

Digitalisering av byggeprosessen

Bruk av BIM i produksjon

Christian Eriksen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2018

Hovedveileder: Ole Jonny Klakegg, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Digitalisering av byggeprosessen – Bruk av BIM i produksjon	Dato: 8. juni 2018		
	Antall sider (inkl. bilag): 122		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Christian Eriksen			
Faglærer/veileder: Ole Jonny Klakegg			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

Digitalisering av byggebransjen tiltar, og satsing digitalt hos entreprenører er en forutsetning for å sikre egen fremtid. Produktiviteten i bransjen har hatt en svak utvikling de siste tiårene, og bruk av digitale verktøy i alle faser av byggeprosessen skal bidra til å effektivisere prosjektene, og skape tettere samarbeid mellom de ulike aktørene. *Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)* har fått et godt fotfeste i prosjekteringsfasen, og blir i økende grad benyttet i produksjon ute på byggeplass.

Hensikten med masteroppgaven er å undersøke hvilke effekter implementering- og bruk av BIM har hatt for produksjonen hos Backe Stor-Oslo på enkelte av deres prosjekter. Det har vært gjennomført litteraturstudie, spørreundersøkelse og 10 dybdeintervjuer for å kartlegge effektene av BIM.

Bruken av BIM i produksjon er i stor grad prosjektavhengig, og varierer mellom ulike aktører og roller internt på prosjektene. Det er til nå primært funksjonærer og enkelte baser og håndverkere som har tatt det i bruk. Undersøkelsene viser at prosjektdeltakerne opplever at arbeidet i prosjektene forenkles, og det hevdes at samarbeid og produksjon effektiviseres. Bruken av BIM-kiosker på byggeplassene har bidratt til å øke forståelsen på tvers av fag, og særlig de tekniske underentreprenørene opplever at BIM-kioskene bidrar til å effektivisere hverdagen. BIM-kioskene har også vist seg å bli naturlige samlingspunkter på byggeplassen, og et sted for samarbeid på tvers av fag. God kommunikasjon mellom ulike aktører bidrar til å styrke relasjonene, og ved tverrfaglig problemløsning og visualisering kan man unngå at det gjøres kostbare feil. BIM bidrar til at man raskt kan identifisere eventuelle feil, og fungerer som et effektivt verktøy for dokumentasjon. Feil i BIM-modell og varierende grad av kompetanse og opplæring, kan bidra til at flere opplever BIM som utfordrende, og det er derfor avgjørende at man i implementeringsfasen sørger for tilstrekkelig opplæring av samtlige brukere.

Stikkord:

- | |
|-------------------------------|
| 1. Digitalisering |
| 2. BIM på byggeplass |
| 3. Samhandling |
| 4. Effekter av implementering |

(sign.)

Forsidebilde: Johan Røed, Rendra AS

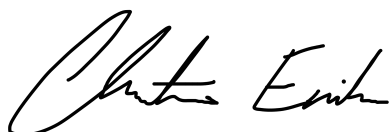
FORORD

Masteroppgaven utgjør avsluttende arbeid av sivilingeniørutdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet utgjør 30 studiepoeng, inngår i hovedprofil Prosjektledelse ved utdanningsprogrammet Bygg- og Miljøteknikk, og leder til graden sivilingeniør.

Temaet for oppgaven er *bygninginformasjonsmodellering (BIM)*. Valg av tema har bakgrunn i interesse og engasjement for digitalisering, og tiltak som kan bidra til å øke effektiviteten. Bruk av BIM, og digitalisering forøvrig, vil påvirke byggebransjen og egen yrkeskarriere i mange år fremover. Gjennom utdanningen ved NTNU, og utvekslingsår ved San Diego State University har jeg fått kunnskap og innsikt i faktorer som påvirker produktiviteten på byggeplassen, og har ved denne oppgaven dykket dypere i deler av dette. Arbeidet med oppgaven har vært svært lærerikt og jeg tar med meg verdifulle erfaringer inn i arbeidslivet.

Jeg ønsker å rette en stor takk til veileder Ole Jonny Klakegg for gode faglige råd og veiledning underveis. Jeg vil også takke ansatte hos Backe Entreprenør, Backe Stor-Oslo og andre representanter fra deres prosjekter for deres bidrag i intervjuer, spørreundersøkelse og samtaler forøvrig. Jeg har opplevd stort engasjement fra samtlige jeg har kontaktet, noe som har bidratt til å gjøre arbeidet spennende og lærerikt.

