2022).

## **Kravstilling**

En utfordring ved bruk av BIM i drifts- og vedlikeholdsfasen er at kontraktene har mangelfulle informasjonskrav. Som følge av dette går verdifull informasjon som kunne vært adressert, tapt når byggeprosjekter overføres til drift og vedlikehold (Guzman & Ulloa, 2020; Hoang et al., 2020). Abideen et al. (2022) påpekte også at overleveringsproblemer kan oppstå når det ikke er tilstrekkelige krav til hvilken informasjon som skal overføres fra prosjekterende til

drift og vedlikehold. En annen utfordring er manglende eksperter, ansvarsfordeling og udefinerte roller, som fører til problemer med implementeringen av BIM (Abideen et al., 2022). Videre vil det også være behov for et system for å legge inn ny informasjon underveis i bruksfasen. Vass og Gustavsson (2017) foreslår at de intern organisatoriske utfordringene kan forbedres ved å utvikle en bedre forståelse av hvordan BIM brukes hos den offentlige oppdragsgiveren.

#### 2.2.4 Hva er løsningen?

Ifølge Godager og Mohn (2022) og Lu et al. (2018) bør organisasjoner etablere opplæringsplaner for FDVU-personell for å øke deres kompetanse i bruk av BIM-verktøy. Videre må det utvikles mekanismer og portaler for å kunne legge inn, samt hente ut data lettere. Det er også viktig å holde BIM oppdatert, eventuelt sette opp en ny BIM som er tilpasset bruken. I tillegg må man fortsette å utvide og berike BIM-biblioteket, samt opprettholde en nøyaktig og fullstendig database.

Lu et al. (2018) viser til betydningen av kvalitet på innsamling og oppdatering av bygningsinformasjon. Det fremkommer at brukervennlighet er viktig i ulike faser. (Munir et al., 2020) understreker at eiere av bygg må ha en BIM-strategi som samsvarer med deres strategi for byggverket. Bakgrunnen for dette er å få maksimalt utbytte av BIM-prosessen. Forskerne peker i tillegg på potensial for økt forretningsverdi for kunden ved å definere informasjonskrav som samsvarer med forretningsbehov.

Godager et al. (2021) trekker frem at det kreves det en grundig gjennomgang av organisasjonens forretningsprosesser og arbeidsflyt for å implementere BIM-effektivt. Videre er det utviklet et nytt konsept som heter Enterprise Building Information Modeling (Enterprise BIM) som setter BIM i sentrum for hele livssyklusen. Artikkelen fremhever at det et større behov for tettere samarbeid mellom forskning og praksis for å komme videre med implementeringen. Denne prosessen involverer interessenter og kombinerer tilgjengelig teknologi og standarder. For eksempel kan en integrering av digital tvilling gi gevinster. Artikkelen viser og til sykehuset St. Olavs i Trondheim som har integrert Enterprise BIM i gamle og nye bygninger for å oppnå en mer effektiv forvaltning.

Vass og Gustavsson (2017) har identifisert ni tiltak som ser ut til å bidra til å øke suksessraten for BIM-implementering. Tiltakene er som følger; 1. *endring av arbeidspraksis*, 2. *gi utdanning og læring*, 3. *utvikle en gjensidig BIM-definisjon*, 4. *evaluering av forretningsverdien for BIM*, 5. *kreve BIM i anskaffelser*, 6. *opprette motivasjon*, 7. *inkludere drift- og vedlikeholdsavdeling*, 8. *opprette nye BIM roller*, og 9. *skape interoperabilitet (felles forståelse for alle)*.

Gao og Pishdad-Bozorgi (2019) henviser til tidligere forskning der det fremkommer at vedlikeholdsoppgaver ble effektivisert med 58%. Disse beregningene er gjort med utgangspunkt i en median, hvor det i dag tar 12 minutter og 32 sekunder for å hente ut informasjon fra dokumenter. Ved å benytte BIM-systemer fikk man en ny median tid på 5 minutter og 12 sekunder. En annen studie hvor et mobilt BIM / 2D strekkodebasert system viste derimot at brukeren kunne spare omtrent 6-40 sekunder per oppgave hvor det i dagens papirbaserte tilnærming tar 12-90 sekunder å fullføre hver oppgave.

## 2.3 CDE -Common data environment

Common data environment, på norsk «felles datamiljø», er et verktøy og en prosess som brukes til innsamling, forvaltning og fordeling av informasjon. Dette foregår i en styrt prosess på en felles digital plattform. Arbeidet inkluderer informasjon om design, byggematerialer, konstruksjonsdetaljer, planer, dokumentasjon og annen informasjon som er relevant for prosjektet (StandardNorge, 2020a). CDE brukes til å håndtere prosjekter fra planlegging til bygging og kan brukes av alle aktørene i prosjektet, eksempelvis entreprenører, arkitekter, ingeniører og byggherrer. Det gir mulighet for å dele informasjon og å samarbeide på tvers av ulike fagområder og kan bidra til å redusere feil og misforståelser, samt øke effektiviteten og forbedre kvaliteten på prosjektet (StandardNorge, 2020a, p. 24).

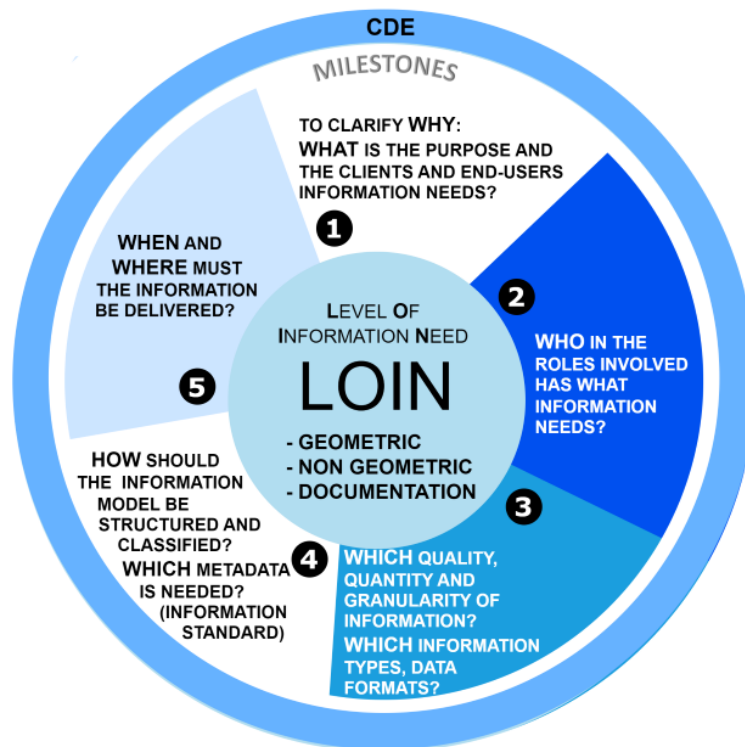
Innen FDVU kan CDE bidra med å holde informasjon om byggverket samlet. Slik informasjon kan inkludere blant annet teknisk dokumentasjon og vedlikeholdsplaner, samt opplysninger om systemer og utstyr som er installert i byggverk. Ved å bruke CDE kan en sikre at all relevant informasjon er tilgjengelig for de som trenger den, og at endringer og oppdateringer blir kommunisert på en effektiv måte. Databasen som ligger til grunn i systemet kan kobles opp mot det tekniske til byggverket, slik at ulike systemer kan styres fra en felles plattform (Patacas et al., 2020).

Ved å ha en slik database kan man opprette datafelt for ulike typer informasjon. Videre kan en legge til beskrivelser og metadata som gjør det enklere å søke og sortere informasjon i motsetning til hvordan det ville vært med et filsystem. Bakgrunnen for dette er at filsystemer er bygget opp etter en hierarkisk struktur ved hjelp av mapper som ikke kan kommunisere på tvers av hverandre. Ettersom en CDE benytter seg av databaser, kan en utveksle informasjon fra ulike systemer og formater og gjelder både import og eksport. Eksempelvis fremstår det å gi en fordel inn mot FDVU, da man kan benytte et mer kjent verktøy som Excel til informasjonsendring og uthenting av data (Patacas et al., 2020).

## 2.4 LOIN (Level of Information Need)

Level of Information Need, informasjonsnivåbehov på norsk, er en metode som benyttes for å beskrive hvor mye informasjon en person trenger for å ta korrekte beslutninger og løse problemer. Ved benyttelse av LOIN vil man derfor sørge for at informasjonen mottakeren får er mer eller mindre enn nødvendig. Ved å levere passe mengde informasjon, sørger man for at den kan bli behandlet effektivt, uten at mottakeren blir forvirret. Dermed sørger man for at beslutninger tas på korrekt grunnlag (Godager et al., 2022).

*Figur 4* viser eksempler på aktuelle spørsmål som kan stilles for å sikre formålsbasert og nødvendig informasjon. Ved å benytte spørreord som *hva, hvor, hvorfor, hvordan, hvem, hvilken og når*, vil en få konkrete svar å forholde seg til i videre arbeid. Slik figuren viser kan en på denne måten lettere kunne undersøke svar for eksempel hvilken geometri, objekt informasjon og dokumentasjon som trengs for å ha en suksessfull leveranse. Det er altså viktig at informasjonen er tydelig og konkret (Godager & Mohn, 2023; Godager et al., 2022).



Figur 4 LOIN (Godager & Mohn, 2023; Godager et al., 2022)

## 2.5 Digital Tvilling

Sintef definerer en digital tvilling som en «*virtuell representasjon av en fysisk virkelighet gjort mulig gjennom data og simulatorer for sanntidsberegninger, optimalisering, overvåking, kontroll og forbedret beslutningsstøtte*» (Johannessen, 2022). En 3D-modell kan derfor ikke automatisk sammenlignes med en digital tvilling. Modellen må oppnå en akseptabel nøyaktighet av det fysiske objektet for at den skal bli definert som en digital tvilling. Ved å lage modeller med så høy detaljeringsgrad, kan dataen om bygget eller anlegget, og dets komponenter, brukes til å simulere byggets oppførsel under ulike scenarier. For eksempel værforhold eller trafikkbelastning. Modellens nøyaktighet gjør det mulig med overvåking i sanntid, eksempelvis ved bruk av sensorer (Johannessen, 2022).

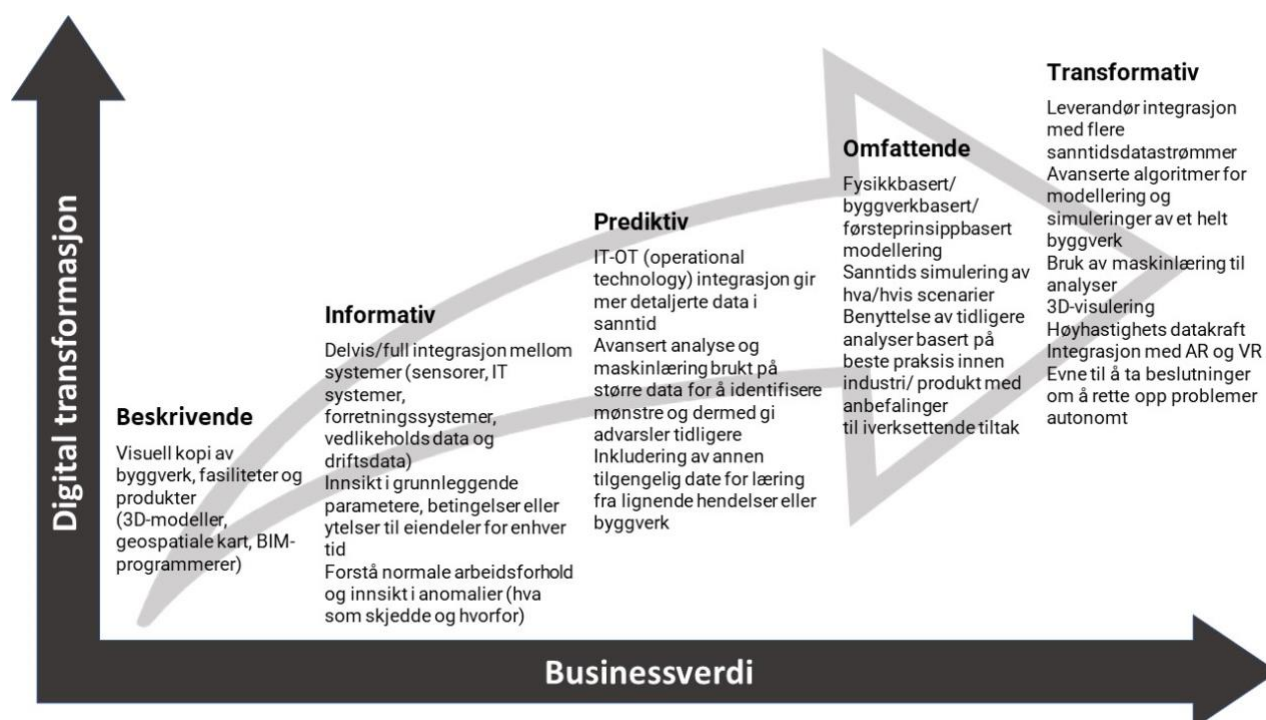
### 2.5.1 Digital tvilling og dimensjoner

I likhet med BIM kan digital tvilling deles inn i ulike trinn. Figur 5 beskriver bruksområdene til de ulike trinnene, samt hvilken teknologi som benyttes. De ulike trinnene benevnes som *beskrivende, informative, prediktive, omfattende* og *transformative* trinnet (Metcalf & Thoani, 2019);

- Den *beskrivende tvillingen* er en visuell kopi av levende, redigerbare design- og konstruksjonsdata, inkludert 3D-modeller og BIM.
- Den *informative tvillingen* går over til en økende grad av integrasjon med sensorer og driftsdata, som kan gi innsikt til enhver tid.
- Den *prediktive tvillingen* fanger sanntidsdata, kontekstuelle data og analyser dette for identifisering av potensielle problemer.
- Den *omfattende tvillingen* utnytter avansert modellering og simulering for å se potensielle fremtidige scenarier, samt komme med analyser, tiltak og anbefalinger for problemløsning.



- Den *transformative tvillingen* tar i bruk kunstig intelligens til å ta avgjørelser. Det blir også brukt avanserte algoritmer for simuleringer og 3D-visualiseringer. Med andre ord kan det sies at en komplett digital tvilling, er en autonom tvilling.



Figur 5 Digital tvilling modenhetstrinn (Metcalf & Thoani, 2019)

## 2.6 Den internasjonale standarden ISO 19650

I 2018 ble den internasjonale standarden ISO 19650 lansert. Den nye standarden skulle gi et felles grunnlag for organisering og digitalisering av informasjon for byggverk, samt hvordan informasjon styres og forvaltes gjennom BIM. ISO 19650 ble laget for å dekke hele livsløpet til et byggverk og å forebygge problemer. Dette står i motsetning til dagens praksis i Norge, hvor man først reagerer etter at en krise har oppstått (Godager & Mohn, 2023). Til orientering benytter denne standarden begrepet operasjonell fase i den sammenheng der de omtaler FDVU. Forfatteren har besluttet å benytte seg av FDVU da det er dominerende i fagmiljøet i dag.

Som beskrevet nedenfor er standarden ISO 19650 delt opp i fem deler. I de ulike delene beskrives begreper og prinsipper, prosjektfasen, driftsfasen, informasjonsutveksling og informasjonsforvaltning med fokus på sikkerhet (StandardNorge, 2022b).

- *ISO 19650- del 1* gjelder for hele livssyklusen til et byggverk og er et rammeverk for administrasjon, informasjonsutveksling, organisering og versjonskontroll for alle aktører i byggeprosjekter. Rammeverket beskriver hvordan informasjon administreres ved bruk av BIM og annen terminologi. Videre er modenhetstrappen også beskrevet i del 1, som nevnt tidligere i oppgavebesvarelsen.
- *ISO 19650- del 2* er rettet mot prosjektfasen til et byggverk og inneholder krav til hvordan informasjon skal forvaltes i denne fasen. I del 2 beskrives prosessen for hvordan leverandørgrupper skal samarbeide når informasjon produseres, samt redusere overflødige aktiviteter og prosesser..

- *ISO 19650- del 3* er laget for driftsfasen med et mål om få til en mer effektiv drift ved å spesifisere, produsere og levere informasjon. I del 3 går en inn på selve prosessen for hvordan informasjon skal styres mellom eier, entreprenør og forvaltning.
- *ISO 19650- del 4* er rettet mot prosjekt- og driftsfasen ved å stille kriterier som skal være oppfylt for å sikre kvaliteten på informasjonsutvekslingen. I del 4 er det beskrevet gjennom valg av programvareapplikasjoner, informasjonsformater og informasjonsutveksling.
- *ISO 19650- del 5* setter sikkerhet i fokus. I denne delen beskrives hvilke krav som skal stilles til forvaltning, innhenting, opprettelse, behandling og lagring av sensitiv informasjon. Del 5 er utarbeidet for å hjelpe aktører med å forstå sårbarheten til informasjon og hva som kreves for å holde den mest mulig sikkert (StandardNorge, 2022b).

### 2.6.1 ISO 19650-Del 3

I lys av oppgavens tema og avgrensning er del 3 av ISO 19650 svært relevant og omhandler bruks- og driftsfasen til et byggverk. Den fulle tittelen er «Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) — Informasjonsforvaltning med BIM — Del 3: Driftsfasen (ISO 19650-3:2020)». I del 3 beskrives prosesser for hvordan informasjon skal deles mellom eier, forvalter, entreprenører og de som vedlikeholder, overvåker og drifter bygget. Standarden er bygd opp slik at hver interessent har sin del med spesifikke informasjonskrav, arbeid som skal utføres og hvordan produsert informasjon blir kvalitetskontrollert (StandardNorge, 2022b). Ved hjelp av denne veilederen kan man derfor planlegge for uforutsette hendelser som kan oppstå i driftsfasen.

ISO 19650-3 er som nevnt en del av ISO 19650 serien. Dette betyr at når et prosjekt skal benytte seg av denne veilederen, gjøres det i sammenheng med de to første delene. Arbeid som gjøres med utgangspunkt i ISO 19650 del 3 baserer seg på arbeid gjort i de tidligere delene. I del tre benyttes dermed konsepter og prinsipper ifra del 1 og har en tett sammenheng med del 2. Dette fordi del 2 tar for seg prosjekteringsfasen i et prosjekt, som betyr at leveransene ifra interessentene brukes i driftsfasen (StandardNorge, 2022b).

