

Digitalisering og Implementering av BIM

- Med kontraktuelle muligheter

DANIEL FAKHRZAD



VEILEDER

Paul Ragnar Svennevig

Universitetet i Agder, 2020

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for ingeniørvitenskap

Denne siden holdes blank

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

| | | |
|----|---|-------------------------------------|
| 1. | Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. | Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> - ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. - ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. - ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. - har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. - ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. | Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§ 31. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. | Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. | Jeg/vi er kjent med at Universitetet i Agder vil behandle alle saker hvor det foreligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. | Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider. | <input checked="" type="checkbox"/> |

Publiseringsavtale

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene, vil bli registrert og publisert i Brage Aura og på UiA sine nettsider med forfatter(ne)s godkjennelse.

Opgaver som er unntatt offentlighet eller taushetsbelagt/konfidensiell vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Universitetet i Agder en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

JA NEI

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

JA NEI

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

JA NEI

Er oppgaven unntatt offentlighet?

JA NEI

(inneholder taushetsbelagt informasjon. Jfr. Offl. §13/Fvl. §13)

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet ved Institutt for Ingeniørvitenskap som en del av masterprogrammet for bygg ved Universitet i Agder. Masteroppgaven er den avsluttende oppgaven i emnet BYG500 og ble utarbeidet våren 2020 under det sjette og siste semesteret.

Jeg har alltid hatt stor lidenskap for teknologi og hvordan det fører til økt digitalisering i samfunnet. I den forbindelse, hadde jeg et ønske om å undersøke digitaliseringssituasjonen i byggebransjen. For å realisere dette prosjektet, har min veileder Paul Ragnar Svennevig vært en støttende medspiller. Han har vist stor interesse for utviklingen av oppgaven og har alltid vært tilgjengelig, selv under hektiske tider. Gjennom han, har jeg fått mange gode råd og forslag. Jeg vil dermed rette en stor takk til Paul for hans enorme bidrag.

Jeg vil også å takke alle intervjuobjektene som har vist engasjement og satt av tid for min masteroppgave. Jeg var helt avhengig av deres erfaringer og innspill for å gjennomføre min oppgave. Til slutt vil jeg takke mine foreldre for å tilrettelegge alt utenom det akademiske og min lillesøster som jevnlig har utpekt mine grammatiske feil.

Rælingen, 6. Juni 2020



Daniel Fakhrzad

Summary

Digitalization in the Norwegian construction industry has been described as “slow developing” compared to other national industries. This thesis has aimed at identifying some of the most visual limitations while discussing the challenges currently facing in its current stage of progression. To examine the current situation, the author has utilized established theories to evaluate the challenges and explore possible progression path for the industry. Factors such as decreasing productivity and lack of innovation were some of the highlighted fundamental issues associated with the growth of digitalization in the construction industry. Based on the digitalization status presented in the theory, there is need to invest more on digital infrastructural development of the industry to make it compete favorably with other industries in Norway. To expand the limit of the study, the author reviewed the challenges associated with the implementation of BIM and associated contractual opportunities. This research utilized a qualitative research methodology. In this regard, five individuals with lots of experience and competency in the field of digitalization and BIM were interviewed. The data obtained from these interviews were collated and utilized to clarify uncertainties and proffer possible progression pathway for the digitization of the construction industry. The result of the research has shown that digitalization is in fact going slow in comparison with national expectations, but it could not have progressed quicker given the limitations of general digital application in the construction industry. The study also identified that as an industry with high number of workers with different technical backgrounds, it is challenging to implement and establish new technological tools and methods of work. Even with some adversity, some part of the Norwegian construction industry is showing great will to move forward to become more digitalized. The BIM situation in the Norwegian construction industry is classified as level 2 in Bew-Richards maturity model, with some few indications of transitions to level 3. With today’s standard contracts being identified as a main barrier for further progression, it is a demand from the industry for BIM to be integrated as a part of the standardized construction contracts.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| OBLIGATORISK EGENERKLÆRING/GRUPPEERKLÆRING | I |
| PUBLISERINGSAVTALE | II |
| FORORD..... | III |
| SUMMARY | IV |
| INNHOLDSFORTEGNELSE | V |
| FIGURLISTE..... | VII |
| TABELLISTE..... | VII |
| 1 INNLEDNING | 1 |
| 1.1 Bakgrunn | 1 |
| 1.2 Funn i tilsvarende studie..... | 3 |
| 1.3 Begrepsavklaring og forkortelser | 4 |
| 2 SAMFUNNSPERSPEKTIV | 5 |
| 3 TEORIBAKGRUNN | 6 |
| 3.1 Definisjonen av BIM..... | 6 |
| 3.2 buildingSMART..... | 7 |
| 3.3 Modenhet | 8 |
| 3.4 Virtual Design and Construction - VDC..... | 12 |
| 3.5 Trender | 13 |
| 3.6 Digitalisering av BA-næringen..... | 16 |
| 3.7 BIM-krav i byggekontrakter | 19 |
| 4 FORSKERSPØRSMÅL..... | 23 |
| 4.1 Avgrensninger..... | 23 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5 | CASE | 24 |
| 6 | METODE..... | 25 |
| 6.1 | Valgt metode..... | 25 |
| 6.2 | Datainnsamling..... | 25 |
| 6.3 | Analyse av data..... | 29 |
| 6.4 | Oppsummert fremgangsmåte..... | 31 |
| 7 | RESULTAT..... | 32 |
| 7.1 | Digitalisering | 32 |
| 7.2 | BIM..... | 37 |
| 7.3 | Kontrakter | 41 |
| 8 | DISKUSJON..... | 44 |
| 8.1 | Utviklingen av digitalisering i norsk BA-næring | 44 |
| 8.2 | Digitaliseringstrender | 46 |
| 8.3 | Implementering av BIM..... | 48 |
| 8.4 | Bransjens BIM-modenhhet | 49 |
| 8.5 | BIM i byggekontrakter..... | 51 |
| 8.6 | Fremtiden i digitalisering og BIM..... | 52 |
| 8.7 | Svakheter ved studien | 52 |
| 8.8 | Videre arbeid | 53 |
| 9 | KONKLUSJON..... | 54 |
| 9.1 | Digitalisering av dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring..... | 54 |
| 9.2 | Utfordringer rundt implementering av BIM..... | 54 |
| 10 | ANBEFALINGER..... | 55 |
| 11 | REFERANSER | 56 |
| 12 | VEDLEGG..... | 60 |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 1.1 Produktivitet i bygg og anlegg siden år 2000 [3] | 1 |
| Figur 1.2 Innovasjonsaktivitet i norsk næringsliv angitt i prosent, SSB [6] | 2 |
| Figur 3.1 Samspillet mellom prosesser, standarder, teknologi og mennesker i BIM [17] | 7 |
| Figur 3.2 BIM modenhet, [17] | 9 |
| Figur 3.3 Prosess for MMI [29] | 10 |
| Figur 3.4 MMI i ARCHICAD, [31] | 11 |
| Figur 3.5 Modenhet for digitalisering – Digitalt Veikart [7] | 11 |
| Figur 3.6 Utvidet virkelighet, VR [49] | 15 |
| Figur 3.7 DESI-indeks i Europa [60] | 17 |
| Figur 3.8 BNL - mål innen 2025, fra [7]..... | 17 |
| Figur 3.9 Digitalt Veikart, fra [7] | 18 |
| Figur 3.10 BIM og Digital tvilling, fra [70]..... | 20 |
| Figur 6.1 Grader av strukturering av et intervju. Utvalgt strukturering markert med svart. Etter [73] | 26 |
| Figur 6.2 Deduktiv og induktiv fremgangsmåte, fra [78] | 27 |
| Figur 6.3 Studiens validitet og reliabilitet [31] | 31 |
| Figur 7.1 Modenhetsmodell – Intervjuobjektene selvplassering. | 41 |
| Figur 8.1 Faktisk status på bransjemålene – Digitalt Veikart | 46 |
| Figur 8.2 Grad av BIM i bransjen [31]..... | 49 |
| Figur 8.3 Bransjens plassering i Bew-Richards modenhets modell..... | 50 |

Tabelliste

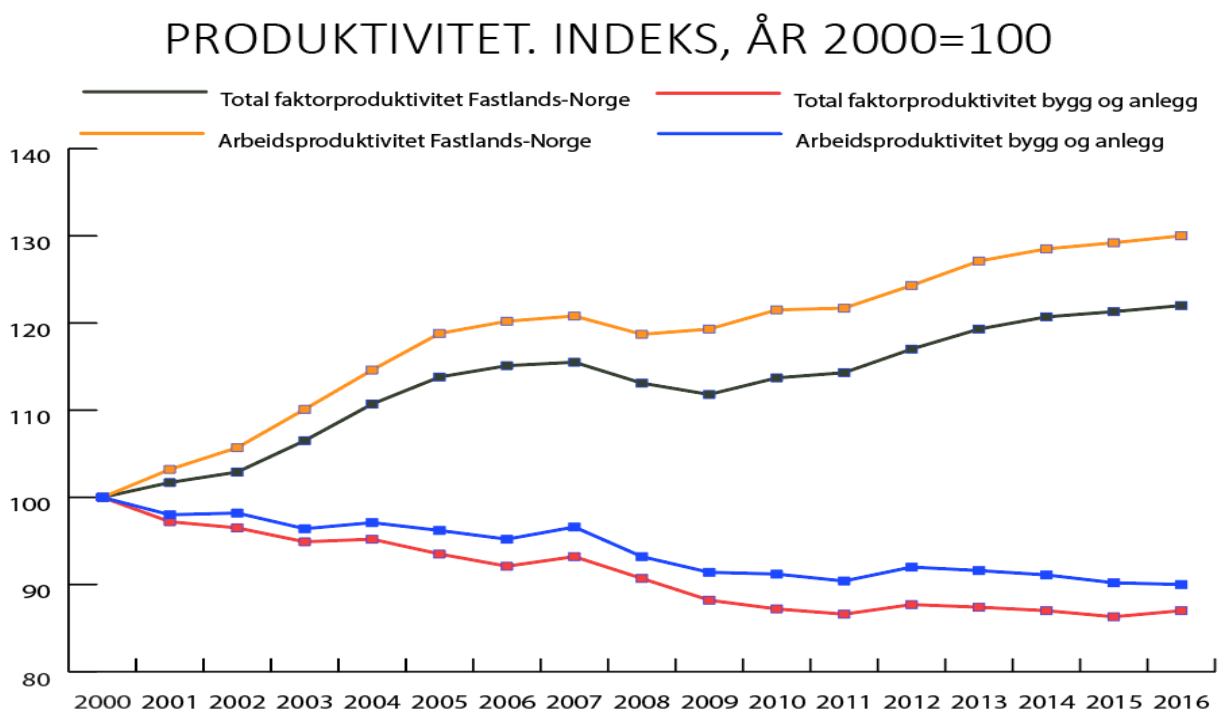
| | |
|---|----|
| Tabell 3-1 Definisjoner av BIM [14] [15] [16] | 6 |
| Tabell 3-2 Stegene i MMI [29] | 10 |
| Tabell 3-3 Ulike trinn i digitaliseringsprosessen – Digitalt Veikart [7]..... | 12 |
| Tabell 6-1 Oversikt over intervjuobjekter [31] | 28 |
| Tabell 6-2 Søkemotorer [31] | 28 |
| Tabell 6-3 Sentrale søkerord [31]..... | 29 |
| Tabell 4 Stegvis fremgangsmåte for innsamling av data [31] | 31 |
| Tabell 8-1 BIM, tegninger og beskrivelser, kontraktshierarki [31]..... | 52 |

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

«Når byggebransjen tar i bruk digitale verktøy i større omfang, gir det mange positive effekter ... Digitaliseringen gjør bransjen mer økonomisk bærekraftig og mer miljøvennlig. Dessuten gir det færre feil under byggeprosessene [1].»

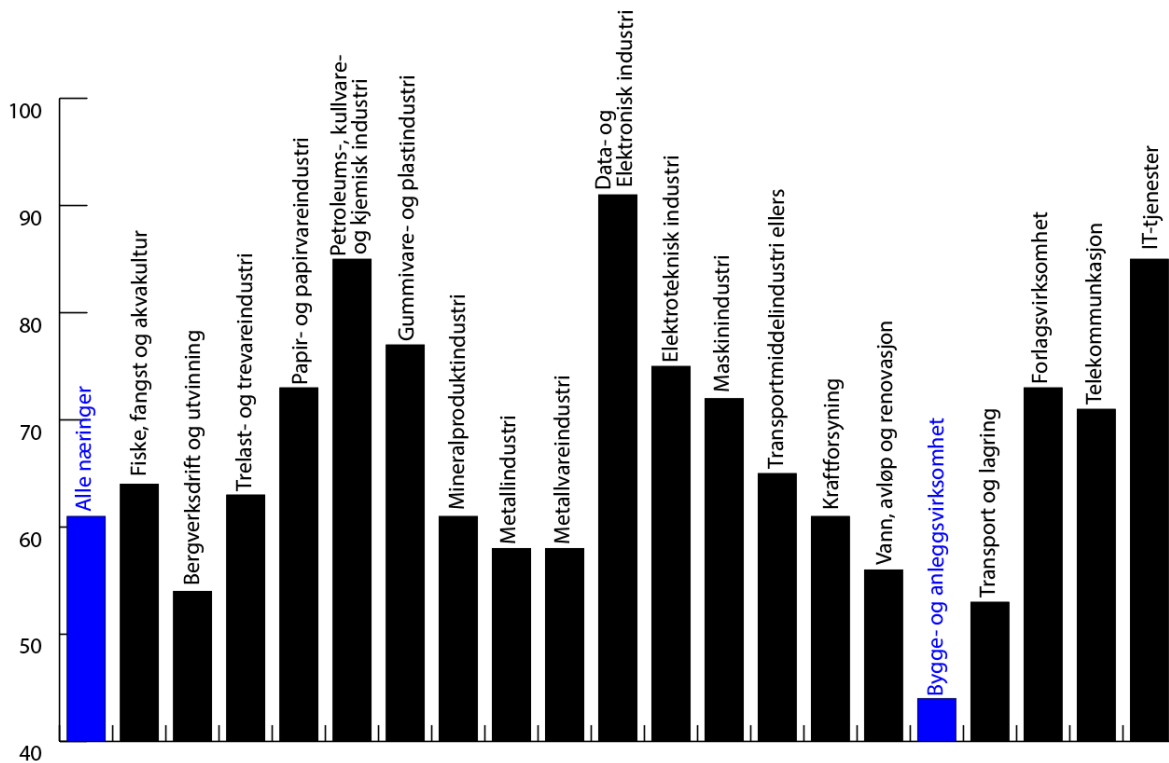
Slik beskrev direktøren for digitalisering og utvikling hos Statsbygg, betydningen av digitalisert byggebransje i et intervju med Fremtidens Byggenæring. Selv om fordelene ved digitalisering viser seg å være store, har fortsatt bygg- og anleggsnæringen hengt etter sammenliknet med andre næringer. Ifølge SSB har produktiviteten i bygg og anlegg vært negativ over de to siste tiårene [2].



Figur 1.1 Produktivitet i bygg og anlegg siden år 2000 [3]

Grafen i Figur 1.1 illustrerer hvordan produktiviteten i bygg- og anleggsnæringen har vært i forhold til resten av fastlands-Norge. Grunnet motsatt utvikling i BA-næringen har det oppstått et stort gap i statistikken som skyldes forskjellige årsaker. SSB påstår at økende mengde arbeidsinnvandring introduserer språkbarrierer i norsk næringsliv som forhindrer god informasjonsflyt og produktivitet. I tillegg har statistikken ekskludert et positivt bidrag fra prefabrikkerte bygningselementer, ettersom dette er en kategori under byggevareindustrien [3].

I mål om å effektivisere dagens byggeprosesser er det et stort behov for digitalisering. Effektiv informasjonsflyt i bransjen, vil føre til store tids- og kostnadsbesparelser. Norgessjefen i Microsoft, Kimberly Lein-Mathisen beskriver dagens byggenæring i Norge: «Bygg- og anleggsbransjen er verst av alle bransjer i Norge, når det gjelder digitalisering og er dårligst på effektivitet.» Videre påstår Lein-Mathisen at bedrifter er opptatt av å bevare tradisjonene sine fremfor å investere i innovasjon og digitalisering [4]. I mål om å oppnå vekst i produktiviteten er innovasjon en avgjørende faktor [5].



Figur 1.2 Innovasjonsaktivitet i norsk næringsliv angitt i prosent, SSB [6]

Grafen i Figur 1.2 illustrerer innovasjonsaktiviteten i de ulike næringene i Norge. Listen er redusert fra den opprinnelige statistikken som er publisert av SSB. Intensjonen er å tallfeste påstandene til Lein-Mathisen ved å se om det har et statistisk grunnlag. Statistisk investerer bygg- og anleggsvirksomhetene i Norge minst i innovasjon, sammenliknet med andre store næringer. Hva kan være årsakene?

I 2017 ble et digitalt veikart publisert av Byggenæringens Landsforening. Hensikten med rapporten er å vise veien til en heldigitalisert bygg- og anleggsvirksomhet. Målet er å effektivisere digitaliseringen slik at informasjonsflyten optimaliseres. Det vil være interessant å undersøke utbytte og nåværende status av dette initiativet, tre år etter at det ble offentliggjort [7].

Hensikten med valg av emnet er å undersøke faktorer som ligger i grunn for treg digitalisering i en av verdens største næringer. I Norge er omtrent 5% av befolkningen sysselsatt i bygg- og anleggsvirksomheten [8]. BIM er implementert i bransjen, men om det blir brukt for det den er verdt er en usikkerhet. Bransjen har lenge blitt kritisert for å være ineffektiv og motivasjonene bak studien er nemlig å undersøke hvorfor utviklingen ikke går som mange har håpet på.

1.2 Funn i tilsvarende studie

«Implementering av BIM – Morten Knutsen 2017»

Knutsen har i sin forskning studert hvilke utfordringer og muligheter som oppstår ved implementering av BIM. Fokusområde i rapporten er byggekontrakter og effekten disse har ved bruk av BIM i prosjekter. Konklusjonen er at BIM brukes veldig variert i bygg- og anleggsprosjekter, dette henger sammen med byggherrens krav i kontraktene. Gjentatte ganger oppleves BIM-kravene i slike kontrakter som utdelige og/eller svært omfattende. Som resultat av dette har BIM-leveransene bestandig vært ufullstendige fra totalentreprenørens side. I tillegg kommer det tydelig frem hvem som er pådrivere når det kommer til implementering av BIM i prosjekter. Statlige byggherrene står tydelig i fronten, mens private og kommunale byggherrene henger etter. De to sistnevnte er mest opptatt av å få bygget levert og prioriterer dette ovenfor andre krav i konkurransegrunnlaget. Til slutt beskriver Knutsen norsk bygg- og anleggsnæring som et konservativt miljø med lav digital kompetanse. Ledere har lav BIM-kompetanse, noe som gjør det utfordrende å nå bransjemålene i det Digitale veikartet innen 2025 [9].

Det Knutsen presenterer i sin rapport fra 2017 er et høyaktuelt tema i bransjen der flere av utfordringene i digitaliseringsprosessen blir belyst. Det vil være interessant å undersøke dagens situasjon for å oppdage mulige forbedringer og hvor realistisk det vil være å nå digitaliseringsmålene innen 2025

«Digitalisering av byggeprosessen - Christian Eriksen 2017»

Eriksen har gjennomført en casestudie om «*Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo.*» I rapporten beskrives fordeler og ulemper som er erfart fra BIM i produksjon. Forskningen har konkludert at bruken av BIM er veldig prosjektavhengig og varierer blant ulike aktører. BIM blir aktivt brukt under møter og til dokumentasjon. Hos underentreprenører ligger BIM-ansvaret hos ledere og modellen brukes aktivt for diskusjoner og visualisering av bygningsdetaljer. BIM har vist seg å være mest brukt i prosjekter der BIM-kiosker er utplassert på byggeplassen. En slik løsning har blitt et møtepunkt som tilrettelegger for en god 3D-visualisering av tverrfaglige utfordringer. Som følge av dette, har arbeidere i produksjonsfasen fått en rekke fordeler. Med digitale visualiseringsverktøy, oppleves hverdagen enklere. Løsningene har bedret forståelsen for arbeidsoppgavene og i tillegg gitt et overordnet bilde av omfanget i prosjekter. Største gevinsten av opplyste arbeidere og ledere er feilkildene som reduseres. Resultatet er dermed økende produktivitet. For å implementere BIM kreves store investeringer i verktøy og opplæring. Dersom byggeplassen blir utstyrt med dyr og attraktiv teknologi, må også sikkerheten rundt område strammes ytterligere. I tillegg kan BIM-modellen ha en negativ effekt dersom den viser seg å være ufullstendig. Konsekvensen er at arbeidere vil utføre kostbare feil under produksjon. Derfor har implementering av BIM blitt et dilemma i bransjen. Å få ut gevinstene viser seg å være problematisk uten å støte på motgang og kostnader [10].

Her vil det være interessant å undersøke videre hva bransjen gjør i dag for å implementere BIM i sine prosjekter og hvordan de har løst sine problemer internt.

«En studie av byggenæringens erfaringer med bruk av digitale verktøy – Kristian Stevik 2019.»

I denne studien er søkelyset på digitale verktøy som brukes i byggenæringen. Forfatteren har gjennom undersøkelser og intervjuer med flere aktører i bransjen funnet ut at digitaliseringen har forbedret og forenklet store deler av byggeprosessen. Trendene med BIM-kiosker, håndholdte enheter, droner, utvidet og virtuell virkelighet har vært sentrale bidragsyttere i effektiviseringen. Fortsatt oppleves programvarene hos enkelte verktøy som underutviklet og det er essensielt at disse videreutvikles slik at bransjen kan ta nytte av nyvinningene. I tillegg oppleves både holdningen til menneske som en barriere for å anvende nye digitale produkter, dermed er menneskelig omstilling en nøkkelfaktor i implementeringsprosessen [11].

Siden denne studien ble gjennomført ett år i forkant av denne, vil utviklingen i bransjen være marginal. Uavhengig av denne studien er det fortsatt interessant å undersøke videre hvilke tiltak ulike bedrifter gjør for å sikre en god og effektiv overgang til nye teknologiske verktøy.

1.3 Begrepsavklaring og forkortelser

Android – Operativsystem for telefoner, nettbrett, fjernsyn, kamera ...

BA-næring – Bygg- og anleggsnæring

Barnesykdommer -Nyutviklet teknologi er ofte mangelfulle og ufullstendige

BNL – Byggenæringens landsforening

DAK – Dataassistert konstruksjon

Digital tvilling av et bygg – Konsept der virtuelt og fysisk produkt veksler data

FDV – Forvaltning, drift og vedlikehold

ICE – Integrated Concurrent Engineering

iOS – Operativsystemet på håndholdte enhetene til Apple (iPad, iPhone, iPod ...)

IPD – Integrated Project Delivery

IPU – Intelligent Planning Unit

Konkurransesgrunnlag – Beskrivelse av et prosjekts formål og ytelser som leverandører kan gi tilbud på

MMI – Model Modenhets Indeks

Pad – Forkortet fra engelske ordet «Tablet» som på norsk er et nettbrett

Papirløs byggeplass – Tegninger eksisterer ikke på papirformat, kun på digitale enheter

Tegningsfri byggeplass – Tekniske tegninger for arbeid eksisterer ikke, 3D-modell brukes direkte

Tweake – Gjøre mindre eller større endringer for å tilpasse et annet eller flere formål

2 Samfunnsperspektiv

Globale samfunnet opplever en digital overgang som medbringer en rekke fordeler. For å effektivisere informasjonsflyten og produktiviteten i arbeidsprosessene, utvikles stadig ny teknologi. Norge er blant verdens mest digitaliserte land, der utvikling går veldig raskt. Uheldigvis er den nasjonale digitale kompetansen begrenset, noe som gjør omstillingsprosessen utfordrende. Digitale transformasjonen handler ikke bare om overgangen fra papir til skjerm, men også automatisering og effektivisering av eksisterende prosesser.

Bygg- og anleggsvirksomhetene i Norge danner en av de største næringene på nasjonalt nivå. Bransjen består av mange aktører og samspill er en nøkkelfaktor for å gjennomføre prosjekter. Mange delprosesser i verdikjeden er utført på tradisjonelle måter og digitaliseringen henger etter. Sett fra et samfunnsperspektiv vil digitalisering og forbedringer i denne bransjen direkte påvirke resten av omverdenen. Bygg står for store deler av global utslipp av klimagasser. Selv om store deler av disse utslippene representerer driftsperioden, er det stort forbedringspotensial i hele livssyklusen til fremtidens bygg. Staten er en aktiv pådriver som årlig strammer opp miljømålene gjennom statsbudsjettet. Virksomhetene må aktivt gjøre tiltak for å omstille seg. Bransjen har i fellesskap satt seg flere mål som omhandler hvordan digitalisering av bransjen kan øke produktiviteten, redusere miljøbelastningene og redusere kostnadene innen 2025. I denne rapporten er et av målene å fremheve hva virksomhetene i bransjen bør gjøre i fellesskap og internt for å ta størst mulig nytte av digitaliseringen.

Sikkerhetsrutiner i et miljø som ofte er fareutsatt er essensielt. Årlig rapporteres flere ulykker og skader som preger mennesker under arbeid. Bygg- og anleggsarbeid kan være belastende og ved tilfeller koste liv der sikkerheten underprioriteres. Med digitalisering og robotisering vil mange av farene elimineres eller få mindre konsekvenser, ettersom mennesker ikke lenger vil befinne seg i faresonen. Statistisk er bygg- og anleggsarbeidere overrepresentert i antall arbeidsdødsfall i Norge. Antall dødsfall i BA-næringen står for 25% av alle arbeidsdødsfall nasjonalt. Dødsulykkene relateres direkte til bruk av kjørbare arbeidsutstyr som traktor, anleggsmaskin og landbruksmaskin [12]. I tillegg rapporterer arbeidsgivere i gjennomsnitt at 10 av 1000 ansatte i BA-næringen blir årlig utsatt for mindre og større ulykkeshendelser [13].

Til slutt er den mest avgjørende faktoren i bransjen kostnader. Investeringer og ressurser er midler som må iverksettes for å heve sikkerhet, informasjonsflyt og produktivitet. Selv om bransjen har et dårlig rykte om å være konservative, gjøres det aktivt tiltak som forsikrer tryggere arbeidsplasser. Miljøet blir oftere prioritert i byggeprosjekter, ettersom dagens teknologi er tilrettelagt for å gjennomføre raske og enkle analyser og estimeringer.

3 Teoribakgrunn

Dette kapittelet presenterer eksisterende litteratur relatert til hva som påvirker og danner digitaliseringsprosessen i norsk BA-næring. Basert på denne informasjonen er en intervjuguide utviklet for å undersøke i detaljer hva som gjøres internt og i felleskap hos ulike aktører i bransjen. Resultatene fra intervjuene er presentert i kapittel 7.