Trondheim, juni 2018



Christian Eriksen

SAMMENDRAG

Digitalisering av byggebransjen tiltar, og satsing digitalt hos entreprenører er en forutsetning for å sikre egen fremtid. Produktiviteten i bransjen har hatt en svak utvikling de siste tiårene, og bruk av digitale verktøy i alle faser av byggeprosessen skal bidra til å effektivisere prosjektene, og skape enda tettere samarbeid mellom de ulike aktørene.

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har godt fotfeste i prosjekteringsfasen, og blir i økende grad benyttet i produksjon ute på byggeplass.

Masteroppgaven har tatt mål av seg å undersøke problemstillingen «*Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo*», og herunder er følgende forskningsspørsmål utformet:

1. *Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?*
2. *Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?*
3. *Hvilke ulemper erfarer Backe Stor-Oslo ved implementering av BIM i produksjon?*

Det er gjennom litteraturstudie, uformelle samtaler, dybdeintervjuer og spørreundersøkelse undersøkt hvor utbredt bruk av BIM i produksjon er, og hvordan brukere opplever at BIM påvirker arbeidshverdagen. Erfaringene som er innhentet fra Backe Stor-Oslo sees i lys av teori, og både fordeler og ulemper identifiseres. Gjennomgang av relevant forskning og litteratur avdekker en rekke muligheter og utfordringer ved bruk av BIM i flere faser av byggeprosessen, og det vises blant annet til effekter av BIM i produksjon på tidligere prosjekter.

Backe Stor-Oslo har satt mål av seg å oppnå en heldigital byggeprosess innen 2020, og skal blant annet benytte verktøy som gjør BIM-modellen tilgjengelig for alle aktører på byggeplassen. Noen prosjekter har allerede tatt i bruk slike verktøy, mens det kontinuerlig innføres i andre. Dette innebærer at alle på byggeplassen i prinsippet skal ha tilgang til den samme modellen, og mulighet til å benytte de fordelene det bringer med seg. Å bringe nye verktøy inn i produksjonsprosessen påvirker måten en arbeider på, og det påvirker arbeidshverdagen til prosjektdeltakerne i varierende grad.

Bruken av BIM i produksjon er i stor grad prosjektavhengig, og det er stor variasjon mellom ulike roller internt på prosjektene. Produksjon- og byggeplassledelse bruker blant annet BIM i forbindelse med planlegging og i ulike møter, samt for avvikshåndtering og befaringer. BIM har også i relativt stor grad nådd ut til tekniske underentreprenører. Blant elektro, rør og ventilasjon opplyses det at de benytter BIM daglig i planlegging av eget arbeid, og til tverrfaglig diskusjon. Ellers brukes BIM i mindre grad, og for håndverkere hos Backe Stor-Oslo er BIM fortsatt relativt ukjent.

Resultatene som presenteres viser at det til nå er begrenset med tallfestede, målbare effekter fra bruk av BIM i produksjon. Effekter knyttet til blant annet kostnader og gjennomføringstid påvises ikke i oppgaven, men det vises til en rekke kvalitative fordeler. Undersøkelsene viser

at prosjektdeltakerne opplever at arbeidet i prosjektene forenkles, og det hevdes at samarbeid og produksjon effektiviseres. Bruken av BIM-kiosker på byggeplassene har bidratt til å øke forståelsen på tvers av fag, og særlig de tekniske entreprenørene opplever at BIM kioskene bidrar til å effektivisere hverdagen ved at man kan visualisere og gjøre oppmålinger direkte i modell. BIM-kioskene har også vist seg å være naturlige samlingspunkter på byggeplassen, og et sted for samarbeid på tvers av fag. God kommunikasjon mellom ulike aktører bidrar til å styrke relasjonene, og ved tverrfaglig problemløsning og visualisering kan man unngå at det gjøres kostbare feil. BIM bidrar i tillegg til at man tidlig kan oppdage eventuelle feil, og brukes som et effektivt verktøy for dokumentasjon.

Å innføre BIM på byggeplass medfører også visse ulemper. Det viser seg at feil i modell bidrar til frustrasjon og usikkerhet, og dersom arbeidere ukritisk følger BIM-modell kan det resultere i at det gjøres feil på bakgrunn av feil i modell. Det er derfor avgjørende at brukere har tilstrekkelig kompetanse om BIM, og de begrensninger og risikoer som kan være i modellen. Backe Stor-Oslo er i en implementeringsprosess der alle nye prosjekter i økende grad skal benytte seg av BIM i produksjon, og selv om implementeringen så langt virker å ha vært en suksess, er opplæring og varierende kompetanse utfordringer man står ovenfor.