ISO 19650- del 3 har fire hoveddeler (StandardNorge, 2020b):

1. *Krav til styring av informasjon-* veiledning for hvordan prosedyrer og prosesser skal etableres slik at informasjon kan bli styrt best mulig, eksempelvis krav til dokumentasjonsstyring, informasjonsstyring og kvalitetsstyring.
2. *Identifisering av informasjonsbehov-* viktigheten av identifisering av nødvendig informasjon, eksempelvis vedlikeholds skjemaer, reservedeler og diverse bruksmanualer.
3. *Kvalitetssikring-* sikring av at gitte informasjoner er fullstendige og nøyaktige, validering og håndtering av eventuelle feil og mangler.
4. *Tilgjengelighet og brukbar informasjon-* tilgjengeliggjøring av informasjonen for eier/drifter og beskrivelser av strukturering av informasjon, bruk av standardiserte koder eller navn, opplæring og støtte til brukere, samt adgangskontroll og beskyttelse mot uautorisert endring eller sletting av informasjon.

ISO-standarden kan brukes som en veileder i hele prosessen med å identifisere og følge opp hva som skal inkluderes og hensyntas. Beskrivelsen av denne prosessen finnes i kapittel 5 i standardens del 3, *informasjonsstyringsprosessen for å støtte den operative fasen av eiendeler*. I dette kapittelet beskrives ansvarsområdene som det er viktig å stille krav til for å

sikre en effektiv informasjonsstyring. Det er relevant å fremheve hovedpoengene i underkapitlene som er av betydning for problemstillingen (StandardNorge, 2020b).

For det første er det relevant å ansette personer som kan påta seg ansvaret for informasjonsstyring, som er en viktig faktor for å sikre at informasjonen håndteres på en sikker og effektiv måte. Videre er det nyttig å etablere informasjonskrav for organisasjonen for å ivareta kravene til informasjonsstyring. Det er relevant å etablere informasjonskrav til objekter og å etablere metoder og prosedyrer for produksjon av informasjon om eiendeler. Slik sikres høy kvalitet på informasjonen og organisasjonens behov oppfylles. En CDE og koblinger til bedriftssystemer er viktig for å sikre en effektiv informasjonsstyring. Videre er det klokt å etablere en modell med informasjon om objekter og etablere prosesser for å opprettholde denne informasjonsmodellen. Slik sikres at informasjonen er konsistent og oppdatert. Til slutt er det relevant å etablere en informasjonsprotokoll for objekter som sikrer at informasjonen blir delt og brukt på en korrekt måte, samt at involverte parter forplikter seg til å følge denne prosessen (StandardNorge, 2020b).

I tillegg til underkapitlene fra kapittel 5.1, finnes det relevante punkter fra kapittel 5.3, *informasjonsstyringsprosess - respons på anbud/forespørsel om tjenester*, og kapittel 5.6, *informasjonsstyringsprosess - produksjon av informasjon*. I kapittel 5.3 er spesielt underkapitlene som omhandler etablering av forhåndsavtale for BIM-gjennomføringsplan og vurdering av teamets evne og kapasitet relevant. Førstnevnte er spesielt relevant da kapitlet handler om tilnærming og hvilke ressurser som trengs for å oppnå kravene for informasjonsutveksling. Kapittel 5.6 og delkapitlet om sjekking av tilgjengeligheten av delte ressurser og referanseinformasjon er viktig for å sikre tilgang til etterspurt informasjon og at kravene tilfredsstilles.

## 3. Metode

I dette kapittelet er det beskrevet hvordan arbeidet med masteroppgaven er utført, og hvilken metode som er benyttet for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Metodekapittelet deles inn i totalt fem deler. I første del defineres av kvalitativ metode, og hvordan metoden er benyttet. I andre del beskrives hvor og hvordan litteratursøk er gjennomført og hvordan og på hvilken bakgrunn teorien er brukt. I tredje del presenteres oppsettet for intervjuguide og hvordan rekrutteringen av informantene foregikk, samt gjennomføringen av intervjuene. I fjerde del beskrives prosessen for hvordan intervjuene har blitt analysert og bearbeidet. Til slutt presenteres en metodeevaluering sammen med et kritisk blikk på kildene som er brukt i oppgaven.

### 3.1 Kvalitativ metode

Oppgaven har utspring i kvalitativ metode. Kvalitativ metode kan forenklet beskrives som en metode som forholder seg til data i form av tekster, lyd og bilde og legger vekt på fortolkning av dataene (Johannessen et al., 2016, p. 99). Derimot forholder kvantitativ metode seg til data i form av kategoriserte fenomener og legger vekt på opptelling og utbredelse av fenomenene (Johannessen et al., 2016, p. 99). For eksempel kan en kvalitativ studie utføres gjennom intervjuer, innholdsanalyser, observasjoner eller fokusgrupper (Johannessen et al., 2016).

Ved bruk av metoden har forfatteren undersøkt hvilke utfordringer som synes ved implementering av BIM i FDVU, og på hvilken måte disse utfordringene kan løses. For å besvare forskningsspørsmålet ble det gjennomført et litteratursøk og intervju, ved hjelp av en intervjuguide. Litteratursøket ble gjort ved bruk av metoden kvalitativ innholdsanalyse. Denne metoden brukes når forskjellige typer tekstsiter, bilder og dokumenter analyseres og systematiseres for å kunne belyse problemstillinger (Grønmo, 2020). Intervju ble valgt fordi den kunne gi direkte innspill fra personer som jobbet direkte innen FDVU til det daglige. Den kvalitative tilnærmingen ble valgt på intervju fordi en vil kunne undersøke fenomener som det er liten kjennskap til, og som er forsket lite på, samt når man ønsker å forstå fenomener mer grundig (Johannessen et al., 2016, p. 32).

### 3.2 Litteratursøk og valg av teori

Den innledende fasen av arbeidet med masteroppgaven ble brukt til å innhente informasjon og litteratur, for så å kunne utarbeide en problemstilling. Videre ble litteraturen brukt både til utformingen av teorikapittelet og utformingen av intervjuguiden. Mesteparten av informasjonsinnhenting ble utført ved bruk av søkemotorene ntnu.oria.no og scholar.google.com. På tross av at disse sidene ga en god del relevant litteratur, var det likevel nødvendig å benytte seg av søkeportalen google.no. Søkeordene som BIM (Building information modelling), FM (Facility management), O&M (operation and management), implementation, problems, FDV (Forvaltning, drift og vedlikehold), FDVU (Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) er i stor grad benyttet fullt ut og ved bruk av forkortelser, samt i kombinasjon med hverandre. I arbeidet med innhenting av informasjon var det rettet fokus tidspunktet for utgivelse av artikler og litteratur. Bakgrunnen for denne vurderingen er at byggebransjen er i hyppige endringer og at bransjen har hatt en rask utvikling de siste årene. I forbindelse med masteroppgaven fikk forfatteren tildelt en veileder med tilhørighet på NTNU. Han har delt aktuell litteratur, da vedkommende skriver og underviser innen samme fagfelt.

Via søkene er det funnet mye ulike data. De engelske artiklene er stort sett case studier, litteraturgjennomganger, intervjuer og spørreundersøkelser. Med ulike metodikker har artiklene gitt like svar på samme tematikk. Den norske litteraturen er overordnet offentlige rapporter og avisartikler. Avisartiklene er basert på fagfolks erfaringer om temaet og hvilke løsninger de anser som aktuelle. De fleste artiklene er valgt ut ifra tittel. Tittelen i artiklene som er valgt ut inneholder et eller flere av de brukt søkeordene. Videre har nettleserens søkefunksjon (ctrl+f) blitt benyttet, da de aktuelle dataene har vært direkte på nettleser eller i PDF format. I dette arbeidet ble søkefunksjonen brukt til å søke etter ord og uttrykk som kan besvare og/eller belyse temaet. Ved funn av relevante ord ble avsnittene lest, og det ble tatt en vurdering på om det skulle beholdes som relevant litteratur eller ikke. Til slutt ble konklusjon, sammendrag og introduksjon lest for å avgjøre om det var nødvendig å lese hele dokumentet eller kun nødvendig med visse avsnitt. I alt arbeidet med artikler ble det brukt markeringstusjer for å utheve relevante data og informasjon.

Som en del av det teoretiske grunnlaget, har standarden ISO 19650 blitt lest grundig. For å forstå begrepene i standarden, ble del 1 først gjennomgått, før gjennomgang av del 3. Etter gjennomlesning av hele del 3, ble det konkludert med at det ikke var nødvendig å inkludere alle punktene i standarden i lys av problemstillingen. Denne jobben ble gjort med bakgrunn i forprosjekt og gjennomgåtte artikler. Konklusjonen av dette arbeidet var at kapittel 5 i standarden var svært relevant. Selv om ikke alt ble inkludert fra ISO 19650-3 i oppgaven er viktig å påpeke at grundig gjennomlesning og forståelse av standarden har bidratt til økt kunnskapsnivå, samt gitt grunnlag for spørsmål, samtaler og diskusjoner.

### 3.3 Intervju

Den andre metoden for å innhente informasjon til oppgaven er intervju. Disse har bidratt til å finne empiriske data. Intervjuene ble utført med en kvalitativ tilnærming i form av semistrukturerte intervju. Semistrukturerte intervju har i likhet med strukturerte intervjuer forhåndsatt spørsmål. Forskjellen ligger i at spørsmålene overordnet er likt for alle intervjuobjektene. Derimot vil oppfølgingsspørsmålene kunne variere. På denne måten vil intervjuet i større grad gjennomføres som en samtale fremfor å kun besvare konkrete spørsmål (Kvale, 2015, p. 46).

#### 3.3.1 Intervjuguide

I arbeidet med å lage en intervjuguide var det nødvendig med bakgrunnsinformasjon og kunnskap om tema. På denne måten kom litteraturstudiene som var gjort til nytte i denne fasen av masteroppgaven. Dokumentstudiet og samtaler med veiledere fra NTNU og Multiconsult var videre avgjørende for utarbeidelse av intervjuguiden. Blant annet deltok forfatteren på to ulike presentasjoner med Multiconsult hvor den ene handlet om arbeid med digital tvilling, og den andre var en presentasjon om CDE for Sporveien. Videre har forfatterens erfaring gjennom arbeid i Multiconsult bidratt til å utforme aktuelle intervju spørsmål.

Intervjuguiden ble utformet i den hensikt å innhente informasjon fra prosjekterende, byggherre og eier, entreprenør, og de som jobber eller har jobbet direkte med FDVU. Det ble utarbeidet en felles intervjuguide med en semistrukturert oppbygning. Arbeidet er gjort etter traktprinsippet hvor en innleder med åpne og overordnede spørsmål for å skape tillit og trygghet, før man videre tilpasser og konkretiserer spørsmålene. Slik tilpasses intervjuet til å omhandle det forfatteren ønsker å undersøke, og det blir mulig å stille kritiske spørsmål. Til slutt i intervjuet åpnes trakten. Dette gir rom for refleksjon (Dalen, 2011, p. 26).

### 3.3.2 Rekruttering og gjennomføring av intervjuene

Informantene ble rekruttert gjennom flere kilder, inkludert anbefalinger fra veileder ved Multiconsult og personer som hadde deltatt i en workshop. Fra disse første informantene, ble forfatteren tipset om aktuelle kandidater. Til tider opplevde forfatteren at relevante kandidater selv opplevde at de ikke egnede seg som informanter til masterstudien. Forfatteren fikk på denne måten likevel informasjon om andre aktuelle kandidater. Rekruttering og funn av informanter ble gjennomført ved snøballmetoden. Denne metoden utspiller seg ved at en først har et lite utvalg av «førstekontakter». Disse kontaktene informerer og tipser forskeren om nye informanter som kan være aktuelle. Slik forsetter veksten, som en snøball (Tjora, 2012).

Det ble totalt gjennomført fem intervjuer med en lengde på mellom 30 og 60 minutter. Rekruttering og gjennomføring av intervjuene ble avsluttet da forfatteren opplevde å ha nådd metningspunktet. Metningspunktet defineres slik; «*et punkt der det ikke lenger har noen hensikt å intervju eller observere flere informanter fordi de sannsynligvis ikke vil tilføre ny informasjon*» (Johannessen et al., 2016, p. 151).

Intervjuene ble gjennomført digitalt og Microsoft Teams ble benyttet til dette. Før intervjuene begynte hadde alle informantene fått et informasjonsskriv de skrev under på. Informasjonsskrivet ga informasjon om studien de skulle delta på. Deriblant ga det informasjon om tema for oppgaven, regler, kontaktpersoner og kontaktinformasjon til forfatter og veiledere, anonymisering og behandling av data. Til gjennomføring av intervjuene ble en intervjuguide benyttet (se vedlegg). Intervjuene begynte først med litt småprat, der forfatteren fortalte litt om oppgaven, utdanning, yrkeserfaring og takket informantene for at de kunne stille til intervju. Forfatteren spurte også informantene om de hadde noen spørsmål før opptaket begynte. Opptaket ble gjort gjennom Teams sin opptaksfunksjon. Etter opptaket ble startet brukte forfatteren intervjuguiden til å stille spørsmål. Selv om forfatteren hadde laget seg en plan på hvilken rekkefølge spørsmålene skulle stilles, ble dette ikke fulgt slavisk. Dette var ikke et problem da semistrukturert intervju var valgt som metode. Etter at alle spørsmålene var stilt og informantene hadde fått delt det de ønsket ble opptaket stoppet. Etter opptakslutt fulgte det litt mer småprat og forfatteren spurte informantene blant annet om hvordan de opplevde intervjuet.

Det er verdt å nevne at selv om meningen med intervjuer er å innhente informasjon, har forfatteren opplevd at intervjuobjektet ved refleksjon i samtalen har fått øynene opp for nødvendig endring. Videre har informantene uttrykt at de har fått tanker de ikke har fått før. På denne måten kan gjennomføring av intervju, og deltakelse i studier, medføre refleksjon og dermed føre til endring.

### 3.3.3 Valg av informanter

Informantene er personer som jobber med drift av bygg, eiendomsledelse, smart teknologi i bygg, teknisk rådgivning og BIM-ledelse. De fem informantene jobber i ulike selskaper og har som beskrevet ulike arbeidsoppgaver. Dette medfører at forfatteren fikk informasjon som belyser problemstillingen fra ulike perspektiver. Dette fordi informantene jobber direkte innen FDVU, eller jobber opp mot denne fasen. Slik har forfatteren fått mulighet til å danne et helhetsbilde på bransjens ståsted gjennom at de ulike informantene har forskjellige svar, tanker og meninger. Intervjuene har bidratt til å forstå bakgrunnen for beslutninger og valg av fremgangsmåter. Informantenes direkte tilknytning til FDVU fasen gjør at de kan stoles på fordi svarene de gir og tankene de deler er fra direkte erfaringer eller meninger de har gjort seg etter å ha arbeidet innen denne fasen.

### 3.4 Transkribering og analyse

Etter intervjuene ble dataen transkribert og analysert ved hjelp av tematisk analyse. Denne typen analyse deles i en forberedelses-, kode-, kategoriserings- og til slutt en rapporteringsfase. I forberedelsesfasen ble intervjuene transkribert og klargjort. Videre i kodefase ble de transkriberte intervjuene kodet ved hjelp av fargemarkeringer, refleksjonsnotater og stikkord. Etter kodefase ble informasjonen kategorisert. Siste fase var rapporteringsfasen hvor dataene ble skrevet inn som resultatkapittelet (Johannessen, 2018, pp. 303,304). Nedenfor følger en mer detaljert beskrivelse av fremgangsmåten.

Først ble alle intervjuene transkribert, og relevant informasjon ble markert med ulike fargekoder basert på tilhørende tema. De valgte temaene var problem og barriere, løsning og nytte, kommunikasjon og ansvar, kompetanse, data og informasjon, og veileder og standard. Etter å ha markert tekstene i henhold til fargekodene, ble informasjonen samlet. Imidlertid oppdaget forfatteren at de første temaene ikke var tilstrekkelige etter behovet, og nye temaer ble derfor opprettet for å filtrere ut informasjonen igjen. Totalt ble det opprettet syv overordnede dokumenter som inneholdt ulike temaer. Dokument en inneholdt informasjon om standarder, veiledere og kontrakter, dokument to handlet om vedlikehold av BIM med dagens og fremtidig situasjon, dokument tre beskrev kost/nytte med eksempler, dokument fire var informasjon om kunnskap og kompetanse, dokument fem omhandlet forskning kommunikasjon, eierskap og stille krav til BIM, dokument seks handlet om modellbruk, forslag, problem dagens situasjon, samt informasjon og datalagring inkludert, og til slutt var dokument syv markert med "annet" hvor informasjon som ikke passet inn andre steder ble lagt inn.

Etter at alle de transkriberte og kodede intervjuene var plassert i de korrekte dokumentene, ble hver informant tildelt sin egen fargekode for å lettere skille mellom hva hver enkelt informant hadde sagt. Deretter ble de ulike dokumentene strukturert med egne temaer slik at informantenes meninger kom sammen i riktig tema. I denne prosessen ble igjen dokumentet for "annet" brukt for å flytte informasjon dit det passet best.

Når all informasjonen var filtrert og strukturert, kunne arbeidet med å skrive inn informantenes meninger i samlede tekster begynne. For å unngå forvirring mellom hva som allerede var skrevet og hva som ikke var det, ble tekstene som ble skrevet inn, markert med rød skrift og fargekoden for hver informant ble beholdt. Et nytt dokument ble opprettet, der forfatteren kunne skrive inn aktuelle sitater og informasjon i en helhetlig tekst. Denne informasjonen ble fortløpende flyttet over til resultatkapitlet. Gjennom denne prosessen oppdaget forfatteren at noen temaer ikke passet sammen med resten, og det ble gjennomført en grundig sorteringsjobb.

### 3.5 Evaluering av metode og kildekritikk

I dette kapittelet beskrives tre viktige begreper innen forskningsmetode: reliabilitet, validitet og etikk. Disse tre faktorene er avgjørende for å sikre at forskningen er både pålitelig, nøyaktig og ansvarlig. Kildekritikk er beskrevet i sammenheng med validitet, da dette er en viktig del for å sikre troverdigheten i forskningen. Det er videre beskrevet hvordan etiske hensyn må veies opp mot forskningsbehovene. Dette kapitlet vil bidra til å reflektere over valgene som ble tatt i arbeidet med denne studien, og det beskrives nyttige innspill til hvordan man kan forbedre forskningsmetodene i fremtiden.