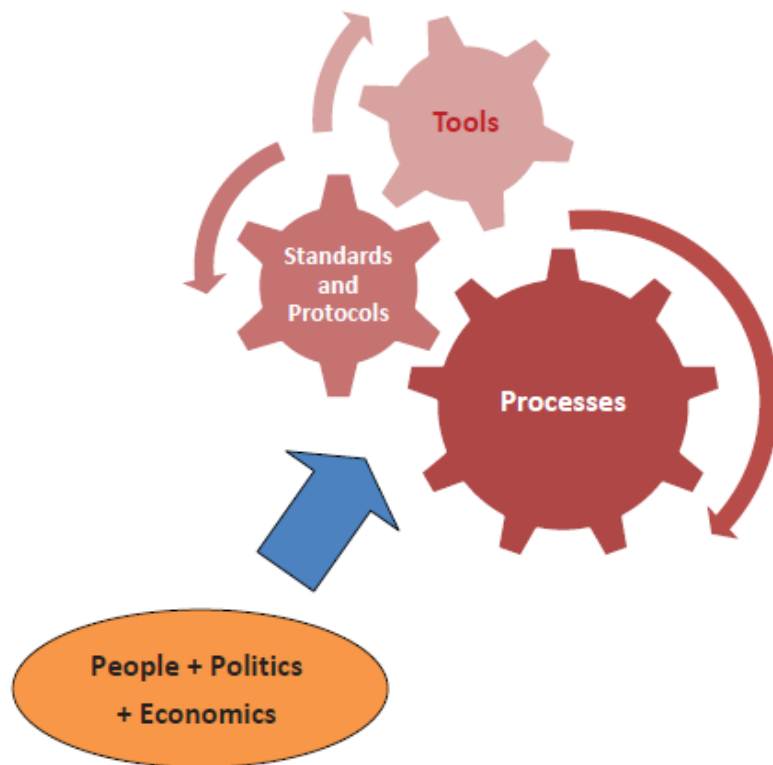
3.1 Definisjonen av BIM

BygningsInformasjonsModell eller BygningsInformasjonsModellering er oftest forkortet ned til BIM. Begrepet har skapt mye forvirring i bransjen og blir definert ulikt avhengig av hvem som forklarer det. Enkelte ser på det som en programvare, noen beskriver det som en virtuell modell, mens andre oppfatter det som en prosess. I realiteten er BIM en innholdsrik tredimensjonal digital modell som kan brukes i alle fasene av byggeprosessen. Tabell 3-1 viser hvordan utvalgte aktører i industrien definerer BIM.

Tabell 3-1 Definisjoner av BIM [14] [15] [16]

| KILDE | DEFINISJON |
|----------------------------|--|
| ISO 16757-1:2015(E) | «Construction of a model that contains the information about a building for all the phases of the building life cycle [14].» |
| AUTODESK | «Building Information Modeling (BIM) is an intelligent 3D model-based process that gives architecture, engineering, and construction (AEC) professionals the insight and tools to more efficiently plan, design, construct, and manage buildings and infrastructure [15].» |
| STATSBYGG | «BIM står for BygningsInformasjonsModell. BIM er digitale 3D-modeller av bygninger og andre byggverk med arealer, bygningsdeler, installasjoner og utstyr. BIM brukes også som en forkortelse for BygningsInformasjonsModellering når man snakker om arbeidsprosessene som leder fram til de digitale modellene [16].» |

Definisjonen endrer seg stadig og er avhengig av utviklingen innad og utenfor bransjen. Smartere teknologiske nyvinninger påvirker byggeprosessene i større grad. Fellesnevneren for de tre definisjonene i Tabell 3-1 er at BIM er en prosess som er støttet opp av digitale 3D-modeller for å effektivisere samspillet mellom ulike aktører under alle faser av byggets livssyklus. Boken «A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects» definerer «M» i BIM annerledes. Forfatteren Bimal Kumar foretrekker «Building Information Management» fremfor «Building Information Modelling.» Argumentasjonen er at BIM ikke kun omhandler teknologien som anvendes i et prosjekt, men også en kombinasjon av prosesser, standarder og protokoller. Uavhengig av hvor godt samspillet mellom disse er, vil ytre faktorer som mennesker, økonomi og politikk være svært avgjørende for effektiv utnyttelse av BIM i prosjekter [17]. Dette forholdet er presentert i Figur 3.1.



Figur 3.1 Samspillet mellom prosesser, standarder, teknologi og mennesker i BIM [17]

3.2 buildingSMART

buildingSMART, som tidligere het IAI er et internasjonalt samfunn som har sine mål og ambisjoner innenfor utviklingen av bærekraftige bygg [18]. Hensikten med organisasjonen er å bidra til økt effektivitet av ressursbruk gjennom alle faser av et byggs levetid. Resultatet av dette initiativet er å oppnå billigere byggeprosjekter med høyere kvalitet enn tidligere [19]. Strategien er å involvere næringen i et samarbeid ved å utvikle en åpenBIM-standard. For å realisere målet har buildingSMART utviklet formatet «Industry Foundation Classes» som de fleste kjenner til som IFC.

3.2.1 ÅpenBIM

ÅpenBIM konseptet handler om å digitalisere byggenæringen og inkludere alle aktørene for å oppnå gunstig koordinering av byggeprosessene. Dagens konvensjonelle metode er å formidle informasjon skriftlig på papir eller gjennom e-poster, noe som alltid har ført til komplikasjoner og ekstrakostnader i byggeprosjekter [20]. Når alle aktørene får tilgang til et åpent format i BIM, kan nødvendig informasjon utvekslet mellom alle parter på en effektiv måte [21]. buildingSMART beskriver sine standarder og krav gjennom tre deler som tilrettelegger for digitalisering av byggenæringen.

buildingSMART Datamodell IFC

IFC er et standardisert filformat som muliggjør utveksling av komplekse tredimensjonale modeller mellom aktørene i byggenæringen helt uavhengig av brukt programvare. Med eliminering av flere feilkilder som oppstår ved dataoverføring innat et prosjekt, vil byggeprosessene oppleve en effektivisering. Denne modellspesifiseringen er tilgjengelig som en internasjonal standard, ISO 15739-1:2018 [22].

buildingSMART Dataordbok IFD

IFD – International Framework for Data Dictionaries setter grunnlaget for bruk av åpenBIM mellom aktørene i bransjen. IFD automatiserer og effektiviserer prosessene for produksøk, produktspesifikasjon, varehandel og FDV-dokumentasjon. Fordelen med dataordbøkene er at de brukes over alle medlemslandene i buildingSMART og kan dermed utveksle åpenBIM informasjon med hverandre uten tap av data. Dataordboken er på basert på standarden ISO 12006-3 [23].

buildingSMART Prosess IDM

Tidligere var denne beskrivelsen kjent som Information Delivery Manual og er en formell prosess som beskriver aktører, prosedyrer og krav til ulike leveranser i et prosjekt. Hensikten er å effektivisere et prosjekt ved å danne klare retningslinjer for hvordan arbeidsoppgaver skal løses. IDM er basert på ISO 29481 [24].

3.2.2 LukketBIM

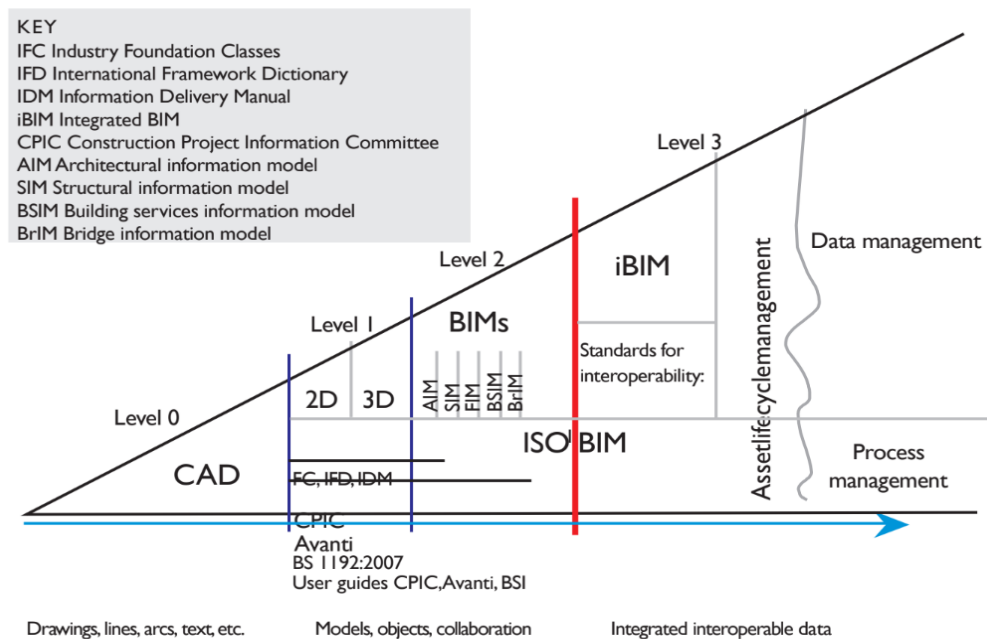
LukketBIM eller isolerende BIM handler om et grensesnitt som er begrenset for andre aktører å åpne. Konseptet kan ha flere former, eksempelvis kan et prosjekt som kun benytter seg av Autodesk sine programmer og filformater bli regnet som lukketBIM. Informasjonsdeling vil være problematisk med aktører som benytter seg av andre programvarer som ikke er i Autodesk sitt økosystem [25]. IKEA har utviklet en nettside som tillater sine kunder å sette opp sitt virtuelle kjøkken ved bruk av programmet «3D Kitchen planner», for å gi en visualisering før en eventuell bestilling. Alle kjøkkenkomponentene som IKEA tilbyr, er tilgjengelig i et bibliotek der forbrukere fritt kan velge mellom. Denne modellen er strategisk riktig bruk av lukketBIM. Når en kunde skal sette sammen et kjøkken, vil det være en fordel at produktutvalget faktisk tilbys hos produsenten [26].

3.3 Modenhet

Under dette delkapittelet presenteres en modell som ble utviklet i 2008 som beskriver modenhetsnivået av BIM i BA-næringen. I tillegg studeres Modell Modenhets Index-metodikken (MMI) som beskriver modenheten av objekter i en BIM-modell.

3.3.1 Bew-Richards modenhets modell

For å beskrive modenheten til BIM kan dette gjøres gjennom fire nivåer. En modell som opprinnelig er utviklet av Mark Bew and Mervyn Richards illustrer hvordan modenheten av BIM i byggenæringen kan fastslås. Modellen er inndelt i fire nivåer, der høyeste nivå presenterer et sofistikert bruk av BIM. Hensikten med modellen er å kategorisere eksisterende BIM-nivå og kartlegge videre utvikling basert nå-situasjonen i en vilkårlig virksomhet.



Figur 3.2 BIM modenhet, [17]

Nivå 0 er det mest elementære nivået av det som kan betegnes som BIM. Ved bruk av DAK kan digitale tegninger dannes ved bruk av dataverktøy. Dette er det første steget inn i digitalisering av tradisjonelle håndtegnings. DAK går under nivå 0, ettersom det egentlig ikke blir tilregnet som et BIM-verktøy i dag [27].

Nivå 1 har et lite grunnlag som ikke tilrettelegger for et godt samarbeid mellom byggherre, arkitekt og rådgivere. Fremstilling av 2D- og 3D-arkitekttegninger er lett oppnåelig på dette nivået. Enkle 2D- og 3D modeller fremstilles i et lukket BIM format. [17, 27].

Nivå 2 representerer definisjonen av BIM i en større grad sammenliknet med de to tidligere nivåene. Elementene i datamodellene har tekniske egenskaper. Eksempelvis et dekke som har informasjon om armeringsmengde, avstander, dimensjoner, betongtype samt mekaniske egenskaper som isolasjonsevne og brannmotstand. Ut ifra tilgjengelig data i modellen, kan kategoriserte lister over materialer hentes rett ut fra modellen. For at modenheten av BIM i et selskap skal tilfredsstillere kravene på dette nivået, må også 4D- og 5D-informasjonsdeling benyttes. Dette innebærer at BIM-modellen er kapabel til å estimere kostnader og fremdrift. Alle aktører må være involvert gjennom et åpen BIM-format for å betegne modenheten av BIM i en virksomhet som nivå 2 [17].

Nivå 3 er når alle aktører kan jobbe kollaborativt med samme modell gjennom ulike dataprogrammer. Endringer kan gjøres i sanntid og vil være tilgjengelig for alle involverte i verdikjeden. I tillegg er BIM utvidet videre til 6D og 7D. Livssyklusen til et prosjekt blir tatt med i betraktning i modellen. Ved endringer, blir informasjon om drift, vedlikehold og livstid gjort tilgjengelig. Løsningen tilrettelegger for bærekraftig drift og mulig kostnadsbesparelser i det lange løp. Alt dette er avhengig av en åpen BIM-modell. Kompatibilitet for alle aktører er nøkkelen til å kunne operere på det høyeste nivået [28].

3.3.2 MMI – Modell Modenhets Indeks

MMI beskriver modningsgraden av objektene i BIM-modeller. Indeksen forteller hvor langt objektene i en modell har kommet i prosessen fra konsept til ferdig bygget. Elementene i en modell vil gå gjennom alle fasene som er illustrert i Figur 3.3 før det står ferdig i et bygg. Tidligere var denne prosessen løst gjennom revisjon av papirtegninger og var en tidskrevende oppgave. Gjennom MMI i BIM blir dette tverrfaglige arbeidet effektivisert, og usikkerhet rundt modenheten av objektene i modellen kan nærmest elimineres [29]. Tidligere har enkelte aktører feiltolket en 3D-modell som en komplett modell og har ført til flere feilprosjekteringer [30].

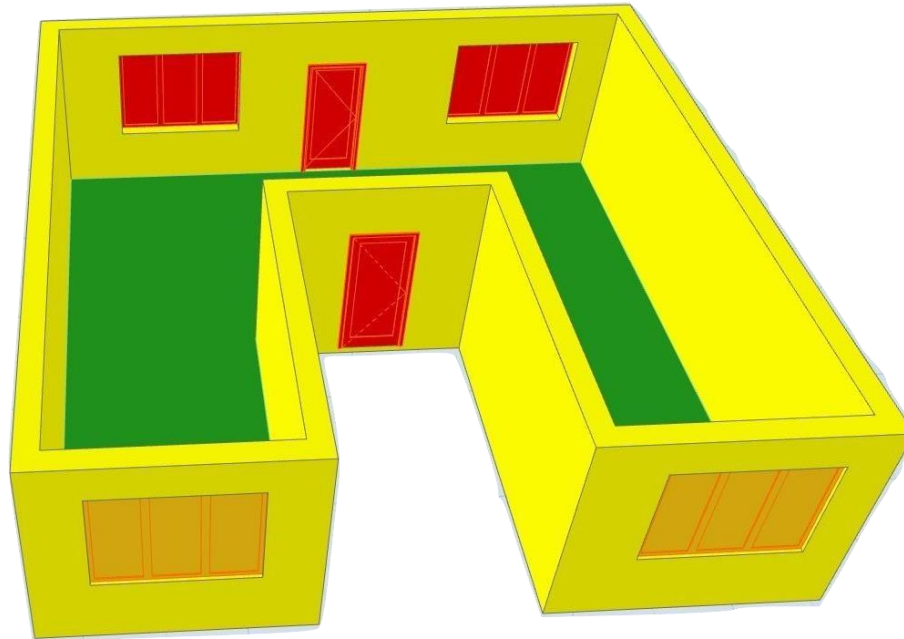


Figur 3.3 Prosess for MMI [29]

Tabell 3-2 Stegene i MMI [29]

| | |
|--|---|
| MMI 100: Skisse | Flere ulike forslag til løsning blir presentert. I denne fasen er det naturlig å gjøre store og små endringer i prosessen frem til MMI 200. |
| MMI 200: Ferdig konsept | Objektene som inngår i modellen er omtrent endelige, men små endringer kan oppstå så lenge det ikke skaper konflikt med andre fag. |
| MMI 300: Klar for tverrfaglig kontroll | Tverrfaglige objektene i modellen skal være modellert og ferdigplassert i riktig størrelse. I tillegg skal ikke disse objektene skape konflikter. |
| MMI 350: Utført tverrfaglig koordinering | Objektene i modellen er kontrollert tverrfaglig med hensyn på alle relaterte objekter. En iterativ prosess som til slutt oppnår statusen MMI 350. |
| MMI 400: Produksjonsunderlag | Alle konflikter eller andre innspill som endrer på designen rapporteres inn for gjennomgang. Etter alle tilbakemeldinger har objektet oppnådd MMI 400 og bestillinger kan gjennomføres. |
| MMI 500: Som bygget | For å oppnå MMI 500 må modellobjektet bygges, og modellen må oppdateres for å være i samsvar med resultatet av det utførte arbeidet. |

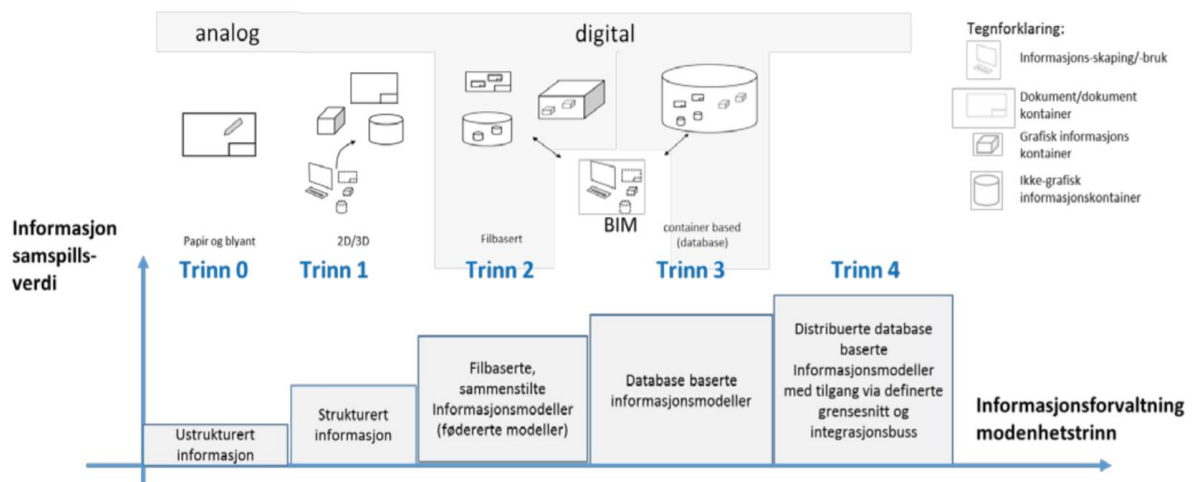
Figur 3.4 illustrer hvordan konseptet med MMI fungerer i en BIM-modell. De ulike fargene korresponderer til modenheten av hvert objekt. Fargekodene er i samsvar med fargene i hver delprosess vist i Figur 3.3. En slik markeringsmetode har gjort det enklere for aktørene i byggeprosessen å se i hvilken fase de ulike objektene er til enhver tid. Illustrasjonen er en enkel fremstilling av hvordan MMI-kategoriseringen endrer modellen visuelt. I realiteten har et bygg betraktelig flere komponenter som inngår i en tilsvarende modell.



Figur 3.4 MMI i ARCHICAD, [31]

3.3.3 Modenhetstrapp for digitalisering – Digital veikart

Under digitaliseringsprosessen er det nødvendig å være opplyst om nå-situasjonen i virksomheten. Hensikten med modenhetstrappen er å gi et bilde på modenheten av digitalisering i en vilkårlig bedrift i BA-næringen og hva som skal til for å bevege seg mot et høyere nivå. Illustrasjonen viser fem forskjellige trinn. Selv om denne modellen også tar for seg BIM, må den ikke feiltolkes som en annen versjon av «Bew-Richards maturity model» som ble beskrevet i kapittel 3.3.1.



Figur 3.5 Modenhet for digitalisering – Digitalt Veikart [7]

Tabell 3-3 Ulike trinn i digitaliseringsprosessen – Digitalt Veikart [7]

| | | |
|----------------|----------------|--|
| Trinn 0 | Analog | Ustrukturert informasjon – modeller blir utformet med blyant eller penn. Samspill mellom interne aktører i bedrift blir gjort gjennom møter. Kontraktene er tradisjonelle, og felles standarder blir ikke brukt. |
| Trinn 1 | | Strukturert informasjon – En veldig grunnleggende bruk av digitale verktøy. Tegninger utvikles på 2D- og 3D-modeller og sluttproduktet er PDF-filer eller papirkopier. |
| Trinn 2 | Digital | Filbaserte, sammenstilte informasjonsmodeller – bruk av enkle 3D-objekter med tilfeldig informasjonsinnhold. Bruk av filformatene RVT, DWG og IFC. Kontraktene er tradisjonelle og samspillet mellom aktørene gjøres digitalt. 4D- og 5D-BIM anvendes også under dette trinnet. |
| Trinn 3 | | Database baserte informasjonsmodeller – BIM er godt integrert med skybaserte løsninger. Digitale modeller er gjeldene, men noe bruk av papirtegninger er fortsatt tilstedeværende. 3D-BIM er utvidet til 6D-BIM og kontraktene er preget av IPD. |
| Trinn 4 | | Distribuerte database baserte informasjonsmodeller med tilgang via definerte grensesnitt og integrasjonsbuss – Modellen brukes i alle faser av byggeprosessen (prosjektering, utbygging, drift og rivning). Sensorer er koblet opp mot modellen. Dette skaper kommunikasjon mellom modell og funksjonelle systemer. Besøkende, brukere og ansatte i et bygg har tilgang til modellen og kan hente ut informasjon som er nødvendig for drift og vedlikehold. - En digital tvilling |

3.4 Virtual Design and Construction - VDC

Gjennomføringsmodellen VDC, ble først introdusert ved Stanford University i 2001. Prinsippet går ut på bruk av flerfaglige ytelsesmodeller for design og konstruksjon av kapitalfasiliteter. Dette inkluderer produkter, arbeidsprosesser og organisering av involverende aktører i mål om å støtte fellesmålene i byggeprosjekter. VDC handler om å gjøre målrettede analyser i en virtuell modell før det finner sted i den virkelige verdenen. Konseptet går ut på å finne feilkilder og simulere kompleksiteten til en konstruksjon i en tidlig fase for å unngå disse under produksjon [32].

Gjennom arrangerte ICE-møter med alle involverte aktører vil den virtuelle 3D-modellen gi et godt grunnlag for ulike problemstillinger som kan oppstå underveis i et prosjekt. Dermed kan disse korrigeres slik at det forhindrer store ekstrakostnader og tap av tid under produksjon. Løsningen henger i tråd med Lean-filosofien som innebærer økt produktivitet og mindre fysisk- og prosessavfall [33].

Flere verktøy og teknikk er utviklet under VDC-rammeverket. Visualiseringsprogrammer som AutoCAD og Revit har bidratt til en økt fellesforståelse blant alle deltagere i et prosjekt. Muligheten til å se bygget før det fremstilles i virkeligheten, har vært banebrytende. Senere har det blitt vanlig med bruk av 4D-modell. Som forklart under kapittel 3.3.1, er en 4D-modell i stand til å visualisere fremdriften av byggingen over tid [32].

3.5 Trender

Kunstig intelligens (AI) i kombinasjon med maskinlæring og Internet of Things (IoT) leder inn mot den fjerde industrielle revolusjonen. I BA-næringen har interessen økt rundt fordelene som kan medbringes i form av effektivisering og kostnadsbesparelser. Som resultat av oppmerksomheten og interessen, har forskning innenfor byggenæringen økt betraktelig innenfor disse områdene.

3.5.1 AI og maskinlæring

Kunstig intelligens er ikke fremmedord i dagens samfunn, men er i stadig utvikling. Alt fra plagieringskontroll til selvkjørende transportmidler er konkrete eksempler på anvendelse av kunstig intelligens. Automatisering av veitrafikken kan føre til færre ulykker, mindre klimautslipp og bedre flyt [34]. På tilsvarende måte kan AI effektivisere BA-næringen ved å automatisere flere byggeprosesser som kan føre til reduserte kostander, ulykker og miljøbelastning. Årlig blir nærmere 95 billioner kroner brukt i den globale BA-næringen. Summen tilsvarer 13 prosent av verdens konsumprisindeks. En marginal forbedring vil gi et stort utslag i en bransje av denne skalaen [35].

Droner

Droneteknologi har lenge vært brukt i militære sammenheng, men i nyere tid har teknologien blitt mer åpen og tilgjengelig for allmennheten. Bruksområdet i BA-næringen er i hovedsak for datainnsamling. Teknologien tilrettelegger for økt sikkerhet på risikofylte områder som krever klatring eller er problematisk å nå frem til. En fjernstyrt drone kan raskt og trygt inspisere et vilkårlig område, noe som tidligere krevde planlegging og bruk av menneskekraft. Droner kan brukes til flere formål, danne terrengmodeller, transportere materialer og overvåke byggeplass. I tillegg til tid- og kostnadsbesparelsene, er det største utbytte av en slik investering menneskelivene som ikke lenger blir utsatt [36]. Entreprenør- og eiendomsutviklingselskapet NCC har lang erfaring med bruk av droneteknologi i sine prosjekter. Selskapet har opplevd stor effektivisering, spesielt i planleggingsfasen. Rask tredimensjonal fotografering av landområder og bygninger gir gode mål som kan brukes videre i volumberegninger. Denne prosessen tar inntil 15 minutter sammenliknet med flere dager ved bruk av tradisjonelle arbeidsmetoder [37].

Additiv tilvirkning

«3D-printing» er betegnelsen som heller er foretrukket å bruke i dagens samfunn. Konseptet handler om å fremstille et fysisk produkt ved bruk av en digital fil. Produksjonen drives gjennom automatiserte maskiner som bruker flytende- eller pulverformet materiale til å utføre «printingen». Konseptet er ikke nytt, men anvendelse av teknologien i byggenæringen er fortsatt i en tidlig fase. Målet med automatisering er å eliminere unødvendig arbeidskraft, samtidig effektivisere for å oppnå økt presisjon. Additiv tilvirkning tilrettelegger for utbygging av konstruksjoner i utfordrende områder med kompliserte geometriske former [38].

Risiko på byggeplass

Risikostyring er en viktig oppgave i byggeprosjekter ettersom det er mange ulike faktorer som kan føre til fatale skader på mennesker, utstyr og omgivelser. I en rapport publisert i 2018 av Arbeidstilsynet, analyseres ulike helseproblemer og ulykker på mennesker i bygg og anlegg. Rapporten belyser at bygg- og anleggsarbeidere ofte er utsatt ulykker og langvarige slitasjeskader. Antall rapporterte skader er høyere i BA-næringen sammenliknet med resterende norske næringer. Selv om ulykkestallene i den norske BA-næringen viser seg å være lave, er det fortsatt rom for forbedring [39]. Flere av aktørene i

bransjen har valgt å anvende kunstig intelligens i en automatisert prosess for å eliminere risikofaktorer i tidlig fase. Et selskap som tilbyr en slik tjeneste, er Smartvid.io. Gjennom en casestudie utført med Skanska har potensialet i teknologien vist seg å være veldig fordelaktig. I korte trekk er teknologien basert på å analysere bilder og videoopptak for å kunne varsle om mulige kilder som kan føre til ulykker. Eksempelvis kan systemet oppdage at en arbeider ikke har på seg tilstrekkelig verneutstyr. Dette kan umiddelbart varsles og korrigeres. Maskinlæringen innenfor risikostyring er ganske nylig introdusert og vil trolig ha en fremtid i næringen. Hensikten er at arbeidsplassen kan overvåkes kontinuerlig, slik at risikofaktorer som mennesker ikke klarer å oppdage, ikke blir oversett [40].

Automatiserte kjøretøy på byggeplass

Robotisering av kjøretøy på byggeplass er noe som sakte har blitt en virkelighet. Caterpillar som er verdens ledende innenfor produksjon av anleggs- og gruveutstyr driver aktivt og utvikler innenfor robotisering [41]. Kjøretøyene de produserer er kategorisert i fire grupper, tradisjonell, fjernstyrt, halvautomatisert og helautomatisert. Caterpillar har i lang tid produsert automatiserte løsninger som brukes i dag på ulike bygg- og anleggsprosjekter. Tanken er å forhindre ulykker som involverer mennesker, men samtidig opprettholde produktiviteten på byggeplass. Bruksområdet gjelder hovedsakelig for repeterende prosesser som transport av masser. Gruvedumperen CAT 793F er et av de automatiserte produktene som i tillegg er i stand til å stoppe for påfyll av drivstoff. I teorien kan dermed maskinen være kontinuerlig i drift [42].