SUMMARY

Digitalization of the construction industry is increasing, and commitment to digitalization by the firms within the industry can be considered as a prerequisite for securing their own future. Productivity in the industry has been weak in recent decades, and the use of digital tools in all phases of the construction process will help to streamline the projects. This will create closer relationships and improved cooperation among stakeholders and project participants. Building Information Modeling (BIM) has been well established in the design phase and is increasingly being used during production at the construction site.

The Master's thesis has been designed to investigate the issue *"Effects of BIM in the production phase at Backe Stor-Oslo"*, including the following research questions:

1. *Who are using BIM at the construction site, and to what extent?*
2. *What are the benefits of BIM in construction?*
3. *What disadvantages does Backe Stor-Oslo experience when implementing BIM to the construction site?*

Through literature reviews, conversations, in-depth interviews and surveys, it has been investigated the extent of BIM usage at the construction site and how users perceive BIM's impact to their work. The experience gained from Backe Stor-Oslo is compared to theory, and both advantages and disadvantages are identified. Review of previous research and literature reveals a number of opportunities and challenges using BIM in the construction phase, and effects from BIM in other construction projects are discussed.

Backegruppen, which include Backe Stor-Oslo, has set itself the goal of achieving a successful digital construction process by 2020. To do so, they plan to use tools that make the BIM model available to everyone at the construction site. Some projects have already used such tools while continuously being introduced to others. By doing this, the workers will have access to the same model and the opportunity to take advantage of the benefits that occurs. Implementing new tools to the construction site will affect the workers to different extent.

The use of BIM in the construction phase is largely project-dependent, and there is a variety of different stakeholders and roles within the projects. Project managers and construction managers use BIM in scheduling and planning, and BIM is often used in meetings, as well as documentation. BIM is also used to some extent by technical subcontractors. Among electricians, plumbers and ventilation workers, it is used daily for visualization and planning. Another effect of BIM is increased communication and interdisciplinary- discussion and problem solving. Otherwise, the use of BIM still has a huge potential, and the use among craftsmen at Backe Stor-Oslo is still relatively unknown.

The study shows that the project participants find that the work is simplified, and collaboration and construction are claimed to be more efficient. The use of BIM-stations on

construction sites has helped to increase interdisciplinary understanding, and especially the technical subcontractors find it easier to use BIM-stations to visualization and making measurements directly in the model. The BIM-stations have also proved to be natural places for collaboration across disciplines. Good communication between managers and workers contribute to strengthen relationships, and by interdisciplinary problem solving and visualization one can avoid costly mistakes. BIM also contributes to early detection of errors and is used as an effective tool for documentation. Quantified and measurable effects, such as project costs and project duration, may be affected by the use of BIM, but cannot be confirmed by this report.

Introducing BIM to construction sites also causes certain disadvantages. It appears that malfunction in the BIM-model contributes to frustration and uncertainty. If the model is made wrong, and the workers follow the BIM-model, it may result in errors. Therefore, it is crucial that users have sufficient expertise in BIM and knowledge about potential limitations and risks that may be in the model. Backe Stor-Oslo is in an implementation process where all new projects are going to use BIM, and although implementation seems to have been a success, it seems to be a challenge to provide enough training.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	I
SAMMENDRAG	III
SUMMARY	V
1. INTRODUKSJON	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
1.3 Omfang og avgrensninger	2
1.4 Oppgavestruktur	3
2. METODE	5
2.1 Generelt	5
2.1.1 Induktiv og deduktiv datainnsamling	5
2.1.2 Kvantitative og kvalitative metoder	5
2.1.3 Reliabilitet og validitet	7
2.1.4 Triangulering	7
2.1.5 Valg av metode	7
2.2 Litteraturstudie	8
2.2.1 Generelt	8
2.2.2 Fremgangsmåte	8
2.2.3 Vurderingskriterier	9
2.3 Case-studie	10
2.3.1 Generelt	10
2.3.2 Dybdeintervju	10
2.3.3 Spørreundersøkelse	13
2.3.4 Uformelle samtaler	14
2.3.5 Svakheter ved metode	15
3. TEORI	17
3.1 Produktivitet i byggebransjen	17
3.2 Organisering av prosjekter	21
3.3 Faser i et byggeprosjekt	22
3.4 Samhandling	23
3.5 Digitalisering	24
3.6 BIM	25
3.6.1 Åpen- og proprietær BIM	25
3.6.2 BIM-modenhet	26
3.6.3 BIM i xD	28
3.6.4 BIM-produkter	28
3.6.5 Skann-til-BIM	30
3.7 Endringer	31
4. EMPIRISK BASERT TEORI	33
4.1 Generelt	33
4.2 Erfaringer	33
4.2.1 Muligheter	33
4.2.2 utfordringer	34