### 3.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler om å sikre påliteligheten av datamaterialer og innhentet informasjon. Vurdering av reliabilitet innebærer å undersøke hvordan data blir innhentet, hvilke data som blir brukt og hvordan de blir behandlet. I tillegg er nøyaktigheten av datamaterialet viktig å vurdere når man vurderer reliabiliteten til en undersøkelse. Når en undersøkelse har høy reliabilitet, betyr det at om den utføres av flere forskere, vil de ende opp med nøyaktig samme resultat (Johannessen et al., 2016).

Tidlig i prosessen med utforming av intervjuguide ble det besluttet at alle informantene skulle få de samme spørsmålene, selv om de jobbet innen ulike arbeidsområder. Intervjuguiden ble utarbeidet deretter. Bakgrunnen for valget var å sikre likhet i spørsmålene og unngå forskjellige resultater basert på forskjellige spørsmål. Imidlertid kan påliteligheten påvirkes ved bruk av semistrukturert metode fordi rekkefølgen på spørsmål vil variere for hver gang. Hadde denne metoden blitt benyttet gjentatte ganger på samme intervjuobjekt, er det å forvente at det ville dukket opp avvikende svar. Videre ville det muligens oppstå situasjoner der det var usikkerhet rundt om man hadde fått svar på et spørsmål tidligere i intervjuet. Derfor besluttet forfatteren å krysse ut spørsmål som var besvart og ta notater underveis.

I forbindelse med evalueringen av metoden og kildekritikken er reliabilitet en viktig faktor. For å sikre at påliteligheten er ivaretatt har fagartikler fra nyere tid, samt rapporter og kilder fra Standard Norge som anses å ha høy pålitelighet blitt benyttet. Dette er en kvalitetssikring av at litteraturen som studien bygger på er troverdig og pålitelig. Videre har ulike ISO-standarder blitt brukt som veiledere i prosjektet. Bruken av disse bidrar til økt pålitelighet ettersom standardene er anerkjent internasjonalt. Det er videre nyttig å være oppmerksom på at terminologien og uttrykkene som brukes i forskning kan endre seg over tid. Slik endring er et argument for å sørge for at påliteligheten og relevansen til kildene er høy, slik at man benytter de nyeste og mest oppdaterte ressursene og teoriene på området.

### 3.5.2 Validitet

Validitet i forskning refererer til gyldigheten og relevansen av resultatene som oppnås. Det er avgjørende at de variablene som måles, og den dataen som blir innhentet, er relevant og måler det som skal måles i studien. Hvis dataen ikke er relevant i forhold til problemstillingen og forskningsspørsmålet, vil resultatene ikke være gyldige eller relevante for studien. Derfor er det viktig å sikre at all data som samles inn er nøye valgt og tilpasset studien, slik at validiteten blir så høy som mulig. På denne måten kan forskere få sikre og pålitelige resultater, og studien kan gi verdifull innsikt i det aktuelle forskningsområdet (Halvorsen, 2008).

For å sikre validiteten av oppgaven er det relevant å evaluere utarbeidelsen av intervjuguide. Utviklingen av intervjuguide springer ut fra arbeidet i forprosjektet, samt ISO 19650 og relevant faglitteratur. Funnene i studien er med på å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Likevel er det alltid rom for forbedring av intervjuguiden, og det er mulig at en annen type utforming kunne gitt bedre svar.

Det er verdt å nevne at ikke alle spørsmålene som ble stilt, fulgte rekkefølgen til intervjuguide. Likevel er det å anse som akseptabelt da intervjuene hadde en semistrukturert oppbygning. Noen av spørsmålene var ikke helt konkrete, og dette åpnet opp for diskusjon med informantene. Slik ga intervjuguiden rom for å få eksempler og svar på ting som forfatteren ikke hadde lagt vekt på i intervjuguiden. Samlet sett, fungerte intervjuguiden



godt ved å lede intervjuene, og de svarene som ble gitt var viktige i besvarelsen av forskningsspørsmålene.

Det er viktig å ta i betraktning at funnene som har vært avgjørende for at det ble gjennomført akkurat fem intervjuer. I kapittel 3.3.2 har snøballmetoden blitt beskrevet og hvordan den ble benyttet. Basert på denne metoden, ble metningspunktet nådd etter fem intervjuer. Det er derfor verdt å diskutere om antallet intervjuer er tilstrekkelig for å besvare problemstillingen, og om svarene fra informantene er gode nok. Erfaringen fra hvert intervju er at informantene overordnet ga samme informasjon og hadde svært like tanker og erfaringer til tross for at de jobbet innen ulike områder. Etter å ha transkribert, kodet og samlet sitater og informasjon, ble det konkludert med at det ikke var nødvendig å hente inn flere informanter. Valget kan i tillegg begrunnes i at litteraturen viser til noen lunde samme refleksjoner og konkluderer ganske likt. På denne måten har forfatteren vurdert at funnene har høy validitet og reliabilitet på tross av at det kun er fem informanter.

Det er verdt å nevne at ett av intervjuene hadde en tidsbegrensning på 30 minutter, som førte til en bekymring for at tiden ikke skulle strekke til. Derimot viste dette seg ikke å være tilfelle. Tvert imot førte den begrensede tiden til at intervjuobjektet ga mer konkrete svar og at det var likevel rom for diskusjon om ulike temaer. Det ble gjort en vurdering på å begrense tiden for de resterende intervjuene til 30 minutter, etter nøye overveielse ble det likevel konkludert at ikke alle intervjuobjektene ville være i stand til å klare dette. I tillegg kunne en kortere tid begrense muligheten til å få utfyllende svar på spørsmålene. Derfor ble det bestemt for å holde opprinnelig tid for intervjuene, for å gi informantene mer tid til å svare på spørsmålene og redusere stressnivået.

### 3.5.3 Etikk

Det etiske perspektivet er svært viktig i all form for forskning. Etisk bevissthet handler om å reflektere over verdier, normer og prinsipper som danner grunnlaget for vår atferd og handlinger. Det er viktig å skille mellom rett og galt for å kunne opprettholde en god moral. Innenfor forskning blir etikk og moral vurdert opp mot forskningens etikk og allmenhetens moraloppfatninger. Slik kan en reflektere over behovet for å balansere de etiske hensynene og moralske prinsippene med kravene til samfunnsnytt og kunnskapsutvikling (Halvorsen, 2008).

I denne studien har forfatteren valg å anonymisere informantene som en del av de etiske vurderingene og beslutningene. Informantene er informert om anonymisering gjennom informasjonsskrivet, og det er gjort for å sikre at informantene kan uttrykke meninger og erfaringer fritt. På denne måten kan informantene uttrykke seg uten å bekymre seg for at det kan påvirke dem i ettertid. I tillegg bidrar anonymisering til å skape et trygt og beskyttende miljø for informantene.

Til slutt er det verdt å nevne at alle informantene i studien jobber innen ulike områder, og dette bidrar til økt anonymitet og redusert risiko for identifikasjon av deltakerne. Likevel må utfordringen med at to av informantene jobber i samme selskap og dermed kan gjenkjenne hverandre påpekes. Forfatteren har forsøkt å skjerme informantene så godt som mulig, og har forsøkt å ikke bidra til at de kan kjenne igjen hverandre i oppgavebesvarelsen. Det er særlig rettet fokus på å ivareta anonymiteten til prosjektene som omtales, da dette også kan bidra til å identifisere informantene.

## 4. Resultat

I dette kapittelet vil resultatene fra intervjuene legges frem. Altså vil forfatteren gjøre rede for hva informantene har svart på spørsmålene fra intervjuguiden og hva de fortalte under intervjuene. Ved hjelp av en godt utarbeidet intervjuguide vil en dermed få svar på hva informantene tenker om problemstillingen og forskningsspørsmålene. I kapittelet legges det først frem hvordan dagens situasjon er rundt BIM og hva informantene tenker om dette. Videre hvordan BIM bidrar i ulike arbeidsområder i dag, før det beskrives hvordan informantene er kjent med ulike kontrakter, veiledere og standarder som er gjort rede for i teorikapittelet. Avslutningsvis presenteres hva informantene tenker om hvilken virkning de menneskelige faktorene har i arbeidet med å implementere BIM i FDVU. Til slutt legges det frem en oppsummering av hovedtrekkene informantene trekker frem i intervjuene.

Resultatkapittelet gir en oversikt over de ulike aspektene som har innvirkning på hvordan BIM implementeres i FDVU og hvordan informantene tenker at en kan forbedre dagens situasjon og sikre en mer effektiv og bedre nyttiggjørelse av BIM i fremtidens FDVU.

### 4.1 Dagens situasjon

Et viktig tema i intervjuene var å få en oversikt over hvordan informantene opplever dagens situasjon når det er snakk om bruk av BIM i FDVU. Ifølge informant A er det ikke så mye informasjon som er digitalisert, og det er heller ikke implementert et FDV system som er blitt benyttet. Dette mener informant A at medfører at teknisk forvaltning og drift ikke har tatt det i bruk. Videre forteller informanten; *«det er litt ymse på hva man får sendt over ... man hadde også lite prosjektinformasjon»* Hen forteller at bakgrunnen for at det ikke tas i bruk blant annet er at en god del bygg skal rives og at eier dermed ikke satt inn ressurser for å få på plass bruk av BIM i disse byggene. Informant A beskriver hvordan en oppdatert BIM ville gjort arbeidshverdagen enklere slik; *«Så hvis du hadde hatt alt sammen oppdatert, så hadde du sluppet å bruke ressurser på det, så ja, i hvert fall like mye ressurser som du i dag bruker på å bare lete etter ting som burde vært et tastetrykk»*, før hen forteller at det ikke foreligger noen rutine for oppdatering av BIM på samme måte som det oppdateres og lagdes FDVU-dokumentasjon.

I likhet med informant A trekker informant B frem at BIM blir brukt i liten grad i driftsfasen. Informantens opplevelse er at BIM brukes hyppigere i større prosjekter. Informant C forteller beskriver det samme slik; *«fram til i dag, så har ikke BIM-modeller vært noe særlig i bruk i drift og forhandlingsfase»*, før hen legger til at en BIM-modell er for prosjektering og konstruksjon. Sier hen;

*«erfaringen har vært det at det virker som om rådgiverfagene og de som sitter og tegner ikke er vant til at dette er skal overleveres som sluttdokumentasjon. Det betyr at kvaliteten på det er mer, og at det egner seg til prosjektering, men ikke som sluttdokumentasjon»*.

Informanten mener dette skyldes at BIM ikke blir brukt til optimalisering og feilsøking. Noe som er dumt da dette ville gitt utvidet tilleggs kunnskap. Til slutt nevner informanten at vedkommende hører at sykehus for eksempel har brukt disse modellene mye, og at tradisjonelle næringsbygg og næringsforvaltning ikke benytter seg av de i like stor grad.

Informant D forteller at de benytter modellene daglig og sier; *«Det er ofte for å finne igjen når det blir så stort bygg, så er det å finne igjen komponenter mye forttere ... da er det veldig lett å gå inn i 3D modellen»*. Videre forteller hen at driftsteknikerne fått tilgang på lisens så de skal ha muligheten til å fort søke opp systemer og få en dypere forståelse i bygget.

Informant D trekker i tillegg frem en utfordring når hen beskriver dagens situasjon; «*man lager en modell som er moderne den dagen det er tegnet, og i det leietakeren flytter inn, så er det utdatert, og du klarer ikke å holde det oppdatert*».

Informant E meddeler at bruken av 3D og BIM er liten og at de hovedsakelig har brukt 2D-tegninger. Der de får overlevert BIM filer, blir disse kun brukt til visualisering. Informant D beskriver noe av det samme slik;

*«fram til egentlig de siste årene utelukkende kunne vært brukt under bygging og prosjektering og egentlig bare vært lagt i skuffen og bygg har vært overlevert det. Bare det over vedlikeholdet 2D tegninger i et bygg er en utfordrende øvelse etter som det er så mye ombygginger hele tiden i næringsbygget i Norge. Så det med å tilføre kall det en tredimensjonal modell, hvor alle fagene i tillegg ligger oppå hverandre har vi aldri sett som en kost nytteverdi».*

Informant E begrunner at dette ikke har blitt tatt mer i bruk med at det mangler system for å håndtere informantens infrastruktur over flere kilometer. Slik dagens situasjon er har de en egen driftsavdeling. Informant E sier; «*Vi gjør jo stort sett alt vedlikehold og utbedringer selv. Vi må leie inn for det vi ikke kan selv, eller enten ikke har tid til å gjøre, eller kanskje kunnskapen til å gjøre det*». Til slutt forteller informanten at det kun er hen og en annen som er BIM-ledere og jobber med implementering i hele deres organisasjon på om lag 4000 ansatte.

Informant E opplever i likhet med informant C at det ikke er veldig mange modeller som har blitt brukt i en FVDU fase. Hen sier;

*«Jeg tror det meste egentlig har dreid seg om selve prosjekteringen, hvordan man skal få til en god gjennomføring på en mest mulig smidig måte da ... men jeg tror at de aller fleste har konsentrert seg i det store og hele om prosjekteringen, også på grunn av at de er de er presset på tid. Byggherren har ikke så mye penger eller kunnskap til å nødvendigvis»*

#### *4.1.1 Ansvar for oppdatering av BIM*

Informant A forteller; «*BIM-prosessen og oppdatering av modeller ikke har vært en vanlig praksis i x (informantens firma), samt ingen rutiner for hvordan dette skulle gjøres hvis vi fikk modeller overlevert*». Informanten påpekte og at kontrakter kanskje ikke var regulerte godt nok da det for eksempel kunne stå at det skulle bli overlevert en BIM uten ytterlige detaljer for hva som skulle gjøres. En av informantene jobber i en bedrift som har vært en del av et prosjekt med mål om aktiv bruk av BIM i prosjektets forvaltning. I dette prosjektet hadde firmaet satt inn for få ressurser til å håndtere oppfølgingen som oppfylte kravene til BIM. Dette førte etter hvert til at firmaet trakk seg ut av oppdraget.

Informant C deler at hen har erfaringen med at rådgivere og tegnere ikke har vært vant til å levere BIM med mål om å brukes i FVDU. Modellene levert har hatt en kvalitet som var mer egnet til prosjektering. Informant C beskriver det slik;

*«bare det og vedlikeholdet 2D tegninger i et bygg er en utfordrende øvelse etter som det er så mye ombygginger ... Så det med å tilføre en tredimensjonal modell, hvor alle fagene i tillegg ligger oppå hverandre har vi aldri sett som kost nytteverdi ... vi å kunne oppdatere plantegninger og branntegninger og de tingene som er helt kritisk».*

#### 4.1.2 Håndtering og lagring Informasjon/data

Ved gjennomføring av intervjuene kom det tydelig frem at BIM er brukt i liten eller ingen grad i arbeid med FDVU. Informant A og E forteller likevel om hvordan informasjon og data lagres. Informantene beskriver at de benytter egne systemer til å oppbevare informasjon og at de får tilsendt mapper som de legger inn. Informant A trekker i tillegg frem viktigheten av struktur og forteller om informasjonen; *«Den ligger lagret på en plass der vi ikke ser den til vanlig, så blir det ofte litt bortglemt»*.

#### 4.1.3 Kost/Nytte

Informant A beskriver at jobben som gjøres må være forholdsmessig med tiden som brukes på den. Informanten påpeker også at bruk av BIM-systemer som faktisk er oppdatert kan gi lavere risiko for feil og bedre kvalitetssikring. Informantens opplevelse er at dette vil gi en sikkerhet og spesielt viktig for store prosjekter for å unngå feil.

Informant B støtter informant A og sier; *«det kan være en utfordring å overbevise andre om å investere i en digital tvilling ... men at det er viktig å tydeliggjøre gevinstene den kan gi, spesielt i forhold til kostnadsreduksjon og besparelser»*. Informanten mener i tillegg at en brukervennlig modell ville blitt brukt på en mer effektiv måte. Informanten forteller om et bygg; *«Det brukes fire ansatte for å vedlikeholde en BIM, noe som høres veldig mye ut. Men hvis dette kan gi gode gevinster er det verdt det»*. Informanten kommer i tillegg med eksempler på hvor BIM kan nyttiggjøres i taksonomien, og beskriver at det kan gjøres gjennom rapportering, energibruk, simulering, bærekraftsmål, oppussing og som bevis til potensielle kjøpere eller leietakere ved å vise til en godt vedlikeholdt BIM. Ved bruk av BIM mener informanten at kostandene knyttet til dette kan senkes, det kan bli lettere å søke finansiering. Ved salg eller leie kan man i tillegg oppnå bedre priser.

Informant C mener på sin side at det foreløpig ikke er noe som tilsier at bruk av BIM gir noen kost-nytteverdi. Informanten påpeker i tillegg at å oppdatere en BIM-modell krever mye arbeid fra ulike faggrupper, og at kostnaden for å sette opp en vegg fysisk er minimal sammenlignet med timer brukt på å tegne og modellere manuelt. Samtidig sier informanten at hen ser merverdi ved at dette kan hjelpe til med optimalisering og feilsøking når det skjer endringer eller utfordringer. Informant C beskriver et eksempel om hvor man får en dårlig kost-/nytteverdi. Hen forteller om et bygg hvor det ble satt inn nærmere 800 servantbatterier. Samtlige går på vanlige batterier og må dermed byttes hvert år i stedet for å være koblet til en stikkontakt. Dette mener informanten viser hvordan manglende fokus fører til en dårligere kost/nytte.

Informant D støtter informant C at det ved bruk av en tegner øker kostnadene for bruk av 3D-modeller. Informant D sier; *«en må vurdere produktets levetid og garantier for å beregne totale kostnader inkludert utskiftningskostnader over en 20-årsperiode»*. Videre mener informanten at man må begynne å stille spørsmålet ved om det finnes noen enklere måter å hente ut verdi og sitte igjen med samme resultat. Informanten viser til et eksempel i et bygg de forvalter. I dette bygge benyttes lamper med installerte bevegelsesdetektorer. I tillegg er det installert kjøleenheter med detektorer og sensorer for glassbrudd, temperatur, CO2 og vann og avløp. Det er mange sensorer og detektorer på et rom, og i tillegg har hver sensor en levetid på fem til syv år. Informant D stiller seg derfor spørsmålet om det faktisk er nødvendig med så mange sensorer i et rom. Skal man også bytte disse, øker kostnadene ganske fort. Eksempelet ble tatt opp fordi det har vært mangler refleksjon rundt hva som er gode investeringer og ikke. Vedkommende sier; *«visjonen i prosjektering samsvarer ikke med realiteten i forvaltning»*, og trekker frem et eksempel på besparelse av energibruk ved å

stenge ned lokaler som er i mindre bruk. Hen påpeker at det er mye energi å spare ved å senke temperaturen i rom som ikke blir brukt.