3.5.2 Virtuell- og utvidet virkelighet

Teknologien rundt virtuell virkelighet ble først anerkjent i videospill industrien. Konseptet går ut på å fremstille en tredimensjonal verden der bevegelser i den virkelige verdenen blir gjenspeilet over til den digitale. Grensesnittet tillater brukere å bli en karakter i den fiktive verdenen ved bruk av noen spesielle briller (VR-briller) og håndholdte kontroller. Teknologien har smått inntatt BA-næringen. Ulike aktører har sett potensialet i teknologien for å skape verdi i sine prosjekter. I dag er det mulig å åpne en 3D-modell av et prosjekt direkte gjennom et tredjepartsprogram for å oppleve bygget før det bygges i virkeligheten. Et norsk selskap som er engasjert i innenfor dette feltet, er Dimension10. Primært utvikler de programvare som gjør IFC og andre datamodelleringsfiler kompatibel med VR-briller. Resultatet av dette har åpnet nye dører og gjort det mulig å se byggeprosjekter på en helt annen måte enn tidligere [43]. Enkelte studier har vist at bruk av virtuell virkelighet har økt kostnadseffektiviteten, produktiviteten og kommunikasjonen i et byggeprosjekt. Det kommer tydelig frem at bruken har gjort det lettere å vise kunder hva de kan forvente å få i en tidlig fase. Samtidig har teknologien tilrettelagt for økt kollaborasjon mellom alle aktørene i næringen, uten å måtte være i samme fysiske rom [44].

Utvidet virkelighet også kalt for augmentet reality (AR) er en kombinasjon av den virtuelle verdenen og virkeligheten. Med hjelp av kamerateknologi i smarttelefoner eller avanserte briller kan virtuelle objekter plasseres i den virkelige verdenen. IKEA tilbyr en slik løsning der kunder kan plassere ulike møbler fra deres bibliotek inn i et vilkårlig rom ved bruk av deres mobilapplikasjon [45]. En lignende trend har utviklet seg i BA-næringen. Ved hjelp av denne teknologien har det blitt mulig å se det som skal bygges i forkant av en utførelse, eventuelt bruke det som kontrollverktøy i etterkant av utført arbeid. Basert på en studie gjort i 2015, har det blitt konkludert at bruk AR er den beste formen for å visualisere en digital modell sammenliknet med 2D-tegninger, BIM-modell på datamaskin og bruk av nettbrett [46]. Fem år senere har AR inntatt norske byggeplasser. Danske selskapet «Dalux» har

utviklet et brukervennlig AR-grensesnitt som er kompatibelt med iOS og Android enheter. Med applikasjonen har alle på byggeplassen mulighet for å åpne BIM modellen og se hva som skal utføres [47]. AF Gruppen og Veidekke har vist stort engasjement for implementering av AR i sine byggeprosjekter, både under og etter utbygging. Teknologien til Dalux har vist seg å effektivisere etterkontroll av ferdigbygg mot BIM-modell. Rapportering av avvik har blitt enklere og informasjonsflyten har økt [48]. Figur 3.6 illustrerer hvordan utført arbeid kan kontrolleres ved bruk av VR-teknologi. Verktøyet kan både brukes i forkant, underveis og etterkant for å øke nøyaktigheten av byggingen i størst mulig grad.



Figur 3.6 Utvidet virkelighet, VR [49]

3.5.3 Skybaserte modeller – kommunikasjon

Tjenester som er skybaserte bidrar til en effektiv og rask informasjonsflyt. Konseptet går ut på å gi alle relaterte aktører tilgang til en felles plattform innad et prosjekt. I byggeprosjekter betyr dette at en oppdatert BIM-modell vil være tilgjengelig gjennom alle fasene av byggeprosessen. Alle aktørene kan samhandle og gjøre endringer i sanntid uavhengig av tid og sted. To plattformer som tilrettelegger for et slikt samarbeid, er BIM 360 og Bimsync Arena [50]. Plattformene bruker «Building Collaboration Format (BCF)», et format som tillater flere aktører å jobbe sammen. Programmene har et grensesnitt som gjør det mulig for alle involverte å markere, kommentere og sende henvendelser til hverandre innad et prosjekt gjennom BIM-modellen. Når dette er gjort, vil den ansvarlige motta et varsel som forteller vedkommende om forespørselen. Programmet visualiserer og beskriver veldig raskt hva som skal endres og hva som er endret i et prosjekt, uten å måtte arrangere fysiske møter [51, 52].

3.5.4 BIM-kiosker

For å effektivisere og gi en rask visualisering av et byggeprosjekt, plasseres en BIM-kiosk på byggeplassen. Alle yrkesarbeidere har tilgang til stasjonen der den oppdaterte modellen er tilgjengelig på en datamaskin [53]. Kotehøyde og mål kan enkelt hentes ut, enten digitalt eller ved bruk av en utskriftsmaskin. Entreprenørselskapet NCC beskriver denne modellbaserte løsningen som fordelaktig. Planlegging og samspillet blir forenklet, men det poengteres at holdningen blant yrkesarbeidere er en avgjørende faktor for den langsiktige effekten [54].

3.5.5 Papirløs og tegningsløs byggeplass

En tradisjonell byggeplass baserer arbeidet sitt på 2D-tegninger i papirformat. I digitaliseringsprosessen har det blitt et mål om å kvitte seg med disse, slik at oppdaterte modeller blir raskere videreført til byggeplassen. Løsningen har vært å tilgjengeliggjøre 3D-modellen for alle involverte aktører i et byggeprosjekt. I den sammenheng har begrepene «papirløs byggeplass» og «tegningsløs byggeplass» oppstått. Til tider blir disse feilaktig brukt om hverandre. Prinsippet med papirløs byggeplass er å fjerne alle utskrevde tegninger, men heller benytte seg av nettbrett og andre håndholdte enheter som visualiseringsverktøy for 2D-tegninger. Tegningsløs byggeplass tar dette et steg videre. Hensikten er å bygge direkte etter 3D-modellen ved bruk av nettbrett, mobiltelefon eller VR- og AR-briller [55]. Dette skal i felleskap føre til færre feil i prosjekter og føre til økt produktivitet [56].

3.6 Digitalisering av BA-næringen

Digitalisering handler om å bruke teknologi til å fornye, forenkle og forbedre. Det handler om å tilby nye og bedre tjenester, som er enkle å bruke, effektive, og pålitelige. Digitalisering legger til rette for økt verdiskaping og innovasjon, og kan bidra til å øke produktiviteten i både privat og offentlig sektor [57].»

3.6.1 Standardisering

I 2019 ble en internasjonale åpenBIM-standarden, ISO 19650 publisert. buildingSMART påpeker at «Standarden er ment å gi arkitekter, ingeniører, rådgivere og entreprenører muligheten til å planlegge, designe og bygge mer effektivt, billigere og raskere [58].»

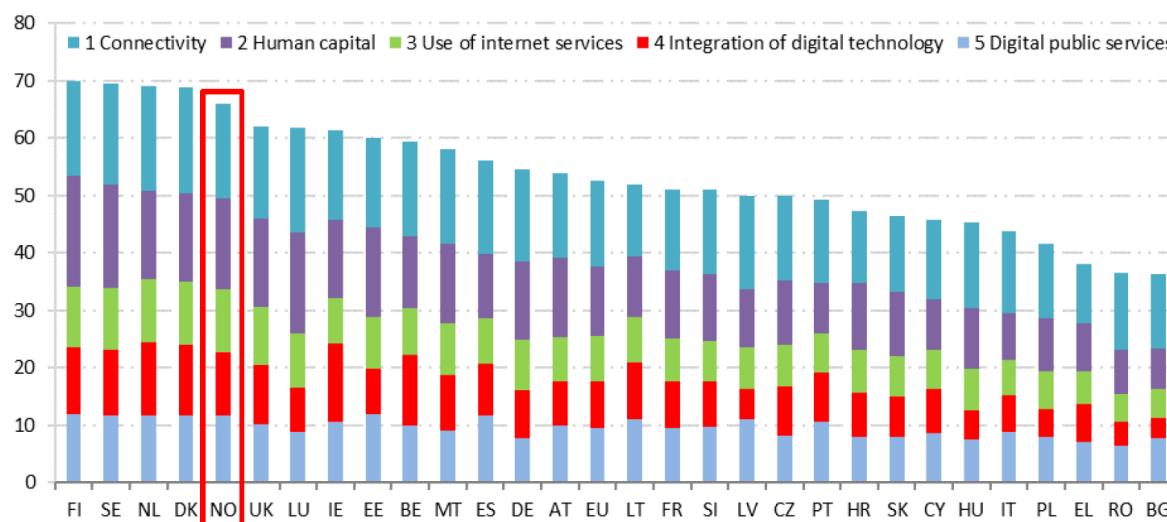
BIM-standarden, ISO 19650 har sine røtter i standardene «BS 1192 og PAS 1192-2», som ble publisert i Storbritannia. Basert på tidligere erfaringer, har bedrifter redusert sine kostander inntil 22 prosent i sine byggeprosjekter der disse standardene er tatt i bruk. Forfatteren av ISO 19650, Paul Shillock beskriver hensikten bak standardisering som et mål om å øke samhandlingen mellom aktører i BA-næringen der BIM er brukt. Nasjonene som har tatt i bruk denne standarden har et nasjonalt tillegg som tar for seg regionale behov. Dette har ført til at bedrifter som jobber i forskjellige regioner må til enhver tid tilpasse seg lokalt regelverk, noe som går i strid mot felles håndtering av informasjon. Shillock beskriver denne standardiseringen som til dels mislykket, ettersom målet om global standardisering ikke oppnås [58].

ISO 19650 blir sett på som en BIM-standard, selv om dette ikke er helt korrekt. Standardiseringen omhandler menneskelig kollaborasjon og håndtering av informasjon, ikke teknologi eller 3D-modellering. Standarden er aktuell for alle livsfasene til en konstruksjon og kan brukes uavhengig av størrelse og kompleksitet.

3.6.2 Nasjonal digitalisering

«Bygg- og anleggsbransjen er en lite digitalisert bransje per dags dato, men det skjer ting og det tas grep» forteller SINTEF-direktøren Morten Dalsmo [59]. For å studere påstanden til Dalsmo nærmere, er det viktig å sette dette i en større sammenheng. Først og fremst er det interessant å vite hvordan digitaliseringen i Norge er sammenliknet med andre land. Deretter se hvilke tiltak som gjøres i digitaliseringsprosessen i byggebransjen.

DESI-index gir et mål på digitale infrastrukturen i EU-landene. Rapporten fra 2019 viser at Norge er blant de ledene landene i Europa, men kommer svakest ut i Skandinavia [60]. Norge har falt fra en andreplass og ned til en femteplass sammenliknet med 2018. Bård Tronvoll, professor ved høgskolen i Innlandet begrunner dette på følgende måte: «Det er nok ikke fordi Norge faller tilbake, men fordi de andre landene har blitt sterkere. De innfører teknologi raskere og bedre enn det vi har klart. Ja, vi løper, men de andre løper fortere [61].»



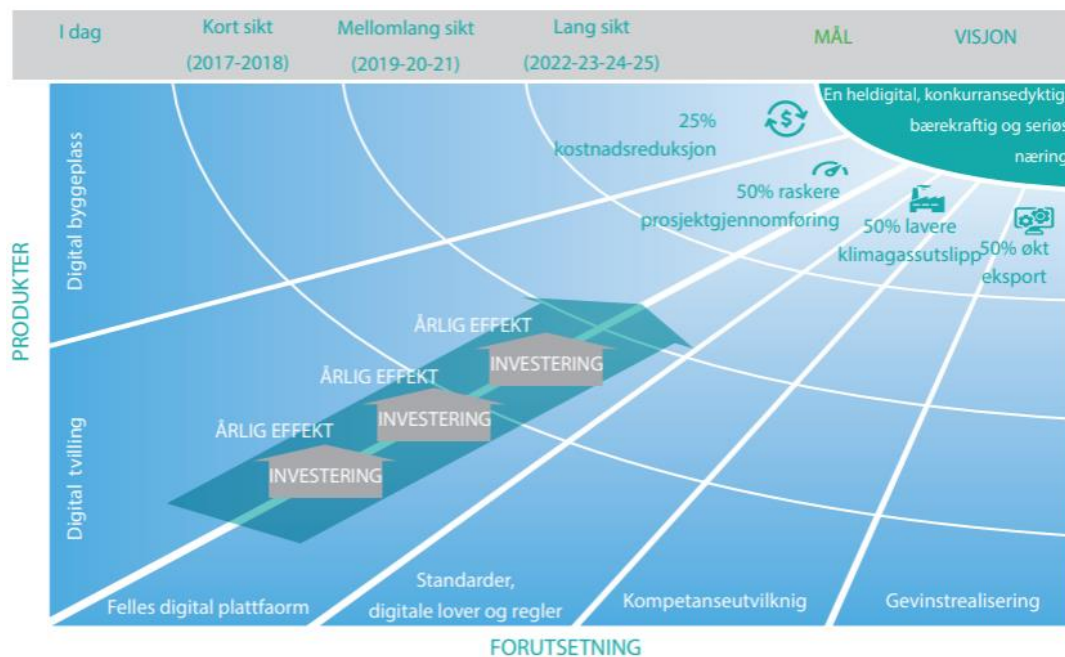
Figur 3.7 DESI-indeks i Europa [60]

For effektiv digitalisering i Norge må både offentlig og privat sektor ta initiativ. Regjeringen har i 2019 utviklet en digitaliseringsstrategi som definerer felles mål og innsatsområder. Innen 2025 skal dette være med å transformere digitaliseringsarbeidet i hele offentlige sektoren i Norge. Arbeidet handler om hva som skal digitaliseres og hvordan det kan skape innovasjon [62]. Tilsvarende har Byggenæringens Landsforening utviklet sin strategi for hva som skal gjøres i mål om å oppnå en mer digitalisert BA-næring. Visjonen er å oppnå en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig BA-næring. Målene satt i rapporten er inspirert av strategiene for digital transformasjon i den britiske BA-næringen, «Construction 2025». Ettersom Norge og Storbritannia har tilsvarende DESI-rangering har BNL valgt å sette de samme målene som britene [7].



Figur 3.8 BNL - mål innen 2025, fra [7]

3.6.3 Rammeverk for digitalisering av BA-næringen i Norge



Figur 3.9 Digitalt Veikart, fra [7]

Illustrasjonen i Figur 3.9 viser et overordnet rammeverk for hvordan hele BA-næringen må jobbe sammen for å oppnå visjonen innen 2025. Anbefalingene og tiltakene som er beskrevet i rapporten setter et godt grunnlag, men det er avhengig av at flest mulig aktører engasjerer seg og støtter opp i fellesaktivitetene. For å oppnå disse målene er muliggjørere, effekter, produkter og tjenester sentrale virkemidler i veien mot heldigitalisert BA-næring. Produktene og tjenestene er delt inn i to deler, Funksjonell digital byggeplass med virtuell bygging (P1) og Digital Tvilling (P2). Målet er å heve disse to produktene til et høyt nivå for å oppnå en heldigitalisert BA-næring. Fortutseningene for å oppnå produkt P1 og P2 er en rekke tiltak innenfor flere områder. BNL lister opp fire ulike muliggjørere som i enhet bidrar til kontinuitet i utviklingen: Digital plattform, gevinstrealiseringsarenaer, kompetanseutvikling og standardisering. I tillegg er drivkraften bak disse tiltakene store finansielle investeringer fra BA-næringen, i veien mot å oppnå visjonen [7].

3.6.4 Funn i det Digitale veikartet

Gjennom en SWOT-analyse gjennomført i rapporten er flere av styrkene og svakhetene rundt digitalisering i norsk bygg- og anleggsnæring belyst. Norsk byggebransje har kommet langt sammenliknet med andre land i digitaliseringsfronten, men har flere forbedringspotensialer hos alle de ulike aktørene. I rapporten kommer det frem at private byggherrer er lite kompetente og generelt har mangler i kravspesifikasjonene sine, mens offentlige byggherrer er langt fremme på digitale krav. Informasjonsflyten innad prosjekter oppleves ikke sømløse, der mangelfulle programmer hovedsakelig står for en stor del av hindringen. Den generelle digitale kompetansen i bransjen er lav, der mange av dagens nye problemer løses med gamle verktøy. Bransjen har ingen felles språk eller prosjektgjennomføringsmodell. Opplevelsen er at alle digitaliserer for seg selv og frykten for at initiativet rundt det Digitale veikartet ikke får nok oppmerksomhet i bransjen er aktuell [7].

3.7 BIM-krav i byggekontrakter

I en totalentreprise er det byggekontrakten som knytter byggherren og entreprenøren sammen. En tilsvarende kontrakt blir utformet gjennom anbudskonkurranser eller ved direkte forhandlinger. I en totalentreprise brukes den standardiserte kontraktsformen «NS 8407 – Almennlige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser.» For andre entrepriseformer brukes andre standardiserte byggekontrakter i NS 84XX-serien. Hovedutfordringen hos disse standardkontraktene er at BIM ikke tas høyde for [63]. Standard Norge har tidligere undersøkt behovet for reviderte standardkontrakter for å inkludere BIM, men i 2013 ble det konkludert at komiteen ikke anbefaler en egen delrevisjon på dette grunnlaget [64]. Uten en standardkontrakt som tar for seg BIM, gir dette en frihet for hvordan kravene blir stilt. Om en slik løsningen er fordelaktig er vanskelig å anslå. Enkelte pådrivere som Statsbygg og Sykehusbygg har utviklet sine BIM-manualer som de aktivt inkluderer i sine byggekontrakter, der de stiller strenge krav til BIM-prosjektering.

3.7.1 Statsbyggs BIM-manual

Statsbygg som blir sett på som en av de større digitaliseringspådriverne i BAE-næringen, og har siden 2008 utviklet sin egen BIM-manual. Den nyeste utgaven av manualen går under navnet «SBM» med versjonsnummer 1.3. Den inneholder Statsbyggs krav til BIM i prosjekter der de som står som byggherre. Formålet er å formidle Statsbyggs generelle og prosjektspesifikke krav om BIM til kontrakttakeren [65]. I tillegg har statsbygg som mål om å revolusjonere den tradisjonelle prioriteringsrekkefølgen der BIM er sistedprioritert, til å gjøre BIM som eneste prioritering. Med andre ord det at tegninger og beskrivelser elimineres helt når produksjonsfasen skal utføres direkte etter 3D-modell. Langsiktige ambisjonen er å utvide BIM-modellen, slik at den kan brukes gjennom hele byggets livsløp [66].

3.7.2 Totalentreprise

I en totalentreprise får totalentreprenøren et overordnet ansvar for et prosjekt. Oppdragsgiver definerer hva som er ønsket som resultat av et prosjekt, men uten å presisere detaljer. Dette betyr at valg av materialer og løsninger er begrenset. Byggherren utvikler en enkel funksjonsbeskrivelse som eksempelvis etterspør et 5 etasjes kontorbygg med nødvendige fasiliteter. Deretter får totalentreprenøren ansvaret for å ferdigstille et bygg som tilfredsstillende byggherrens etterspørsel og krav. Hvis byggherren angir valg av løsninger og materialer i kontrakten, er totalentreprenøren ansvarlig for at disse kravene oppfylles. Om det blir gjort noen unntak må dette spesifiseres i tilbuds brevet eller i kontraktsdokumentet [67].

3.7.3 Muligheter ved kontrakter

Selv om denne avhandlingen ikke inkluderer juridiske problemstillinger, er det verdt å nevne at BIM har skapt nye rettslige problemstillinger i bransjen. BIM er ikke lenger et fremmedord og er godt integrert hos de fleste bedriftene i bransjen. Digitaliseringen har medbrakt nye utfordringer som eksisterende standardverk ikke tar høyde for. Fortsatt er det mangler og dette gjelder spesielt ved rådgiver- og entreprisestandardene i NS 84XX – serien [68]. Samtidig er standardisering av BIM en mulighet. Selv om forslaget ble tidligere avslått, kan det være sterkere argumentasjoner for en revisjon basert på hvor langt BIM har utviklet seg i dag, sammenliknet med 7 år tilbake i tid.

3.7.4 Selmers BIM-protokoll

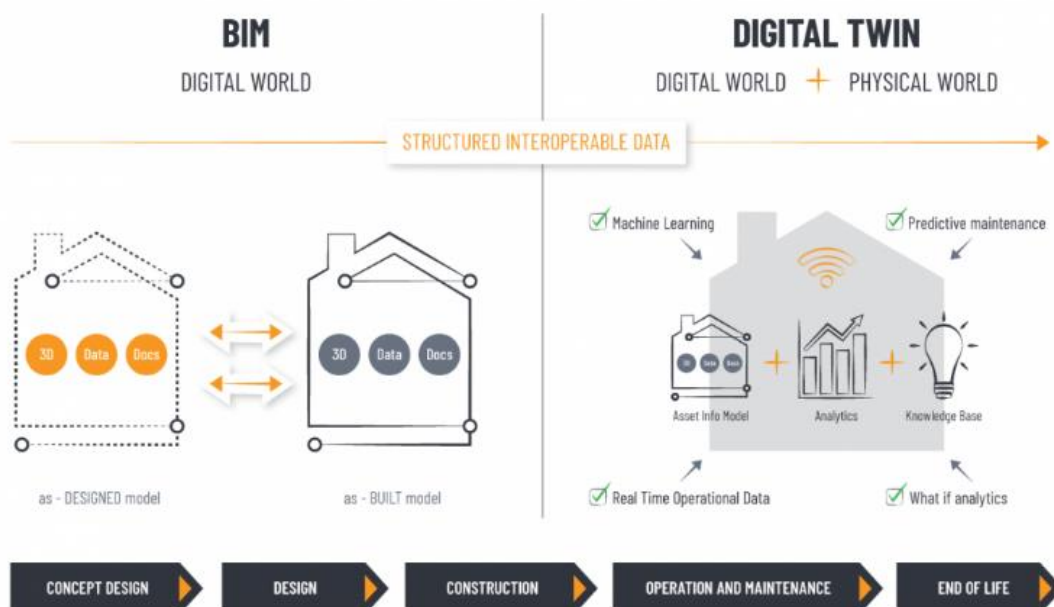
Advokatene Johannes Meyer-Myklestad og Mads Fuglesang i Advokatfirmaet Selmer AS har tatt initiativ til å utvikle en standard BIM-protokoll. Hensikten med denne er å belyse sentrale emner som bør diskuteres og kartlegges før kontraktinngåelse i forhold til BIM-bestemmelser. Avtalene kan konkretiseres i form av vedlegg eller protokoller som komplementerer en byggekontrakt [69].

BIM-manual for prosjektet

Et byggeprosjekt der BIM skal anvendes bør en BIM-manual etableres slik at en felles forståelse mellom alle involverte aktører blir forsikret. Som tidligere nevnt, har statlige byggherrer dannet sine egne BIM-manualer som er godt utarbeidet. Andre aktører har ikke nødvendigvis slike manualer å forholde seg til. Her er det anbefalt å overføre ansvaret til rådgivere eller totalentreprenøren, slik at de utvikler et utkast til BIM-manualen som er prosjektilpasset [69].

Krav om digital tvilling

Uavhengig av hvor «smart» bygget skal være, er det essensielt å stille krav til 3D-modellen. I nyere tid har begrepet «digital tvilling» blitt mer utbredt. Til tider blir dette begrepet feilaktig brukt om BIM eller 3D-modell. Selv om dette ikke direkte er feil, så er den digitale tvillingen ment å opptre som en klon. Dette innebærer først og fremst at den har all informasjon om det fysiske objektet. Med andre ord så betyr dette at den digitale tvillingen ikke bare har mekanisk og geometrisk representasjon, men strekker seg helt ut til 7D-BIM. En digital tvilling i 2020 er fortsatt noe optimistisk å oppnå, og er derfor et kritisk emne som må tas opp i kontraktuelle sammenhenger i prosjekter der dette er et relevant tema [70].



Figur 3.10 BIM og Digital tvilling, fra [70]

Bruk av MMI i prosjekt

Protokollen anbefaler bruk av MMI som både en del av BIM-manualens leveranseplan og ved levering av modeller i prosjekter. Hensikten er å effektivisere planleggingsprosessen. Modell modenhets indeks er beskrevet i kapittel 3.3.2 [69].

Endringer

En digital modell endres stadig underveis i et prosjekt. Derfor er det viktig å kreve jevnlig oppdateringer slik at 3D-modellen forblir gyldig. Herunder må det være mulig å kunne spore når en endring er utført og hvem som står ansvarlig. Anbefalingen er å markere objekter med en endringskode slik at disse enkelt kan søkes opp [69].

Prioritering av modell

En tradisjonell prioritering i bygg- og anleggsnæringen har vært at tegninger og beskrivelser har hatt forrang over modellen. I en kontraktuell sammenheng er dette en nøkkelfaktor som bør diskuteres og spesifiseres eksplisitt. Intensjonen er å eliminere unødvendig dobbeltarbeid i produksjon av modell og tegninger. Under denne kategorien bør også tema rundt papirløs og tegningsløs byggeplass belyses, slik at partene tar stilling til produksjonsløsningen i en tidlig fase. I tillegg er det anbefalt å bruke åpenBIM-formatet IFC som standardmåte å veksle digitale modeller/filer for å sikre en sømløs kommunikasjon [69].

Fremdriftsplanlegging og kostnadskontroll

Som presentert tidligere kan BIM brukes som verktøy for fremdriftsplanlegging. Dette blir ofte omtalt som 4D-BIM og gir alle involverte aktører muligheten til å se fremdriftsutfordringer gjennom gode visualiseringsverktøy for å øke forståelsen av prosjektgjennomføringen. Kostnadskontroll er et steg videre, men noe som er lite utprøvd i bransjen i dag. Tankegangen er å kunne planlegge løpende utgifter direkte gjennom den digitale modellen. Deler av aktørene i den norske byggebransjen har enda ikke mestret løsningen, men er ansett å bli godt implementert innen få år [69].

Rettigheter til modellen

I standardkontraktene skal det presiseres hvordan oppdragsgiver skal motta prosjektmateriale [71]. I tillegg til FDV-dokumentasjonen i et prosjekt, vil det også være hensiktsmessig å ha krav på BIM-modellen og andre mulige tilleggsleveranser. Mest vanlige er å danne en klausul som presiserer rettighetene til BIM-modellen, herunder kan oppdragsgiver også etterspørre retten til å anvende anskaffet prosjekteringsmateriale videre i fremtidige prosjekter [69].

Programvarefeil

Feil som er grunnet programvare kan oppstå når mye av dagens arbeid foregår digitalt. Dermed er det nødvendig å presisere ansvarsfordelingen ved ekstrakostnader som skyldes programvarefeil i et prosjekt. Fra rådgivernes ståsted betyr dette en risiko som de pådrar seg. «*Feil hos rådgiver som skyldes rådgivers programvare skal anses som rådgiverfeil uavhengig av skyld.*» En slik regel er kun gyldig dersom dette diskuteres og vedtas i forkant av en kontraktinngåelse [69].

Datarom/webhotell

Konseptet går ut på å ha et felles sted der dokumenter og andre filformater raskt kan oppdateres eller hentes ut. Eksempelvis kan reviderte armeringstegninger lastes opp av konsulenten til et skybasert

lagringsområde slik at entreprenøren rask får tilgang. Dette er en alternativ måte å veksle informasjon på uten å bruke e-poster. Informasjonen kan eksempelvis tilgjengeliggjøres på BIM-kiosker og håndholdte enheter. I et prosjekt der dette vurderes som en kommunikasjonsmetode bør e-post leveranser anses som ugyldige for å unngå forvirringer under produksjon. Herunder anbefales at all data MMI-klassifiseres og mulighet for digital signatur bør også avtales [69].

Krav til underrådgivere og underentreprenører

Fra byggherrens ståsted kan det være av interesse å påvirke hvordan BIM skal bli brukt hos underrådgivere og underentreprenører. Ofte oppleves det at underentreprenører har begrenset kunnskap om BIM og heller trives best med tradisjonelle tegninger. For å bruke BIM effektivt nedover i kontraktkjeden må underleverandører gjøre seg kjent med BIM på byggeplass. Denne kompetansen kan ved avtale formidles fra totalentreprenør eller rådgiver, videre til underrådgivere og underentreprenører [69].

4 Forskerspørsmål

Denne masterrapporten setter søkelys på digitaliseringsutviklingen i bygg- og anleggsnæringen i mål om å beskrive sentrale hindringer og muligheter som eksisterer i bransjen. Flere tidligere studier har gjort interessante funn som har inspirert til å gjennomføre en statusoppdatering av bransjens nå-situasjon. Bransjen har et dårlig omdømme rundt innovasjon og digitalisering, og det er av stor interesse å undersøke bakgrunnsårsakene. For å belyse dette forskningsområde ytterligere, er forskerspørsmålet definert på følgende måte:

Hvordan digitaliseres dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring, og hvilke utfordringer oppstår ved implementering av BIM?