4.2.3 SamBIM	36
5. BIM I PRODUKSJON HOS BACKE STOR-OSLO	39
5.1 Generelt	39
5.1.1 Backegruppen	39
5.1.2 Backe Stor-Oslo	40
5.2 BIM hos Backe Stor Oslo	41
5.2.1 Prosjekter	42
5.2.2 Opplæring	43
5.2.3 Resultater fra spørreundersøkelse	43
5.3 Bruk av BIM i produksjon	52
5.3.1 Programvalg	52
5.3.2 Oppslutning av brukere	52
5.3.3 Situasjoner der BIM benyttes	53
5.3.4 Begrensede faktorer	53
5.3.5 Endring ved bruk av BIM	55
5.4 Fordeler av BIM i produksjon	56
5.4.1 Samarbeid, kommunikasjon og tverrfaglig forståelse	56
5.4.2 Forenkling og effektivisering	58
5.4.3 Færre endringer og feil	60
5.4.4 Forbedret dokumentasjon	60
5.5 Ulemper ved BIM i produksjon	61
5.5.1 Ressurskrevende	61
5.5.2 Når teknologien ikke fungerer	61
5.5.3 Øvrige hindringer	62
5.6 Videre om BIM i Backe Stor-Oslo	63
5.6.1 Backe 2020	65
6. DISKUSJON	67
6.1 Generelt	67
6.2 Bruk av BIM i produksjon	67
6.2.1 Benyttet BIM-løsning	67
6.2.2 Oppslutning og ulike roller	68
6.2.3 BIM som del av arbeidshverdagen	71
6.3 Fordeler av BIM i produksjon	72
6.3.1 Samarbeid, kommunikasjon og tverrfaglig forståelse	72
6.3.2 Forenkling og effektivisering	74
6.3.3 Færre endringer og feil	76
6.3.4 Forbedret dokumentasjon	77
6.4 Ulemper ved BIM i produksjon	78
6.4.1 Ressurskrevende	78
6.4.2 Når teknologien ikke fungerer	79
6.4.3 Øvrige hindringer	80
6.5 Videre om BIM i Backe Stor-Oslo	81
7. KONKLUSJON	83
8. ANBEFALINGER OG VIDERE ARBEID	85
REFERANSELISTE	87

VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE	93
VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE	99

FIGURLISTE

Figur 1: Reliabilitet og validitet. (Sander 2017b)	7
Figur 2: Arbeidsproduktiviteten, relativ vekst 1991-2012. (Langlo et al. 2013)	17
Figur 3: Produktivitet for perioden 2000-2016. (Todsens 2018)	18
Figur 4: Relativ vekst i produktivitet i de nordiske landene. (Todsens 2018)	18
Figur 5: Verdiskaping for verdikjede bygg og anlegg, og fastlands-Norge. (SSB 2017)	19
Figur 6: Byggeprosessens delprosesser. (Eikeland 2001)	22
Figur 7: StreamBIM skjermdump fra Solveggen. (Backe 2017)	25
Figur 8: Bew-Richard BIM Maturity model. (Jayasena & Weddikkara 2013)	27
Figur 9: BIM i xD	28
Figur 10: Mobilskanning og kontroll mot BIM-modell. (Seehusen 2017)	30
Figur 11: Robotiskanner fra Scaled Robotics. (Aga 2018)	30
Figur 12: Selskapsoversikt for Backegruppen. (Backegruppen 2018)	40
Figur 13: Organisasjonskart Backe Stor-Oslo. (BSO 2017)	41
Figur 14: Rollefordeling blant deltakere	44
Figur 15: Bruk av StreamBIM hos deltakere eksponert for programmet	45
Figur 16: Bruk av StreamBIM blant underentreprenører eksponert for programmet	45
Figur 17: Bruk av BIM på byggeplass blant deltakere uten erfaring med StreamBIM	46
Figur 18: Bruk av BIM på byggeplass blant underentreprenører uten StreamBIM	46
Figur 19: Bruk av BIM blant ulike roller hos Backe Stor-Oslo	47
Figur 20: Bidrag fra BIM på følgende gevinster	48
Figur 21: Utfordrende faktorer for implementering av BIM	49
Figur 22: Satsing på BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo	50
Figur 23: 2D-7D BIM. (Skällenas et al. 2017)	64