Informant E trekker i likhet med de andre informantene frem at kostnader spiller en stor rolle. Videre forteller vedkommende at deres avdeling vil kunne klare å oppdatere og gjøre små endringer i modellen på egenhånd. Videre sier hen at dersom de må omprosjekttere, kan ikke dette gjøres grunnet manglende kapasitet. Informanten påpeker at denne «in-house»-kompetansen nødvendigvis ikke er å finne hos andre byggherrer.

Informant C og D har begge kommet med eksempler på hvor dyrt det kan være å oppdatere en modell når man gjør en endring i et bygg. Informant C ga et hypotetisk eksempel på at dersom en bruker 40 000 kr på å flytte en vegg, vil dette koste 140 000 kr å få gjort dette i en modell. Eksempelet kan høres ut som en veldig høy kostnad, og dette inntrykket stemmer overens med eksempelet informant D har gitt. I et bygg de forvalter, skulle de ha inn tre stikkontakter inn i en BIM. For dette arbeidet ble de fakturert 80 000kr, som ved et fysisk arbeid ville kostet 3000 kr.

## 4.2 Bruk av BIM på en ideell og ønsket måte

Gjennomgående har informantene rettet fokus mot visualisering, energisparing, lokalisering av objekter og ventilasjon, når det er snakk om hvordan BIM brukes i dag. Et tema for intervjuene var videre hvordan informantene ser for seg å bruke BIM i en ideell verden, og hvordan de ønsker å bruke BIM.

Informant A forteller at BIM-modeller er nyttig for oversikt og finne frem. Informanten viser til et eksempel for ombygning i et eksisterende bygg. Hen forteller at manglende informasjon medførte at en overgikk budsjettet og beskriver at det kunne vært unngått dersom en hadde en mer tilgjengelig modell. Informant B uttrykker at BIM og digital tvilling kan bli attraktive som salgsubjekt og være til nytte for de som jobber med verdiskapingen i bygningsporteføljen. Hen begrunner dette argumentet slik;

*«BIM gir større fleksibilitet og muliggjør mer modellering og eksperimentering med bygningens muligheter. Det hjelper også med rapportering om bærekraft og oppfyllelse av bærekraftsmål ... BIM gir fordeler innenfor taksonomien ved å tillate effektiv rapportering ... Ved bygging, utvidelse eller rehabilitering av hele bygningen kan BIM gi gode poeng innenfor taksonomien ved søknad om finansiering .... BIM gir også fordeler for energieffektivitet ved å simulere energimodeller for å redusere energiforbruket og vurdere forskjellige energikilder og tiltak. Selv om kostnaden for ombygging og leietakerskifte er høy, kan det være fordeler å hente ... Ettersom bygningen blir eldre og BIM-modellen oppdateres, vil den ha stor verdi.»*

Videre beskrives hvordan en kan bruke BIM og digital tvilling til å vise konkrete eksempler. Hen sier;

*«fordi at vi har en digital tvilling, så har vi faktisk klart hele tiden å ha et optimalt innemiljø for de som er leietakere. Det gjør at vi har verdens mest fornøyde leietakere i vårt bygg. Det er direkte relatert til vår digitale tvilling ... det gjorde faktisk at vi fikk en mye bedre pris forbygget vårt når vi skulle selge. Ved å benytte BIM kan man og måle resultater og der er derfor viktig å synliggjøre underveis. Vi trodde at denne BIM-modellen skulle gi oss disse resultatene, og nå har vi hatt den i tre år, og vi har faktisk fått disse resultatene.»*

Informant C tenker at nytten ligger i store komplekse bygg hvor det er vanskelig å få en oversikt, og hvor det er vanskelig å vite hvor føringer sjakter og det skjematisk er. Informant C trekker i tillegg frem hvordan dette kan være kostnadsbesparende;

*«vi kan spare penger også på energi. Det er jo det i hvert fall med garantert økende energikostnader i snitt i fremfor fremtiden, så må vi ha fokus på det som kan gi utbytte for samtlige gårdeiere, ikke bare de som. Ikke bare de som kan bygge for fremtiden, men også de som bare bygger en gang hvert 100 år».*

Informant D beskriver muligheten for behovsberegninger og at å hente ut statistikk er nyttig. I forbindelse med behovsberegning beskrev informanten kartlegging av behov for møterom og hvordan disse brukes som et eksempel. Informant E viser til et eksempel med hvordan en kan bruke telefon, nettbrett eller PC til å gå inn i en BIM-modell og klikke på det objektet som de står foran eller på forhånd vite hva skapet inneholder. Ved å ha denne informasjonen tilgjengelig på forhånd beskriver informant E at en vil slippe å gå frem og tilbake og bruke mye unødvendig tid. Videre trekker informanten frem at elektro får hverdagen sin litt enklere når de skal finne fram til dokumenter og noe hvis de da kan gjøre det i en modell. Informanten påpeker at disse tiltakene ikke nødvendigvis ville vært svært kostnadsbesparende. Hen sier likevel; *«men om vi fikk kunne spart tid, så er det vel så bra».*

Videre fremstår det å være en felles oppfatning blant informantene om at BIM helt klart kan være et viktig element å implementere for effektivisering i FDVU. Et gjennomgående eksempel informantene beskriver er muligheten for å gå i modell og se hvilke utstyr og komponenter som ligger hvor og hva slags dokumentasjon som er tilgjengelig. Bruken av QR koder til å markere ut objekter og registrere feil er et eksempel informant A trekker frem. Informantene forteller at temaet er spennende og ønsker å ta det i bruk. Informant A forteller at BIM blir presentert som en stort fantastisk ting som skal gi deg oversikt overalt, men noe som dessverre ikke fungerer i praksis i dag. Informant C og D har spesielt trukket ut nytteverdien for å gå inn i modell og slik informant C nevner; *«har muligheten til å gå inn på alt».* Informant D forteller at deres modeller har stort sett blitt brukt til feilsøking og reklamasjonshåndtering og for øyeblikket er det der de ser mest merverdi i bruken av BIM. Informant E forteller at de deres bedrift ligger størst verdi hos elektro, da det er de som driver med vedlikehold mest. Informanten tror *«de kan spare mye tid og i å få hverdagen sin litt enklere når de skal finne fram til dokumenter og sånt noe hvis de da kan gjøre det i en modell».*

#### *4.2.1 Programmer og brukervennlighet*

Informantene har gjennom intervjuene gjentatte ganger trukket frem at systemene er lite brukervennlige. Informant C meddeler at organisasjonens oppbygning spiller en rolle og sier; *«altså verktøyet blir stadig enklere, samt brukergrensesnittet».* Informant E har fortalt om et nytt system de har tenkt å ta i bruk, men at ansatte i bedriften ikke var særlig fornøyd. Hen sier; *«ikke enda et system ...de vil ikke ha flere ting å forholde seg til».* Informanten forteller at de allerede er overarbeidet og derfor må ha noe som er så enkelt og beskriver; *«det må være så bra at det faktisk også er gøy å bruke, og terskelen for å ta det i bruk skal være veldig, veldig lav».*

Informant B sitter med samme oppfatning og sier; *«Jeg tror man er helt avhengig av og så utvikle og forenkle brukergrensesnittet underveis. Sånn at hvis digital tvilling skal bli så mye brukt som man tenker, så må det ha et mye enklere brukergrensesnitt. Er det realistisk at man skal kunne ha en modell som er så sentral?».* Informanten stiller seg og spørsmålet; *«Må du ha en mastergrad i teknologi for å kunne klare å bruke den?»*

Blant informantene er det en felles forståelse for at informasjonshåndtering og bruk av dette må bli bedre. Informant B gir et eksempel ved å si; «*Vi oversvømmes av data som vi ikke bruker og ikke har brukt før, så jeg tenker at å dra det ned til så enkelt som mulig, for utfordringen i dag er at det er så komplisert, så vi bruker jo ikke*». Informant A sier; «*det skal være lett å finne informasjon om ting og den skal være korrekt*». Tanken om at informasjon skal være korrekt deler òg informant C, hen viser til prosjektet der TFM koden har blitt tolket på forskjellige måter. Informanten mener en løsning kan være å fjerne alle de unødvendige lagene fra BIM. Informant D deler i likhet med informant B at det er alt for mye data tilgjengelig, og mener det brukes alt for mange komponenter og sensorer i dag til å hente ut data. Informanten D beskriver det slik; «*Jeg tror man må tenke på å få minst mulig komponenter inn i rommet, men fortsatt opprettholde den samme funksjonen*».

Informant B, C og E har delte tanker rundt hvor kompliserte og tungt de opplever at det er å bruke BIM. I forbindelse med daglige driften opplever de at det ligger mye mer informasjon inne enn nødvendig, og de mener løsningen er å gjøre det mye mer brukervennlig, vedlikeholdsvennlig og lettbeint. Informant B påpeker; «*suksessfaktoren ligger i å forstå at BIM-modeller ikke bør lages kun for sin egen skyld, men for å gjøre det enkelt og tilgjengelig for alle*». Informanten beskriver videre; «*Det viktigste er jo å få struktur sånn at det er tilgjengelig, og du kan bruke det*». Informant E kommer med følgende utsagn «*de vil ha noe som er så enkelt og så bra at det faktisk også er gøy å bruke og terskelen for å ta det i bruk skal være veldig, veldig lav*». Informant E har hatt en prat med sin driftsavdeling og sitter igjen med tilbakemeldinger om at dagens systemer er for kompliserte. Informanten har og sagt; «*hvis vi klarer å gjøre alle sånne ting sømløst, så er de positive. Hvis ikke vi klarer det så vil de nok være ganske negative*». Informant C forteller; «*i et av deres kommende bygg har det blitt valgt å koble all informasjon til gulvet i rommet ... Dette betyr at rommets detaljering ikke trenger å være høy og det ikke er så viktig med at objekter er plassert på riktig plass ... Informasjonen i rommet er koblet opp mot en SharePoint, der alt ligger lett tilgjengelig*». Det er tydelig at informantene etterspør brukervennlighet, tilgjengelighet og at systemene må være minst mulig kompliserte. Dette fremstår å være avgjørende faktorer for om de er positive til bruk av BIM i FDVU.

#### 4.2.2 Forslag

Informant A og B har begge delt et forslag for hvordan man på en bedre måte kan opprettholde vedlikeholdelsen av BIM. Informant A sier; «*BIM må behandles på lik linje med fysisk mangel ... det skal ikke bare oversendes FDV-dokumentasjonen, det skal oppdateres i modellen*». Informanten mener BIM skal bli inkludert i reklamasjonstid, mens informant B sier; «*det bør være en del av leveransen at bygget skal i stabil drift, og først når bygget er i stabil drift, og man har de driftsavtalene som det er prosjektert for, og at man måles på de driftstallene ... Først da er bygget overlevert*». Dette begrunnes videre; «*informasjon fra prosjektutviklingen og overlevering fra prosjektering til drift er veldig ofte ganske dårlig, og det mangler veldig mye*». Informant D undrer seg over hvordan man kan gjøre flere fysiske tester av komponenter og utstyr som er ment brukt i et byggverk i kombinasjon med BIM; «*Ved å teste et rom eller sette opp en miniatyr, har man rom for å prøve å feile. Ved å gjøre dette har alle involverte en felles forståelse av hvordan byggverket er tenkt skal brukes og fungere i praksis*».

#### 4.2.3 Ansvar for oppdatering av BIM- Fremtidig Situasjon

En delt mening blant informantene har vært at involveringsgraden har vært for lav. Informant B har gitt uttrykk for at de involverte må ta et større ansvar for å følge bygget inn i stabil drift, og at det er noe som faktisk burde være en del av leveransen. Informanten sier; *«leveransen er fullført først når bygget er i stabil drift og målene satt for driftstallene er oppnådd»*. Hen sier videre at en skal heller ikke overlevere modeller uten at de som skal benytte de senere uten noen form for innføring eller opplæring. Informant A deler samme tankegang; *«man ønsker og at kontrakter skal legge inn klausuler som stiller krav til at entreprenør oppdaterer ... og fikser modell på lik linje som man gjør med 5 års reklamasjoner på det fysiske i bygg»*. Informanten nevner at involverte spiller mye mer på lag det første året og at det skyldes kravet til prøvedrift i bygg. Videre at viktigheten ligger derfor i få dette til å vare like lenge som reklamasjonstiden.

Til spørsmål om hvem skulle bli stilt ansvarlig for vedlikehold og oppdatering av BIM svarte alle informantene at de som forvalter bygget, må også forvalte den digitale dimensjonen. Informant A sier;

*«det er viktig at forvalter får mulighet til å allerede prøve ut BIM før fullstendig overtakelse ... slik at de kan få hjelp med det de ikke forstår ... videre må vedlikehold av modeller tas noen hakk høyere opp i organisasjon, ettersom man kan ha personer med større grad og av ekspertise, fremfor at arbeidet blir dyttet på vaktmestre som ikke er interessert i det digitale»*

Informant B deler oppfatningen til informant A og de uttrykker at ved å forankre arbeidet høyere opp hos personer som jobber med det operative og jobber i utvikling er smart, da det er disse personene som har et overordnet blikk for hva som blir det neste i prosjektet. Informant B trekker i tillegg frem at det ikke kun hjelper å forankre arbeidet høyere opp, og organisasjonen må også være moden nok. Informanten sier de må kunne besvare spørsmål som; *«hvorfor man har en BIM? Hva den skal brukes til? Hvilken verdi den skape for eier? Hvilket mål ønsker man å oppnå?»* Informanten påpeker også at det viktigste er at ansvaret ligger et steg og at man kobler bruken opp mot gevinster man ønsker å oppnå ved å benytte BIM. Hen sier; *«Dette kan eksempelvis være redusering av driftskostnader over en 10 års periode eller minimering av kostnader ved leiertakerskifte»*.

Informant E viser til at de i dag allerede har en egen avdeling med ansvar for oppdatering av 2D grunnlag, samt dokumentforvaltning. Informanten tenker; *«ansettelse av egne BIM personer og økning i kunnskapsnivå i avdelingen er løsningen»*. Informanten meddeler at det ikke er mulighet for å sende arbeidet til en tredjepart, da deres prosjekter i stor grad kun inneholder sensitiv informasjon. Tanken om sensitiv informasjon har i tillegg fremkommet i informasjon fra informant D.

### 4.3 Kontrakter, veiledere og standarder

Gjennom intervju ønsker forfatteren å få innblikk i informantenes synspunkter knyttet til kontrakter, veiledere og standarder. Teamet anses aktuelt å belyse for å få indikasjoner på hva som må til for at BIM kan bli ytterligere brukt i FDVU da dette arbeidet i stor grad er regulert av kontrakter, veiledere og standarder.



#### 4.3.1 Kontrakter

Det er flere faktorer som påvirker hvordan byggprosjekter blir regulert og fulgt opp, og dette kan variere avhengig av hvilken modell som benyttes for kontrakter. Informant A beskriver det slik;

*«kontrakter ofte ikke er godt nok regulert når det gjelder oppdatering av BIM-modeller og ansvar for eventuelle feil eller mangler ... Selv om det finnes klausuler i kontrakten som gir entreprenøren ansvar for eventuelle feil i modellen ... disse bør være mer standardiserte og tatt i bruk på lik linje med eksempelvis krav stilt for bærekraft ... det burde være mulig å få reklamasjoner på BIM-modeller, slik man har i dag på fysiske bygg».*

Informant B, på sin side, mener at fokuset på oppfølgingen i drift etter overlevering må bedres i de ulike kontraktsformene. Dette fordi hen mener at en av utfordringene er at entreprenøren ikke blir målt på drift etter at bygget er overlevert, da det ikke er stilt gode nok krav til å kunne måles opp etter. Informanten nevner en annen utfordring; *«drift blir nedprioritert, noe som kan skyldes at kostnaden for oppfølging ikke alltid er inkludert i kontraktsprisen».*

Informant C er enig i at oppfølging av drift kan være en utfordring, spesielt når det gjelder totalentrepriser. Informanten forteller; *«totalentrepriser kan være juridisk komplekse og det kan være vanskelig å få entreprenøren til å ta ansvar for drift etter at bygget er overlevert».* Informanten uttrykker også bekymring for at oppfølging av drift kan bli nedprioritert fordi det er en ekstra kostnad, samt at det mangler tydelige mål.

Samlet sett ser det ut til å være enighet blant informantene om at det er behov for bedre regulering og oppfølging av byggprosjekter, spesielt når det gjelder oppfølging av drift etter at bygget er overlevert. Det fremstår å være ulike utfordringer knyttet til ulike kontraktene. Likevel mener informantene at det er viktig å øke fokuset på oppfølging av drift for å sikre at byggprosjekter oppfyller de ønskede kravene og fungerer som forutsatt over tid.

#### 4.3.2 Tolkning reglement og veiledere

En av utfordringene informant C og D trekker frem er tolkning av reglement og veiledere. Begge informantene peker på at tolkning av TFM har vært problematisk i prosjekter. Det har vært varierende rette opp i dette, på grunn av mange feil og dårlig kvalitetskontroll. Informant D forteller at det i deres overleverte modeller har vært fem forskjellige tolkninger av TFM, og hen stiller seg spørrende til hvor kvalitetskontrollen har blitt av? Informant C deler følgende tanke under intervjuet; *«ingen har fokus på at det digitale produktet skal brukes videre i byggets levetid».* Informant A har noe av samme erfaring og forteller; *«dette i sammenheng med manglende krav fra eier gjør at kanskje utførende og prosjekterende slipper unna».*

Informant E har tilgang på BIM-manualer og strategier som beskriver hva selskapet trenger og hva de vil ha. Informanten har trukket frem kompleksiteten i disse manualene, og viser til Statsbygg sin BIM manual. Vedkommende har uttrykt følgende;

*«Det er veldig få folk som jeg har vært borti som sier, yes, nå skal vi åpne BIM manualen. Den er jo omfattende, og man skjønner ikke bestandig hva man skal med den ... veldig mange tilfeller så er det ... mye informasjon i modellen. Det virker hvert fall sånn utad av når du leser en sånn type BIM manual. ... Kanskje at det er stilt litt for høye krav, og hvis det er for høye krav, så vil det kanskje gjøre til at folk blir litt mer usikre på og ta BIM i bruk ... det er litt det vi prøver å ufarliggjøre».*

### 4.3.3 Kjennskap til ISO 19650

Informantene ble spurt hvorvidt de bruker noen standarder aktivitet sitt arbeid. Videre ble spørsmålet knyttet til hvorvidt de bruker ISO 19650 eller har kjennskap til denne standarden.