For å svare på forskerspørsmålet må flere underspørsmål besvares:

1. Hvordan er utviklingen av digitalisering i norsk BA-næring?
2. Hvilke digitaliseringstrender har oppstått?
3. Hvilke hindringer oppstår ved implementering av BIM?
4. Hvor moden er BIM i bransjen?
5. Hvilke muligheter og utfordringer er det rundt byggekontrakter?
6. Hvordan ser fremtiden ut, hva kan forventes?

4.1 Avgrensninger

For å svare på forskerspørsmålet, har studien avgrenset oppgaven på følgende måte:

- Den globale situasjonen blir ikke undersøkt.
- Studien forholder seg til den norske bransjen.
- Oppgaven baserer seg på dagens situasjon og hva som kan forventes fremover i tid.
- Fortidens digitalisering belyses ikke.
- Datainnsamlingen er begrenset til semi-strukturerte intervjuer og er den eneste anvendte metoden for empirien.
- Intervjuutvalget består primært av representanter fra entreprenørselskaper.
- I tillegg til digitalisering og BIM, undersøkes kun tilknyttede generelle muligheter ved kontrakter.

5 Case

Masteroppgaven omhandler digitalisering av bygg- og anleggsnæringen. Utfordringen er å finne flest mulige faktorer som kan belyse dagens digitaliseringssituasjon i bransjen og samtidig danne et bilde av fremtiden. Det naturlige er å komme i direkte kontakt med representanter fra bransjen som kan meddele sine erfaringer og synspunkter. Forskerspørsmålet skal besvares gjennom tre deler.

1. Kartlegging av eksisterende bransjemål, tiltak, initiativ og ulike digitaliseringstrender.
2. Kvalitative intervjuer med aktører fra bygg- og anleggsbransjen.
3. Analysering av all data for å trekke konklusjoner.

Først og fremst er det av stor interesse å undersøke hva ulike aktører gjør i felleskap for å skape en heldigitalisert bransje. Videre skal dette settes i en litt større sammenheng for å se hvordan dette har påvirket klimautslipp, produktivitet og kostnader både internt i bedriftene og i nasjonal sammenheng. Nye teknologiske nyvinninger og trender endrer stadig arbeidsmetodene. Disse kan være ytre faktorer som er med på å endre dagens byggeprosesser. Byggenæringens landsforening har i lag med flere aktører i bygg- og anleggsnæringen utviklet et digitalt veikart. Dette gir et utgangspunkt for hva som skal gjøres i felleskap for å oppnå bransjemålene som er satt i veikartet. I denne oppgaven vil det være gunstig å sjekke statusen hos ulike bedrifter for å se hva som blir gjort og hvor langt de har kommet i prosessen.

Forskningsmetoden som er valgt for denne undersøkelsen skal gjennomføres i form av kvalitative semi-strukturerte intervjuer. Metoden tilrettelegger for enkel og effektiv innsamling av relevant datamaterialet. For å besvare problemstillingen på en utfyllende måte er oppgaven avhengig av innspill fra eksterne bidragsytere for å fullstendig gjøre avhandlingen.

Til slutt vil teorien og empirien analyseres og diskuteres for å trekke konklusjoner på hvordan digitaliseringen i bransjen er.

6 Metode

Sosiologen Vilhelm Auberts beskriver metode på følgende måte, «*En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder* [72].» Dette kapitlet forklarer hvilke metoder som er brukt for å besvare forskerspørsmålet og argumentere hvorfor valgt fremgangsmåte er best egnet for en forskning med tilsvarende agenda.

6.1 Valgt metode

Denne oppgaven søker å identifisere digitaliseringssituasjonen i bygg- og anleggsnæringen, samt belyse tiltak som gjøres for å oppnå interne og nasjonale mål. Tidligere studier som har gjennomført tilsvarende forskning, har gitt et bilde på hvilke metoder som har egnet seg best. På bakgrunn av problemstillingen og metoder brukt i tidligere studier har en kvalitativ metode blitt anvendt i denne rapporten. Semi-strukturerte intervjuer er den eneste metodikken som er brukt for innsamling av empiriske data. For å svare på forskerspørsmålet, var denne fremgangsmåten en avgjørende metode for å gjennomføre oppgaven. Alternativt kan andre metoder som spørreundersøkelser og eksisterende data brukes, men dette vil ikke kunne belyse oppgaven på et omfattende nivå. Bransjen utvikler seg stadig og nyere studier kan gi andre resultater enn tidligere forskning innenfor samsvarende forskningsområde.

Ettersom bygg og anlegg er av de største næringene i fastlands-Norge, var det vesentlig å intervju flere bidragsytere i bransjen for å belyse digitaliseringstrendene på en størst mulig måte. I arbeid med denne rapporten har tilgjengelighet av intervjuobjekter vært en begrensning. Den mest gunstige løsningen var å kontakte forskjellige aktører for å fange opp flest mulig synspunkter og erfaringer. For dette prosjektet ble intervjuhenvendelser sendt til flere av de større entreprenørbedriftene i Norge. Bakgrunnen for valget er at de sitter på mye kunnskap og erfaring rundt digitaliseringen som foregår i bransjen og var dermed den mest naturlige målgruppen. Forfatteren har tidligere ikke gjennomført intervjuer, men har tilegnet seg gode råd om ulike intervjustrategier gjennom å lese boken «Hvordan gjennomføre undersøkelser [73].» Dette kom til stor nytte i forberedelsesfasen, intervjuprosessen og i etterkant ved analysering av innsamlet data.

Innsamlet data for teorien er basert på nye og aktuelle artikler som er allmentilgjengelig. Hensikten var å få et innblikk i dagens digitaliseringsarbeid i bransjen og deretter utvikle en intervjuguide for å undersøke nærmere hvordan teorien blir praktisert.

6.2 Datainnsamling

6.2.1 Intervjuguide

Ved valg av en kvalitativ metode og bruk av intervju som datainnsamlingsmetode var målet å fange opp ulike perspektiv, erfaringer og synspunkter knyttet til digitalisering og implementering av BIM i BA-næringen. Vedlegg 1 i denne rapporten er intervjuguiden som ble brukt i denne studien. Den ble strukturert i 3 hoveddeler med introduksjon- og avslutningsdel. Sammen dekker dette nødvendige emner for å svare på spørsmålene under forskerspørsmålet. Hensikten med guiden var ikke å følge den som en mal for hvert intervju, men å ha den som en veileder underveis. Spørsmålene var satt opp slik at intervjuobjektet heller kunne tenke og reflektere før spørsmålene ble besvart. Intensjonen var å

unngå ja/ nei svar, med mindre det var en uklarhet og det ble behov for et oppfølgingsspørsmål for å presisere en påstand.

6.2.2 Semi-strukturert Intervju

Med ambisjonen om å belyse digitaliseringsprosessen i BA-næringen best mulig, var det mest strategiske å komme i kontakt med ulike aktører i bransjen med god erfaring innenfor feltet. Fordelen med semi-strukturert intervjustrategi er at den tilrettelegger for spontane spørsmål som igjen resulterer i spontane, ærlige og uforventede svar [73]. Som intervjuer er det nødvendig at intervjuet ikke sporer av, selv om enkelte irrelevante emner også kan virke spennende. Dermed er det viktig å ha god kontroll over situasjonen og utviklingen i intervjuet for å samle inn mest mulig data på kort tid.

Svakheten med denne metoden er at intervjuobjektet kan være for forsiktig med hva som blir meddelt. Vedkommende kan være tilbakeholden eller fremstille seg selv som usikker for å unngå ytterligere spørsmål rundt et spesifikt emne. I tillegg er den største faren at intervjuguiden ikke er godt nok tilpasset intervjuobjektet og risikere å få lite ut av den. I dette prosjektet ble det valgt å gjøre noen enkle tiltak i forkant for å øke produktiviteten av intervjuene. For å få mest mulig informasjon av et intervjuobjekt, var det mest fornuftig å forberede spørsmål som ikke var sensitive og helst ikke tallbaserte. Sannsynligheten for å få et konkret svar på tilsvarende spørsmål var antatt å være liten. Videre var det viktig å finne de rette intervjuobjektene, det vil si dyktige og erfarne kandidater med bred kompetanse innfor BIM og digitalisering. Det mest krevende arbeidet ved forskningsmetoden var transkriberingsprosessen og analyseringen av dataen i etterkant. Av erfaring tok dette lang tid og det vil være en fordel å holde et intervju kort og konsist, fortrinnsvis i studier med mange intervjuobjekter.



Figur 6.1 Grader av strukturering av et intervju. Utvalgt strukturering markert med svart. Etter [73]

Til å begynne med var det et stort ønske om å gjennomføre intervjuene gjennom besøksintervjuer. På grunn av samfunnsmessige årsaker under prosjektperioden ble det utfordrende å utføre denne løsningen. Enkelte tiltak måtte iverksettes for å fullføre gjenstående intervjuer. Resultatet ble å bruke digitale løsninger for å simulere et besøksintervju i størst mulig grad. Microsoft Teams er en kommunikasjonsplattform som gir sine brukere muligheten til å snakke og se hverandre samtidig. Erfaringsmessig ble dette programmet en god alternativ løsning som ikke ble opplevd som noe svakere enn et besøksintervju.

6.2.3 Transkripsjon av datamateriale

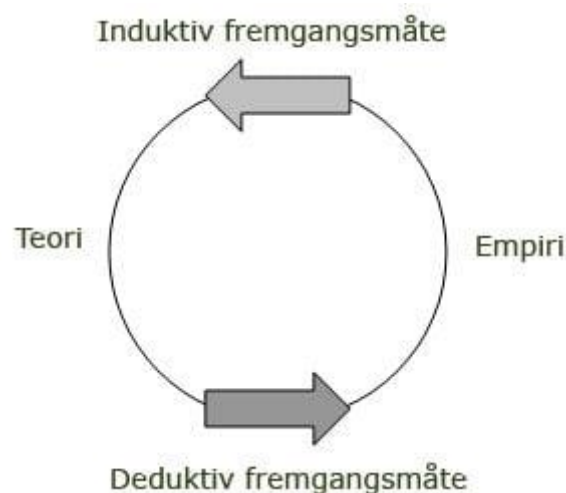
Transkribering handler om å overføre tale til lydskrift, alternativt oversette tekst fra et språk til et annet. Som tidligere nevnt, var bruk av lydopptak en sentral strategi i datainnsamlingsprosessen. Målet med å gjøre tale om til tekst er å tilgjengeliggjøre dataen for analysering. I denne sammenheng ble en enkel mal (Vedlegg 2) utviklet for å gjøre prosessen mest mulig oversiktlig for egen bruk.

Detaljnivået i transkriberingen kan kategoriseres som medium ettersom halvferdige setninger som ikke formidler informasjon ekskluderes. Ordrett transkribering fører til mye unødvendigheter og kan skape forvirring under analysing. I en rettsak eller i et politiavhør vil det være viktig å få med hver minste detalj, men i denne forskningen var det besluttet at slik nøyaktighet ikke ville påvirke resultatene. For å effektivisere transkriberingsprosessen ble tredjepartsprogrammet «Speed Changer» brukt [74]. Mobilapplikasjonen tillater sine forbrukere å lytte til lydfiler i ønsket tempo. Enkelte intervjuobjekter har tendens til å prate veldig fort og det blir ofte problematisk når det gjelder å transkribere, og dialekter kan skape misforståelser. Av erfaring kan enkelte påstander få ulik mening når et eller flere ord feiltolkes, selv med opptaksmuligheter. Anbefalingen er å få intervjuobjektet til å repetere det som blir sagt på stedet eller stille et spørsmål som bekrefter en påstand.

Dag Ingvar Jacobsen påpeker at bruk av lydopptak kan ha en negativ effekt. For det første kan intervjuobjektet ha en negativ holdning til en slik løsning, dermed er det viktig å opplyse vedkommende at intervjuet skal tas opp. I tillegg kan intervjueren lene seg for mye på opptaket og nedprioritere notering underveis. Notater vil opptre som en indeks over hvor i intervjuet ulike temaer kan hentes. Nedprioritering av denne type løsning vil føre til økt tidsbruk ved analysing av datamaterialet [73].

6.2.4 Induktiv og deduktiv forskningstilnærming

Induksjon er en erfaringsbasert vitenskapelig metode som handler om enkelte og individuelle utsagn som gir et grunnlag for mer generelle og omfattende utsagn [75]. En induktiv fremgangsmåte handler om å beskrive teorien bak et fenomen gjennom observasjoner. Dersom en studie skal utforske hvorfor byggenæringen har hatt en negativ utvikling i produktivitet, vil det da være en induktiv studie ettersom det omhandler å finne den teoretiske bakgrunnen for fenomenet [76]. Det motsatte av induktiv metode er deduktiv metode. Tankegangen går ut på å teste teorien i praksis. Intervjuer og laboratorieøvelser er to gode forskningsmetoder som er egnet for dette formålet. Resultatet blir naturligvis å finne et svar på en hypotese eller en antagelse [77]. Figur 6.2 illustrerer forskjellen mellom induktiv og deduktiv fremgangsmåte på en forenklet måte.



Figur 6.2 Deduktiv og induktiv fremgangsmåte, fra [78]

Studien har valgt en deduktiv fremgangsmåte ettersom intervjuene forsøker å belyse nå-situasjonen hos ulike aktører i bygg- og anleggsnæringen. Mange nye digitaliseringstrender og BIM-verktøy er allerede godt innarbeidet i bransjen, men statusen rundt disse har vært uklar. I denne rapporten har forfatteren brukt mye tid på å sette seg inn i eksisterende teori og tidligere relevant forskning. En deduktiv fremgangsmåte er godt strukturert og har gitt en god dybde i studien.

6.2.5 Intervjuutvalg

Tabell 6-1 Oversikt over intervjuobjekter [31]

| Navn | Bedrift | Stilling | Intervjuform |
|--------------------------------|-------------|--|-------------------------------|
| Aina Celine Haugland (ACH) | Kruse Smith | BIM-koordinator | Besøksintervju |
| Marius Eide (ME) | Kruse Smith | BIM-leder | Besøksintervju |
| Øyvind Kjøllesdal (ØK) | AF Gruppen | Forretningsutvikler, Digital byggeplass | Microsoft Teams - intervju |
| Nicholas Evensen (NE) | NCC | BIM-Spesialist | Microsoft Teams - intervju |
| Egil Johan Wollvik Nilsen (EN) | Newsec | Teknisk rådgiver | Besøksintervju |

6.2.6 Søkjetjenester

Informasjonsgrunnlaget er hentet gjennom søkjetjenester og fagdatabaser. Primært har innsamlet data blitt brukt i teoridelen av rapporten, men også i de andre kapitlene. I mål om å få flest mulig treff på relevant litteratur, har flere søkemotorer blitt benyttet. Søkeverktøyene ble i hovedsak brukt til å finne artikler, publikasjoner og andre dokumenter. Deretter har analysering av referanselistene til tidligere oppgaver vært en god fremgangsmåte på å finne andre beslektede artikler og publikasjoner.

Tabell 6-2 Søkemotorer [31]

| Søkemotor |
|------------------------|
| Google |
| Google Scholar |
| Oria |
| buildingSMART |
| Statistisk sentralbyrå |

6.2.7 Søkeord

For å effektivisere søkeprosessen var det essensielt å bruke søkeord som reflekterte oppgaven for å finne relevant litteratur. De fleste søkjetjeneste baseres på sofistikerte algoritmer som gjør søkeprosessen lettvinnt. Forfatteren har primært brukt følgende søkeord for å finne frem til aktuelle og relevante artikler: Digitalisering, BIM, Bygg, buildingSMART, SSB. Disse søkeordene har bidratt til en rask søkeprosess med treff på gode og oppdaterte artikler som belyste mange av digitaliseringsmulighetene i bransjen. I mål om å finne frem til flest mulig treff ble også søkene gjennomført på engelsk. Sammenlagt viste deg seg å være en veldig god strategi på å samle inn flest og best mulig data til teoridelen av rapporten.

Tabell 6-3 Sentrale søkerord [31]

| Norske søkeord | | Felles | Engelske søkeord | |
|----------------|----------------|---------------|------------------|--------------|
| SSB | Digitalisering | BIM | Digitization | Building |
| Bygg | Anlegg | buildingSMART | Digitalization | Construction |
| Effektivitet | Produktivitet | Trend | Efficiency | Industry |

6.3 Analyse av data

6.3.1 Kildekritikk under litteratursøk

For å forsørge at kildene som blir brukt i oppgaven er oppdaterte og av høy kvalitet er TONE strategien brukt for kildekritikk. Metoden går ut på å sjekke en kilde opp mot fire kriterier før den blir ansett som god og relevant [79].

Troverdighet

En nettbasert kilde kan være skrevet av hvem som helst og er derfor viktig å finne ut hvem som er forfatteren. I tillegg til at forfatterens faglige bakgrunn er det også av stor interesse å undersøke hvem som står bak publiseringen. I denne studien var det naturlig å forholde seg til kjente utgivere for å være på den trygge siden [79].

Objektivitet

Ofte kan det friste og finne kilder som forsterker eget synspunkt. Derfor er det viktig å være mest mulig opplyst om et emne før en konkluderer om en kilde er objektiv eller ikke. På denne måten kan kilder som forsøker å overbevise leseren basert på tynt grunnlag forkastes. Formidlet informasjon skal være mest mulig nøytral og informativ. Rapporten har forsøkt å unngå «ikke objektive kilder» slik at forfatteren ikke virker partisk i sin argumentasjon [79].

Nøyaktighet

En kilde som beskriver virkeligheten på en detaljert og presis måte karakteriseres som nøyaktig. For å oppdage om en kilde lever opp til en slik standard, er det viktig å sjekke når dokumentet ble publisert og når det ble sist oppdatert. Dette gjelder ikke alle kilder, men det gir oftest en god indikasjon. Skrivefeil oppstår hos de fleste, men i en publikasjon som er utarbeidet i resultat av flere timers arbeid bør være rettskrevet. I litteratur der dette oppdages jevnlig, bør en være varsom siden det kan reflektere et hastende og mangelfullt arbeid. Til slutt er kvaliteten av kildene som er brukt i teksten svært betydelig. Informasjon som hadde en forskning eller en sterk argumentasjon i grunn, har blitt praktisert i denne rapporten [79].

Egnethet

En egnet kilde handler om hvor relevant informasjonen er for egen bruk. Målgruppen og formålet må vurderes sammen med tilgjengeligheten for å konkludere om en kilde er i samsvar og belyser oppgavens problemstilling [79].

6.3.2 Forskningens troverdighet

Reliabilitet handler om hvor målesikkert et forsøk er. Prinsippet går ut på å få samme resultat ved gjentagende forsøk med samme forutsetningene. Dette er mest interessant når en studie er bygd på kvantitative metoder. I en kvalitativ studie kan en rekke forhold påvirke reliabiliteten, spesielt i forhold til intervjuer. Ettersom empirien er samlet inn gjennom semi-strukturerte intervjuer har det vært utfordrende å forsikre høy reliabilitet. Årsaken er at det er vanskelig å påvirke intervjuobjektet uten å ødelegge forskningsformatet. Basert på dette er det gjort noen tiltak for å heve påliteligheten til resultatene. Først og fremst er det essensielt at informanten ikke går i forsvarsmodus der vedkommende ikke er villig til å svare ærlig. For å danne et slikt miljø har flere strategier blitt brukt. Som tidligere nevnt i kapittel 6.2.2 har ingen spørsmål blitt konstruert slik at den etterspør sensitiv informasjon. I mål om å ikke hinte til svar, har ledene spørsmål blitt unngått i størst mulig grad. Under utspørring har det vært viktig å fremstille seg selv som en tillitsfull person slik at intervjuobjektet ikke opplever situasjonen som et avhør, men heller en samtale mellom to bekjente. Intervjuene ble tatt opp på en telefon og transkribert i ettertid. En slik løsning har eliminert tolkninger av notater og har bidratt til enkel siteringsprosess under rapportskrivning.

Validitet handler om hvor relevant resultatene av intervjuene er i forhold til problemstillingen [80]. Metodekapittelet i denne rapporten har forsøkt å begrunne de valgene som er gjort ved datainnsamlingsprosessen. Som nevnt tidligere under casekapittelet er det viktig å intervjuer riktig målgruppe for å forsterke validiteten av resultatene. Å få tak i de mest kvalifiserte personene er ikke en god nok argumentasjon for å fastslå forskningsmetoden som valid. Informasjonen som blir vekslert gjennom et intervju er like signifikant. Spørsmålene må treffe godt og være klare slik at det ikke oppstår noen misforståelser. Selv om det er vanskelig å lese kroppsspråket til mennesker en møter for første gang, er det ikke umulig å se om motparten er komfortabel eller ikke. Uavhengig av resultatene fra intervjuene, har eksisterende litteratur blitt brukt for å belyse problemstillingen. Samlet har denne studien forsøkt å gjøre intervjuene mest mulig reproduserbar ved å være mest mulig rettfærdig og objektiv fremgangsmåten. Som nevnt tidligere er dette gjort ved å gjøre intervjuguiden tilgjengelig for leseren og samtidig arkivert transkripsjon av intervjuene, slik at disse kan leses gjennom ved behov. Tiltakene er gjort for å gjøre leseren mer bevisst på at resultatene ikke er selvkonstruert.

Helhetlig kan påliteligheten til resultatene bli vurdert som god, med noen få unntak. Årsaken er at ved en reproduksjon av metoden vil det bli utfordrende å få de samme resultatene hver gang. Faktorer som kommunikasjons- og formidlingsevne er vanskelig å beskrive, dermed blir det problematisk å gjennomføre eksakt samme fremgangsmåte. Videre baserer denne forskningen seg på nå-sitasjonen i bransjen og med tid vil enkelte spørsmål få andre svar eller bli irrelevante. Figur 6.3 illustrer påliteligheten til denne studien på en enkel måte. Et kryss symboliserer et forsøk (intervju) og plasseringen forteller om resultatet er valid og reliabel. Små avstander mellom kryssene beskriver en studie med god reliabilitet, mens kryss nært sentrum karakteriserer god validitet.



Figur 6.3 Studiens validitet og reliabilitet [31]

6.3.3 Feilkilder og begrensninger ved metoden

Ettersom intervjuguiden ble dannet i forkant av første intervju, var målet å få mest mulig svar på ønskede spørsmål. Baktanken med guiden var å forsikre at forskerspørsmålet ble besvart grundig. På grunn av manglende erfaring som intervjuer, ble progresjonen merkbar. Under første intervjuet var det til dels vanskelig å stille oppfølgingsspørsmål. Årsaken skyldes ikke dårlig forberedelse, men generelt manglende kunnskap om hva som faktisk skjer i digitaliseringsfronten i bransjen. Det blir svært strengt å kalle det første intervjuet som bortkastet, siden det var opplysende og en god intervjuerfaring. Deretter ble det mye enklere å gjennomføre intervjuer med andre kandidater senere.

Oppgaven har fått en god dybde, men kunne stilt sterkere i bredden. Som vist i Tabell 6-1 er det tydelig at intervjuobjektene spesialitet i hovedsak er innenfor BIM. I ettertid kan utvalget stille litt svakt, ettersom tekniske roller ikke er inkludert. Det kunne vært av stor interesse å undersøke hvordan håndverkere ut på feltet tolker den digitale utviklingen i bransjen. Fagarbeidere kunne potensielt belyst andre utfordringer og problemer som oppstår ved implementering av nye prosesser, metoder og digitale utstyr.

All innsamlet data kan ikke anvendes direkte i resultatkapittelet. Under intervjuer er det mye som blir formildet, både informasjon som er relevant og støttende for argumentasjon. Som forfatter er det gjort overordnede valg som har avgjort hva som bør inkluderes for å konkretisere utvalgte emner. Dermed er resultater som belyser forskerspørsmålet prioritert.

6.4 Oppsummert fremgangsmåte

Tabell 4 Stegvis fremgangsmåte for innsamling av data [31]

| Litteratur | Intervju |
|--|---|
| 1. Kartlegge ulike søkeord og kombinasjoner av disse | 1. Utarbeide intervjuguide |
| 2. Gjennomføre søk | 2. Finne intervjupersoner med relevant bakgrunn |
| 3. Finne relevante kilder | 3. Gjennomføre intervjuene |
| 4. kontrollere egnethet, reliabilitet og validitet | 4. Transkribere intervjuene |
| 5. Bruke videre eller forkaste | 5. Analysere og tolke resultatene |

7 Resultat

Resultatkapittelet følger intervjuguidens rekkefølge og struktur. Oppsettet er inndelt i 3 hovedtemaer der funnene fra intervjuene presenteres gjennom gjengivelser og direkte sitater fra det transkriberte materialet. Kapittel 7.1 vil kaste lys over digitaliseringen i byggebransjen, kapittel 7.2 vil belyse hvor langt ulike aktører i bransjen har kommet i videreutviklingen av BIM, mens kapittel 7.3 forklarer mulighetene og utfordringene ved dagens byggekontrakter som knytter seg opp mot digitalisering og implementering av BIM. Forfatterens egne synspunkter er ikke en del av resultatene, men vil bli en sentral del av diskusjonskapittelet. Dette er gjort for å skille mellom egne tolkninger og innsamlet data på en gunstig måte. Flere steder siteres intervjuobjektene og der navn ikke oppgis i forkant, betyr det at sistnevnte person blir sitert.

7.1 Digitalisering

7.1.1 Internt digitaliseringsarbeid i bedrifter

Norske bygg- og anleggsbedrifter befinner seg på ulike nivåer når det gjelder intern digitalisering. Satsningsområdene baserer seg på nå-situasjonen i virksomheten og det etableres spesifikke mål for fremtiden. Enkelte trives best med å henge litt etter for å unngå barnesykdommene, mens andre ønsker å være med i fronten for å drive bransjen videre. Evensen beskriver en samarbeidsmetode som knyttes opp mot digitalisering: «*Vi bruker da ICE-metodikk i prosjekteringen, med støtte av digitale verktøy. Så vi prøver å rigge alle brakkerigger eller møterom med digitale verktøy. Hva skal vi kalle det, skjermer eller utstyr som man kan nytte teknologien.*» Møtemetodikken har gitt mulighet for effektiv samhandling mellom alle involverte aktørene innad et prosjekt gjennom bruk av digitale verktøy. Som resultat blir mulige feil oppdaget og håndtert i tidlig fase, slik at disse ikke fremstår under produksjon.

Kjøllesdal knytter digitaliseringen i bedriften direkte med digitale løsninger som anvendes: «*Bruke BIM-kiosker, bruke Dalux eller andre løsninger på håndholdte enheter.*» I tillegg presiseres det at ulike prosjekter får en frihet basert på sitt engasjement til å iverksette og teste ut nye digitale verktøy, mens andre prosjekter har strukturerte tilnærminger av hva som skal gjøres hvor hvert kvartal.