TABELLISTE

Tabell 1: Oppgavens struktur	3
Tabell 2: Oversikt intervjuobjekter	11
Tabell 3: Bruk av BIM til ulike aktiviteter. (Isaksson et al. 2016)	34
Tabell 4: Oppfattede hindre for BIM-implementering. (Isaksson et al. 2016)	35
Tabell 5: Andel med erfaring med StreamBIM	44
Tabell 6: Ulemper ved bruk av BIM	51

1. INTRODUKSJON

1.1 Bakgrunn

Det hevdes at produktiviteten i byggenæringen har hatt negativ utvikling de siste tiårene. Informasjon utveksles i stor grad på papir i konvensjonelle prosesser, og dårlig koordinering mellom ulike faggrupper fører til at det blant annet gjøres kostbare feil (Buildingsmart.no 2018).

Som landets største distriktsnæring, og nest største fastlandsnæring utgjør byggebransjen en tungvekt i Norsk næringsliv med over 230 000 sysselsatte og årlig omsetning på over 500 mrd. kroner (BNL 2017b). Effektivisering av bransjen vil dermed ha store ringvirkninger, og bidra til økt verdiskaping. I takt med at ny teknologi har blitt utviklet har industri og fastlands-Norge for øvrig opplevd relativ sterk produktivitetsvekst de siste årene, mens byggenæringen ser ut til å sakke akterut (Todsens 2018). Det hevdes dog av flere aktører at slike målinger ikke fullt ut representerer realiteten, og at målemetodene bør forbedres (SSB 2017). Det er uansett bred enighet om at bransjen har et sterkt forbedringspotensial, og standardisering av prosesser, helhetlig planlegging, samt å sikre god informasjonsflyt og samhandling kan være viktige faktorer å gripe tak i for å heve bransjeproduktiviteten (Fulford & Standing 2014). Digitalisering har i andre næringer bidratt til produktivitet, og det er dermed på tide at byggenæringen også utnytter mulighetene digitalisering gir (Hoff & Schjerva 2015). Byggenæringens Landsforening har derfor utformet et digitalt veikart (BNL 2017a) og følgende visjon:

“En heldigitalisering av norsk BAE-næring innen 2025 skal sikre en konkurransedyktig, bærekraftig og seriøs næring” (Fretheim, 2017).

Et stort utvalg digitale verktøy er tilgjengelig for ulike aktører og prosesser, og blir sakte men sikkert implementert i prosjekter landet rundt. Tradisjonelt har Building Information Modelling (BIM) lenge vært populært i prosjekteringsfasen, mens den praktiske bruken i produksjonsfasen i større grad har latt vente på seg. I en BIM modell kan en samle og utveksle all informasjon i et åpent format, slik at alle involverte aktører har tilgang på informasjon de behøver (Buildingsmart.no 2018). Modellen kan gjøres tilgjengelig via blant annet PC, nettbrett og telefon, og produksjonen kan dermed gjennomføres mer effektivt uten at feil og mangler oppstår. I tillegg til informasjon om ulike bygningsdeler kan fremdrift, kostnader, bærekraft og drift og vedlikehold kobles opp mot modellen. Teknologien ligger der i påvente av at man skal ta den i bruk. Hvorfor er ikke bruken mer utbredt, og hvilke erfaringer er gjort så langt?

Dette danner bakgrunn for valgt tema, og utforming av oppgaven. Digitalisering generelt, og spesielt BIM antas å prege bransjen i årene som kommer. Den teknologiske utviklingen er rask, og det er dermed interessant undersøke hvordan det påvirker organisasjoner, og hva en

oppnår som følge av endringer. Entreprenører landet rundt, deriblant Backe Stor-Oslo, tar i bruk BIM i økende grad i den hensikt å effektivisere og forbedre prosjektene.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Arbeid med prosjektoppgave (Eriksen 2017) bidro til å skape forståelse for hvordan digitale verktøy implementeres hos Backe Stor-Oslo, samt hvilke muligheter og utfordringer ulike roller, og bransjen forøvrig, anser som de mest fremtredende. Det ble etter arbeidet med prosjektoppgaven klart at Backegruppen finner det utfordrende å undersøke effektene av å implementere nye digitale verktøy som BIM i byggeprosessen. Etter samtaler med ulike personer hos Backe ble det dermed bestemt at masteroppgaven skal ta for seg effekter en erfarer ved implementering av BIM. Mer spesifikt er masteroppgavens problemstilling formulert slik:

«Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo»

For å besvare problemstillingen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål. Disse forskningsspørsmålene vil være sentrale i datainnsamlingen og bidrar til å konkretisere problemstillingen ytterligere. Forskningsspørsmålene er formulert slik:

1. *Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?*
2. *Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?*
3. *Hvilke ulemper erfarer Backe Stor-Oslo ved implementering av BIM i produksjon?*

1.3 Omfang og avgrensninger

Opgaven søker å belyse relevante erfaringer fra bransjen, og for å sikre tilstrekkelig nøyaktighet og dybde i resultater og data er det nødvendig å gjøre visse avgrensninger. BIM er et tema som favner relativt bredt, og mange aspekter vedrørende BIM kunne vært belyst. Visse avgrensninger fremgår av oppgavens problemstilling i seg selv. BIM kan benyttes i alle faser av en byggeprosess, og har de siste årene hatt et godt fotfeste i prosjekteringsfasen. I denne oppgaven vil bruk av BIM derimot bli omtalt for produksjonsfasen. Det innebærer at blant annet prosjektering, drift og vedlikehold ikke blir diskutert i oppgaven, men kun bruk av BIM tilknyttet selve produksjonen på- og rundt byggeplassen. Slik avgrensning er valgt på bakgrunn av at BIM allerede er godt etablert i prosjekteringsfasen, mens det i produksjon fremstår mer varierende og er mindre dokumentert. Undertegnede anser dermed BIM i produksjonsfasen som relevant og spennende.

BIM benyttes på mange byggeplasser, og i mange organisasjoner. For oppgaven er det tatt utgangspunkt i prosjekter hos Backe Stor-Oslo. Dette innebærer at empiriske data primært er hentet fra prosjekter og ansatte med tilknytning til Backe Stor-Oslo. Andre organisasjoner er nevnt i teorikapitler, og benyttet i forbindelse med diskusjon og drøfting av egne empiriske resultater. Årsaken til at det er valgt å fokusere på kun en organisasjon er at det legger bedre til rette for å gå i dybden og å skape forståelse av de resultatene som fremskaffes. Det kan tenkes at ulike arbeidere oppfatter bruk av BIM forskjellig. Ved at flere personer er tilknyttet

samme prosjekt og bedrift, gjør man det dermed mulig å beskrive de samme fenomenene fra flere perspektiver. Dette antas å styrke de resultatene som presenteres.

Backe Stor-Oslo har prosjekter hvor BIM i varierende grad benyttes. Oppgavens empiriske resultater begrenser seg dermed til et fåtall prosjekter der BIM er benyttet i noen og/eller stor grad. Det innebærer at prosjekter hvor en i svært liten og liten grad har benyttet BIM i produksjonen er utelatt. Det innebærer også at ansatte uten kjennskap til bruk av BIM ikke har bidratt til resultatene. Dette perspektivet kunne vært interessant å ha dekket, men grunnet begrensede ressurser ikke tatt med.

Slik problemstilling og forskningsspørsmål er formulert søker oppgaven å kartlegge og belyse hvem som tar i bruk BIM, og hvordan det påvirker prosjektene. Det inkluderer hvordan bruk av BIM påvirker arbeidere og ledere ute på byggeplass. Eventuelle effekter sentralt hos entreprenør eller byggherre vil for eksempel ikke bli presentert i oppgaven. Slike avgrensninger er gjort med bakgrunn i tilgjengelige ressurser, og oppgavens omfang på 30 studiepoeng.

1.4 Oppgavestruktur

Oppgaven er delt inn i kapitler som videre er inndelt i underkategorier slik det fremgår av innholdsfortegnelsen. Innledningsvis gis en oversikt over bakgrunnen for valg av tema, problemstilling og forskningsspørsmål. Videre vil metodene som er benyttet for datainnsamling bli gjennomgått, før relevant teori og empirisk basert teori presenteres. Empirisk basert teori skiller seg fra teorikapittelet ved at det i større grad baseres på empiriske data. Deretter følger presentasjon av aktuell organisasjon, oppnådde resultater, diskusjon av disse, samt konklusjon og oppsummering av oppgaven. Oppgaven er basert på anbefalt struktur fra NTNU (2013) og fremgår av Tabell 1. Toppteksten angir hvilket hovedkapittel leseren befinner seg.