Informant A fortalte;

*«ikke visste nøyaktig hvilken standard det var snakk om, men at det mest sannsynlig var noe som kun var relevant for bygg med BIM og mente at teknisk forvaltning til vanlig ikke ville ha bruk for den så mye ... men kunne vært aktuelt å vite om den når de fikk overlevert bygg med BIM».*

Informant B kjente ikke til ISO 19650, men kjente det igjen da forfatteren forklarte hva standarden inneholdt. Hen forteller; *«navnet virket ikke kjent, men standardens innhold er kjent»*. Informanten forteller videre; *«dette var noe kollegaene benyttet for å kunne gi gode råd til klienter»*. Informant C og D sa at de hverken hadde hørt om eller benyttet noe som kunne høres ut som den.

Informant E var den eneste med kjennskap til standarden og som kunne beskrive noe av innholdet. Vedkommende forteller at dette er ikke noe de har brukt enda, men er helt i startfasen med å se på og forteller videre at hen hørte om standarden først for noen måneder siden. Informanten påpeker at de forhåpentligvis kommer til å benytte standarden, gitt at den oppfyller de kriteriene og de ønskene de har for hva en BIM skal oppnå i FDVU.

### 4.3.4 Aktuelle forskningsmuligheter

For at man skal bli bedre til å ta i bruk BIM, har erfaringstall, case studier og forskning blitt nevnt som løsninger blant informantene. Informant B forteller;

*«det hadde vært utrolig interessant og fulgt noen bygg over tiårsperspektiv og fulgte opp. Hva skjedde? Hva oppnådde vi? Hvorfor ville vi ha BIM? og begynne å få erfaringsdata, for det kan vi nå».*

Videre forklarer informanten at en kan aggregere data for å si noe om driften, samt om overordnet strategisk nivå. Informant C deler de samme tankene som informant B og vektlegger at forståelse av data er en utfordring som må forskes på. Informant B beskriver det slik; *«digitale tvillinger og hvorfor har de valgt det? ... men det måtte jo være veldig spennende med erfaringsdata. Hvordan blir det brukt, og hvilke verdier skaper det?»*.

Informant D trekker frem endring i næringseiendom og setter det i sammenheng med sensorer som er tiltenkt BIM og digital tvilling. Hen forteller;

*«det hadde vært gøy å sett et forskningsprosjekt rundt det å se hvor mye et areal av næringseiendom endrer seg i løpet av 20 års perspektiv. Fordi kanskje hvis man uansett vil endre den total romlayout på i løpet av et 20 års perspektiv 3 ganger, så er det jo likegyldig om de sensorene lever eller ikke lever, for det kommer til å bytte ut alt sammen allikevel. Men, hvis man ser for seg at bygget ikke gjennomgår for store endringer, så tror jeg det er mye penger å spare på å redusere antall sensorer».*

Videre sier informant D;

*«produktets levetid over 20 år. Hva er det som har garanti på 5? Hva er det som er garanti på 10 og så må man ta med seg da utskiftnings kostnaden med konsumprisindeks økning hele pakken over en tjueårsperiode og se hva som da blir det billigste produktet».*

Informant E mener at om flere byggherrer hadde gått sammen, kunne deler vært løst. Likevel beskriver hen utfordringen slik;

*«vet ikke om det finnes noen grupper allerede ... Hvis det ikke gjør og det hadde vært opprettet en gruppe eller felles interessegruppe, så kunne de kanskje jobbet mot et mål om å få til noe sammen. Felles forståelse, felles standard for hvordan man deler ting og hvordan man bruker alle de filer, dokumenter og modeller i en FDVU fase».*

#### 4.4 Menneskelige faktorer for suksess

Det er til nå i resultatkapittelet trukket frem ulike faktorer og barrierer som påvirker til hvilken grad BIM brukes i FDVU. Det har ved flere anledninger i intervjurunden blitt nevnt hvordan ulike temaer innenfor de menneskelige faktorene har spilt en rolle. Følgende kapittel utforsker dette temaet og gir en indikasjon på et aktuelt område som må løses opp i for å kunne besvare problemstillingen.

##### 4.4.1 Mangel på relevant kompetanse

Informantene peker på at det største problemet er manglende kompetanse. Informant B beskriver det slik; *«i dag er det nødvendig med spisskompetanse for å bruke en BIM»*, og peker til egne etablerte BIM studier. Videre sier hen; *«det tar tid å opparbeide seg kunnskap rundt temaet»*. Dette er informant A enig i og uttrykker seg slik;

*«har vært i bransjen i flere tiår, er litt sta og ikke ønsker å ta i bruk ny teknologi når de vet det gamle fungerer ... Dette blir nok løst etter hvert, når nye generasjoner tar over og har denne kunnskapen allerede innarbeidet. Dessuten blir dette krevd, ettersom man må holde tritt med utviklingen for å være konkurransedyktige».*

##### 4.4.2 Forståelse for hele byggeprosessen

Informant C og E trekker så frem at det er svært få personer som har jobbet innen flere deler av byggeprosessen og derfor ikke forstår hvordan ting fungerer i tidligfase, prosjektering og forvaltning, og hvordan det henger sammen. Slik informantene forteller fører dette til at personene ikke vet hvor skoen trykker og ikke klarer å se det store bildet. Informant C trekker frem manglende forståelse blant de som prosjekterer bygg. Dette fordi de ofte ikke har erfaring med å jobbe ute på byggeplassen og vedkommende har sett flere eksempler på at plassering av ting som fungerer digitalt ikke fungerer i praksis. Informant C forteller;

*«dette fører til at prosjekterte bygg ikke blir konstruert på en slik måte som gjør det enkelt å vedlikeholde på en effektiv måte ... noe som igjen påvirker bygningenes levetid og funksjonalitet».*

Informant C forteller videre; *«har sett løsninger i sine bygg som ikke fungerer i praksis»*, noe også informant D har erfart. Informant D forteller at i et av byggene har de over 800 servantbatterier som drives på vanlige batterier fremfor vanlig strøm, betyr at de må inn hvert år og bytte batteriene til nye. Et annet problem er at disse kranene har funksjoner som lar de kjøre automatiske gjennomspylinger på nattetid for å fjerne kalk. Informant D forteller at problemet ligger i at vanntilførselen stoppes når det ikke er bevegelse i rommet og dermed kan funksjonen ikke tas i bruk. Informant C henviste og til en studie av Kamilla Heimar Andersen, og fortalte at vedkommende forsket på prosjekterte og overleverte bygg. Informanten fortalte videre at det kom frem at 40% av feilene i VAV tekniske anlegg er prosjekteringsfeil og 40% er installasjonsfeil. Dermed står bransjeeksperter for 80% av feil i ventilasjonstekniske anlegg.

#### 4.4.3 Kommunikasjon

Informant A og E gir uttrykk for at det er en utfordring å få tilstrekkelig kommunikasjon og samarbeid mellom ulike aktører i bransjen. Informant A påpeker at manglende kommunikasjon fører til at informasjonsoverføringer ofte faller mellom to stoler. Informant E deler bekymring om at manglende tid hos både driftsavdelingen og prosjektteamene gjør at kommunikasjonen blir begrenset. Informant E trekker i tillegg frem at manglende kommunikasjon av løsninger, erfaring og standarder er et problem. Hen sier; «*Hvis kommunikasjon av standarder hadde vært bedre, hadde vedkommende visst om ISO 19650 allerede i 2020*».

Informant B og C har i likhet med de andre informantene delt tanker om at kommunikasjonen er viktig faktor, da en god kommunikasjon mellom ulike interessenter vil føre til et bedre samarbeid. Likevel trekker informant B frem;

*«Det kreves mer enn kun bare dialog for å oppnå god involvering, men at det i tillegg kreves samhandling mellom driftsorganisasjonen, prosjekterende og utbygger ... noen tror at involvere betyr at man skal ha et møte, og så skal man informere om hva som skjer, men det er jo mer enn dialog».*

#### 4.4.4 Krav og Involvering

Gjennom intervjuene kom det frem at et av de større problemene var manglende kunnskap og forståelse rundt BIM. Dette har ført til at krav stilt til BIM i FDVU har vært dårlig, manglende og ikke samsvarer med realiteten. Informant A beskriver det slik; «*krav til BIM har ikke blitt vektlagt på like linje, slik krav stilt til fysiske i bygg er*».

Informant B, C og E har en felles bekymring om at en av årsakene kan være manglende involvering fra alle parter når det gjelder utvikling av disse modellene. Informant C forteller;

*«viktig å være tydelig på hva som er viktig og ikke viktig i modellen, og snevre inn kravene for å unngå mislykkede prosjekter ... man vet at driftsorganisasjonen skal involveres, og det blir gjort til en viss grad nå i de fleste store prosjektene i hvert fall ... sen involvering gjør at kravene satt i BIM-manualer og strategier har blitt gjort før forvaltningsorganisasjonen ble valgt ... hvis de som driver med drift blir involvert kan disse formidle informasjon om hvordan bygget skal forvaltes, ... samt bruk av BIM-modeller kan gi god informasjon på hvordan målene kan bli oppnådd».*

Tanken om at avgjørelser har blitt tatt før forvaltning er involvert støttes av informant E. Hen beskriver det slik; «*Hvis driftsavdelingen involveres tidligere i prosessen for å gi innspill om hva som faktisk trengs ... Ved å være mer opplyst om bruk av BIM-modeller, vil spørsmålene komme mer naturlig.*» Informanten trekker også frem at samtaler med driftspersonell viser at de synes det ser spennende ut og at de gjerne vil at hverdagen deres skal bli litt lettere.

For å kunne stille gode nok krav mener informant B at det er noen forbehold. Hen forklarer;

*«Du må jo vite på forhånd hva det er du skal, så kan du velge om du vil ha en BIM-modell og så bruker den ... man må stille spørsmål som hva trenger dere? Hvor skal modellen brukes? Hvorfor spurte de om dette i tilbudsdokumentene sine? ... man ikke må glemme det strategiske nivået. Hvorfor skal virksomheten ha en BIM-modell? Hva er det vi skal skape for noe av gevinster ved å ha en BIM-modell?».*

Informant C trekker frem det samme og sier; «*det holder ikke å kun stille spørsmål. Man må og koble dette mot klare mål og det bør opp i organisasjonen, og så må den forankres til målene*».

Erfaringen informant D beskriver viser til samme poeng. Informanten sier; *«det har vært utfordringer med leverandørene og manglende involvering av driftspersonell i prosjekteringen og ved å være mer nøye og krevende fra starten av, kunne mange av problemene vært unngått»*. For eksempel opplevde informanten at varmt og kaldt rør ble merket i samme farget. Der har prosjekterende sagt at man kun trenger å se på isolasjonen for å se hva som er riktig. Dette har informanten stusset over. Hen beskriver dette slik; *«i en stressende situasjon vil slikt ikke bli fokusert på»*. Derfor mener informanten;

*«følge opp etterpå og stille spørsmål som Hvordan ble det jeg gjorde? Hvordan ble det her bra? Og hvis du går og sjekker, virker det ventilasjonsanlegget? Virker dette som tiltenkt? er det så ideelt som det du så for deg? Hva kunne blitt gjort bedre?»*.

Til slutt kan man trekke frem informant E som forteller at hen har forsøkt å stille krav til prosjekter om bruk av BIM, tre store prosjekter og et mindre prosjekt. Hen forteller at tiden vise om de har bedt om det riktige, eller for mye eller for lite.

#### 4.4.5 Eierskap og Ansvar for endring

Informant A beskriver at eierskap er viktig for at modeller settes opp på rett vis. Hen forteller; *«hvis rutiner ikke blir overholdt og folk ikke tar eierskap, kan oppgaver hope seg opp i det fysiske og digitale»*. Videre forteller informant B; *«eierskapet selve organisasjonen har er viktig for å ivareta modeller best mulig»*. Informant D forteller; *«manglende eierskap og interesse, fører til at involverte grupper ikke nødvendigvis prøver å finne smarte løsninger»*, mens informant C mener det er en bremsekloss i midten, og det heter totalentreprenør. Informant C sier at hen mener at dagens løsning for styring ikke er tilpasset BIM.

Videre trekker informantene frem den manglende endringsviljen generelt i bransjen. Informantene ga ulike svar på hvem som skulle påta seg dette ansvaret. Informant A, B og E uttrykte at eier i større grad må påta seg ansvaret. Dette beskrives slik av informant E; *«har mest nytte av det»*, men også fordi de ikke har kompetansen og evnen slik nevnt tidligere. Informant D deler følgende tanke; *«det er det offentlige som kommune og stat som må gå frem, da det er disse som har råd til å prøve og feile»*. Informant C derimot har ikke rettet ansvaret mot en gruppe, men i stedet på tvers av bransjen og beskrives slik; *«holder ikke med kun endringsvilje, men og vise genuin interesse»*. Like tanker har informant A delt; *«vilje og holdning spiller en stor rolle for at man skal lykkes»*. Hen begrunner det slik; *«innstillingen til folk når du på en måte enten så må ha det 100% eller så vil ikke folk ha det. Det er litt alt eller ingenting i dag»*.

#### 4.4.6 Opplæring og erfaringsoverføring

Gjennom intervjuene blir flere faktorer tatt opp som aktuelle for manglende bruk av BIM, og gjentatte feil som er avdekt i modeller og byggverk. Informant C har delt sin bekymring slik; *«det skyldes manglende tilbake læring ... Hvis man systematisk setter opp rutiner for at prosjekterende og entreprenør reiser på befaring til fullførte prosjekter og lærer av minst en feil gjort, ville dette kunne gi en bedre forståelse av hvordan bygget fungerer i praksis og hvilket utfordringer den har ... Ikke vil dette bare bidra til å unngå feil i senere prosjekter, men og bidra til modeller som kan være bedre egnet for de som skal benytte dette i forvaltning»*.

De andre informantene gir svar som ligner hva informant C uttrykker og sier at det ikke har blitt gjort tilstrekkelig opplæring i BIM. Informant B støtter forslaget og tenker en erfaringsoverføring mellom erfarne og ikke erfarne er nødvendig og etterspør dette i større grad. Hen beskriver det slik;

*«verdifull erfaring og kompetanse om de løsningene som er valgt kan gå tapt når prosjektene er ferdige og den kunnskapen ikke overføres til driftsorganisasjonen i tilstrekkelig grad ... man ikke er flink til å ta i informasjon, og det er det vi ønsker med BIM. Det er jo en informasjonsflyt, ikke sant? Men vi er jo ikke flinke til det i det fysiske heller. Vi interagerer for lite med de ulike miljøene, og dette her handler jo egentlig om å få til en flyt av informasjon og kompetanse. Mellom både mennesker egentlig mellom mennesker, ... Og den flyten fra det? Altså kompetanseflyt mellom ulike organisasjoner og avdelinger og seksjoner i bedriftene».*

Informant D nevner at de allerede har begynt med opplæring i dette, men problemet er at de for øyeblikket har bare en lisens.

#### 4.4.7 Oppfølging

Informantene har også delt tanker rundt viktigheten av oppfølging. Informant A forteller;

*«oppgaver som skal utføres hos drift ligger inne med faste intervaller og gjøres for at ting ikke skal gå i glemmeboken ... Det som oppdages av feil og avvik blir lagt inn i et system som er tilgjengelig for alle og blitt tatt hånd om fortest mulig. Dette gjøres for å vedlikeholdet bygget i best grad og holde det optimalt ... Denne tankegangen og arbeidsmetoden må kreves for å holde BIM-modeller oppdatert, slik man i dag har daglige, ukentlige og månedlige intervaller, kan man gjøre det samme for modeller».*

Videre trekker informant B frem viktigheten av at selve organisasjonen følger opp de som skal drive med vedlikehold. Vedkommende forteller eksempelvis at de som jobber med en digital tvilling, som er nytt og fancy, kan fort bli løsrevet fra prosjektet. Informanten mener dette fører til at man har ikke kontroll eller får etterspurt det man faktisk ønsker å hente ut. Et annet problem er oppfølging underveis. Her beskriver informanten at tanker gjort i prosjektering, ikke blir fulgt opp i drift. Hen sier at det vanligvis er mange gode intensjoner for hva man ønsker å oppnå i begynnelsen, både for byggherren og de som jobber på prosjektet. Hen forteller;

*«dessverre fører manglende oppfølging til at disse gode intensjonene går tapt underveis i prosjektet, ettersom dette kan ta flere år. Vi opplever jo at det blir gjort litt mangelfullt. Det er ikke nok fokus gjennom prosjekteringen fordi man ser ikke verdien av å bruke tid og ressurser på det i prosjekteringen, fordi man skal bare ut av prosjektet etterpå, og har ikke noe selv om man har interesse ... man må allikevel studere og forstå. Hva bransjen trenger?».*

Informant C fortalte om et foredrag holdt for konsernledelsen i et stort prosjekteringsfirma, hvor det ble uttrykt frustrasjon over at de aldri hører noe fra bygget når det er overlevert. De vil veldig gjerne komme inn og få høre og fortelle hva de opprinnelige tankene var.

Informanten forteller;

*«Det er veldig lite tilbakeføring av erfaring, og derfor opplever vi kanskje de samme feilene igjen og igjen på hvert eneste bygg vi overtar. Men så er det jo et veldig generasjonsskifte på rådgiversiden, og noen som kanskje ikke har fått denne tilbakemeldingen ... hele bransjen må bli flinkere til tilbakelevering. At kanskje de som satt og prosjekterte er endel av prøvedriftsfasen sammen med driftsapparatet. Virkeligheten er at rådgiverne er så tynt på tid at de må bare rett på neste prosjekt rett på neste prosjekt. På neste prosjekt har aldri muligheten til å liksom».*

Informant D har delt en tanke om at tilstrekkelig arbeidsressurser er viktig. Hen sier;  
*«i et bygg de tok over, måtte forrige firma trekke seg ut grunnet undervurdering av hvor mange ansatte som trengtes til å drifte og vedlikeholde en BIM ... Konsekvensen av dette ble oppsigelser og sykemeldinger på kort og lang sikt».*

## 4.5 Oppsummering

Fra intervjurunden har det kommet frem mye relevant informasjon, og informantene har gitt gode innspill om hvordan BIM blir brukt i FDVU, samt hvordan det bedre kan bli benyttet. Før diskusjonen begynner i neste kapittel, er det noen hovedtrekk som er vært å utheve. Det fremstår som at informantene har vanskeligheter med å ta i bruk BIM og sliter med å se hvordan de kan få en god kost/nytte verdi. De har også problemer med å holde modellene oppdatert. Videre ser man at informantenes kjennskap til BIM er god, og tydelig gir eksempler på hvor og hvordan BIM kan bli nyttiggjort inn mot denne fasen. Blant annet trekker de frem at brukervennligheten i programmene må bli bedre. Informantene har derimot problemer med å tolke og forstå veiledere, uttrykker kontraktens lille tilpasning til BIM, samt mangler kjennskap til standarder som kan bidra med å løse problemene de står ovenfor. Samtidig er informantene enige om at de menneskelige faktorene i form kompetanse, kommunikasjon, forståelse, stille krav, involvering, ta eierskap, fremme endring, opplæring og oppfølging ikke må undervurderes for å klare å utnytte BIM i FDVU.