7.1.2 Fortgang i digitalisering og produktivitet

I spørsmål om digitaliseringsprosessen går for tregt internt i bedriftene og på nasjonalt nivå i byggebransjen, er ikke responsen entydig blant intervjuobjektene. De fleste er enig i at digitaliseringen går tregt, men at det er en åpenbar fremgang i utviklingen. Unntaksvis blir situasjonen forklart annerledes av Kjøllesdal, som har lang erfaring med digital byggeplass: «*Det blir sånn følespørsmål og nei jeg føler ikke at det går for tregt. Vi må erkjenne etablerte rutiner. Folk har jobbet i 40-50 år, det å endre måten man jobber på er krevende. Vi har noen prosjekter og noen som har vært fremme, også må vi på en måte samtidig forstå at det tar tid å ta med resten av laget opp på et nivå. Samtidig som spydspissene på digitalisering fortsatt kan titte videre helt fram i horisonten på å gjøre radikale endringer.*» To sentrale hindringer som blir dratt frem er den menneskelige faktoren og ikke tilpassede standardkontrakter. Problematikken rundt kontrakter utdypes ytterligere i kapittel 7.3. Nilsen mener at ulike ledd i bransjen har forskjellig digital utvikling og «*det kommer helt an på. Noen er flink da, de store er superflinke. Noen er veldig fremoverlent på det, men det kommer an på prosjekt og det kommer an på hvem som styrer prosjektet.*»

For å sette digitaliseringen i kontekst, ble intervjuobjektene nødt til å reflektere over hvorfor produktivitetsutviklingen i byggebransjen har vært negativ over flere tiår. Rådgivere begynte å bruke dataverktøy for å effektivisere konstruksjonsberegninger, noe som åpnet nye dører. Ettersom teknologien og dataprogrammene utviklet seg ble det muligheter for å gjøre større og mer tidsavhengige beregninger betraktelig raskere ved hjelp av digitale verktøy. Enkelte påstår at de forstår og opplever den negative statistikken innad i konsernet. Kjøllesdal forklarer: *«Jeg tror i stor grad at det handler om økt kompleksitet i prosjektene og at man ikke er rigget for å håndtere økt kompleksitet på en god måte gjennom den tradisjonelle gjennomføringsmetodikken ... Jeg tror også kontrakter, standarder, forretningsmodeller og gjennomføringsmodeller, at det ikke er strukturert, eller ikke er egnet fullt ut for å håndtere den type prosjekter vi som opererer med eller jobber med i dag.»* Evensen stusser litt på produktivitetsstatistikken og beskriver noen av tiltakene som er gjort: *«Sånn som vi ser det har vi jo kortere byggetid som regel, så vi fullfører byggene våre raskere og vi har mer prefabrikkering, så man skulle jo tro at den pekte andre veien.»* Videre presiseres at kompleksitet kan være en avgjørende faktor. I tillegg bygges mye av prosjektene i dag gjennom innleide yrkesarbeidere, dermed blir det vanskelig å danne en byggekultur når det er nye involverte yrkesarbeidere allerede i neste prosjekt.

7.1.3 Digital kompetanse

I mål om å finne årsaken til motgang i digitalisering ble digital kompetanse et refleksjonsemne i intervjuene. Her blir flere ledd tatt opp. Eide forteller: *«Programmene som kommer, er ikke tilpasset spesifikt for byggebransjen.»* Det blir videre forklart at programmene egentlig er utviklet for andre bransjer, men at de *«tweakes»* slik at dem kan anvendes i byggebransjen og resultatet et ofte ikke godt nok. Mengden og kvaliteten av programmene beskrives av Haugland: *«Det er veldig, veldig mye. Det er ikke ett som er kjempebra, altså mange som er bra på noe, men ikke et som er bra på alt.»* Digitale verktøy i byggebransjen beskrives som mangelfulle, men dette er ikke alene en grunn forteller Kjøllesdal: *«Det er flere hjul som må spinne i gang rett og slett, for å få endringene til å skje fortere, og kompetanse er nok et av dem.»* Evensen konstaterer at bransjen er avhengig av unge arbeidere for å få til en digital arbeidsflyt, siden *«de eldre har sine måter å jobbe på og liker den best.»*

7.1.4 Utbytte av digitalisering

Digitaliseringen er noe som gir tilbake til bedriftene på ulike måter. Evensen forteller at arbeidsflyten effektiviseres og det oppleves færre feil i prosjektene. De fleste er enig i at digitalisering gir utbytte i flere områder, men Kjøllesdal ser litt lenger inn i horisonten. *«I tillegg til det, så kan man bruke det som markedsføringsmessig eller med tanke på merkevarebygging.»* Det utypes videre at digitalisering ikke bare handler om å lære opp og utvikle ansatte, men også bruke det til å fremstille virksomheten som innovativ og fremoverlent. Med et slikt omdømme oppleves det at det blir enklere å sikre jobber og samtidig bidrar til rekruttering av de skarpeste hodene. Eide mener at hele verdikjeden tjener på digitaliseringen. Programutviklere, arkitekter, rådgivere, entreprenører, byggherrer og forbrukere av et bygg eller anlegg vil alle få et utbytte som resultat av digitalisering.

7.1.5 Trender

Virtuell virkelighet (VR)

VR blir stadig mer brukt i bransjen. Eide forteller at de bruker VR i tilbudsfasen *«som et innsalg for å visualisere for byggherre.»* Teknologien har vist seg å være bra, men han mener også at VR ellers ikke løser andre problemer. *«Som et prosjekteringsverktøy, så syns jeg at de prosjekterende har såpass kontroll. Du kan si de som sitter i prosjektering klarer å visualisere bygget uten VR.»* Evensen forteller at NCC bruker også VR til innsalg, men også til gjennomgang av løsninger. Teknologien tilrettelegger for å *«se litt over og orden hvordan bygget ligger i terrenget.»* VR er et godt samhandlingsverktøy som bidrar til raskere forståelse for hva som skal bygges i forkant og underveis et prosjekt.

Utvidet virkelighet (AR)

AR i byggebransjen er relativt nytt og blir gradvis mer anvendt. Evensen forteller at AR blir brukt gjennom en håndholdt løsning som ved hjelp av en skjerm og GPS-antenne kan visualisere 3D-modellen som beskrevet i kapittel 3.5.2. Ulempen er at programvaren er helt avhengig av GPS-signaler for at det skal være anvendelig. I dag kan AR i byggeprosjekter kun brukes utendørs der lokaliseringssignaler er tilstrekkelig. Eide ser potensialet i teknologien og er helt overbevisst at dersom det kommer et godt produkt til rimelig pris, vil konseptet bli like vanlig å se på byggeplass som hjelmen er i dag. *«Jeg har en drøm om at de skal gå med de vernehjelmene sine også skal de kunne dra ned brillene også ser de det de skal bygge.»*

Kunstig intelligens (AI)

AI blir stadig mer anvendt på byggeplasser. Kjøllesdal forteller noen av bruksområdene i AF Gruppen: *«Så har vi brukt skanning med maskinlæring og kunstig intelligens for å monitorere kvalitetsoppfølging på byggeplass. Så det å finne avvik mellom det som er bygget og prosjektert modell, eksempelvis på byggeplassene.»* Videre brukes det til å finne optimalisering av tomutnyttelse med verktøy som er utviklet av norske selskapet Spacemaker.

Droner

Droneteknologi er godt etablert hos flere aktører i bransjen. Evensen forteller at teknologien blir regelmessig brukt på veiprojekter, spesielt til massekontroll. I forkant av utbygging blir droner benyttet som skanneverktøy for å få riktig høyde på terreng og informasjon på forhold som ligger rundt området. Under produksjon blir droner brukt for å ta dokumentasjonsbilder med registrering av avvik. Kjøllesdal beskriver mange av de samme bruksområdene av droner, som blant annet masseuttak, masseforlytning, oppfølging av progresjon og HMS-relaterte saker. Haugland forteller at droner primært blir brukt til å dokumentere fremdrift. Eide ser potensialet i teknologien og foreslår at dronebilder kan nyttiggjøres for å måle faktisk fremdrift mot planlagt fremdrift. Dette henger i tråd med hva Kjøllestad beskrev rundt kunstig intelligens. Når det kommer til anvendelse av droner til inspiseringer blir dette svært lite praktisert, men Evensen forteller at helikopter er mer vanlig løsning til slike formål, spesielt på større veiprojekter. Alle er enige at droneteknologi kan være et godt alternativt verktøy for kvalitetskontroll og ved inspiseringer i ettertid av prosjektgjennomføring, selv om dette ikke praktiseres i dag.

BIM-kiosk

Det å plassere en stasjon på en byggeplass der alle aktører får tilgang til BIM-modellen, har åpnet nye dører og tatt et skritt nærmere en mer digitalisert bransje. Først og fremst forteller Eide at en BIM-kiosk er en totalstasjon som er ute på byggeplass, der modellen og webhotell med fullt tegningsregister er tilgjengelig. I tidlig implementeringsfase viste løsningen seg å være et godt samlingspunkt for å løse tverrfaglige problemer og for uthenting av data. Utfordringen med løsningen er at det blir for dyrt å ha flere BIM-kiosker i et prosjekt. Løsningen har vært å forholde seg til én BIM-kiosk, men hver formann får tilgang til en «Pad» med tilgang til alt som er tilgjengelig på BIM-kiosken. Selv om dette er et steg lenger inn mot papirløse byggeplasser, så har dette som mange andre nye løsninger medbrakt sine problemer. Eide forteller: *«Det som ble etterspurt mest var en printer, de vil gjerne ha en printer der, så de fikk lov til å skrive ut tegningene.»* Problemet er at BIM-kiosken ikke blir brukt igjen når tegningene er skrevet ut i papirformat, dermed går enkelte yrkesarbeidere med utdaterte tegninger og bygger etter disse. Når oppdatert modell er tilgjengelig på byggeplass beskriver Evensen BIM-kiosken som *«nærhet til informasjon.»* Informasjon som vanligvis har vært tilgjengelig på brakka kan gjennom denne ordningen raskere og enklere hentes ut.

Papirløs og tegningsløs byggeplass

Det å redusere papirbruk på byggeplass er i seg selv et mål og overgang til digitale løsninger er den store utfordringen. Tradisjonelt har yrkesarbeidere fått tegningene levert ferdigutskrevet på papirformat, men må nå stadig hente disse ut selv ved hjelp av BIM-kiosker og nettbrett. I spørsmål om hvor langt de ulike aktørene har kommet i prosessen med papirløs- og tegningsløs byggeplass forteller Kjøllesdal om prosessen som jobbes med internt i deres bedrift. Primært er målet å minimere papirbruk ved å bruke digitale tegninger i størst mulig grad. AF Gruppen har ikke et mål om å gjennomføre prosjekter helt modellbasert, men tegninger skal ikke brukes i større grad enn der det er hensiktsmessig. Ambisjonen er å *«stimulere til at informasjon kan hentes på en pad, en telefon eller en BIM-kiosk også videre.»* Tilsvarende forteller Evensen om satsningen rundt papirløse byggeplasser: *«Ja vi har papirløse byggeplasser, ikke 100 prosent, men vi velger deler av fagene. For eksempel så satser vi en del på tegningsløs armering.»* I spørsmål om hvilke erfaringer de har fått, forteller Evensen at det er en læringsprosess med hindringer, *«altså det er komplikasjoner da, som må løses ... Jeg tror ikke det er strømlinjeformet enda.»* Modellbasert bygging er en relativ ny gjennomføringsmetode hos fleste bedrifter og blir dratt enorm kunnskap fra. Eide mener at byggeplassene er klare for modellbasert produksjon, men at mangelfulle verktøy hindrer potensialet. *«Hvis vi begynner å implementere det nå, også si at denne byggeplassen skal være tegningsfri, så tror jeg vi møter oss selv i døra ganske fort.»* Å gå fra byggeplasser med tradisjonelle tegninger over til modellbasert bygging er en langsiktig overgang. Haugland gir inntrykk av at bransjen er litt forsiktige i overgangen til nye løsninger og forteller at *«det er litt skummelt, når det kommer noe nytt.»* I en bransje der hver minste krone skal bespares, er det utfordringer å presse nye løsninger ut. Tilsvarende er ikke Nilsen like forhåpningsfull rundt når byggeplassene vil bli papirløse: *«Det er lenge til det blir papirløst.»*

7.1.6 Investering i digitalisering

For å danne et bilde av hvor stor grad digitalisering satses på, ble intervjuobjektene spurt om hvor mye som investeres i digitalisering. Målet var ikke å tallfeste dette, men å forstå engasjementet som eksisterer i bransjen. Evensen forteller at som konsern så investerer NCC mye i digitalisering, men påpeker at resten av bransjen, spesielt mindre bedrifter er avhengig av at de større selskapene får frem teknologien eller løsningene først slik at resten av næringen kan ta nytte av det. Evensen forteller

videre om to spor som beskriver hvordan det investeres i digitalisering. Det ene sporet handler om det langsiktige og hva som må til for å nå et mål om 5-10 år, eller enda lenger frem i tid. Det andre sporet omhandler pågående prosjekter der problemer oppstår og må håndteres fortløpende. I en slik situasjon kan nye løsninger iverksettes og blir da ofte en form for pilotløsning som tilsvarende kan vise seg å skape verdi i fremtidige prosjekter. Nilsen forteller at ved renovasjonsprosjekter som han ofte er involvert i, investeres det mye i digitalisering. *«Ja, det har vært vår avgjørelse å bruke ressurser på det, for å effektivisere fremtidige prosesser.»* Mye av tegningsregistre av gamle bygg er fortsatt kun tilgjengelig i papirformat. Ambisjonen er å digitalisere disse enten ved skanning eller å etablere 3D-modeller og over tid berike dem med informasjon.

7.1.7 Heldigital byggeplass

En av visjonene i bransjen er å oppnå en heldigital byggebransje. Hva som ligger i ordet «heldigital», er ikke helt definert og kan tolkes forskjellig. Spørsmål om hvor langt de ulike aktørene har kommet i den prosessen forteller Kjøllesdal at AF satser og investerer i ressurser som vil føre dem i den retningen, *«også er det å finne riktig nivå.»* Da oppstår definisjonsspørsmålet igjen, *«hvis man definerer digital byggeplass at det ikke skal være tegninger, så er vi der, men hvis det handler om at alt skal produseres av roboter, monteres av roboter, alt monitoreres med sensorer også videre, så er det en fremtidsvisjon.»* Evensen mistenker at deler av byggebransjen aldri vil kunne digitaliseres, men har fortsatt sterk tro på at det meste vil. *«Jeg vil si at det er ikke urealistisk, noen deler vil kanskje aldri bli digitalisert.»* Eide drar frem problematikken rundt dårlig utviklede programmer som ikke er med på å drive bransjen fremover. *«Før vi får et godt program på byggeplass som kan enkelt gi byggelederen, formannen og basen informasjonen han trenger fra modellen, så tror jeg ikke noe på det, men når det kommer, så tror jeg på det. Det er ikke gode nok verktøy.»* Videre presiserer han at verktøyene er der, men programvaren og brukergrensesnittet ikke er godt nok optimalisert. Haugland forklarer problematikken med at programmer blir rullet ut i bransjen før det er ferdig utviklet, *«Ikke alt er helt klart før det tas i bruk.»* Nilsen gir inntrykk av at byggeplassene en dag vil heldigitaliseres, men at det er for tidlig med dagens verktøy og kunnskap.

7.1.8 Digitale veikartet, BNL

Med de bransjemålene som er satt i det Digitale veikartet var det naturlig å stille spørsmål om hvor langt de ulike bedriftene har kommet i den prosessen. Eide forteller at de har et eget digitalt veikart i Kruse Smith som de har fulgt siden 2016. Strategien viste seg å være ineffektiv og det ble dermed valgt å utvide målene til ut 2020. *«For meg så betyr det at vi ikke kom helt i mål egentlig, men det er i hvert fall sanne mål å gå etter.»* Å være en som tar styringen i førersetet, er en posisjon Kruse Smith foretrekker å unngå, men det betyr ikke at de fortsatt ikke henger med. Eide beskriver noe som kanskje kan være et bransjeproblem der ingen våger å gjøre noe nytt eller annerledes. *«Vi er nok ikke de som går først. Det er ikke lurt. Vi ser det på skirenn og på alt, det er ikke lurt å gå først, men du må ikke ligge langt bak etter.»* Samtidig forteller Nilsen at nye verktøy ikke er billige. *«Det koster med nye systemer da. Når du printer selv så vet du hva du har og hva det koster.»* Evensen har kjennskap til målene i Digitale veikartet og forteller om hva som gjøres internt i bedriften for å komme så nær som mulig. NCC ser på mulighetene ved prefabrikkering som hovednøkkelen til å øke produktivitet og redusere avfall. *«Så vi prøver jo å prefabrikkere så mye som vi kan da, egentlig. Og det tror jeg det blir enda mer av fremover og.»* Kjøllesdal er også godt kjent med målene, men er ikke veldig overbevist over at målene vil oppnås. Når det gjelder 50% raskere prosjektgjennomføring så *«hadde jeg ikke vedda på at*

vi klarer innen 2025, nei.» Selv om målene er ambisiøse, viser det seg å være vanskelig å nå disse, men det gjenstår fortsatt 5 år.

7.1.9 Fremtiden innenfor digitalisering

Det er ikke alltid lett å anslå hvordan fremtiden ser ut, men hensikten med spørsmålene rundt fremtidens digitalisering i bransjen er å kartlegge ulike målene og ambisjonene som eksisterer i bransjen. Kjøllesdal beskriver industrialisering av byggeprosessen som et av fremtidsmålene i AF Gruppen. *«Vi har i hvert fall ambisjoner om at vi kommer til å gå mot mere sånn industrialisert byggeplass, det vil si at man etablerer byggeplassen som en fabrikk, for man jobber kanskje mer tak over tak, mer prefabrikkert løsninger, har stålkontroll på hvor materialer, hvor folk, hvor alle er i verdikjeden til enhver tid»* For å få til en slik detaljert byggeplass, må sensorer og andre monteringsverktøy anvendes slik at flyten blir mer strukturert. Problemet med dagens byggeplasser er at yrkesarbeidere taper mye tid på å lete etter materialer eller ved venting av leveranser.

Eide tar opp et problem med hvordan dagens bruk av BIM er, og gir noen forslag på hva som bør gjøres annerledes i fremtiden på grunn av det store potensialet som ligger der. *«Jeg forventer jo at bruken av BIM og modell blir mer fra A til Å. for nå er den litt fra C til K.»* BIM blir ikke godt nok brukt i tilbudsfasen og noe av grunnen er fordi det entreprenøren får fra konsulentene ikke er fullstendig nok til å estimere et godt nok tilbud. *«Hvis du hadde fått inn en god nok modell der, kunne vi brukt den direkte til mengdeuttak og videre kalkulasjon, også kunne du brukt den modellen videre i prosjekteringen»* Haugland forteller at BIM-modellen forsvinner etter FDV-dokumentasjonen er satt inn. *«Han dør på en måte ut når vi er ferdig med å bygge. Så opplever vi at modellen bare kastes bort og det er dumt»* Et sentralt problem Eide tar opp som årsak til at BIM ikke får mer oppmerksomhet er prioriteringsposisjonen 3D-modellen befinner seg i kontrakter. *«Hvis du ser i rekkefølgekravene, så er det tegninger også er det modell. Det hadde vært kult hvis modellen hadde ligget over.»*

Evensen fokuserer mer på hva som kan gjøres for å forbedre sikkerheten ved byggeplassene. AI og robotisering vil innta bransjen i større grad og skal kunne både automatisere enkelte byggeprosesser og samtidig gi overvåkingmuligheter. *«Jeg tror vi kommer til å se AI og tårnkraner blant annet sånn at vi har et kamera som sitter opp i tårnkranen og følger med på folk på bakken sånn at tårnkranføreren skal ha kontroll på og ikke krasjer bort i folk når det er mørkt.»* I tillegg forventes økt kunnskap om digitalisering og digitale verktøy både som kompetanse internt i bedriftene og samtidig mer kompetente fagarbeidere som kommer fra skolene.

7.2 BIM

7.2.1 Fordelene med BIM

BIM er ikke lenger et nytt fenomen og er ganske godt implementert i byggebransjen. I mål om å forstå nytten av BIM ble aktørene spurt om hvilke fordeler det har tilføyd bedriften og arbeidsprosessen. Evensen presiserer at muligheten til å få en digital visualisering av bygget før det bygges har bidratt til en mer effektiv planleggingsfase. I tillegg har det blitt mulig å kjøre automatiserte mengdeuttak og fremdriftsplanlegging (4D-BIM). Kjøllesdal beskriver bruk av BIM som sterk fordelaktig for alle involverte aktører i et prosjekt. BIM gir en helhetlig forståelse og kan brukes som en kommunikasjonsentral. Samtidig kan BIM brukes til å registrere problemer og avvik som oppstår under byggefasen. Samlet bidrar dette til en raskere informasjonsflyt mellom aktørene i et

byggeprosjekt. Eide forteller at digitale modellen har lenge eksistert, men potensialet ble først utnyttet da rollen som BIM-koordinator ble introdusert. «*3D-modellen har ligget der lenge, vi har hatt det, men vi har ikke brukt det til noe.*» Fordelen med BIM er ikke bare effektivisering og øktene informasjonsflyt, men også viktig kunnskap for å kunne vinne anbudsrunder. «*Det begynte å komme flere krav fra Statsbygg, blant annet.*» Det er ikke lenger et spørsmål om BIM skal involveres i prosjekter, men hvor stor grad den skal brukes.

7.2.2 BIM-koordinatorens rolle

For å forstå hvordan BIM fungerer internt ble det valgt å undersøke arbeidsoppgavene til en BIM-koordinator. Haugland beskriver hennes hverdag med ulike arbeidsoppgaver. Først av alt er det ikke uvanlig å følge opp flere prosjekter parallelt. De ulike prosjektene kan være i ulik fase og det kan bli mange forskjellige arbeidsoppgaver samtidig. Implementering av MMI skjer i startfasen av et prosjekt. Modellen blir markert og oppdatert i henhold til hvor byggeklar de ulike objektene i BIM-modellen er. Senere når objektene er klare, kan mengder tas ut for kalkulasjon og innen kort tid bestilles. Mye tid går i designsjekk, og kontroll av det tekniske mot himlinger. Solibri er et godt egnet program for å gjennomføre detaljert kontroll, og ved avvik kan de ansvarlige varsles gjennom programmer som Bimync slik at uoverensstemmelser korrigeres innen bestemt tidsfrist. Andre ansvarsområder er modellering, arbeid med fremdriftsplanlegging, og utvikling av 4D-plan. Eide forteller at rollen innebærer mye datateknisk arbeid og at yrke ikke som ikke har en definert stillingsbeskrivelse. «*Du er nesten en IT-konsulent.*» Haugland ser på sin rolle som en «*potet*» der hun kan brukes til å oppdage og løse de fleste digitale- og BIM-relaterte hindringene som oppstår underveis.

7.2.3 Involvering av BIM i prosjekter

For å begripe hvor stor andel av prosjektene involverer bruk av BIM ble intervjuobjektene spurt hvor ofte BIM anvendes. Evensen gir inntrykk at på byggsiden blir BIM stort sett brukt i alle prosjekter, men andre sektorer som vei og anlegg ikke har like detaljerte BIM-løsninger. «*I-en i BIM er ikke der. Det er ofte 3D DWG-er uten informasjon, men vil si alle prosjekter bruker en viss grad av BIM.*» Haugland er uenig i påstanden til Evensen. Hun forteller at det å få til modellbasert bygging er mer vanlig på vei- og anleggsprosjekter. «*Jeg tror det er lenger framme på anlegg enn det er i byggebransjen. Der er på en måte kanskje litt enklere å få det til. Det er så mye som skal inn [i byggeprosjekter], mye forskjellig.*» Eide forteller at Kruse Smith Anlegg har kommet langt med modellbasert bygging sammenliknet med bygg. Byggseksjonen tester ut papirløse byggeplasser for å gjøre sine yrkesarbeidere mer kjent med digitale løsninger før de tar det et steg videre mot tegningsløse byggeplasser.

7.2.4 Hindringer

At implementering av BIM har vært en ren suksesshistorie har ingen rot i virkeligheten. Intervjuobjektene ble spurt om hindringer som har oppstått underveis i relasjon til BIM. Eide poengterer enda en gang at verktøyene som er tilgjengelig ikke er gode nok. For å undersøke om en menneskelig faktor kan være en årsak til at programmene oppleves som en hindring, viser det seg at manglene digital kompetanse internt i bedriften er like medskyldig. Der programmene ikke har vært støttende, har bedriften fortsatt klart å bruke alternative metoder for å komme seg videre. Eide beskriver: «*I utgangspunktet tenker jeg at, det vi ikke har kunne brukt verktøyene til, har vi jobbet oss rundt. Så jeg føler egentlig at verktøyene har vært en hindring.*» Kjøllesdal beskriver at problemet ikke nødvendigvis begrenset til kun BIM og digitale verktøy, men det å motivere aktørene i et prosjekt til å benytte seg av de nye arbeidsmetodene er en innviklet oppgave. «*Også har selvfølgelig hele*

prosjektgruppa, å få de til å tenke på en litt annen måte, at modell skal løftes opp og brukes [vært en hindring].»

Implementering av BIM er en læringsprosess som er påvirket av flere variabler og er forskjellig avhengig av midlene og kunnskap en bedrift sitter med. Kjøllesdal forteller om hvordan hindringene kan motstås: *«En suksessfaktor for lykkes med BIM, det handler om å treffe riktig nivå på modellen, til riktig tid»*. Alene er ikke dette nok for å få størst mulig utbytte av BIM. Nivåene må koordineres og milepæler må dannes i henhold til hva modellen skal brukes til. Innad prosjektteamet må dette være innerforstått. Samtidig er en annen nøkkelfaktor å sette BIM øverst i kontraktshierarkiet slik at tegninger og beskrivelser blir supplerende fremfor gjeldene. Kjøllesdal begrunner forslaget på følgende måte: *«Det mener jeg også er en suksessfaktor for å sørge for at BIM-en er up to date og representerer faktisk status.»* Som nevnt tidligere blir ikke dette praktisert, både tegninger og beskrivelser står over modellen. Dette har medført til at BIM-en ofte blir ufullstendig med manglende informasjon.

Evensen legger seg på motsatt side og begrunner at kjernen for at hindringer oppstår, er hovedsakelig grunnet en menneskelig faktor. *«I et prosjekt, så er det mange aktører og mange forskjellige kunnskapsnivåer om BIM og digitale verktøy. Så det er klart at man er kun så sterk som det svakeste leddet.»* Med manglende digitale ferdigheter blant aktørene vil ikke prosjektene kunne få nok utbytte og det oppstår store rom for å gjøre feil. Å legge om til modellbasert bygging betyr ikke at feilkildene elimineres. Evensen forteller at *«det er vel så mye rom for feil i en digital modell som det er på en papirtegning.»* Hovedårsaken forklares ved at det er manglene kunnskap om digitale verktøy og hvordan det skal brukes. *«For liten opplæring, det er et problem.»*

7.2.5 3D BIM – 7D BIM

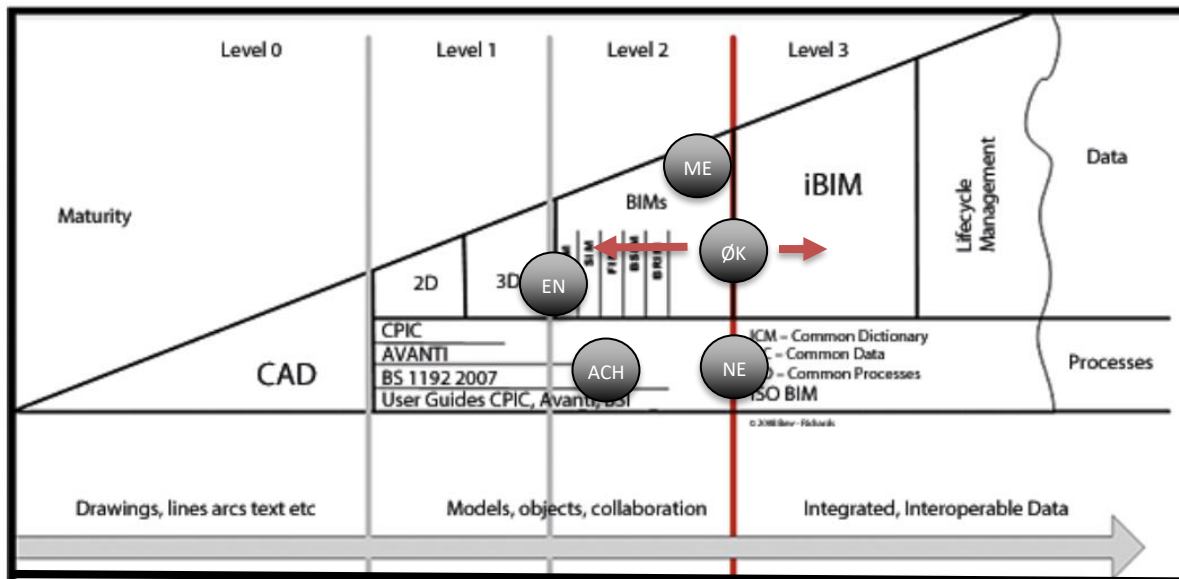
For å danne et bilde over hvor mye BIM har utviklet seg i bransjen ble intervjuobjektene spurt hvor langt de har kommet i den prosessen. Hensikten er å utforske om modellen blir brukt til andre formål som fremdriftsvisualisering (4D), kostanalyse (5D), bærekraftanalyse (6D) og livssyklusvurderinger (7D). Eide forteller at 4D er det lengste de har kommet, men jobber nå med å støtte den opp med 5D. *«Vi holder på å utvikle det i forhold til IPU-en. Det er jo egentlig en 5D. Der kobler du kosten opp mot 4D-en.»* Ambisjonen er å kunne gjøre tilpasninger under anbudsfasen i et prosjekt og samtidig få ut kostnadsendringer basert på valg som gjøres. *«Ja, men jeg ønsker ikke de vinduene, jeg ønsker de vinduene. Også hiver du det inn og får du kosten rett ut»* Eide forklarer at det tar tid å gjøre avgjørelser i dag og en slik mulighet vil spare dem for mye tid. *«Vi ønsker at folk skal sitte og jobbe, ikke sitte og vente. Mye ventetid på mail!»* Haugland utdyper at et program som har gitt dem en raskere informasjonsflyt er BCF baserte programmet Bimsync, *«det fungerer faktisk veldig bra. Du slipper utrolig mange mail frem og tilbake hvis du bruker Bimsync.»* Det neste store steget er å implementere 5D-BIM for å øke effektiviteten i fremtidige prosjekter. Evensen forteller at NCC har ofte jobbet med 4D og 5D blir prøvd, men det gjelder ikke mange prosjekter. Hva som leveres er avhengig av byggherrens krav. Eksempelvis blir ikke en digital tvilling levert med mindre byggherren spesifiserer dette. Nilsen oppfatter at BIM stadig utvikler seg uten at det praktiseres. *«Begrensningen her er folket som jobber med systemene. Det hjelper ikke med så mange D'er uten at de som sitter bak maskinen kan bruke det. Det ser jeg stadig vekk eksempler på at de ikke kan»*

Kjøllesdal beskriver det å oppnå en digital tvilling som et mål i konsernet. «*Det er en av de ambisjoner, eller noe av det vi jobber med fremover, det er digital tvilling i byggefasen*» Å få en oppdatert status under utførelsesfasen i et prosjekt og samtidig tilrettelegge for at modellen kan brukes ytterligere under driftsfasen gjøres i varierende grad i dag. Dagens utgave av den digitale tvillingen er utvilsomt dårlig i forhold til hva som faktisk er definisjonen av en digital tvilling.