Tabell 1: Oppgavens struktur

1.	Introduksjon
2.	Metode
3.	Teori
4.	Empirisk basert teori
5.	BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo
6.	Diskusjon
7.	Konklusjon
8.	Anbefalinger og videre arbeid

1. INTRODUKSJON

2. METODE

2.1 Generelt

Metodekapitlet vil beskrive fremgangsmåten for å samle teori og empiri, samt hvordan data er behandlet og analysert. Det er uenighet rundt hvilke metoder som egner seg best til å samle data om virkeligheten, og mange hensyn må tas. Hvilket fenomen en ønsker å studere vil i stor grad bidra til å avgjøre hvilken metode en velger og hvordan data en ønsker å samle inn. Det finnes flere ulike tilnærminger og strategier i metodearbeid, og kapitlet vil derfor ta for seg flere viktige aspekter som må vurderes ved valg av metode. Innledningsvis blir ulike tilnærminger og metoder beskrevet, før valg av metode for masteroppgaven presenteres. I de påfølgende delkapitlene gis en grundig beskrivelse av fremgangsmåte og ulike vurderinger som er gjort i forbindelse med de ulike metodene. Hvordan innsamlet data er vurdert og analysert blir også presentert.

2.1.1 Induktiv og deduktiv datainnsamling

Det finnes i følge Sander (2017a) to måter å tenke logisk på; *induksjon* og *deduksjon*. Metodene omfatter relasjonen mellom teori og empiri. Deduktiv metode innebærer at man har en teori om et fenomen som man tester med empiri for å bekrefte eller avkrefte teorien. Slik tilnærming har i følge Jacobsen (2005) svakheter fordi forskere mener det fører til at forventninger kan bidra til at noe informasjon fremheves, mens annen blir utelatt. Induktiv metode forløper seg motsatt. Det betyr at man gjør utforskende undersøkelser, og lager teorier basert på empirien. Begge tilnærmingene berører oss alle, og ingen av metodene kan velges bort i sin helhet. Forkunnskaper vil kunne skape visse forventninger som støtter opp under den deduktive tilnærmingen. Det er også ønskelig med et åpent sinn slik at man begrenser sannsynligheten for at viktig og relevant informasjon blir utelatt.

2.1.2 Kvantitative og kvalitative metoder

Ved innsamling av data står en ovenfor flere valg. Hvordan tilnærming man skal ha til innsamlingsprosessen kan være avgjørende for om man får tak i tilstrekkelig- og riktig type data. Velger man en kvantitativ- eller kvalitativ tilnærming, er man på jakt etter tall eller ord?

Kvantitative data kjennetegnes ved at de kan standardiseres og tallfestes, og resultater blir typisk presentert i tabeller, figurer og statistikk. Kvantitative undersøkelser undersøker typisk et relativt stort antall enheter, og benyttes ofte for å trekke deskriptive slutninger, samt beskrive årsaksforhold mellom ulike variabler (Dahlum 2017). En åpenbar fordel med kvantitative undersøkelser er at det kreves relativt lite ressurser for å undersøke mange enheter. Dette medfører at det er enklere å nå et representativt utvalg for å kunne trekke generaliserende slutninger. Dataene som blir samlet inn er lettere å strukturere, og resultater og variasjon kan beskrives eksakt med tall eller prosent.

Det er også ulemper ved kvantitative undersøkelser. Det vil i slike undersøkelser være forskeren eller undersøkeren som definerer hva en kan svare på, og hvilke svaralternativer en

2. METODE

har tilgjengelig. Målet ved kvantitative undersøkelser er ofte å nå ut til mange respondenter, og det er derfor en fare for at undersøkelsen kan bli overfladisk. Det kan være utfordrende å gå i dybden, og vanskelig å få frem alle de individuelle variasjonene som deltakermassen representerer. Hvem som velger å besvare undersøkelsen, og om frafall av deltakere er systematisk skjevt representerer også en ulempe/feilkilde ved bruk av spørreundersøkelser. Avstanden mellom undersøker og deltakere i kvantitative undersøkelser er ofte stor, og kan føre til manglende forståelse av hva som egentlig skal undersøkes. Det er dermed vanskelig å vite hva deltakerne tenker mens de avgir svarene sine. (Jacobsen 2005)