## 5. Diskusjon

I kapittelet over er det redegjort for informantenes blikk på oppgavens tema. I dette kapittelet vil forfatteren forsøke å besvare problemstillingen sett i lys av funn og det teoretiske grunnlaget. Forfatteren vil belyse de ulike temaene som er begrunnet å være relevant tidligere i oppgaven. Kapittelet inn i tre deler; 1. Bruk av BIM i dag, 2. kjennskap til BIM og 3. effektivisering av BIM i FDVU.

### **Hvilke utfordringer synes ved implementering av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) i forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU), og på hvilken måte kan disse utfordringene løses?**

1. Hvordan brukes BIM i FDVU i dag?
2. Hvilken kjennskap har aktører i byggenæringen til BIM i FDVU, og hvordan påvirker dette bruken av BIM?
3. Hva skal til for å effektivisere bruken av BIM i FDVU?

#### 5.1 Bruk av BIM i FDVU i dag

For å besvare problemstillingen, er det som nevnt relevant å få et innblikk i hvordan dagens situasjon rundt BIM er i FDVU. Ved å avdekke dagens bruk i sammenheng med hvordan det egentlig er tiltenkt brukt, vil en kunne se på hvilke løsninger som er tilgjengelige for å bedre implementere BIM i FDVU. I tillegg vil dette gi innblikk i hvilken nytteverdi det vil være å benytte BIM i dag.

##### 5.1.1 Dagens situasjon

Dagens situasjon viser at BIM blir brukt til en liten grad. Man kan kort trekke frem at BIM for det meste er benyttet til visualisering, lokasjonshåndtering og reklamasjonshåndtering. Opp mot kapittel 2.2.2 *Effektivitet i FDVU ved bruk av BIM* viser dette hvor lite BIM faktisk blir benyttet i praksis. Av de ni områdene BIM er tiltenkt å være nyttig for er det for øyeblikket kun visualisering, lokalisering og dokumentforvaltning som er relevante felt der BIM blir brukt. Med dette ser det ut som at en fremdeles er i startfasen av å dra nytte av BIM som verktøy i FDVU.

Manglende bruk av BIM fremstår å skyldes ulike barrierer. Barrierer dataene viser til har vært ikke-oppdaterede modeller, FDVU systemer som ikke er egnet til bruk med BIM, samt tanker om at BIM er kun egnet til prosjektering og ikke drift. Videre fremstår det som at BIM blir kun sett på som relevant for de større prosjektene. Dette er uheldig da BIM kan ha stor verdi i de mindre prosjektene. Videre kan man trekke frem at det er manglende implementering av BIM i eksisterende byggverk, som blant annet fremstår å medvirke til unødvendig tidsbruk på å hente ut informasjon.

##### 5.1.2 Oppdatering og håndtering av BIM og dens informasjon

Funnene viser at modellene ikke er oppdaterte i tilstrekkelig grad, og at det heller ikke blir varslet eller rapportert når det oppstår avvik eller endringer i byggverket fysisk. Det fremstår videre at manglende rutiner for oppdatering, utfordring med vedlikehold av modeller, dårlig kvalitet på overleverte modeller og kontrakter som ikke er tilpasset BIM. I lys av teori vises at det er flere faktorer som påvirker hvor bra kvalitet man kan ha på en BIM, og kommer blant annet frem i kapittel 2.2.3 *Barrierer for BIM i FDVU*. Det ser ikke ut til at arbeidet blir



lettere når de overleverte modellene er av dårlig kvalitet, og slik en av informantene nevner, har de problemer med å holde 2D tegninger oppdatert.

For å lykkes med holde BIM oppdatert, må det på den ene siden gjøres en endring. På den andre siden fremstår det å være en bekymring, ut fra funnene, for hvor mange ressurser som skal benyttes. Det kan tenkes at denne bekymringen kommer av at det er ansatt fire personer til å vedlikeholde en BIM. I sammenheng med de andre informantens problem rundt vedlikehold, ser det ut til at en burde stille seg spørsmålet om dagens BIM er altfor kompliserte. Det er å undre seg over hvorvidt BIM ville hatt en annen nytte og effekt dersom den var mer brukervennlig og hadde en enklere utforming.

For å bruke BIM er det nyttig å videre se på hvordan informasjons- og datahåndtering, samt lagring av dette, fungerer i dag. Innenfor dette området er det avdekt at informantene benytter egne systemer og har strukturer for å holde oversikt. Ved å ha en strukturert tilnærming til informasjons- og datalagring, slik det fremkommer flere steder at det bør være i det teoretiske grunnlaget, vil man kunne få en bedre oversikt og sikre at all relevant informasjon er tatt med. I tillegg til dette fremstår det klokt å ha en felles plattform for informasjons- og datalagring. I teorien presenteres kapittel 2.2.1 *Digital modenhetstrapp* og kapittel 2.3 *CDE -Common data environment* som vektlegger bruken av å samle informasjon på et felles sted. Overgangen fra trinn to til trinn tre handler som beskrevet om å gå fra innsamlet informasjon på et felles område, til innsamlet informasjon på en databasebasert måte (CDE), der informasjon og data kan interagerer med hverandre. Det vurderes at dette er klokt å ta i bruk. Dagens situasjon viser at man ikke har kommet til trinn tre, men fremdeles befinner seg på trinn to. Det fremstår å være en mulighet at det skyldes informantenes bruk av FDVU-systemer med koblinger til BIM, og at dette benyttes i stedet for å få en mer lønnsom digitalisering ved å rette fokus mot BIM. Senere i kapittelet vil forfatteren belyse hvordan bruk av SharePoint viser tegn på at man er på vei bort fra dagens situasjon til trinn tre med CDE løsning.

### 5.1.3 Kost/Nytte

Selv om oppgavens hovedfokus ikke er kost og nytte, er dette noe informantene har vektlagt og som blir relevant for oppgavebesvarelsen. På bakgrunn av dette fremstår det å være avgjørende at det foreligger dokumentasjon på at BIM er kostnadsbesparende og nyttig. Funnene viser at det etterlyses konkrete tall over hva de vil koste å benytte BIM i FDVU. Manglende dokumentasjon, og erfaring, fremstår som en viktig faktor når en skal overbevise interessenter i å ta i bruk denne type verktøy.

Som vist i kapittel 2.2.3 *Barrierer for BIM i FDVU* er kost/nytte avdekt som en viktig barriere. I kapittelet trekkes det blant annet frem at merverdien ved implementering av BIM er marginal, og at det skyldes det tverrfaglige samarbeidet mellom mennesker, prosesser og systemer. Manglende bevis blir beskrevet som et problem og fører til at det oppstår motstand og skepsis til å ta i bruk dette. Det er kanskje ikke så rart at fagfolk er skeptiske og sliter med å overbevise personer til å ta i bruk BIM sett i lys av funnene som viser at det kan koste opptil 80 000kr å flytte på noen objekter i en BIM. Kostnadene ved bruk av BIM ser ut til å være høye, og kan skyldes manglende «in-house» kompetanse som fører til at arbeidet må sendes ut. På denne måten påløper kostnader ved innleid fagfolk for eksempel. Videre kan bruk av fire personer til vedlikehold av en BIM synes å være et eksempel hvor en ikke klarer å se kostnad og nytte når det må benyttes så mange ressurser.

Selv om det overfor fremstår å være liten nytteverdi av å ta i bruk BIM, er det likevel å bemerke at det er en merverdi i å bruke BIM. Bakgrunnen for dette kan være fordi gjentatte eksempler som dukker opp er hvordan BIM kan benyttes til å senke energikostnadene til et byggverk. Dette er forståelig, ettersom man det siste året har opplevd høye kostnader på strøm vist i kapittel 2.1 *FDVU- Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling*. Slik nevnt vil energibudsjettering kunne gi besparelser på 10-15%.

Til slutt fremstår det avgjørende at jobben som legges i implementering av BIM må være forholdsmessig med tiden som brukes. Dette viser at kostnad og nytte ikke kun dreier seg om penger, men også tid, slik kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?* viser. Det kommer frem i funnene at vedlikeholdsoppgaver kan få en redusert tid på 58% ved å ta i bruk BIM. For å kunne bedre overbevise om å ta i bruk BIM, må en muligens se til andre områder hvor kostnad og nytte gir en bedre uttelling. En bedre uttelling kan være å sette klare mål i organisasjonen man kan måles etter. Det kan også være å undersøke tidsbesparelser ved bruk av BIM. Begge forslagene er nevnt fra informantene og beskrives i teorikapitlene 2.2.4 *Hva er løsningen?* og 2.6.1 *ISO 19650-Del 3*.

## 5.2 Kompetanse om BIM

For å kunne besvare problemstillingen oppleves det som nyttig å kartlegge hvilken kjennskap aktører i byggenæringen har til BIM i FDVU, da det er anslått at manglende kunnskap er en viktig faktor for hvordan BIM brukes. Ved å avdekke utfordringer rundt dette har et bedre grunnlag for å ta avgjørelser for å løse disse eventuelle utfordringene, og hvilke områder man skal fokusere på for å raskest mulig kunne implementere BIM i FDVU.

### 5.2.1 Bidragsområder

Som beskrevet tidligere er BIM i dag stort sett brukt til visualisering, lokasjonshåndtering og reklamasjonshåndtering. Likevel ser det ut til at BIM kan brukes på flere områder. Eksemplene er mange, men spesielt energibruk og -besparelse blir sett på som et viktig bidragsområde, og er viktig fordi det gjelder alle gårdseiere. Videre kan eksempler som bruk av QR koder, simulering, statistikk, dokumenthåndtering, taksering, rapportering, eksperimentering, tidsbesparelse, rehabilitering og inneklima si noe om hvor det kan være relevant å bruk BIM. En kan også benytte inneklima som salgsobjekt ved å fortelle leietakere at man til enhver tid har klart å opprettholde et optimalt inneklima ved hjelp av en digital tvilling. Eksemplene trukket frem i dette kapitlet beskrives også i kapittel 2.2.2 *Effektivitet i FDVU ved bruk av BIM* som omhandler områder FDVU-BIM kan bidra på.

Til tross for at det foreligger mange muligheter til å bruke BIM er det ikke å se bort i fra at, også da, det er avgjørende og kartlegge barrierer ytterligere og finne eventuelle løsninger på disse. Det fremstår å være en felles forståelse for hvordan dette kan gjøres i lys av funn og det teoretiske grunnlaget som er beskrevet i teorikapitlet. Det er å undre seg over hvordan BIM blir presentert som en stort fantastisk ting som skal gi deg oversikt overalt, samtidig som det fremstår å absolutt ikke ha denne funksjonen.

Modenhet for digital tvilling er relevant i denne sammenheng. Det kan det sies at man har oppnådd en beskrivende tvilling, men med unntak av utfordringene med å holde modellene oppdatert. Bruk av sensorer og automatisering har blitt stadig mer vanlig i nyere bygg. På tross av dette fremstår det som at en ikke mestrer å ta dette til det neste steget grunnet manglende utnyttelse av BIM. Det er videre ikke til å unngå å igjen trekke frem brukervennlighet som avgjørende for hvorvidt BIM brukes.

### 5.2.2 Programmer og brukervennlighet

Basert på informasjonen fra informantene, er det åpenbart at det er en utbredt oppfatning om at tilgjengelige systemer er for vanskelige å bruke. Det er en enighet om at terskelen for å ta i bruk nye systemer må senkes, samt et behov for systemer med enklere brukergrensesnitt. Det fremstår at disse endingene må gjøres for at det lettere kan benyttes i daglig drift. En felles utfordring er håndtering av informasjon og bruk av data. Det synes bekymring for at det er for mye data tilgjengelig som ikke blir brukt, og at det må jobbes med å redusere kompleksiteten i systemene for å gjøre dem lettere å bruke, eksempelvis gjennom bruk av digital tvilling. For eksempel er en løsning å fjerne alle unødvendige lag fra BIM for å gjøre den lettere å forstå og ta i bruk. Det kommer frem i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?* at en må holde BIM-modell oppdatert eller sette opp en bedre tilpasset versjon. En slik tilpasning kan være å gjøre informasjonen bedre tilgjengelig og at informasjonen er korrekt. I dag ser det ut til at en BIM inneholder for store mengder med informasjon som de i drift ikke klarer å håndtere, og det fremstår overveldende Informasjonen som trengs til prosjekteringsmodellen, krever mye mer enn en modell rettet mot FDVU. Det er altså varierende hvorvidt en kan gjøre en slik informasjonsbegrensning, og det må vurderes nøye hvordan og om det kan gjøres.

Utfordringen med økt mengde informasjon gjør ikke bare arbeidet med BIM vanskelig. Det påvirker også innstillingen til aktører som kan ta i bruk BIM, når de vurderer det. Som nevnt tidligere kan det å stille gode nok krav hjelpe til å løse dette. Utfordringene knyttet til data og informasjon medfører blant annet problemer knyttet til unøyaktig og inneholder unødvendige parametere. Dette fører til at aktørene blir overveldet i informasjon som de ikke vet hvordan skal brukes eller håndteres.

Svarene fra informantene viser i sammenheng med det teoretiske grunnlaget at det er behov for en enklere og mer brukervennlig tilnærming til systemer og informasjonshåndtering, da deres FDVU-systemer ikke er helt egnet til bruk med BIM. Kompleksiteten må også reduseres gjennom å fokusere på å involvere brukerne mer i utviklingen av systemene. Slik sikres det at systemene som utvikles, faktisk møter aktørenes behov og gir mulighet for oppkobling til egne bedriftssystemer slik det er beskrevet i kapittel 2.6.1 *ISO 19650-DeI 3*. Optimalt er det et ønske om at det som skal gjøres er et tastetrykk unna. I et langsiktig perspektiv kan en sette seg mål om at byggverk klarer å drifte seg selv som for eksempel gjennom en digital tvilling.

Dersom en benytter SharePoint og kobler all informasjon til selve rommet og ikke objektene, vil det ikke være behov for at modellen må være 100% korrekt for å kunne ha en nyttig funksjon. En slik løsningen kan ses i sammenheng med metoden CDE, beskrevet i kapittel 2.3 *CDE -Common data environment*, da CDE er tiltenkt som en database. SharePoint besitter noen av de samme mulighetene. En slik løsning kan være en god start ettersom programmet er kjent for de fleste, med mindre man benytter programmer som allerede bygger på CDE prinsippet og lar en person legge inn og hente ut data lettere, nevnt i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*. Det er verdt å trekke frem at informantene i dag klarer å samle informasjon og ha kontroll. Problemet ligger derimot i at informasjonen ligger spredt over flere programmer som nødvendigvis ikke klarer å kommunisere med hverandre. Ved å benytte BIM kan dette løses, og en vil kunne få en mer lønnsom digitalisering ved at informasjon er samlet på et sted (CDE).

Arbeidet som legges inn i å skape brukervennlighet i programmer som brukes i FDVU, kan skape muligheter for bedre bruk av digital tvilling, slik presentert i kapittel 2.5 *Digital Tvilling*.

Benyttes i tillegg LOIN vil en kunne sette opp modeller med kun relevant informasjon, og dermed oppnå de ulike dimensjonene av digital tvilling. Det er fullt mulig å gjøre koblinger til IoT uten all informasjon tilgjengelig i modellen, selv om de høyere dimensjonene i digital tvilling krever denne type informasjon. Hvis man i tillegg går for en løsning hvor informasjonen er koblet til rommet, kan den fungere uavhengig av om objektene i modellen er oppdatert eller ikke. Dette gitt at det ikke skjer hyppige oppdateringer hvor plassering på objekter blir flyttet eller endret. Videre vil muligheten for å oppdatere og endre på informasjonen bli lettere, ettersom man ikke må inn på hvert objekt og se over.

Det er aktuelt å belyse hvilken dimensjon av digital tvilling BIM befinner seg i dag. På den ene siden kan det se ut til at en befinner seg i en informativ digital tvilling i nye byggverk hvor man har gått inn for å digitalisere ved hjelp BIM, eller en beskrivende tvilling i andre byggverk hvor BIM har blitt benyttet. På den andre siden har man ikke oppnådd noen av dimensjonen. Dette kan skyldes at modellene ikke blir oppdatert i FDVU og dermed ikke kan ansees som en «tvilling».

### *5.2.3 Forslag og oppdatering av BIM*

For å bedre kunne benytte BIM i fremtiden er det relevant å belyse noen forslag og tanker rundt hvem som skal være ansvarlig for å vedlikeholde og holde BIM oppdatert. Deriblant kan BIM behandles på lik linje som det fysiske byggverket, inkludere BIM i reklamasjonstid og sørge for at leveransen av byggverket ikke blir godkjent før det er i stabil drift. Forslagene gitt av informantene krever at det stilles høyere krav til BIM i FDVU. Dette kan være problematisk, da man allerede sliter med å oppnå krav satt i dag. Til gjengjeld blir BIM satt i sentrum og man oppnår en Enterprise BIM, nevnt i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*. Dermed kan man få en høy kvalitet på overlevert BIM. For å oppnå dette må de planlagte driftstallene være oppnådd før godkjenning av overleveringen. Slik kan man unngå dårlig og mangelfull informasjon, samtidig som driftspersonellet som tar over modellene slipper å bruke tid på å rette opp feil og mangler.

En forvalter av byggverket må også forvalte den digitale modellen. For å sørge for at modellene blir holdt oppdatert må ansvaret ligge høyere opp i organisasjonen, hvor de ansatte har relevant kompetanse. Det er i tillegg nyttig at de har et overordnet blikk over hva som ønskes oppnådd. Det ser ut til å være et stort behov for å hente inne egne BIM personer, da disse vil kunne bidra til å øke kunnskapsnivået. For å holde modellene oppdatert er det videre viktig å sørge for at man kan stille seg spørsmål om hvilket formål modellene skal benyttet til og at LOIN kan være et viktig bidrag i dette arbeidet. Det er viktig med tydelig definerte mål for å opprettholde oppdaterte modeller. Uten klare mål, vil en benytte unødvendige ressurser på å holde modeller oppdaterte som ikke vil bli brukt.