7.2.6 Bransjens BIM-modenhhet

Modenheten av BIM i bransjen ble et refleksjonsemne i intervjuene. De ulike aktørene ble spurt om når de så nytten i BIM og hvor langt dem har kommet siden den tiden. Evensen forteller at BIM - engasjementet oppsto omtrent rundt 2010. Konseptet rundt BIM ble først opplevd som en morsom prosess og med økende kunnskapsnivå ble et BIM-miljø dannet for å skape større verdi i form av kvalitetssikring og effektivisering i virksomheten. Tilsvarende begynte AF Gruppen rundt samme tid å iverksette BIM i sine prosjekter. Under tidlig fase ble modeller utviklet basert på eksisterende tegninger. Hensikten var å tilrettelegge for en enklere kostnadskalkyle ved å ta ut mengder fra modellen. Etter hvert som modellen og verktøyene ble forbedret, åpnet også nye dører. Kjøllesdal utyper: «*Når man da først hadde en god modell, så ønsket man selvfølgelig å benytte BIM-en som, ja, å kommunisere rundt og involvere prosjektteam og benytte modellen videre også i utførelsesfasen da.*»

Etter ti års erfaring med BIM i konsernet konkluderer Evensen med å rangere modenheten av BIM i NCC et sted mellom nivå 2 og nivå 3, men forteller at dem aktivt jobber med «integrated web services BIM hub» som er en nøkkel for å operere på nivå 3. Kjøllesdal beskriver tilsvarende situasjon hos AF Gruppen og forklarer at «integrated web services BIM hub» er et arbeid som utvikles i nåværende prosjekter, «*så vi har noe som er inne på Level 3.*» Haugland og Eide som er kolleger er noe uenig i sin plassering. Eide påpeker at dem har en fot inn i nivå 3, «*dette med life cycle management og dette med integrasjon av store mengder med data, der er vi og holder på i BIM.*» Etter refleksjon over hva som innebæres i det høyeste nivået velger Eide å vurdere modenheten av BIM som «*en sterk level 2*». Haugland utelukker nivå 1 og forteller at det stadiet er fortiden, og konkluderer at nivå 2 representerer nå-situasjonen best i dag. Som tilleggsspørsmål ble alle intervjuobjektene spurt om hvor dem vil plassere hele bygg og anleggsbransjen i den modellen. Nivå 3 er fremtiden for de fleste aktørene i bransjen. Kjøllesdal forteller «*det er jo ikke mange som er på BIM-nivå 3, eller har toucha innom det.*» Evensen støtter at nivå 3 ikke representerer modenheten av BIM i dagens byggebransje og forteller «*Jeg vil nok tro at en del av aktørene er omtrent på samme sted som oss, de store. Også er det noen som sikkert ikke er like langt framme, men sånn er det alltid.*» Resultatmessig er det ingen aktører i bransjen som operer helt på nivå 3, men de største bedriftene har ambisjoner om dette. De mindre aktørene som ofte har prosjekter som ikke involverer store kontraktsummer er fortsatt på BIM nivå 1 og til dels oppe på nivå 2. Figur 7.1 er en oversikt over hvor intervjuobjektene har plassert seg selv. Navn er forkortet ned til initialer, se Tabell 6-1.



Figur 7.1 Modenhetsmodell – Intervjuobjektene selvplassering.

7.3 Kontrakter

7.3.1 Krav om BIM i kontrakter

Basert på standardkontraktene som er tilgjengelig, har det vist seg at BIM ikke tas direkte høyde for. Det var da av stor interesse å finne ut hvordan oppdragsgiver og kontraktstaker spesifiserer kravene om BIM i byggekontrakter. Avhengig av hvem som står som byggherre, oppleves kravene og spesifikasjonene i variert detaljnivå. Offentlige aktører er veldig store pådrivere i bransjen og naturligvis settes detaljerte krav der de står som byggherre. Evensen forteller: «Hvis det er en offentlig aktør så er det ofte noen krav ved bruk av BIM da også hva slags informasjon som skal ligge i modellen og hva den skal brukes til.» I motsetning er det betydelig færre krav fra private byggherrer, Eide forklarer at «de liker å liste opp BIM, VDC og trestavelser forkortelser i kontrakter.» BIM har ikke en entydig definisjon i bransjen og detaljnivået varierer fra aktør til aktør. At «BIM skal brukes», blir en veldig generell spesifikasjon som enkelt fører til en nedprioritering. Hos totalentreprenøren er det ønskelig at kravene er spesifikke. slik at det er klare retningslinjer for hva som skal leveres. Uheldigvis viser det seg ofte at byggherrene ikke spesifiserer kravene ytterligere enn «i dette prosjektet skal BIM brukes». I spørsmål om hvor mange tilfeller lignende udetaljerte krav oppstår, forteller Evensen at dette oppleves ved inntil 50% av prosjektene. Kjøllesdal beskriver denne situasjonen som en utfordring. AF Gruppen har sine egne BIM-krav som brukes der dem selv står som bestiller. «Der vi er totalentreprenør, så har vi gode konkrete BIM-krav som legges ved.» Når byggherren er ekstern er kontraktstakeren pålagt å følge kravene som er spesifisert.

7.3.2 Byggherrens kompetanse om BIM

For å undersøke bakgrunnen for variert detaljnivået ved spesifisering av BIM i byggekontrakter, ble intervjuobjektene stilt spørsmål om hvordan BIM-kunnskapene til byggherrene oppleves. Det oppstår et tydelig skille mellom ulike byggherrer. Det finnes primært to kategorier; (1) byggherrer som er store pådrivere og stiller detaljerte krav om BIM. (2) Byggherrer som har begrenset kunnskapsnivå rundt BIM, men som fortsatt stiller krav. Eide beskriver byggherrenes BIM-kunnskap som «veldig forskjellige, Statlige byggherrer, de har peiling. Og noen private byggherrer er framme i skoa, men det merker du

veldig på dem i forespørselen.» Aktører som Forsvarsbygg, Sykehusbygg, Statsbygg og Undervisningsbygg, blir ofte nevnt som byggherrer med veldig klare BIM-krav, mens enkelte private byggherrer avslører seg selv ganske tidlig når de stiller krav de i utgangspunktet har minimal kunnskap om. I en slik situasjon er det viktig for entreprenøren å gjøre oppdragsgiveren god ved å komme med innspill. Eide beskriver situasjon: *«Det kommer veldig tydelig fram i utviklingsløp sammen med byggherrer der vi får inn arkitekt og bygningstekniskere, også utvikler vi et prosjekt og da kan vi være med å sette kravene.»* Evensen mener at det blir uriktig å si at enkelte byggherrer ikke har BIM kompetanse i tilfeller der kravspesifikasjonene er generelle, *«de har nok kunnskap om hva det er, men kanskje ikke detaljert kunnskap.»* Stadig oppleves også at byggherrer som gradvis ser fordelene i BIM stiller større og mer detaljerte krav i senere prosjekter. Eide utdyper: *«Så de ser nytten av det. Hvis det ellers er store forespørsler, så har de fått noen til å skrive det for dem, med mindre det er Statsbygg og de gjengen der.»* BIM-krav stilles i alle store prosjekter og det er svært sjeldent at dette ikke gjøres. I unntakstilfellene sørger entreprenøren for at BIM implementeres i prosjektet. Eide utdyper: *«De gangene det ikke er forespørsel fra byggherre om BIM, så er vi veldig tydelig på at vi BIM-prosjekterer.»*

7.3.3 Bruk av kontrakter under prosjekter

Kontraktene i et prosjekt tas oftest opp i tidlig fase mens rådgiverne lager modellen, men det oppleves til tider at den ikke blir dratt opp underveis i prosjekter. Kjøllesdal presiserer at *«den blir brukt aktivt i hele prosjektet. Skal, også varierer jo selvfølgelig også. En del prosjekter blir den brukt løpende.»* Dette er et ansvar som prosjektlederen blir pålagt og skal i prinsippet bruke kontrakten til etterkontroll under utførelsesfasen. Nilsen forteller at bruk av kontrakt underveis i prosjekter varierer og er avhengig av prosjektstørrelsen. Ved komplekse prosjekter blir kontraktene aktivt brukt for å sjekke kravspesifikasjonene.

7.3.4 Flexibilitet i kontrakter

Flexibilitet i forhold til kravene som stilles rundt BIM i kontrakter er varierende. BIM spesifiseringer som er generelle gir entreprenøren muligheten til å avgrense detaljnivået selv. Denne friheten er ikke nødvendigvis noe positivt. Entreprenøren har et stort ønske om å få detaljerte BIM-krav i kontraktene, slik at dem har noe konkret å forholde seg til. Samtidig fra byggherrens ståsted er det en klar ulempe å ikke påvirke nivået av BIM-en som skal leveres ved leveranse. Eide forteller: *«For generelle krav, det klarer folk å skrive seg rundt. På kontraktsnivå så vil vi ha det mer spesifikt.»* På motsatt ende står de statlige byggherrene og aktivt sørger for at BIM-nivået tilfredsstillt deres etterspørsel. Evensen forteller: *«Jeg tror nok Statsbygg og Undervisningsbygg kanskje er de som stiller strengest krav til hva som skal leveres i BIM-en da. Da er det krav som må følges.»* Nilsen som representerer byggherrens side i kontraktsammenhenger, har litt andre synspunkter rundt standardisering av BIM i kontrakter og trives best med dagens ordning. *«Jeg synes det bør være valgfritt. Det blir voldsomt å begynne og kreve det (BIM). For som sagt, er det er ikke alle steder det er hensiktsmessig eller behov for det (BIM) rett og slett.»*

7.3.5 Andre utfordringer og muligheter ved kontrakter

Dagens utgave av standardkontrakter blir sett på som en barriere for å heve bransjen til nye nivåer. Evensen utdyper rundt standardisert BIM krav i kontrakter, *«Ja, med tanke på at BIM er en så stor del av vår bransje, så burde det jo vært en del av kontrakten. Jeg tror det kunne bidratt til å øke bruken av digitale verktøy. Også om det hadde vært strengere kontraktuelle krav, da tror jeg vi kan drive bransjen videre.»* Dette er et tydelig problem i bransjen. Hvert prosjekt må danne nye krav og detaljnivået er

svært varierende. Utviklingsmuligheter blir begrenset når fremgangsmåtene ikke er standardiserte. Kjøllesdal utyper: «*Det er jo det at de standardene eller etablerte kontraktene da ikke tilrettelegger for det å etablere et fellesmål i prosjektet blant alle involverte aktører.*» Standardkontraktene i seg selv blir sett på som store hindringer ettersom et stort potensial for å utvikle bransjen ikke blir utnyttet når BIM ikke tas høyde for. «*Da går man jo glipp av en del av de mulighetene ved digitalisering og Lean prosjektgjennomføringsmetodikk.*» Bransjen etterspør en revisjon av standardkontraktene slik at BIM blir tatt høyde for. I en slik sammenheng tar Evensen opp tema rundt standardisering av MMI. «*Hvis man hadde klart å få en standardisert måte, eksempel MMI som alle skulle følge i prosjektet, så kunne man jo hatt bedre informasjonsflyt.*»

8 Diskusjon

Diskusjonskapittelet er inndelt slik underspørsmålene er presentert i kapittel 4. Først belyses BIM- og digitaliseringssituasjonen i dagens bygg- og anleggsnæring, deretter hvilke muligheter og utfordringer som ligger ved dagens standardkontrakter. Forfatterens egne tolkninger vil naturligvis ha en stor innflytelse underveis, men argumentasjonen vil ha sitt grunnlag i teorien og resultatene presentert i henholdsvis kapittel 3 og 7. Emnene som tas opp er basert på forfatterens egen vurdering over hva som bør belyses for å kunne svare best mulig på hvordan bransjen digitaliseres. Hensikten med dette kapittelet er ikke å repetere informasjon som allerede er presentert, men å bruke det som argumentasjon for ulike synspunkter.

8.1 Utviklingen av digitalisering i norsk BA-næring

8.1.1 Treg digitalisering

Bygg- og anleggsnæringen har lenge hatt et dårlig rykte om treg digitalisering sammenliknet med andre bransjer i Norge. Deler av denne studien har forsøkt å undersøke denne teorien gjennom et innblikk i hva som faktisk har blitt og blir gjort i bransjen i den fronten. Det Digitale veikartet som står sentralt i denne prosessen har etablert noen sentrale bransjemål som har blitt reflektert i intervjuene i denne studien. I arbeid med å oppnå disse målene gjenspeiles ingen felles tiltak som samlet skal føre bransjen mot en heldigitalisering. Noen aktører har egne alternativer for det Digitale veikartet mens andre setter søkelys på enkeltløsninger for å nå bransjemålene. Et tydelig problem som eksisterer i bransjen, er frykten for det nye. Mange er konservative til nye løsninger og foretrekker å beholde nåværende byggeprosesser, enn å eksperimentere noe nytt som potensielt vil vise seg å være lønnsomt i fremtiden. Store økonomiske investeringer er en sentral drivkraft for at bransjen skal kunne heldigitaliseres. En majoritet av bransjen, spesielt de store aktørene må ta initiativ. I realiteten viser det seg at det er kun et fåtall som forsøker å drive bransjen videre, mens de fleste heller trives god med å ligge litt bak i den utviklingen. Naturligvis oppstår en intern konflikt i bedriftene. Ingen har lyst til å være den bedriften eller organisasjonen i fronten som må ta seg av alle barnesykdømmene i nye teknologiske nyvinninger eller løsninger. Å lede føles straffbart, ettersom verdiskapningen etter investeringene oppstår også hos konkurrenten. Når alle eller en majoritet har samme innstillingen, er det forståelig at det ikke er fortgang i utviklingen. Likevel, betyr ikke dette at bedriftene ikke forsøker å effektivisere og øke informasjonsflyten internt gjennom digitalisering.

8.1.2 Kompetansenivå og digitale verktøy

Et annet tydelig problem i bransjen er varierende kompetansenivå blant ulike aktører. På en byggeplass er veldig mange forskjellige yrkesgrupper med varierende alder representert. Utvilsomt mange eldre yrkesarbeidere har både manglende digital kompetanse og liten vilje til å tilpasse seg nye metoder. I motsatt ende, er de unge arbeiderne som foretrekker digitale løsninger for å løse hverdagsoppgavene. For bedriftene oppstår en intern konflikt som er krevende å løse. Problemet er ikke nødvendigvis utgiftene bedriftene pådrar seg ved kjøp av nye verktøy, men kostnadene som medbringes underveis i implementeringsfasen. Det å overbevise en yrkesarbeider at arbeidsmetoden som vedkommende har utført over flere tiår skal endres, er en vanskelig oppgave. I tillegg viser det seg at kompetansenivået i bedriftene ikke er det eneste problemet. Byggebransjen er ikke selvstendig i alle ledd. Flere av verktøyene og programmene som utvikles kommer ofte fra andre eksterne aktører og dette har åpenbart skapt en barriere for digitaliseringen. Mange av dagens nye løsninger viser seg å være ufullstendige og full av barnesykdømmer. Ny teknologi rulles ut før ferdig utgave er utviklet og gir

bransjen mange halvferdige verktøy å forholde seg til. Digitale løsninger er oppstykket og arbeidere må da lære seg flere forskjellige programmer, noe som krever enorme kurs- og lisensinvesteringer fra bedriftene i bransjen. Basert på ekstrakostnadene som kommer i tillegg til selve anskaffelsen av digitale verktøy, er det forståelig at enkelte bedrifter velger å vente med etablering av nye arbeidsmetoder. For en som står utenfor bransjen og observerer, er det lett å argumentere for at digitaliseringen i bransjen går for tregt, spesielt når det sammenliknes med andre nasjonale næringer. Primært handler det om å sette utviklingen i perspektiv med det potensialet som opprinnelig ligger i grunn i bransjen. Når flere variabler tas med i betraktning, kan ikke den digitale utviklingen i bygg- og anleggsnæringen i Norge fastlås som en treg prosess.

8.1.3 Negativ produktivitetsutvikling

Bransjens statistiske negative produktivitetsutvikling har flere årsaker. Med tiden har teknologien smått tatt over mange av de tradisjonelle byggeprosessene og har ikke alltid vært en hindringsfri overgang. I dag er det mye mer som inngår i et prosjekt sammenliknet med flere tiår siden. Når nye verktøy eller løsninger inntar bransjen, er den enkleste delen av implementeringen gjennomført. Deretter må aktuelle aktører få tilstrekkelig med opplæring for å forsikre verdiskapning. Problemet er at mange av dagens store aktører har problemer med å danne utviklingsplattformer for yrkesarbeidere, siden de samme nødvendigvis ikke leies inn til neste prosjekt. En sentral faktor som er avgjørende for utviklingen, er kompleksiteten av dagens bygg- og anleggsprosjekter. Produktiviteten ved to ulike prosjekter med ulik kompleksitet kan ikke sammenliknes. Offentlige krav og kvalitetsnivå spiller også en viktig rolle i denne sammenhengen. Et bygg som bygges i dag og et annet som bygges om 5 år vil ha ulike ytre- og indre faktorer som vil påvirke produktivitetens nivå. Mange ulike variabler inngår i et prosjekt og dette gjenspeiles ikke i SSBs måling. Byggebransjen består av en veldig segmentert og bredt sammensatt verdikjede. Basert på nåværende status i bransjen, er det en stor skeptisisme til produktivitetstatistikken. Flere aktører i bransjen ser på prefabrikkering som en raskere byggemetode som gir mindre rom for feil under utførelsesfasen. Dagens bygg- og anleggsnæring har deler av sin produksjon i andre bransjer, noe statistikken ikke tar høyde for. Eksempelvis involverer ikke statistikken et bidrag fra produksjon av prefabrikkerte elementer. Et positivt bidrag som er direkte knyttet opp mot raskere bygging, blir dermed ikke registrert. Å måle en verdikjede av denne kaliber, er nærmest umulig. Definisjonen av hva som inngår i bygg- og anleggsnæringen må utvides slik at måleparameterne belyser faktisk situasjon. Ut ifra det bransjen forteller om hva som gjøres for å øke produktiviteten og det spesielt med tanke på kompleksiteten av dagens byggeprosjekter, kan det konkluderes at tallene fra SSB ikke er en god nok representasjon av virkeligheten og er dermed lite pålitelige.

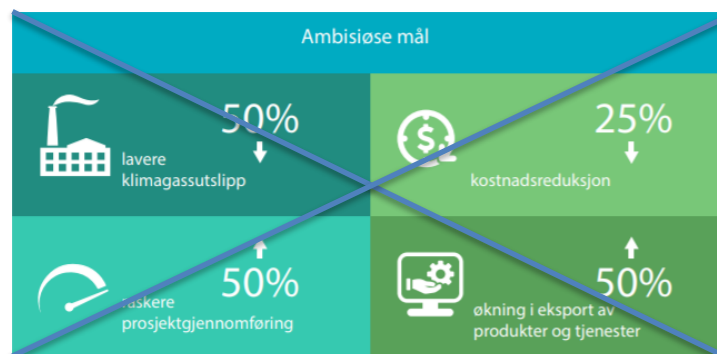
8.1.4 Utbytte

Selv om det viser seg at digitalisering har mange utfordringer, betyr ikke dette at bransjen ikke aktivt forsøker å implementere nye digitale løsninger. Til tross for at det nye koster menneskelige og økonomiske ressurser, oppleves det fortsatt en stor vilje blant mange av aktørene at digitalisering er en essensiell del av å heve bransjens verdiskapning. Med digitale verktøy oppleves det færre feil i prosjekter og dette har grunnlaget sitt i økende informasjonsflyt. Bruk av digitale verktøy aktivt under tverrfaglige møter, har stått sentralt i den prosessen. Eksempelvis VDC-arbeidsmetodikk i kombinasjon med ICE-møter har tilrettelagt for at involverte aktører i et prosjekt kan sitte i samme rom og med hjelp av digitale verktøy håndtere prosjektspesifikke konflikter i forkant av utførelsen. ÅpenBIM er en av nøkkelfaktorene til å kunne kommunisere og effektivisere i denne arbeidsmetodikken. I en

konkurranspreget bransje er ulike aktører avhengig av å opprettholde et godt omdømme for å kunne få flere oppdrag. Fremoverlente og innovative bedrifter gir gode signaler til byggherrer, men bidrar også til å skape mer attraktive arbeidsplasser. Som resultat kan de skarpeste kandidatene enklere rekrutteres, som igjen gir et bedre digitaliseringsgrunnlag. Dermed er ikke digitalisering bare med på å skape verdi i bedriften ved nye anvendelser, men også med på å forme fremtiden. På sikt kan dette skape et gap mellom de fremoverrettede bedriftene sammenliknet med de mindre ambisiøse. Basert på en slik tankegang, er de mindre ressurssterke bedriftene avhengig av å finne de riktige satsningsområdene innenfor digitalisering for å henge med.

8.1.5 Heldigitalisering og Digitalt Veikart

Digitale veikartet har i tillegg til bransjemålene en visjon om å oppnå en heldigital byggebransje. En påstand som kommer tydelig frem i rapporten er at bransjen digitaliserer hver for seg. Basert på resultatene i denne studien, viser deg seg at påstanden har en sannhet. Enkelte aktører er ikke helt kjent med det Digitale veikartet, noen har godt kjennskap, mens andre følger sine egne alternativer. Det i seg selv indikerer manglende vilje til å stå sammen om enkelte tiltak for å heve bransjen i felleskap. Flere av intervjuobjektene gir inntrykk av at bransjemålene er noe optimistiske, selv med 5 år igjen. Selv om flere av ambisjonene ikke virker realiserbare, betyr det ikke at bransjen har resignert. For å redusere klimagassutslippene og øke prosjektgjennomføringstiden har flere aktører lagt om til prefabrikkerte løsninger. Helhetlig gir ikke bransjen indikasjoner på at det utføres spesifikke tiltak som forener bransjen i arbeid mot målene. Selv om Norge er et høyt rangert land når det kommer til digitalisering på nasjonalt nivå, så gjelder det ikke norsk bygg- og anleggsnæring. Basert på resultatene har ikke det Digitale veikartet hatt den effekten som opprinnelig var ønsket i denne fasen av prosessen, men det gjenstår fortsatt flere år. Frykten for at veikartet ikke fikk oppmerksomheten den trengte og ville ende opp i skuffen hos de fleste, stemmer til dels overens med dagens nå-situasjon.



Figur 8.1 Faktisk status på bransjemålene – Digitalt Veikart

8.2 Digitaliseringstrender

En rekke trender har funnet veien inn i byggbransjen. Flere av aktørene har som mål å bruke disse til å bedre visualisering av et prosjekt i forkant av bygging og samtidig utnytte noen av mulighetene som tilrettelegger for bedre informasjonsflyt under selve utførelsesfasen. Virtuell virkelighet som ikke er noe nytt i seg selv har blitt et verktøy som gir byggherren muligheten til å bli mer involvert i prosjektet i en tidlig fase. Teknologien kan brukes som en informasjon- og visualiseringsplattform mellom byggherren og tilknyttede aktører for å definere eksakt hva som ønskes bygd. Før bygging har også yrkesarbeidere en fordel av teknologien for å få et helhetlig bilde av hva som skal bygges før det bygges. Et mer praktisk verktøy under bygging, er utvidet virkelighet. Nylig har denne teknologien funnet veien inn på byggeplassene og har nærmest gitt en ny dimensjon til yrkesarbeidere å operere

med. Mulighetene rundt konseptet har vist seg å være fordelaktig, selv om dette er begrenset til områder der GPS-signaler er tilstrekkelig. Med tanke på kompleksitet av dagens byggeprosjekter vil en slik løsning ta et stort steg i retning mot en mer heldigital bransje. Teknologien har primært to gode anvendelsesområder, under planlegging og ved etterkontroll på byggeplass. Før det bygges kan en ved hjelp av AR-teknologi visualisere fremtiden og dermed enklere utføre arbeidet. I etterkant kan den plukkes opp igjen der det er hensiktsmessig å gjennomføre en kontrollsjekk. Bransjen investerer i AR og VR ettersom det har vist seg å gi et utbytte i form av effektivisering, færre feil og bedre kommunikasjon. Konseptet er ikke en gimmick som bare er morsom å bruke, men faktisk utgjør en betydelig forskjell i praksis.

I teorien skal droneteknologi brukes for å forbedre eller nærmest eliminere usikkerheten til mennesker ved inspiseringer, men basert på resultatene blir droner nesten ikke anvendt til dette formålet. Det viser seg at andre bruksområder som skanning, masseberegning, oppfølging og dokumentasjon av fremdrift er mer foretrukket. I dag velges det å bruke helikoptre til inspeksjoner, en løsning som er veldig kostbart å drive. Når bedriftene allerede har flere droner tilgjengelig som interne ressurser, bør det ikke være behov for å pådra seg ekstra kostnader. Det viser seg at droner ikke er egnet til alle formål og rekkevidde kan bli et problem, derfor blir bruk av helikoptre foretrukket i fleste tilfeller.

Kunstig intelligens og robotisering er ikke veletablert i bransjen, men eksisterer til en viss grad. Meste av dagens bruk går til kvalitetssikring ved hjelp av skanneutstyr. Selv om det er store forventinger til at deler av dagens tradisjonelle byggeprosesser blir robotisert, enten ved hjelp av selvkjørende hjullastere, dumpere eller ved 3D-printing, er det ingen tegn på at dette gjøres i dag. Ettersom sikkerhet er en avgjørende faktor, kan ikke slike verktøy eller utstyr lanseres før det er tilstrekkelig med forskning som tilsier at det er trygt å iverksette. AI er blant fremtidens mål og vil antakelig bli det neste store i bransjen.