Til slutt kan kostander trekkes frem. Slik nevnt tidligere er det høye faktureringskostander for å holde BIM oppdatert. En løsning på dette kan være bruk av abonnementstjenester. Slik vil man til enhver tid vite hva kostanden er, og man sørger for at BIM holdes oppdatert. Dette vil kunne være en løsning som kan fungere frem til aktørene i FDVU har fått økt kompetanse til å håndtere dette selv. Et annet forslag er å øke samarbeidet mellom de som jobber innen prosjektering og de som jobber innen forvaltning. Ved å inngå et samarbeid, vil modellene holdes oppdatert og gi store oppdaterte grunnlagsdata. Dette vil muligens gi et fortrinn videre i andre prosjekter.

#### 5.2.4 Kontrakter, veiledere og kjennskap til ISO 19650

Kontrakter utgjør en viktig faktor for å sikre at arbeidet utføres og leveres i riktig kvalitet. Fra intervjuene vises det at kontrakter ikke er tilpasset BIM, og at dette fører til at kravene som stilles til kontraktene ikke er gode nok i denne sammenheng. Sett i lys av manglende kompetanse om BIM fører det til vanskeligheter med oppfølging av kravene som er beskrevet i kontraktene, fordi de innen drift ikke har noen klare mål å følge når det gjelder for hvordan BIM er tenkt brukt. Et annet problem er at oppfølging av BIM ikke blir prioritert på grunn av det ekstra kostandene som påfølger. Videre fører manglende krav i kontrakter til at entreprenør ikke blir vurdert etter mål satt for driftsresultater. Derfor etterspør informantene kontrakter med krav som sørger for at drift blir fulgt opp, slik at entreprenøren kan holdes ansvarlig også etter leveransen.

For å løse dette kan det være aktuelt å bygge opp kontrakter med BIM i fokus. Videre kan man benytte seg av ISO 19650 til å stille de rette spørsmålene slik at man vet hva man skal ha med inn mot kontrakten. Det ser ut til at en burde benytte seg av LOIN. LOIN kan i stor grad bidra med å avdekke nøyaktig hva man trenger, og ved å fastsette dette i kontrakter vil man kunne sørge for at BIM vil bli benyttet i FDVU. Til slutt burde man sørge for at de målene man har satt seg blir oppfylt i prøvedrift før man godkjenner leveransen.

Selv om informantene har hatt tilgang på retningslinjer og krav, oppstår det likevel problemer når det som skal følges tolkes feil. Slik nevnt i resultat, måtte det gjøres mye mer arbeid med å rette feil fordi TFM-koden til Statsbygg ble tolket feil. Dette viser at retningslinjer alene ikke er nok. De må også være spesifikke nok til å bli tolket på samme måte av alle som skal bruke dem. Videre har det også blitt uttrykt problemer med manualene til Statsbygg hvor det blir sagt at disse er for omfattende og kompliserte.

For å unngå tolkningsproblemer og sikre riktig modellering og kvalitetskontroll, er det avgjørende at alle involverte har tilstrekkelig kunnskap og forståelse av regler og retningslinjer. Dette har blitt tatt opp flere ganger. Derfor er det viktig å ha klare krav til modellering og kvalitetskontroll fra eierens side, samt gjøre BIM enklere og mer tilgjengelig for alle. LOIN i sammenheng med ISO 19650 vil bidra med å stille spørsmål, og etablere tydelige krav for hva som skal inkluderes av informasjon og hva som skal etterspørres.

Det er interessant at kun noen få av informantene var kjent med ISO 19650. Det kan tenkes at årsaken til dette er at lanseringen av del 3 var i 2020. Det er likevel bekymringsfullt at informantene forteller at de ikke er kjent med tilstrekkelige krav eller hvordan de skal stille krav, ei heller er kjent med standardens innhold. Det kan dermed virke noe dobbeltmorsomt at de som kjenner til standarden ikke har tatt initiativ til å benytte standarden for å kunne stille de rette kravene. For de som ikke har hørt om den før, kan det virke overraskende at de ikke har søkt etter standarder. Dette da forslagene kapittel 2.6.1 *ISO 19650-Del 3* legger frem kan besvare mange av informantenes utfordringer. En kan derfor stille seg spørsmålet om mangelen på bedre bruk av BIM i hele livsløpet skyldes at bransjen ikke er gode nok til å informere når det kommer ut ny informasjon, veiledere og i dette tilfelle standarder. Dette er i tillegg vist som et problem i litteratursøket. I kapittel 2.2.3 *Barrierer for BIM i FDVU* har manglende standarder fremkommet som en utordring sammen med andre barrierer. I likhet med informantene, fremkommer det ikke kjennskap til ISO 19650 i det teoretiske grunnlaget for oppgavebesvarelsen. Det kan på et vis konkluderes med at standarden ikke er godt nok kommunisert til relevante aktører.

### 5.2.5 Aktuelle forskningsmuligheter

For å øke bruken av BIM i FDVU er det nødvendig med mer forskning og bedre erfaringstall. Slik dokumentasjon kan gi et mer overbevisende argument for å ta i bruk BIM, og kan oppnås gjennom befaringer, casestudier, pilotprosjekter, langsiktige undersøkelser og innsamling av data om levetid, vedlikeholdskostnader og verdiskapning over en tiårsperiode. De tre første forslagene er aktuelle, da disse vil bidra til et «tettere samarbeid mellom forskning og praksis», påpekt i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*.

Digital tvilling har også blitt dratt frem som et eksempel, da dette vil kunne hjelpe med bedre implementering av BIM i FDVU. Selv om det er positivt å se at informantene etterspør forskning, er det viktig å huske at forskning tar tid. Innen digital teknologi skjer det mye innovasjon som gjør at en bygning kan bli utdatert før en rapport om den er ferdig om ti år. Derfor er det viktig å vurdere hva slags forskning som ville vært nyttig og relevant, og at forskningen som gjennomføres kan samle, trekke ut og analysere data på en måte som gir verdifull innsikt på alle nivåer, både operativt og strategisk. En god ide som ble foreslått av en av informantene var å prøve ut BIM på mindre områder før man utvider bruken. En slik test vil gi svar raskt og til en lavere kostnad, samt sørge for at forskning og de løsningene som kommer blir kommunisert ut.

## 5.3 Effektivisering av BIM i FDVU

I de to foregående diskusjonskapitelene, ble det diskutert hvordan BIM blir brukt i dag og hvilken kjennskap aktører har til BIM i FDVU, samt hvordan det påvirker bruken av BIM. Det har gjennom disse delene kommet frem at det er utfordrende å ta i bruk BIM. Derfor er det aktuelt å se på, samt diskutere rundt hvordan man kan bedre effektivisere, samt gjøre det lettere å nyttiggjøre dette videre inn mot FDVU.

Det teoretiske grunnlaget viser hvordan en kan bruke BIM. Felles mellom teorien og informantenes svar er at de menneskelige faktorene som spiller størst rolle for hva som er problemet. Likevel kommer det frem at arbeid innen dette område vil være løsningen. Fra tidligere kom det frem at det ble etterspurt mer forskning. Problemet er derimot at denne forskningen er rettet mot data, informasjon og erfaringstall og ikke menneskelige faktorer. Det kan derfor undres over om byggenæringens tilnærming på problemet er gjort på en optimal måte, og om det i det hele tatt er utført godt arbeid i den forbindelse.

### 5.3.1 Mangel på relevant kompetanse

Både litteraturstudiene og intervjuene viser at de største barrierene for effektivisering er kompetanse. Den manglende kompetansen ser ut til å gi direkte virkning på de andre barrierene. For eksempel fører manglende kompetanse til at man ikke får stilt gode nok krav, og kan medføre at kontrakter blir for dårlig utformet. Den kompetansen som kreves, gjør også at terskelen for å ta i bruk BIM blir for høy. Det er viktig å huske på at de som skal og drifter byggverk først og fremst ikke nødvendigvis har tatt en utdanning som er rettet mot de teknologiske verktøyene. Eksempelvis har det blitt nevnt at det i dag fortsatt er problemer med å holde vanlige 2D tegninger oppdatert.

Forhåpentligvis vil utfordringene med manglende kompetanse bli bedre med de kommende generasjonene da disse vil ha en bedre kompetanse på fagfeltet. En kan fortsatt ta til betraktning at det er viktig for alle å fortsette læring og utvikling ettersom ny teknologi og nye metoder vil medføre endringer i hvordan byggverk kommer til å bli prosjektert, bygd og forvaltet i fremtiden. Det ser derfor ut til at behovet for personell med en kompetanse innen

BIM er mer og mer nødvendig. Tidligere er det belyst at ansvaret for vedlikehold av BIM må løftes opp i organisasjonen og at det derfor kan tenkes at personer ansvarlige for dette vil måtte besitte en slik kompetanse. Selv om man ansetter egne personer for håndtering av BIM vil det som nevnt i kapittel 2.6.1 *ISO 19650-Del 3* være behov for at kompetansen økes. For å løse dette kan det for eksempel være aktuelt med faglunsjer, nyetablering av utdanning på universiteter, kurs eller å etablere egne opplæringsplaner slik nevnt i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*.

### 5.3.2 Kommunikasjon og forståelse

Det er nyttig å trekke frem påvirkningen kommunikasjon og forståelse har i de ulike fasene for byggeprosessen. Dagens problem ser ut til å være at arbeidet i de ulike fasene skjer hver for seg og at det ikke tas hensyn til hva som skjer i de andre fasene. Stikkordene *silo, skylapper, båser, stafettpinner og hver sin tue* beskriver hvordan det fremkommer at arbeider skjer. Sett i sammenheng med dårlig kompetanse, hjelper ikke slik isolert arbeid til med å sørge for en god kommunikasjon, selv om kommunikasjonen innad i de ulike fasene er god. Det er forståelig at det fungerer slik i dag, da folk hverken har tid eller ressurser til å sette seg inn og forstå alt som foregår rundt dem selv. Alle informantene beskriver på ulike måter at det er et problem og at det bunner i at hver bedrift ønsker å sikre egne gevinster. Samt ønsker ingen å bære kostnader eller problemer utenfor egne ansvarsområder.

På grunn av dagens situasjon med at de ulike fasene er i «siloer», blir kommunikasjonen problematisk slik det kommer frem som en barriere i kapittel 2.2.3 *Barrierer for BIM i FDVU*. Kommunikasjon handler ikke bare om å informere og snakke om hva som skal skje når et byggverk går fra detaljprosjektering til produksjon, eller produksjon til drift. Kommunikasjonen bør inkludere erfaringer, ideer, kunnskap og veiledere, samt standarder, da dette kunne hjelpet fagfolk med å få kjennskap til ISO 19650 på et tidligere tidspunkt. Dårlig kommunikasjon kan i verste fall føre til at viktig informasjon går tapt, og dermed vil avgjørelser bli tatt på feil grunnlag. Ved å sette BIM i sentrum og bruke det som en plattform for kommunikasjon vil en få til et bedre tverrfaglig samarbeid.

Ved å kommunisere, involvere og oppfordre til tverrfaglig samarbeid, vil man sørge for at driftspersonell på et tidligere tidspunkt kan gi informasjon for hvordan det er tenkt at byggverket skal forvaltes. Slik sørger en for å vite om man har tilstrekkelig informasjon og forståelse av et byggverk. Manglende kommunikasjon på tvers av de ulike fasene kan gjenspeiles i flere av temaene informantene fremhever. Dette fremstår å være en av grunnene til at man ikke har kommet lenger med implementering av BIM. Ved å få til en bedre kommunikasjon vil en sørge for å konstruere på en måte som gjør det enkelt å vedlikeholde BIM på effektivt vis. En vil òg, på denne måten, kunne sørge for at kompetansen mellom de ulike aktørene i de ulike fasene kan deles, og dermed sørge for å lage byggverk som faktisk vil fungere som tiltenkt gjennom hele livsløpet. Det er viktig at man oppfordrer til dette, da det kan tenkes at det er et fåtall av personer som har jobbet i ulike deler av livsløpet for et byggverk.

### 5.3.3 Krav og involvering

For å kunne ha et vellykket prosjekt og få svar på det man ønsker, er det spesielt viktig å kunne stille de rette kravene. På den måten får en mulighet til å etterspørre den informasjonen man trenger. Dette har også blitt trukket frem i kapittel 2.6.1 *ISO 19650-Del 3*. Den manglende kompetansen har ført til at stilte krav for hva man trenger i FDVU, er for dårlig. For å kunne stille gode nok krav, må kravene forankres opp mot organisasjonens mål. Dette er støttet i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*. Videre fremkommer det i funnene at en

må sørge for at kravene satt til BIM blir prioritert like høyt som kravene satt til det fysiske byggverket. Eksempelene samsvarer godt med kapittel 2.4 *LOIN (Level of Information Need)*. Ettersom LOIN kan benyttes på flere områder, vil det være aktuelt å benytte seg av *ISO 19650-Del 3* til å stille de rette kravene.

Selv om informantene jobber med å kunne stille de rette kravene, blir manglende involvering et problem i dette arbeidet. Problemet ser ut til å være en direkte konsekvens av dagens silotankegang. Selv om driftspersonell ikke nødvendigvis har kunnskapen om hva de skal kreve fra en BIM, har de kunnskapen om hvilken informasjon de trenger om bygget, samt hvilke løsninger de mener fungerer best. Den manglende involvering gjør at de ikke får sluppet til og kommet med forslag og, som informantene har uttrykt, unngå feil. Den manglende involveringen fører også til at krav som settes til hva som skal gjøres i drift, blir avgjort før i det hele tatt driftsorganisasjonen har blitt involvert. Derfor er det viktig at driftsorganisasjonen bli involvert ved etablering av gjennomføringsplanen for BIM, nevnt i kapittel 2.6.1 *ISO 19650-Del 3*, da det er i en slik del informasjonskrav blir stilt. Sammenhengen mellom krav og involvering viser hvor viktig det er å sette fokus på, og øke, det tverrfaglige samarbeidet mellom de ulike fasene i byggeprosessen. For eksempel vil prosjekterende kunne hjelpe forvaltning og drift med å sette krav til BIM, da disse har en større ekspertise på området.

#### 5.3.4 Eierskap og endring

For å lykkes med bruk av BIM i FDVU er det aktuelt å se på hvordan en skal ta eierskap til modellene og hvem som skal være pådriver. Blant informantene fremkommer en felles bekymring for hvem som skal ivareta BIM. Løsningen som er foreslått er at organisasjonen må ta eierskap og sørge for at det opprettes gode rutiner for vedlikehold av BIM. Dette kommer også frem som en løsning i det teoretiske grunnlaget som er lagt frem i kapittel 2.6.1 *ISO 19650-Del 3*. Det kan derfor være aktuelt å ta en grundig gjennomgang av organisasjonens forretningsprosesser og arbeidsflyt, påpekt i kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?*. Ved å ikke ta et eierskap eller vise en interesse får man heller ikke utviklet nye løsninger og metoder for hvordan man raskere kan effektivisere bruken av BIM.

Dagens problem viser at det er behov for at spesifikke interessenter kommer på banen og tar ansvar, samt krever endring. Informantene har meddelt at eier av byggverket og det offentlige organet må ta ansvaret. En lik tanke er det til kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?* og viser at brukerne må kreve det at noen tar ansvar. Problemet fremstår å fremdeles bunne i den manglende kompetansen. Derfor holder det ikke kun med at disse tar ansvar. Hele bransjen må ta ansvar og få sørget for at eier besitter den kunnskapen som trengs for å stille de rette kravene.

For å få til en bedre bruk av BIM i FDVU, kan det være aktuelt å belyse hvordan BIM kan bidra til en mer lønnsom digitalisering. Slik kapittel 2.2.4 *Hva er løsningen?* viser til kan en benytte Enterprise BIM. Ved å sette BIM helt i sentrum, vil man ikke bare kreve BIM i alle fasene, men også tvinge alle interessenter til å ta i bruk BIM. Ved å ikke gi andre alternativer vil man muligens kunne sørge for en raskere effektivisering av BIM i FDVU, samt unngå at man fortsatt har en tanke om at det er «alt eller ingenting» for at det skal fungere. Uavhengig av hvem som skal være pådriver, kan LOIN og ISO 19650 bidra med å få de involverte til å stille de rette spørsmålene. Dette vil kunne bidra til en endring på tvers av bransjen og føre til at de teknologiske framskrittene når frem til alle fasene i byggeprosessen. For å fremme en slik endring kan de som påtar seg ansvaret gjøre dette gjennom for eksempel pilotprosjekter, case studier og presentasjoner/foredrag fra erfaringer.



### 5.3.5 Opplæring og oppfølging

For å øke kompetanse, interessen og det tverrfaglige samarbeidet, er det aktuelt å sørge for en bedre opplæring og oppfølging. Fra tidligere kapitler kommer det frem at opplæring er en viktig faktor som spiller en rolle for effektivisering. Spesielt opplæring og erfaringsoverføring mellom de som har og ikke har kompetanse på BIM er viktig for å få til et vellykket prosjekt. Oppfølging kan for eksempel gjøres gjennom befaringer av ferdige byggverk. Dette fordi man kan lære av tidligere feil og bedre forstå bygningens funksjoner og utfordringer. Dette vil også bidra til å utvikle bedre modeller for forvaltning av bygninger, og sørge for at fremtidige byggverk ikke inneholder tidligere feil. For at man skal kunne effektivisere prosessen må man, som nevnt tidligere, fremme det tverrfaglige samarbeidet og fremme effektiv flyt av informasjon og kompetanse mellom ulike arbeidsfaser.

For å få en vellykket opplæring, er det i tillegg viktig å sette fokus på oppfølging. I driftsfasen er det vanlig med oppfølging og vedlikehold av komponenter fra daglige til årlige intervaller. For å lykkes med å holde BIM oppdatert må man derfor følge den samme arbeidsmetoden. Dette kan gjøres ved en direkte implementering i BIM, beskrevet i kapittel 2.2.2 *Effektivitet i FDVU ved bruk av BIM*, og/eller fastsette det i BIM strategier. Oppfølging gjelder ikke bare å gjøre ting riktig, men også oppfølging av ideer og løsninger slik at de ikke går tapt underveis i prosjektet. For å lykkes med en god oppfølging, spesielt innen BIM som er lite brukt, forteller informantene at man må sørge for at man har nok ressurser tilgjengelig, nok tid og dele erfaringer for hva som har fungerer og ikke fungerer. Slik det fremkommer i kapittel 2.6.1 ISO 19650-Del 3, og dagens situasjon er det viktig at det settes av nok ressurser til BIM på grunn av manglende kunnskap. Det må i tillegg sørges for at oppfølging blir forankret i klare mål hos organisasjonen. Det er ved å sette krav at man vil kunne sørge for at oppfølgingen vil bli gjort etter en korrekt sjekklister.

## 6. Konklusjon og videre eventuelt arbeid

I denne masteroppgaven ble det gjennomført litteratursøk og intervjuer for å få et innblikk i hvordan BIM blir brukt i FDVU i dag. Blant annet har det blitt avdekt hvordan kjennskap informantene har til BIM, hvordan de har blitt påvirket av dette og hva som skal til for å effektivisere denne prosessen med å ta i bruk BIM i FDVU.

Svarene informantene gir viser at BIM ikke blir vesentlig utnyttet og i stor grad kun brukes til lokalisering av objekter og visualisering. Mye av dette kunne vært utført med kun en vanlig 3D-modell. Det er også verdt å trekke frem at kompleksiteten til BIM i kombinasjon med manglende kunnskap hos aktørene innen FDVU fører til at de ikke heller klarer å vedlikeholde BIM. Et annet problem er at modellene som blir levert har dårlig kvalitet. I kombinasjon med vanskeligheter for å holde modellene oppdatert, fører dette til at de fort blir utdatert og ubrukelige. Dagens situasjon viser i tillegg at det mangler bevis på at BIM gir en lønnsom utnyttelse. Slike manglende bevis fører derfor til at informantene sliter med å bli overtalt til å ta i bruk BIM.

Selv om det fremkommer at kostnad og nytte er en vanskelig balanse, viser informantene likevel kunnskap gjennom aktuelle kjennskap til bruksområder med ulike eksempler. Selv om energibesparelse spesielt har blitt avdekt som viktig, har optimalisering og dokumenthåndtering blitt satt i fokus. Kjennskapen informantene sitter med viser at det er muligheter for at BIM kan bli bedre utnyttet i fremtiden. For å få til en slik endring må benyttede programmer gi en bedre brukeropplevelse, og samtidig sørge for at veiledere og eventuelle standarder er lette og forståelige og ta i bruk.

For at man effektivisere prosessen med å ta i bruk BIM, holder det samtidig ikke bare med kjennskap til BIM eller å gjøre brukeropplevelsen bedre. De menneskelige faktorene spiller i tillegg en stor rolle. Spesielt kompetanse har blitt utpekt som en viktig faktor, der det er behov for økning. For å få til dette må alle interessenter kommunisere og involvere seg, slik at man har en felles helhetlig forståelse. I arbeid der det blir tatt valg som påvirker en annen fase, må de som jobber i denne fasen bli inkludert slik at man kan stille de rette kravene. Til slutt er det avgjørende at man deler erfaringer og følger opp på det arbeidet som er gjort og deler nyttig og ny informasjon man finner, som eksempelvis aktuelle standarder. Det er ved å øke kunnskapsnivået i bransjen og se på hvordan BIM kan bidra til en mer lønnsom digitalisering, og sørge for at alle fasene blir inkludert i arbeidet, at man vil få til en helhetlig implementering av BIM, samt få til en bedre bruk av BIM i FDVU.

Fra resultat, diskusjon og konklusjon, er det noen områder som skiller seg ut for videre arbeid med for å effektivisere prosessen med å ta i bruk BIM. For det første kan det være aktuelt å undersøke videre hvordan man skal øke kompetansen om BIM hos de som jobber innen FDVU. For det andre burde en jobbe videre med LOIN og hvordan man skal stille de rette kravene og etterspørre informasjon. Til dette vil ISO 19650 være til hjelp og det bør derfor rettes et fokus på bruken av denne standarden. For det tredje burde en se på hvordan BIM kan brukes til en mer lønnsom digitalisering og hvordan kontrakter kan bedre tilpasses for å få til dette. Til slutt burde en se på programmer og hva man skal gjøre for å få til en brukervennlighet som de innen FDVU klarer å bruke.

## Litteraturliste

- Abideen, D. K., Yunusa-Kaltungo, A., Manu, P., & Cheung, C. (2022). A Systematic Review of the Extent to Which BIM Is Integrated into Operation and Maintenance. *Sustainability*, 14(14), 8692. <https://doi.org/10.3390/su14148692>
- BNL. (2017). *Digital veikart- for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BAE-næring*. <https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-2017---full-rapport.pdf>
- BNL. (2020). *Digitalt veikart 2.0 -En anbefaling til ledere i byggenæringen*. [https://www.bnl.no/siteassets/bilder/generelle-bilder/digitaltveikart\\_2020.pdf](https://www.bnl.no/siteassets/bilder/generelle-bilder/digitaltveikart_2020.pdf)
- Byggeallianse, G. (2023). *Klimakur for bygg og eiendom*. Retrieved 07.03.2023 from <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/#1610543721156-39143120-001d>
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode*. Universitetsforl. <https://doi.org/oai:nb.bibsys.no:991112745404702202>
- URN:NBN:no-nb\_digibok\_2013071208043
- DIBK. (2019, 01.10.2019). *Kapittel 4 Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) § 4-1. Dokumentasjon for driftsfasen*. Retrieved 27.01.2023 from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/4/4-1/>
- Dragland, Å. (2015). *Vil kulturarven tåle monsterrregn?* Retrieved 11.01.2023 from <https://gemini.no/2015/11/vil-kulturarven-tale-monsterrregn/>
- Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P. (2019). BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 39, 227-247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.01.005>
- Godager, B., & Mohn, K. (2023). Digital management for unforeseen trigger events using ISO 19650. In (pp. 235-241). <https://doi.org/10.1201/9781003354222-30>
- Godager, B., Mohn, K., Merschbrock, C., Klakegg, O., & Huang, L. (2022). Towards an improved framework for enterprise BIM: the role of ISO 19650. *Journal of Information Technology in Construction*, 27, 1075-1103. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.053>
- Godager, B., Onstein, E., & Huang, L. (2021). The Concept of Enterprise BIM: Current Research Practice and Future Trends. *IEEE Access*, 9, 42265-42290. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3065116>
- Griffin, E. L., & Andersen, T. O. (2020). *Gevinstrealisering med BIM – barrierer og muligheter*. [https://www.standard.no/Global/PDF/Standard%20Morgen/2020BIM-rapport/Standard\\_rapport%20BIM\\_enkeltsider\\_SKJERM.pdf](https://www.standard.no/Global/PDF/Standard%20Morgen/2020BIM-rapport/Standard_rapport%20BIM_enkeltsider_SKJERM.pdf)
- Grønmo, S. (1996). *Forholdet mellom kvalitative og kvantitative tilnæringer i samfunnsforskningen*. Universitetsforl.
- Grønmo, S. (2020). Innholdsanalyse. Store norske leksikon. Retrieved 04.01.2023 from <https://snl.no/innholdsanalyse>
- Guzman, G., & Ulloa, W. (2020). Bim Application in the Operation and Maintenance Management of a Sports Infrastructure. *Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. <https://doi.org/10.24928/2020/0015>
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*.
- Haugen, T. I. (2008). *Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger*. Tapir Akademisk Forlag.
- Hoang, G. V., Vu, D. K. T., Le, N. H., & Nguyen, T. P. (2020). Benefits and challenges of BIM implementation for facility management in operation and maintenance face of buildings

- in Vietnam. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 869, 022032.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/869/2/022032>
- Holstad, M. (2023, 14.02.2023). *Rekordhøy strømpris i 2022 – dempet av strømstøtte*. Retrieved 22.02.2023 from <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/rekordhoy-strompris-i-2022--dempet-av-stromstotte>
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt. <https://doi.org/oai:nb.bibsys.no:999919843770602202>  
 URN:NBN:no-nb\_digibok\_2020042348002
- Johannessen, K. A. (2022). *Digital Tvilling*. Retrieved 20.01.2023 from <https://www.sintef.no/ekspertise/digital/anvendt-matematikk/digital-tvilling/>
- Johannessen, L. E. F. (2018). *Hvordan bruke teori? : nyttige verktøy i kvalitativ analyse*. Universitetsforl.
- Kvale, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg. ed.). Gyldendal akademisk.
- Lu, Q., Chen, L., Lee, S., & Zhao, X. (2018). Activity theory-based analysis of BIM implementation in building O&M and first response. *Automation in Construction*, 85, 317-332.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.017>
- Metcalfe, D., & Thoani, M. (2019). *Five Digital Twin Strategies For Industrial Facilities*. <https://sphera.com/wp-content/uploads/2020/01/Verdantix-Five-Digital-Twin-Strategies-For-Industrial-Facilities-2.pdf>
- Munir, M., Kiviniemi, A., Jones, S., & Finnegan, S. (2020). BIM-based operational information requirements for asset owners. *Architectural Engineering and Design Management*, 16(2), 100-114. <https://doi.org/10.1080/17452007.2019.1706439>
- Nordicbim. (2022). *BUILDING INFORMATION MODELING BIM i går, i dag og i morgen*. Retrieved 25.02.2022 from <https://www.nordicbim.com/no/alt-om-bim-bygningsinformasjonsmodellering-fra-vugge-til-grav>
- Patacas, J., Dawood, N., & Kassem, M. (2020). BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. *Automation in Construction*, 120, 103366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103366>
- Peng, Y., Lin, J.-R., Zhang, J.-P., & Hu, Z.-Z. (2017). A hybrid data mining approach on BIM-based building operation and maintenance. *Building and Environment*, 126, 483-495.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.030>
- Shemery, A., Hampson, K., Wu, P., Mohamed, S., Thomson, G., & Hitchcock, D. (2019). *Using BIM for ongoing Building Operations throughout a Building's Lifecycle*.
- SSB. (2009, 08.01.2009). *Elektrisitetspriser, 4. kvartal 2008*. Retrieved 22.02.2023 from <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris/arkiv/2009-01-08>
- StandardNorge. (2020a). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) — Informasjonsforvaltning med BIM — Del 1: Begreper og prinsipper (ISO 19650-1:2018)* (NS-EN ISO 19650-1:2018).  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=1131728>
- StandardNorge. (2020b). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) Informasjonsforvaltning med BIM* (NS-EN ISO 19650-3:2020).  
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=1150437>

- StandardNorge. (2022a). *Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling for bygninger og tilhørende uteområder (FDVU-dokumentasjon)*.  
<https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1428675>
- StandardNorge. (2022b, 23.12.2023). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk – ISO 19650- serien*. Retrieved 12.01.2023 from  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/digital-byggeprosess/iso-19650-serien/>
- Tjora, A. H. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal akademisk.  
<https://doi.org/oai:nb.bibsys.no:991211776294702202>
- URN:NBN:no-nb\_digibok\_2020092507516
- Vass, S., & Gustavsson, T. K. (2017). Challenges when implementing BIM for industry change. *Construction Management and Economics*, 35(10), 597-610.  
<https://doi.org/10.1080/01446193.2017.1314519>

## Vedlegg

**Vedlegg 1:** Intervjuguide..... 1

**Vedlegg 2:** Informasjonsskriv til informanter (Vil du delta i forskningsprosjekt)..... 3

# Intervjuguide

## Litt om deg selv

Navn

Yrke og Erfaring

## Dagens situasjon

Hvordan bruker byggherre/eier arbeider/bruker data/informasjon i FDVU i dag. Hva er dagens situasjon i FDVU fasen?

1. Hva brukes tilgjengelig BIM til i dag? Kun visualisering? Er den oppdatert og god nok?
2. Hva har egentlig plan vært for BIM modellene etter endt produksjon? Har de blitt holdt?
3. Finnes det i dag noe løpende kontakt mellom byggherre/entreprenør/drift for å holde BIM oppdatert?
4. Hvordan fungerer kommunikasjonen mellom dere, byggherren og prosjekterende når det gjelder rapportering av avvik mellom modell og virkelighet og oppdatering av modeller?

## Informasjonsuthenting og styringssystemer

Hvordan kartlegger og kommuniserer din virksomhet problemer/feil/mangler for et prosjekt/bruksfase i dag? Hvor og hvordan blir data og informasjon oppbevart i dag? Er det noe system og struktur for lagring av informasjon?

1. Hvordan blir informasjon om selve bygget/anlegget hentet ut? Hvor ligger denne informasjonen?
2. Hvordan blir vedlikehold, utskiftning, oppgraderinger, feil, mangler og andre arbeidsoppgaver rapportert og loggført idag?
3. Hvordan oppbevares informasjon i dag? Splittet over flere systemer eller på et felles?
4. Hvordan styres byggets systemer? Styres eksempelvis klimaanlegget i bygget, eller kan dette gjøres utenfor bygget? (eksternt)

## Ansvar, rettigheter og kommunikasjon

Jeg ønsker og å finne ut av hvordan byggherren/eieren stiller krav til hva som skal inkluderes av dokumentasjon/informasjon/data/geometri? Og hvor disse kravene hentes ifra. I hvilken grad blir driftspersonell inkludert i avgjørelsen? I hvilken grad blir dere informasjonsbehov ivaretatt? Hvilke minstekrav stilles?

1. Hvem har eller burde ha ansvar for å vedlikeholde **informasjonen** og hvem burde ha ansvar for å vedlikeholde **geometrien** i en BIM etter overlevering av prosjektet (bygget står ferdig og går over til drift)?
  - a. Hvorfor akkurat denne gruppen?
2. Får drift muligheten til å påvirke beslutninger for operasjonen av byggverket?



## Overlevering og Kvalitet

Når er en BIM modell god nok. As-built, FDVU-BIM eller digital tvilling?

1. Blir det gjort store endringer i bygget etter at det står ferdig? Hvor mange endringer gjøres vanligvis de første to årene, og blir modellene oppdatert når endringer gjøres?
2. Føler du at modellene dere får tilsendt er av tilstrekkelig kvalitet og kan brukes til det formålet dere måtte ønske?

## Kostnad, ressurs og penger

Hvor mye tenker du man skal være villig til å bruke av penger og ressurser til å holde modeller oppdaterte?

1. Hvor tenker du en positiv avkastning kan hentes når det gjelder FDVU-BIM? Eller er det kun negativ avkastning?
2. Alt bunner som regel ned til penger. Hva mener du skal til for at eiere/byggherre skal investere det lille ekstra for FDVU-BIM?
3. Hvor tror du BIM har størst nytteverdi?

## Barrierer og problemer

Jeg ønsker å finne ut av hva som fungerer med BIM i FDVU, hva som er barrierene/hindringene/problemene og hva de tenker må til for å bedre prosessen?

1. Føler du at det mangler eller føler du at du har gode veiledere/standarder for å forbedre BIM-FDV-prosessen, og hva kan gjøres for å fylle dette gapet?
  - a. Har du benyttet eksempelvis ISO19650 serien og spesielt del 3?
2. Hva hindrer dere fra å ta i bruk BIM mer aktivt, og har du tilstrekkelig kunnskap til å benytte deg av BIM-modellene?
3. Hvilke typer programmer benytter dere inn mot BIM i FDV? Og føler du at de verktøyene og den kunnskapen du besitter holder til å benytte BIM slik du måtte ønske?
4. Hvorfor tror du dette problemet ikke har blitt løst ennå? Er det på grunn av mangel på pilotprosjekter eller er fokuset for høyt på selve prosjekteringsdelen, eller bør det bli implementert tidligere i prosjektfasen?
5. Vil du si at problemer tilhørende BIM har blitt løst fra en bottom-up eller top-down tilnærming? Bottom-up er når man finner og løser de mindre problemene. Top-down er når man ser på helhetsproblemet, splitter disse opp og løser de mindre problemene.
6. Vil du si at fokus knyttet til BIM bruk har vært feil?

## Løsning for fremtid

Har du forslag til noen løsninger for hvordan BIM i FDVU bedre kan implementeres?

1. Hvis du ikke har noe samarbeid for vedlikeholdene av modell. Hva tenker du om ansettelse av egne personer til å ta vare på dette?
2. Hvem mener du bør være drivere for endringer slik at vi kan oppnå bedre FDVU-BM praksis?
3. Hva med joint ventures som fortsetter inn mot drift?



## Vil du delta i forskningsprosjektet

*Hvordan kan BIM bedre implementeres i FDVU fasen?*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut av hvordan BIM bedre kan implementeres i drift og vedlikeholdsfasen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

### **Formål**

Formålet med prosjektet er å finne ut av hvordan BIM bedre kan implementeres i drift og vedlikeholdsfasen. Det er derfor aktuelt å få et innblikk i hvilke tanker de prosjekterende, samt byggherren/kunden rundt dette temaet.

Problemstillingen for oppgaven er følgende:

*Hvordan kan BIM bedre implementeres i FDVU fasen?*

Denne hovedoppgaven/masteroppgaven er en avsluttende oppgave for Prasath Ahilan.

### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Oppgaven gjøres og i samarbeid med Multiconsult

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Utvalget som er valgt, skyldes deres tilhørighet til BAE-næringen. For spørreundersøkelsen er denne delt gjennom studentens sosiale jobbkanaler. Involverte i intervjuer og spørreundersøkelser er gjort med hjelp ifra Multiconsult.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

#### Intervju

Intervjuer vil bli gjort enten fysisk eller digitalt. Varigheten vil være på mellom 45-90 min. Det vil bli gjort opptak gjennom NSD sin diktafon app ved et fysisk møte. Digital møter gjennom Teams eller Zoom vil integrerte opptaksknapper i programvare bli benyttet. Etter transkribering vil dette bli sendt tilbake til intervjuobjektet for godkjemning.

### **Det er frivillig å delta**

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

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

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

tilgang på dataene. Dataene lagres lokalt på studentens maskin, NSD sin diktafon app, samt skylagrinstjenesten Onedrive. Deltakerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon.

#### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Prosjektet vil etter planen avsluttes 11. juni 2023. Da vil alle personopplysninger og opptak bli slettet. Anonymiserte data vil derimot kunne bli lagret på ubestemt tid, slik at det kan bli benyttet til videre forskning hvis behov.

#### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandørs personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

#### **Dine rettigheter**

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- NTNU ved Bjørn Arild Godager på epost: [bjoern.godager@ntnu.no](mailto:bjoern.godager@ntnu.no)
- NTNU ved Prasath Ahilan på epost: [prasatha@stud.ntnu.no](mailto:prasatha@stud.ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen på epost: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen av prosjektet som er gjort av Sikt's personverntjenester ta kontakt på:

- Epost: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no), eller telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

*Bjørn Arild Godager*  
(Forsker/veileder)

*Prasath Ahilan*  
(Student)

---

## **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Hvordan kan BIM bedre implementeres i FDVU fasen?*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

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

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)