Bruk av BIM-kiosker komplementert med nettbrett og mobiltelefoner under et prosjekt har gradvis blitt en konvensjonell løsning. Først og fremst har dette bidratt til enklere interaksjon med den oppdaterte digitale modellen og gjort reviderte tegninger raskere tilgjengelig for yrkesarbeidere, formenn og andre interessenter på byggeplass. BIM-kiosken opptre som et møtepunkt der tverrfaglige diskusjoner og konflikter kan løses. Implementeringen har forsøkt å løse problemet med utdaterte papirtegninger som flyter rundt på byggeplassene, men dette har ikke vært helt suksessfullt. Med introduksjon av BIM-kioskene har yrkesarbeidere ettertraktet en utskriftsmaskin for å tilgjengeliggjøre tegningene i papirformat. Da er man tilbake til starten av problemet og opplevelsen rundt det er blandet. Basert på resultatene er det en omforent ambisjon i bransjen om papirløse byggeplasser. Omlegging til en helt papirløs byggeplass, er en krevende overgang. Det innebærer store investeringer i opplæring og samtidig i dataprogrammer som tilrettelegger for at tegninger og modeller kan kommuniseres til alle involverte aktører. Engasjementet rundt papirløse byggeplasser er veldig stort og investeringer iverksettes for å oppnå ambisjonen. Neste steg i utviklingen, er tegningsløse byggeplasser. Flere av aktørene har forsøkt i enkeltprosjekter å erstatte tegningsbasert bygging med modellbasert bygging. Det har vist seg at det mulig, men det er fortsatt like stort rom for feil i en slik fremgangsmåte sammenliknet med tradisjonelle byggemetoder. Årsaken er at konseptet fortsatt er i en pilotfase, der det er manglende erfaring. Under nåværende tidspunkt viser det seg at det er mulig med modellbasert bygging i vegprosjekter, mens i byggeprosjekter har dette vært en utfordring. Enkelte forsøker med tegningsløs armering i mål om å gjøre arbeidet raskere med mindre feil.

Resultatmessig har dette vist seg å være en effektiv løsning som gradvis skal utvides til flere produksjonsområder.

For å drive byggeplasser som krever aktiv bruk av digitale verktøy må informasjonsvekslingen foregå digitalt. En av dagens sentrale plattform for kommunikasjon er bruk av e-poster. Flere av aktørene opplever dette som en uryddig og ineffektiv måte å kommunisere informasjon på. Alternativt har bransjen vendt mot skybaserte løsninger som Bimsync og BIM 360. Resultatmessig har plattformene økt samhandlingsnivået der revisjoner og avvik enkelt kan håndteres og rapporteres. Når informasjonen og kommunikasjonsmuligheter er tilgjengelig gjennom skybaserte løsninger, er det ikke lenger behov for e-poster. Selv om det blir nye metoder å forholde seg til og overgangen kan bli problematisk, er det ingen tvil om at implementeringen vil ta et stort steg inn mot etablering av papirløse- og tegningsløse byggeplasser.

8.3 Implementering av BIM

Etter introduksjon av BIM i bransjen har ingen lengtet tilbake til fortidens byggeprosesser. Basert på resultatene har BIM tilrettelagt for økt samhandling, bedre informasjonsflyt og raskere prosjektgjennomføring. Flere aktører har forsøkt over tid å videreutvikle 3D-modellen for å dra mest mulig nytte av den. I lang tid har «I-en» i BIM manglet, men over tid har modellen stadig blitt mer informasjonsrik. Dagens BIM er supplert til å gjøre flere nødvendige kalkulasjoner og estimeringer. Blant bransjens aktører er fremdriftsplanlegging og kostanalyse to avgjørende faktorer for å beregne lønnsomheten av et kommende prosjekt. I kamp om å sikre kontrakter, er slike verktøy essensielle for å danne et realistisk fremtidsbilde. Samtidig har strengere krav, spesielt fra offentlige byggherrer ført til at BIM har blitt et større satsningsområde i bransjen. Enkelte ildsjeler som ofte representeres som statlige byggherrer, blir sett på som store pådrivere for å drive bransjen og BIM videre.

Implementering og utviklingen av BIM har ikke vært problemfritt. For å være en konkurransedyktig bedrift, er det essensielt å ha tilstrekkelig med kunnskap rundt BIM. Rollen som BIM-koordinator eller BIM-spesialist blir en avgjørende ressurs internt i bedriftene for å kunne bruke BIM på en effektiv måte. Arbeidsoppgavene går blant annet ut på kollisjonskontroll, mengdeuttak, oppsett av MMI og andre oppgaver som er tilknyttet modellen. Rollen har gitt bedriftene en bedre oversikt, men har bare klart å løse deler av problemet. Yrkesarbeiderenes kunnskap om BIM har vist seg å være begrenset, noe som skyldes manglende opplæring og vilje. Blant intervjuobjektene er det enighet over at det foreligger et problem, men det pekes i forskjellige retninger. Enkelte har påstått at verktøyene ikke er gode nok, mens andre legger vekten på den menneskelige evnen. Bransjen består av både unge og eldre yrkesarbeidere og det er forståelig at inntrykkene blant intervjuobjektene ikke er helt i samsvar. I dette tilfellet kan det argumenteres for begge påstandene. Dersom en majoritet i en bedrift ikke håndterer bruk av nye BIM-verktøy kan det indikere at disse ikke er godt nok utviklet. Samtidig er det ikke ugunstig å tenke seg at det er en relativ lav digital kompetanse som er årsaken til at nye programmer oppleves som ufullstendige. Uavhengig av hva som er hovedårsaken må det investeres mer i opplæring blant både unge og eldre yrkesarbeidere for å danne større engasjement og kompetanse for å drive bransjen fremover.

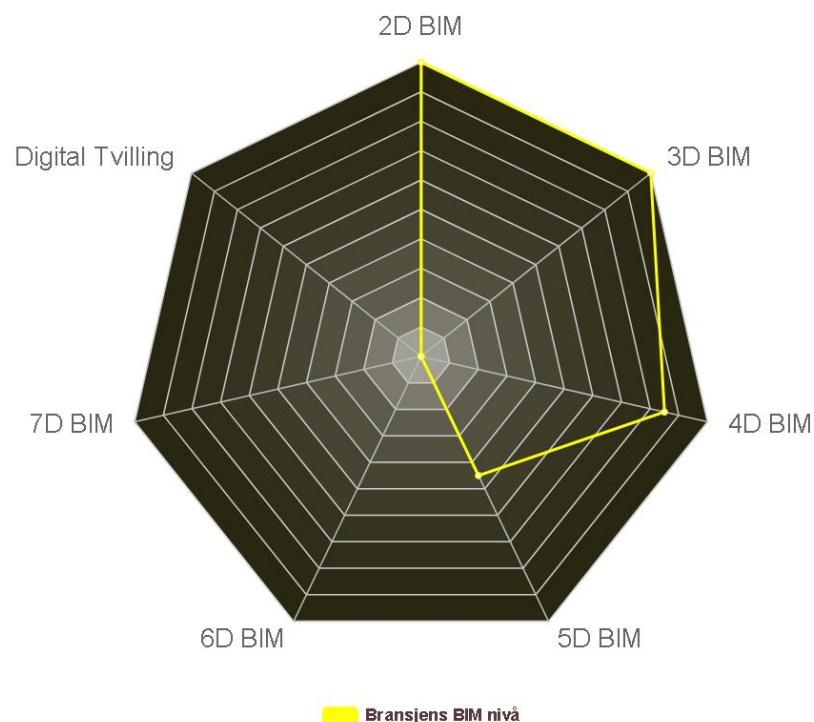
Andre ytre faktorer avgjør i like stor grad hvor godt mulighetene med BIM utnyttes. Som forklart i teorien er det nødvendig å bruke et åpenBIM-format som muliggjør en effektiv samhandling mellom involverte aktører. Teorien stemmer godt overens med det som gjøres i praksis. At flere benytter seg

av skybaserte løsninger er et prakt eksempel på kollaborasjon på et høyt nivå. Ulempen er at dette ikke betyr så mye når en eller flere av underentreprenørene i et prosjekt ikke har BIM-kompetanse og må læres opp. Det oppstår et dilemma hos entreprenøren som reflekterer over hvor lurt det er å legge inn midler hos én som senere får kontrakt med et annet entreprenørselskap. Med en slik tankegang blir det vanskelig å løfte modenheten av BIM i bransjen.

8.4 Bransjens BIM-modenhet

8.4.1 3D BIM - 7D BIM + Digital tvilling

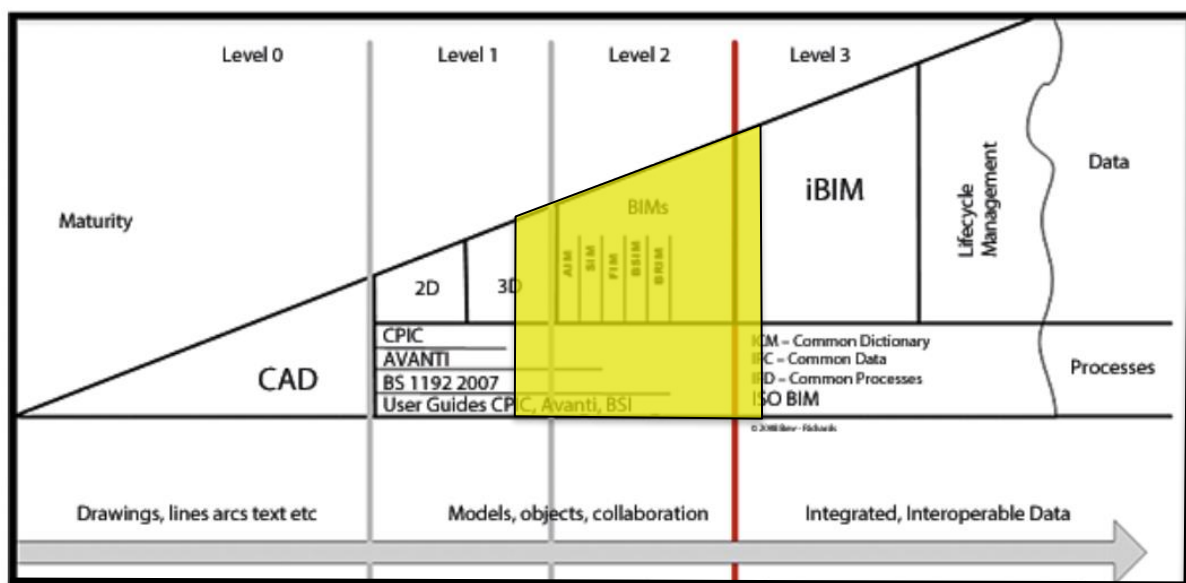
Etter over 10 år med etablering og utvikling av BIM er det av stor interesse å danne et realistisk bilde over hvor langt norsk bygg- og anleggsnæring har kommet. DAK på 2D- og 3D-nivå er blant det mest elementære innad BIM. Alle store aktørene i bransjen behersker DAK og det er ingen indikasjoner på at de fortsatt står fast i den fasen. BIM på 4D- og 5D-nivå er to kalkulasjonsavhengige systemer. Basert på resultatene fra intervjuene er det tydelig at implementasjonen av disse systemene jobbes aktivt med. I motsetning er det få antydninger på at 6D- og 7D involveres i prosjekter. For å oppnå en digital tvilling må dette være en del av totalpakken som leveres. Gjennom intervjuene har det kommet frem at det gjøres forsøk på å oppnå en digital tvilling i enkeltprosjekter. Basert på informasjonen som blir gitt rundt det som leveres i dag, er grunnlaget ikke et godt nok til å argumentere for at dagens utgave er i samsvar med definisjonen av en digital tvilling. Ambisjonen er mer for fremtiden og vil gradvis utvikles. Figur 8.2 gir en samlet oversikt over hvor langt bransjen har kommet i utviklingen av BIM.



Figur 8.2 Grad av BIM i bransjen [31]

8.4.2 Bew-Richards modenhetsmodell

I resultatkapittelet plasserte intervjuobjektene bedriftene de representerer i Bew-Richards modenhetsmodell. Ut ifra funnene er det hensiktsmessig å analysere nøyaktigheten av plasseringene basert på argumentasjonen som ble gitt. Det er naturlig å være kritisk til plasseringene, ettersom det er fristende å fremstille virksomheten én representerer, som mer utviklet enn den faktiske er. Bransjen uttrykker varierende bruk av BIM og det blir feil å plassere modenheten i bransjen et spesifikt sted på modellen. Bruk av BIM deles gjerne opp i tre hoveddeler, prosjekterings-, produksjons- og driftsfase. Etter produksjon oppleves det at BIM forsvinner når FDV-dokumentasjonen er satt inn. Det vil si at BIM under drifts- og vedlikeholdsfasen sjeldent benyttes i dag. Flere aktører mener at BIM-en da ikke utnyttes for det den er verdt. Fra et kostnadsperspektiv er det forståelig at BIM ikke har strukket seg lenger. For byggherre og kontraktaker kan utbytte vært størst ved dagens BIM-nivå. Hvis en bedrift eller et prosjekt skal operere på nivå 3, må betraktelig flere ressurser legges inn. Da kan det tenkes at kostnadene blir for store der byggherren ikke lenger er interessert. Basert på resultatene er kompetansenivået hos en typisk byggherre generelt ganske lav. Grunnet manglende ressurser er det også vanskelig for bedriftene å utføre prosjekter på nivå 3. Samtidig stilles for generelle krav fra byggherrene, mens kontraktakeren ikke legger inn flere ressurser enn det som er beskrevet i konkurransegrunnlaget. Et prosjekt som skal bygges etter nivå 3, er avhengig av en byggherre med høyt kunnskapsnivå om BIM og en kontraktaker som har evnen til å tilfredsstillere kriteriene som inngår på dette nivået. Kombinasjonen som er beskrevet, oppleves ikke i dagens nå-situasjon.



Figur 8.3 Bransjens plassering i Bew-Richards modenhetsmodell

Basert på funnene i denne studien er bransjens BIM-modenhet illustrert i Figur 8.3. Grunnlag for valg av intervall er basert på intervjuobjektene plassering og egenanalyse av informasjon som faktisk har blitt presentert av de ulike aktørene. Selv om flere viser tendenser til bruk av «fully integrated web services» og 5D BIM, er dette for lite til å kunne gi en nivå 3 klassifisering. Samtidig har bransjen tydelig hatt en positiv utvikling og har sakte flyttet seg oppover på modenhetsmodellen. Med åpenBIM-format og kollaborasjon gjennom digitale verktøy som Bimsync og BIM 360 kan norsk bygg- og anleggsnæring få en status som modenhetsnivå 2.

8.5 BIM i byggekontrakter

8.5.1 Utydeligheter og pådrivere

Ettersom dagens standardkontrakter ikke er tilrettelagt for BIM, har ulike bransjeaktører utdypet sine meninger og ønsker rundt dette. BIM er veldig godt integrert og som diskutert tidligere utviklet veldig siden dens introduksjon. For flere år siden besluttet Norsk Standard at dagens byggekontrakter ikke skal revideres for å ta høyde for BIM. Basert på resultatene er det flere aktører som etterspør at BIM standardiseres i dagens byggekontrakter, men enkelte foretrekker fortsatt dagens ordning. Kontrakter er tilrettelagt for at BIM-krav kan stilles i varierende grad og det blir opp til enhver part å spesifisere disse. Friheten blir verdsatt, spesielt ved mindre prosjekter. BIM-prosjektering er ikke billig og ved flere krav pådrar byggherren seg selv for større kostnader. Å kunne etterspørre akkurat behovet i et prosjekt er noe dagens byggekontrakter tilrettelegger for. Fra entreprenørens side fremheves det tydelig at standardisering er ønsket. Problemet i bransjen har vært at byggherren ofte har manglende kompetanse om BIM, men fortsatt stiller krav. Bestandig oppleves kravene for generelle, som for eksempel, «bruk av BIM». Fra entreprenørens side betyr ikke dette mye. Hva som skal leveres blir for utydelig. På motsatt ende står de statlige byggherrene i fronten og stiller strenge krav gjennom selvutviklede BIM-manualer som legges ved kontrakter. Konkretiserte krav foretrekkes fra entreprenørens ståsted, for da har alle noe å forholde seg til underveis og ved leveranse. Når kravene er for generelle, oppstår en diskusjon rundt hva som er godt nok og hvordan byggherren definerer «BIM». Samtidig vil entreprenøren legge seg lenger ned på modenhetsmodellen ettersom ingen spesifikke krav blir stilt. Som beskrevet tidligere er ikke entreprenørene villig til å levere mer enn det som er nødvendig. Entreprenørene opplever ildsjeler som statlige byggherrer som mye av årsaken til at bransjen drives fremover, mens flere private byggherrer viser tendenser til manglende BIM-kompetanse. Det gapet mellom ulike byggherrer angående deres BIM-kompetanse er fort stort. At dagens tradisjonelle byggekontrakter alene hindrer utviklingen av BIM i bransjen blir en feil argumentasjon. Hittil har BIM klatret langt opp på modenhetsmodellen og dette er gjort uten BIM som en del av standardkontrakten. Basert på resultatene er etterspørselen etter standardisering veldig høy. BIM har tatt en stor andel av bransjen og det handler om å involvere alle. Aktørene har stor forhåpning til at dette gjennomføres, med sterk forventning til at implementeringen i standardkontrakter vil drive bransjen videre.

8.5.2 Nedprioritering av BIM og forslag til endring

I kontraktshierarkiet har tegninger og beskrivelser vært gjeldene, med BIM-modellen på en tredje plass i den rekkefølgen. Utfallet har vært at BIM-en ikke får oppmerksomhet når produksjon av tegninger startes opp. Nedprioriteringen blir sett på som en hindring i videreutviklingen av digitalisering i bransjen. Flere aktører har forsøkt å gjøre en endring på rekkefølgen ved å sette BIM-en øverst, med tegninger og beskrivelser som supplerende. I mål om å oppnå dette må flere aktører i bransjen ta initiativ for å utforme kontrakter som prioriterer BIM. På sikt, er ambisjonen å avskaffe alle tegninger og beskrivelser for å bygge direkte etter modell gjennom digitale løsninger.

Tabell 8-1 BIM, tegninger og beskrivelser, kontraktshierarki [31]

| Rekkefølge | Kontraktshierarki | | |
|------------|-------------------|--------------|-------------------|
| | Tradisjonell | Fremover | Fremtiden |
| 1 | Tegninger | BIM | <u>BIM</u> |
| 2 | Beskrivelser | Tegninger | |
| 3 | BIM | Beskrivelser | |

8.5.3 Kontraktuelle muligheter

Med engasjerte aktører i bransjen som ikke har standardiserte BIM-krav å forholde seg til, har enkelte entusiaster vært med og utviklet alternative løsninger. Basert på bransjens etterspørsel er Selmers BIM-protokoll en veldig god veileder for hvordan BIM-krav bør systematiseres ved kontraktinngåelser. Mye av det som har blitt nevnt blant intervjuobjektene er involvert i protokollen. Dette gjelder spesielt modellens forrang, bruk av digitale løsninger som padder og mobiltelefoner, 4D- og 5D-BIM, MMI og webhotell. Uavhengig av hvor godt en er kjent med BIM, gir Selmers BIM-protokoll en enkel og oversiktlig introduksjon på hva som bør diskuteres før spesifisering av BIM-krav i kontrakter. Løsningen gir gode muligheter for byggherrer som kun stiller generelle krav, til å ta dette et skritt videre. I tillegg kan bruk av protokollen bli et steg nærmere standardisering. Når bransjen i fellesskap får en høyere overordnet forståelse over BIM, kan muligheter for standardisering åpnes.

8.6 Fremtiden i digitalisering og BIM

Stadig iverksettes nye løsninger og verktøy som driver bransjen fremover. Med introduksjon av VR og AR har bransjen fått et lite innblikk i fremtiden. Å industrialisere byggeplassene er blant ambisjonene i bransjen. Det vil si å oppnå maksimal effektivitet i alle ledd i verdikjeden. For å operere på dette nivået er bransjen avhengig av robotisering og kunstig intelligens. Konseptet er veldig i vinden, med mange eksterne selskaper som forsøker å automatisere flere av dagens byggeprosesser. Samtidig skal overvåking av byggeplasser gjennom AI-teknologi oppdage og varsle om mulige farer under bygging, slik at dette håndteres i forveien. Papirløse byggeplasser er det neste store steget i bransjen, og basert på gode erfaringer vil det bli mer av denne trenden. Med økende kompetanse blant nye arbeidere i bransjen vil tegninger og beskrivelser etter hvert forsvinne. Mange ildsjeler legger inn store ressurser for å få virkeliggjøre konseptet i håp om å få med resten av næringen. Dagens BIM dekker ikke hele byggeprosessen, men slutter oftest etter FDV-dokumentasjonen er lagt ved. Utviklingen av BIM har vært ganske treg, men mye av potensialet blir anvendt i dag. Fremtiden ligger i mulighetene rundt den digitale tvillingen og engasjementet rundt den. Bruk av sensorer vil berike informasjonsmodellen og gi en bedre oversikt over statusen på et bygg eller anlegg. Med stor vilje hos norske aktører, vil mulighetene rundt 6D- og 7D-BIM få mer oppmerksomhet i fremtiden, spesielt med tanke på miljøengasjementet i Norge.

8.7 Svakheter ved studien

En åpenbar svakhet ved studien, er bredden av den. 5 intervjuobjekter kan oppleves som få representanter til å trekke konklusjoner for hele bygg- og anleggsnæringen. For å kompensere dette, kunne en spørreundersøkelse vært med på styrke flere områder. Årsaken til at dette ikke ble gjennomført, var usikkerheten rundt kvaliteten og dybden på denne type forskningsmetode i forhold til forskningsspørsmålet. Intervjuutvalget har lenge jobbet i bransjen, der flere har lang erfaring innenfor BIM og digitalisering. Entreprenørene viste størst engasjement til å stille opp til intervjuer,

mens representanter fra byggherrens ståsted var en utfordring å få engasjert rundt studiens tema. Naturligvis ville oppgaven belyst et annet sentralt segment av bransjen gjennom deres synspunkter og erfaringer. I tillegg ville det vært en fordel å få et innblikk i yrkesarbeideres hverdag og hvordan de opplever utviklingen i bransjen. For å danne tilstrekkelig og sammenliknbart data fra yrkesarbeidere, ville det vært naturlig å kontakte ulike fag representert gjennom flere aldersgrupper. Fra et tidsperspektiv ville dette konsumert mye av tiden og ble dermed utelukket. Basert på oppgavens omfang og tidsavgrensning, ble det besluttet at situasjonen rundt fagarbeidere ville bli tilstrekkelig beskrevet av intervjuutvalget. En annen usikkerhet er intervjuguiden som ble utviklet basert på funn i teorien samt forfatterens egne valg av oppgavens delspørsmål. I etterkant av dataanalysen har oppgavens delspørsmål blitt besvart, men flere spørsmål kunne vært med på å gi en større dybde. Avgrensningen av intervjuguiden var gjort slik at intervjuene ikke oversteg 40 minutter. Dermed var det nødvendig å holde intervjuene kortfattet og samtidig få belyst alle utvalgte emner.

8.8 Videre arbeid

Bransjen blir utviklet og nye trender endrer stadig på dagens byggeprosesser. Mange av problemene som har oppstått i dag, eksisterte ikke noen år tilbake. Flere av funnene i denne studien preger og danner dagens nå-situasjon i bransjen. Rapporten har forsøkt å belyse flere av mulighetene og utfordringene ved digitalisering og BIM i dagens bygg- og anleggsnæring. Forfatteren trekker frem 4 sentrale emner som kan være gode forskningsområder for å bygge videre på noen av funnene i denne studien.

Flere forteller at kjernen til sen digitalisering i bransjen er grunnet den varierende digitale kompetansen som eksisterer i de ulike leddene. Ledere og en del yrkesarbeidere er eldre mennesker som har det vanskelig med å tilpasse seg nye digitale verktøy. Det vil være interessant å undersøke effekten av investeringer i kurs og opplæring, og hvor stor verdi det vil skape på sikt.

Modellbasert bygging er blant bransjens ambisjoner, men flere av aktørene er ikke helt overbevist over at dette vil bli en standard arbeidsmetode i nærmeste fremtid. Det å sette BIM alene i kontraktshierarkiet og dermed gjøre byggeplassene helt tegning- og papirfrie, vil i dag føre til mange komplikasjoner. En spennende studie vil være å analysere bransjens modenhet rundt modellbasert bygging for å kartlegge sentrale nøkkelfaktorer som må håndteres i mål om å løfte bransjen til dette nivået.

Digital tvilling er mye i vinden og har fått en god del oppmerksomhet i næringen. Flere aktører forsøker å utvikle en digital tvilling, men det viser seg at det som blir levert ikke er helt optimalt. En forskning som tar for seg kvaliteten av dagens digitale tvilling og sammenlikner den med definisjonen, vil kunne danne en oversikt over hvor langt bransjen har kommet i den fronten og hva som må til for nå ambisjonen.

Resultatmessig har det vist seg at bransjen har kommet langt i implementeringen av 4D- og 5D-BIM, men har ikke gitt noen indikasjoner på bruk av 6D- og 7D-BIM. En naturlig studie ville vært å utforske verdien dette vil skape for byggherrene og hvor gunstig det er å kreve om disse i kontrakter. Hva kan være årsaken(e) til at dette nedprioriteres?

9 Konklusjon

9.1 Digitalisering av dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring

I denne rapporten kommer det tydelig frem at digitaliseringen i bygg- og anleggsnæringen går sakte sammenliknet med forhåpningene. Etter analyse av bransjen, er det flere grunner til hvorfor nå-situasjonen fremstår slik den gjør. Først og fremst er bransjen blant Norges største og er veldig fragmentert. Et godt samspill mellom alle involverte aktører er en utfordring når det er mange ulike fag, kunnskapsnivå, engasjement og vilje. Forening av bransjen i mål om å oppnå nye nivåer i digitaliseringsfronten er en av ambisjonene. Initiativet til BNL gjennom det Digitale veikartet, har ikke hatt en umiddelbar effekt og målene virker uoppnåelige. Enkelte ildsjeler forsøker å få med seg bransjen videre i digitaliseringsprosessen, men det å være i fronten er en frykt hos de fleste. Ufullstendige digitale verktøy, med mange barnesykdommer lanseres for tidlig og av erfaring velger flere å bevare de eksisterende byggemetodene. Få tør å prøve og dette gjenspeiles i innovasjon- og digitaliseringsfronten i statistiske sammenheng.

Samtidig er det ikke rettferdig å stemple hele bransjen som konservativ. Det forsøkes aktivt å ta i bruk nye digitale verktøy. Flere trender som VR, AR, droner og BIM-kiosker blir stadig integrert. Bransjen har tatt et stort steg inn mot papirløse byggeplasser og har samlet gitt gode erfaringer som kan bygges videre på. Langsiktige ambisjonen om å få tegningsfrie byggeplasser gjentar seg hos de fleste entreprenørselskapene, men er fortsatt i en veldig tidlig fase. Arbeidet som skal føre bransjen i den retningen krever store investeringer i verktøy og opplæring knyttet til bruken av disse. Fremtiden i bransjen ligger i effektivisering som knyttes opp mot informasjonsflyt. Å bygge raskere, enklere, sikrere og mer bærekraftig krever tiltak og implementering av nye løsninger. Forventningen er at byggeprosessen vil bli påvirket av kunstig intelligens og robotisering. Flere år frem i tid kan det tenkes at yrkesarbeidere blir erstattet med maskiner, men veien dit er lang.

9.2 utfordringer rundt implementering av BIM

Manglende digital kompetanse i alle ledd i verdikjeden fremheves tydelig som et hinder i utviklingen av BIM. Samtidig gir ytre faktorer som ufullstendige programmer i kombinasjon med manglende opplæring en begrensning på hvor stor grad BIM kan implementeres i en virksomhet eller i et prosjekt. Byggherrene har fått inntrykk av at BIM-prosjektering er fordelaktig og stiller krav om det, uten å ha detaljert kunnskap rundt konseptet. Med dagens standard byggekontrakter som ikke direkte tar høyde for BIM, har dette gitt en frihet som oftest resulterer i generelle BIM kravspesifikasjoner. Private byggherrer blir ofte nevnt i denne sammenhengen, mens de statlige blir sett på som kompetente og engasjerte aktører med stor interesse for å drive utviklingen av BIM i bransjen. Fra entreprenørens ståsted oppleves BIM-kravene fra byggherrene ofte som generelle. Kravspesifikasjoner som ikke er detaljerte eller er upresise er uønsket og blir sett på som en barriere i modenhetsutviklingen av BIM i bransjen. Selv om modenheten av BIM viser seg å være godt på vei i riktig retning, er det fortsatt et stykke igjen før aktører kan kategorisere sin BIM-modenheten som nivå 3. I kontraktshierarkiet oppleves det fortsatt at 3D-modellen ikke får forrang. Tegninger og beskrivelser er fortsatt gjeldene, men støttes opp av 3D-modell. Når produksjon av tegninger startes, får ikke modellen lenger den oppmerksomheten den fikk i utgangspunktet og blir ikke lenger oppdatert når FDV-dokumentasjonen er lagt inn ved prosjektslutt. Ambisjonen er å utvide BIM-modellen slik at den kan benyttes under driftsfasen og ved slutten av livsløpet til en konstruksjon.

10 Anbefalinger

Basert på resultatene i denne studien presenteres anbefalingene i punkter for å beskrive hva som kan drive bygg- og anleggsnæringen videre. Dersom flere av disse iverksettes, er det muligheter for å nå bransjemålene innen 2025. Anbefalingene er primært basert på resultatene i denne rapporten samt forfatterens egne synspunkter over hva som bør gjøres for å digitalisere bransjen.

Digitalisering

- Investering i opplæring og kurs for å øke den lave digitale kompetansen i bransjen.
- Rekruttering av kompetente innfor digitalisering og BIM for å heve organisasjonens generelle kompetanse om digitale verktøy.
- Bruke nettbrett og mobiltelefoner til innhenting av tegninger for å erstatte tradisjonelle papirtegninger.
- VR, AR og droner kan være dyre investeringer, men er med på å øke totalforståelsen i et prosjekt samt bidra til effektiv skanning. Implementeringen er både morsom og effektiviserende.

BIM

- Bruk av BIM-kiosker bør bli en fast rutine på byggeplasser.
- Mer bruk av kollaborative programmer som Bimsync og BIM 360 for om å danne en felles kommunikasjonsplattform.
- Øke samarbeidet mellom programutviklere og aktørene i byggebransjen for å etablere bedre digitale verktøy med brukervennlige grensesnitt. Et program som er god på i flere områder er høyt ettertraktet.

Kontrakter

- Revisjon av dagens standardkontrakter for standardisering av BIM i kontrakter.
- Byggherrer som stiller generelle krav, bør bruke Selmers BIM-protokoll som en veileder for å kunne stille mer spesifikke BIM-krav.
- Kontraktaker må sørge for at BIM-kravene ikke er generelle gjennom rådføring og innspill til byggherren.

11 Referanser

- [1] R. T. BARTOLOMEI. 2019. *Digitale verktøy gjør byggebransjen mer bærekraftig: Gir også færre feil*. Hentet fra: <https://www.fremtidensbygg.no/digitale-verktoy-gjor-byggebransjen-mer-baerekraftig-gir-ogsaa-faerre-feil/>. Lastet ned: 14.2.2020.
- [2] S. Sentralbyrå. 2018. *Produktivitet. Indeks 2000=100*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/336688/produktivitet.indeks-2000-100>. Lastet ned: 14.2.2020.
- [3] SSB. 2018. *Produktivetsfall i bygg og anlegg*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivetsfall-i-bygg-og-anlegg>. Lastet ned: 16.2.2020.
- [4] P. Enfeseth. 2018. *Byggebransjen - en sinke på digitalisering og effektivitet*. Hentet fra: <https://www.byggfakta.no/byggebransjen-en-sinke-pa-digitalisering-og-effektivitet-126912/nyhet.html>. Lastet ned: 17.2.2020.
- [5] Statsbudsjettet.no. 2019. *Innovasjon og forskning i næringslivet*. Hentet fra: <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2019/Dokumenter1/Budsjettdokumenter/Nasjonalbudsjettet-2019/Meld-St-1-/5-Tiltak-for-okt-produktivitet-og-en-mer-effektiv-okonomi-/>. Lastet ned: 17.2.2020.
- [6] SSB. 2019. *Innovasjon i næringslivet*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/teknologi-og-innovasjon/statistikker/innov>. Lastet ned: 06.02.2020.
- [7] J. Sjøgren, E. Krogh, L. Christensen og K. H. Olsen-Skåre, "Digitalt veikart," s. 3, 2017.
- [8] SSB, "Norsk næringsliv," 2018.
- [9] M. Knudsen, "Implementering av bim," Master, NTNU, 2017.
- [10] C. Eriksen, "Digitalisering av byggeprosessen," Master, NTNU, 2018.
- [11] E. Farstad, "En studie av byggenæringens erfaringer med bruk av digitale verktøy," Master, NMBU, 2019.
- [12] NTB. 2020. *29 personer døde i arbeidsulykker i fjor. Bygg og anlegg topper statistikken igjen*. Hentet fra: <https://karriere360.no/artikler/29-personer-dode-i-arbeidsulykker-i-fjor-bygg-og-anlegg-topper-statistikken-igjen/484453>. Lastet ned: 26.03.2020.
- [13] SSB. 2018. *11343: Rapporterte arbeidsulykker, etter næring, type arbeidsulykke, statistikkvariabel og år*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11343/tableViewLayout1/> Lastet ned: 26.02.2020.
- [14] *Iso 16757-1:2015(e)*, 2015.
- [15] Autodesk. (s.d.). *What is bim?* Hentet fra: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [16] Statsbygg. 2020. *En digital måte å bygge smartere*. Hentet fra: <https://www.statsbygg.no/oppgaver/bygging/bim/>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [17] B. Kumar, *A practical guide to adopting bim in construction projects*. 2015, s. 128.
- [18] Solibri. 2020. *About bim and ifc*. Hentet fra: <https://www.solibri.com/bim-ifc>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [19] buildingSMART. 2020. *About buildingsmart*. Hentet fra: <https://www.buildingsmart.org/about>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [20] buildingSMART. 2015. *Åpenbim for fdv sparer deg for millioner*. Hentet fra: <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2014-04/apenbim-for-fdv-sparer-deg-for-millioner>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [21] J. Hall. 2018. *Top 10 benefits of bim in construction*. Hentet fra: <https://connect.bim360.autodesk.com/benefits-of-bim-in-construction> Lastet ned: 21.01.2020.
- [22] buildingSMART. (s.d.). *Industry foundation classes (ifc)*. Hentet fra: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [23] buildingSMART. 2017. *Buildingsmart dataordbok*. Hentet fra: <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-dataordbok>. Lastet ned: 21.01.2020.

- [24] buildingSMART. 2016. *Buildingsmart prosess*. Hentet fra: <https://buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-prosess>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [25] H. Söbke, M. Theiler, E. Tauscher og K. Smarsly, *Bim-based description of wastewater treatment plants*. 2018.
- [26] IKEA. (s.d.). *Kitchen planner*. Hentet fra: <https://www.ikea.com/gb/en/planners/kitchen-planner-pub4bc87cb1>. Lastet ned: 21.01.2020.
- [27] Tekla. (s.d.). *Bim maturity levels*. Hentet fra: <https://campus.tekla.com/bim-maturity-levels>. Lastet ned: 03.02.2020.
- [28] N. H. Philipp, "Building information modeling (bim) and the consultant: Managing roles and risk in an evolving design and construction process," 2013.
- [29] H. W. Fløisbonn, G. Skeie, B. Uppstad, B. Markussen og S. Sunesen, "Mmi –modell modenhets indeks," s. 1-4, 2018.
- [30] GRAPHISOFT. 2019. *Prosess for mmi*. Hentet fra: http://www.mynewsdesk.com/no/graphisoft-norge/blog_posts/mmi-modell-modenhets-indeks-i-bim-prosjekter-81831. Lastet ned: 3.4.2020.
- [31] D. Fakhrazad, "Forfatterens egen illustrasjon," 2020.
- [32] M. F. Atul Khanzode, Dean Reed, & Glenn Ballard, "A guide to applying the principles of virtual design & construction (vdc) to the lean project delivery process " Stanford University 2006, <https://stacks.stanford.edu/file/druid:bc980bz5582/WP093.pdf>, Lastet ned: 23.03.2020.
- [33] T. H. Kind. (s.d.). *Vdc*. Hentet fra: <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/vdc/>. Lastet ned: 23.03.2020.
- [34] A. H. Amundsen. 2018. *Selvkjørende kjøretøy – positivt for miljøet?* Hentet fra: <https://samferdsel.toi.no/forskning/selvkjorende-kjoretoy-positivt-for-miljoet-article33924-2205.html?noredirect=1>. Lastet ned: 10.2.2020.
- [35] McKinsey, "Reinventing construction: A route to higher productivity," 10.2.2020 2017, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.ashx>.
- [36] Veidekke. 2019. *Flyvende ekspertise*. Hentet fra: <http://veidekke.no/om-oss/nyheter-og-media/article29532.ece>. Lastet ned: 10.2.2020.
- [37] NCC. (s.d.). *Droner - gir enklere planlegging, er tidsbesparende og skaper et tryggere arbeidsmiljø*. Hentet fra: <https://www.ncc.no/vare-tjenester/kundelofte/digital-bygging/droner/>. Lastet ned: 11.2.2020.
- [38] SINTEF. (s.d.). *Additiv tilvirkning (3d-printing) for byggenæringen*. Hentet fra: <https://www.sintef.no/utvikling-av-additiv-tilvirkning-3d-printing-for-byggebransjen/>. Lastet ned: 10.2.2020.
- [39] Hans Magne Gravseth, S. Tom Sterud, Bodil Aamnes Mostue, Cecilie Åldstedt Nyrønning og A. Stig Winge, *Helseproblemer og ulykker i bygg og anlegg – rapport 2018*. Arbeidstilsynet, 2018.
- [40] SKANSKA, "Skanska: Reducing risk and improving safety with smartvid.io, autodesk's bim 360 and machine learning," <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/710233/collateral/Case-Study-Skanska.pdf>.
- [41] Caterpillar. 2018. *Caterpillar at a glance*. Hentet fra: <https://www.caterpillar.com/en/company/caterpillar-at-a-glance.html>. Lastet ned: 4.3.2020.
- [42] Caterpillar. (s.d.). *Making jobsites safer, more efficient and more productive*. Hentet fra: https://www.cat.com/en_GB/campaigns/event/bauma2019/innovation/autonomy/autonomy-strategic-approach.html. Lastet ned: 4.3.2020.
- [43] Dimension10. (s.d.). *Dimension10*. Hentet fra: <https://dimension10.com/about>. Lastet ned: 20.02.2020.

- [44] G. Ozcan-Deniz, "Expanding applications of virtual reality in construction industry: A multiple case study approach," (på Engelsk), [Journal] vol. 2, nr. 2, s. 48-66, 24.4.2019 2019. Golden Light Publishing
- [45] IKEA. (s.d.). *Ikea place*. Hentet fra: <https://www.ikea.com/au/en/apps/IKEAPlace.html>.
- [46] S. Meža, Ž. Turk og M. Dolenc, "Measuring the potential of augmented reality in civil engineering," *Advances in Engineering Software*, vol. 90, s. 1-10, 1.12.2015 2015.
- [47] Dalux. (s.d.). *Twinbim*. Hentet fra: <https://www.dalux.com/no/dalux-field/twinbim/>. Lastet ned: 20.02.2020.
- [48] AF_Gruppen. 2019. *Ser gjennom veggen med røntgensyn*. Hentet fra: <https://afgruppen.no/om-oss/innovasjon-og-nyskaping/ser-gjennom-veggen-med-rontgensyn/>. Lastet ned: 20.2.2020.
- [49] Vinci-construction. (s.d.). Hentet fra: https://vinci-construction.com/media/versions/arstx_hero_image.jpg. Lastet ned: 23.3.2020.
- [50] NTI. (s.d.). *Slik gir skyen bedre samhandling i byggenæringen*. Hentet fra: <https://www.tu.no/brandstory/nti/brandstory-slik-gir-skyen-bedre-samhandling-i-byggenaeringen/430300>. Lastet ned: 4.3.2020.
- [51] *About bcf*. Hentet fra: <https://www.bimcollab.com/en/Resources/OpenBIM/BCF>. Lastet ned: 20.3.2020.
- [52] Catenda. (s.d.). *Bimsync arena*. Hentet fra: <https://catenda.no/products/bimsync-arena>. Lastet ned: 20.3.2020.
- [53] 2018. *Smartere arbeidsdag med bim-kiosk*. Hentet fra: <https://www.byggfakta.no/smartere-arbeidsdag-med-bim-kiosk-131414/nyhet.html>. Lastet ned: 03.03.2020.
- [54] 2018. *Smartere arbeidsdag på nye jordal amfi med bim-kiosk*. Hentet fra: <https://www.ncc.no/media/pressrelease-container/b2b244cb896d3f5e/>. Lastet ned: 03.03.2020.
- [55] STATSBYGG. 2018. *Digitale kontraktskrav*. Hentet fra: <https://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2018/Digitale-kontraktskrav/>. Lastet ned: 08.04.2020.
- [56] T. S. Thorsen, "Modellbaserte veiprosjekter," s. 12-19, (s.d.).
- [57] Regjeringen. 2014. *Digitalisering i offentlig sektor*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitaliseringen-i-offentlig-sektor/id2340245/>. Lastet ned: 23.2.2020.
- [58] buildingSMART. 2019. *Nye internasjonale åpenbim-standarder*. Hentet fra: <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2019-01/nye-internasjonale-åpenbim-standarder>. Lastet ned: 20.2.2020.
- [59] AF. (s.d.). *Bygg- og anleggsnæringen tar grep*. Hentet fra: <https://afgruppen.no/nyheter/2018/06/bygg-og-anleggsnaringen-tar-grep/>. Lastet ned: 23.3.2020.
- [60] DESI, "Digital economy and society index (desi)," 2019, https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60009, Lastet ned: 23.02.2020.
- [61] (s.d.). *Norge dårligst på digitalisering i skandinavia*. Hentet fra: <https://www.dn.no/annonsorinnhold/norge-darligst-pa-digitalisering-i-skandinavia/2-1-347983>. Lastet ned: 23.2.2020.
- [62] Regjeringen, "Én digital offentlig sektor," Regjeringen.no2019, <https://www.regjeringen.no/contentassets/db9bf2bf10594ab88a470db40da0d10f/no/word/digitaliseringsstrategien.docx>, Lastet ned: 24.2.2020.
- [63] S. L. Johannes Meyer-Myklestad, "Bim og kontrakter," s. 4-5, 2019.
- [64] Standard.no. 2014. *Rapport om bim, ops og samspill* Hentet fra: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/kontrakter-og-blanketter/2013/rapport-om-bim-ops-og-samspill/>.
- [65] Statsbygg, "Simba - statsbyggs bim-krav 1.3," s. 17, 2020.
- [66] D. Haug, "Dette er noe av det vi prøver å få til i statsbygg," s. 24, 2016.
- [67] C. Advokat og Entrepriserettsadvokater.no, "Totalentreprise som kontraktsform," 2017.

- [68] P. Røssum, "Digitalisering i anleggsbransjen," 2020.
- [69] J. Meyer-Myklestad og M. Fuglesang, *Selmers bim-protokoll*. 2019.
- [70] V. Kodjeykova-Merriman, "Den digitale tvillingen – broen mellom den fysiske og den digitale verden," 2018.
- [71] C. Advokat og Entrepriserettsadvokater.no. 2019. *Ns 8401: Avtale med prosjekterende*. Hentet fra: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/konsulentavtaler/ns-8401-avtale-med-prosjekterende/>. Lastet ned: 3.3.2020.
- [72] O. Hellevik, *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*, 7 utg. (nr. 6). Univerisitetsforlaget, 2002.
- [73] D. I. Jacobsen, red., *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm AS, 2016.
- [74] Inglesdivino, "Speed changer."
- [75] K. E. Tranøy. 2017. *Induksjon - filosofi*. Hentet fra: <https://snl.no/inwwduksjon - filosofi>. Lastet ned: 27.03.2020.
- [76] S. M. A. Burney og H. Saleem, *Inductive and deductive research approach*. 2008.
- [77] D. G. Tove Anita Fiskum, Hans Petter Andersen (red.), *Den engasjerte eleven*. Cappelen Damm Akademisk, 2018, s. 252.
- [78] K. Sander. 2019. *Induktiv og deduktiv studie*. Hentet fra: <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/>. Lastet ned: 27.3.2020.
- [79] J.-A. Overland. 2018. *Tone - strategi for kildekritikk*. Hentet fra: <https://ndla.no/subjects/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741>. Lastet ned: 29.04.2020.
- [80] J. Biggam, *Succeeding with your master's dissertation*. 2008.

12 Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 2: Mal for transkribering

Vedlegg 3: A3-Poster

Vedlegg 1: Intervjuguide

Introduksjon

Mitt navn er Daniel Fakhrzad og er en masterstudent ved Universitetet i Agder. Våren 2020 skriver jeg min masteroppgave for Institutt for ingeniørvitenskap. Oppgaven handler om digitalisering og implementering av BIM i bygg- og anleggsbransjen. I den anledning ønsker jeg å intervju ulike aktører i bransjen som kan være med på å belyse min oppgave gjennom ulike synspunkter og erfaringer.

Forskningsspørsmålet som skal besvares: **Hvordan digitaliseres dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring, og hvilke utfordringer oppstår ved implementering av BIM?**

Bakgrunn

Nasjonalt og internasjonalt har bygg- og anleggsnæringen alltid hatt et dårlig rykte om treg digitalisering. Fortsatt dominerer papir- og 2D-tegninger på byggeplassene, selv med tilgang til moderne teknologi. I bransjen har mange nye trender oppstått, men det er usikkert om disse faktisk bidrar til økt effektivitet og produktivitet. Den digitale modellen som utvikles tidlig i prosjekter blir stadig mer informasjonsrik og kan brukes ytterligere til å estimere tid, kostnader og klimautslipp. Dessverre virker det som at flere aktører er konservative eller skeptiske til nyvinninger og foretrekker heller tradisjonelle byggemetoder. Hensikten med intervjuene er å få en forklaring på hvorfor ting går så tregt og hva som gjøres internt i bedriftene for å digitalisere næringen.

Innledningsspørsmål

- Kan du gi en beskrivelse av stillingen din med dine arbeidsoppgaver og ansvar?
- Hvilke erfaringer har du med BIM og hvordan bruker du det i din hverdag?
- Hvordan vurderer du eget interesse- og kunnskapsnivå om BIM?

Digitalisering av dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring

- Hva gjør du/dere for å digitalisere internt i bedriften?
- Går digitaliseringen for tregt?
- Mange trender med VR, AR, 3D-printing, robotisering og AI. Er dette noe dere satser på og tror vil skape verdi i fremtiden?
- I hvor stor grad investeres det i digitalisering? Tenker dere langsiktig eller kun på kortsiktig utbytte?
- Hva er din/deres tanker rundt en heldigital byggeplass?
- Hva er nåværende statusen på det «Digitale veikartet» hos dere?

Utfordringer rundt implementering av BIM

- Hvordan bruker dere BIM til deres fordel?
- Hvor stor del av prosjektene involverer bruk av BIM? Varierer det fra prosjekt til prosjekt, hva er årsaken(e). Kunne det blitt brukt i større grad? Er 3D-BIM utvidet til 7D-BIM?
- Hva gjorde dere, eller hva fant dere ut før dere så nytten i BIM?
- Møtt på noen hindringer. Hva gjorde dere, så fungerte det? Eller hvorfor fungerte det fortsatt ikke. Fins det noen ulemper?

- Kan du beskrive BIM-koordinatorens rolle?
- Hvilken Posisjon har dere i Bew-Richards BIM Maturity Model? Hva med resten av bransjen?

Kontrakter

- Stilles det krav om BIM i kontrakter? – Brukes det selv om byggherren ikke krever det?
- Hvor stor kompetanse har byggherren om BIM? – ofte de krever det uten å vite nok om hva det innebærer?
- Brukes kontraktene aktivt under prosjektet eller kun i ettertid (ved leveranse)?
- Hvor stort rom for fleksibilitet er det i kontrakter, må alt følges eksakt?
- Hvilke andre utfordringer og muligheter ser du med kontrakter?
- Er kravene fra byggherrene utydelige?

Avsluttende

- Er det noe annet som skjer som vi ikke har snakket om som er relevant og aktuelt i dag?
- Vet du om noen andre jeg kan kontakte for å gjennomføre et tilsvarende intervju?

Vedlegg 2: Mal for transkribering

Transkribering av intervju med «Navn, Bedrift»

| Kort sammendrag: | | | |
|-------------------------|---|------------|----------|
| Observasjon /notater | Transkripsjon | Fortetting | Kategori |
| | «Intervjuer» «Intervjuobjekt» «Intervjuer» «Intervjuobjekt» «Intervjuer» «Intervjuobjekt» . . . | | |

Tittel:

Digitalisering og implementering av BIM

Med kontraktuelle muligheter

Veileder:

Paul Ragnar Svennevig,
UiA



Bakgrunn

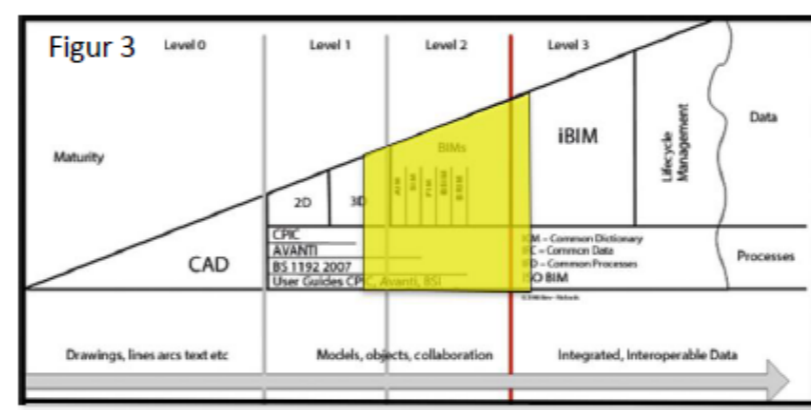
Nasjonalt har bygg- og anleggsnæringen alltid hatt et dårlig rykte om treg digitalisering med en negativ produktivitetsutvikling. Fortsatt dominerer papir- og 2D-tegninger på byggeplassene, selv med tilgang til moderne teknologi. I bransjen har mange nye trender oppstått, men det har vært usikkert om disse faktisk bidrar til økt effektivitet og produktivitet. Den digitale modellen som utvikles tidlig i et prosjekt blir stadig mer informasjonsrik og kan brukes ytterligere til å estimere byggetid, kostnader og klimautslipp. Dessverre virker det som at flere aktører er skeptiske til nyvinninger og bevarer da tradisjonelle byggemetoder. Studien forsøker å få en forklaring på hvorfor utviklingen går tregt og hva som gjøres internt i bedriftene for å digitalisere.

Digitalisering

Norge er blant de fremste europeiske landene i digitaliseringsfronten, men bygg- og anleggsnæringen har vært et unntak. Byggenæringens Landsforening har etablert fellesmål [Figur 1] for å forene bransjen i arbeid mot en heldigital næring. Rapporten med navnet «Digitalt Veikart» har presentert flere funn som definerer den digitale nå-situasjonen. Bransjen har generelt lav digital kompetanse, private og offentlige byggherrer har forskjellig kunnskapsnivå rundt BIM og digitalisering, informasjonsflyten blant aktører er ikke sømløs og mange av dagens problemer løses med gamle verktøy. Samlet er BA-næringen fragmentert, og kollaborasjon mellom de ulike leddene er en utfordring. Selv om bransjen blir sett på som konservativ, forsøkes det aktivt å implementere nye verktøy for å digitalisere flest mulig prosesser. Bruk av droner, VR, AR, BIM-kiosker har bidratt til effektivisering og økt informasjonsflyten i bransjen.

Sammendrag

Digitalisering i norsk byggebransje er blitt beskrevet som "treg" sammenlignet med andre nasjonale næringer. Denne avhandlingen har identifisert noen av de mest visuelle begrensningene. Samtidig har den diskutert utfordringene som bransjen står overfor i det nåværende utviklingsstadiet. For å undersøke den nåværende situasjonen, har forfatteren benyttet seg av eksisterende teori for å evaluere utfordringene og mulighetene i bransjen. Faktorer som redusert produktivitet og manglende innovasjon var noen av de grunnleggende faktorene knyttet til veksten av digitalisering i byggenæringen. Basert på digitaliseringsstatusen presentert i teorien, er det behov for å investere mer i digital utvikling for å konkurrere med andre næringer i Norge. For å utvide omfanget av studien, har forfatteren i tillegg vurdert utfordringene knyttet til implementering av BIM og tilhørende kontraktsmuligheter.



BIM

Implementering av BIM i prosjekter er veldig avhengig av byggherrens krav som spesifiseres i kontrakter. Dagens standardkontrakter tar ikke direkte høyde for BIM og må dermed utarbeides som tilleggskrav ved kontraktinngåelse. Grunnet manglende BIM-kompetanse hos flere av byggherrene, har kravspesifikasjonene blitt for generelle. I BIM så snakkes det gjerne om 3D-, 4D- ...7D-BIM, men det viser seg at bransjen ikke har kommet lenger enn 5D-BIM [Figur 2]. Samlet kan norsk BA-næring kategoriseres som nivå 2 på Bew-Richards modenhetsmodell [Figur 3]. Flere forsøker gradvis å klatre oppover for å tilfredsstille kravene i nivå 3, men ingen er der riktig enda. Papir- og tegningsløse byggeplasser blir forsøkt for å gi BIM-modellen større oppmerksomhet, men dette er i en tidlig fase i bransjen. For å gjøre BIM til et større satsningsområde må modellen få forrang i kontrakter slik at tegninger og beskrivelser avvikles.

Konklusjon

Forskerspørsmålet: Hvordan digitaliseres dagens og fremtidens bygg- og anleggsnæring, og hvilke utfordringer oppstår ved implementering av BIM? Basert på funnene er det flere variabler som påvirker progresjonen. Lav kompetanse rundt BIM og digitalisering blir gjentatt som barriere for utviklingen av bransjen. Anvendelse av nye digitale verktøy tar for lang tid, ettersom disse lanseres for tidlig samt manglende vilje hos eldre yrkesarbeidere. Bransjemålene i det Digitale veikartet virker urealistiske innen 2025. Samtidig forsøkes det aktivt med papirløse byggeplasser, for å forberede bransjen på modellbasert bygging. VR, AR, droner og BIM-kiosker har introdusert en ny dimensjon på byggeplassene og har økt den helhetlige forståelsen for prosjekter samt bidratt til raskere informasjonsflyt. Dagens standardkontrakter tar ikke høyde for BIM, selv om bransjen etterspør en revisjon.

Forskningen anvender en kvalitativ forskningsmetodikk. I den forbindelse ble fem personer med mye erfaring og kompetanse innen digitalisering og BIM intervjuet. Dataene som ble innhentet fra disse intervjuene ble samlet og brukt for å avklare usikkerheter og fremskaffe mulig progresjon for digitalisering av byggebransjen. Resultatet av forskningen har vist at digitaliseringen faktisk går sakte i forhold til nasjonale forventninger, men den kunne ikke gått raskere gitt begrensningene for generell digital anvendelse i byggebransjen. Studien identifiserte også at bransjen er satt sammen av et høyt antall arbeidere med ulik teknisk bakgrunn, der det er utfordrende å implementere og etablere nye teknologiske verktøy og arbeidsmetoder. Selv med en viss motgang, viser en del av den norske byggebransjen stor vilje til digital videreutvikling. BIM-situasjonen i norsk byggebransje er klassifisert som nivå 2 i Bew-Richards modenhetsmodell, med noen få indikasjoner på overgang til nivå 3. Dagens standardkontrakter blir identifisert som en barriere for videre progresjon. Bransjen etterspør dermed en BIM-integrasjon i standardiserte byggekontrakter i håp om å drive bransjen videre i digitaliseringsarbeidet.