Kvalitativ metode på sin side, består av innsamling av data som vanskeligere lar seg tallfeste og sammenligne direkte. Typiske kvalitative metoder kan være dybdeintervjuer, observasjoner, og tolkning av data. Det blir påpekt at det under kvalitative intervjuer er viktig å ivareta integriteten til respondentene, og at det generelt er vanskeligere å ivareta anonymiteten fordi svarene gjerne baserer seg på personlige erfaringer (Fangen 2015). Kvalitativ tilnærming har den fordelen at det enklere lar seg gjøre å få frem nyanser og detaljer, og at man dermed oppnår «riktig» forståelse av et tema. Slik tilnærming er svært fleksibel, og det er relativt enkelt å gjøre justeringer underveis (Jacobsen 2005). Kvalitative metoder medfører også noen ulemper. Slike metoder er ofte svært ressurskrevende, og det kan være utfordrende å oppnå representative utvalg for store grupper. Variasjon i nyanser og detaljer kan også bidra til at resultatene blir svært komplekse, og vanskelig lar seg sammenligne. I tillegg kan relasjonen mellom undersøker og den undersøkte være avgjørende for hvordan spørsmål blir stilt, og hvilke svar den undersøkte velger å gi. (Jacobsen 2005)

Oppsummert beskriver Fangen (2015) forskjellen på kvantitativ- og kvalitativ metode som at man under kvantitativ metode fokuserer på bredde og omfang, mens man i kvalitativ metode fokuserer på mening og innhold. Dette bidrar til at kvalitativ metode ofte ansees som mer ressurskrevende da undersøkelser gjerne må tilpasses den enkelte respondent. Ved kvalitativ tilnærming kategoriserer og strukturerer man informasjonen etter at dataene er samlet inn, mens man ved kvantitativ tilnærming gjør dette i forkant av datainnsamlingen (Jacobsen 2005). Kvantitative undersøkelser medfører dermed i større grad arbeid med forberedelser, mens gjennomføringen krever relativt sett, færre ressurser. Et viktig moment å nevne er at kvalitative undersøkelser også kan behandles kvantitativt. De kvalitative dataene blir da bearbeidet, og tallfestet, slik at resultatene kan presenteres kvantitativt (Befring 2015).

2.1.3 Reliabilitet og validitet

For at innsamlede data skal kunne brukes til å trekke slutninger er det viktig at det har høy reliabilitet og validitet. Dette angår i hvilken grad resultatene er pålitelige og relevante.



Figur 1: Reliabilitet og validitet. (Sander 2017b)

Reliabilitet betyr pålitelighet. Det innebærer i hvilken grad resultatene representerer den virkelige situasjonen, og om det kan etterprøves (Sander 2017b). Validitet omhandler gyldigheten og relevansen til dataene man fremskaffer. Det betyr at validitet måler om metodene faktisk måler det man hadde til hensikt å måle (Sander 2017c). For at man skal kunne stole på resultatene man presenterer er det derfor avgjørende at de både har høy reliabilitet og høy validitet. Hvordan resultater kan påvirkes av dette er illustrert i Figur 1.

2.1.4 Triangulering

For å sikre pålitelige resultater og konklusjoner kan man *triangulere*. I følge Yin (2014) innebærer triangulering at man benytter ulike informasjonskilder, undersøkere, teorier eller metoder. Triangulering medfører at ens resultater baseres på flere kilder, og gyldighet og troverdighet vil bli styrket (Jacobsen 2005). Det kan oppstå usikkerhet tilknyttet resultater fra enkeltmetoder, men bruk av flere metoder som; intervjuer, undersøkelser, samtaler, litteraturstudier og lignende kan kompensere for dette.

2.1.5 Valg av metode

Ved valg av metode bør en, ifølge Jacobsen (2005), «velge det undersøkelsesopplegget som passer best til den spesielle problemstillingen». Dette innebærer at det har vært problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål som har dannet utgangspunktet for valg av undersøkelsesopplegg, tilnærming, innsamlingsmetode, valg av enheter, analyse og konklusjoner.

Datainnsamlingen har hatt et induktivt utgangspunkt, der undertegnede har forsøkt å ha et åpent sinn for å unngå at viktig og relevant informasjon blir utelatt. På bakgrunn av tidligere studier, og generell kjennskap til digitalisering og bransjen, har det likevel vært visse forventninger om hvilke effekter som *kan* oppstå ved bruk av BIM i produksjon. For å styrke troverdigheten til resultatene er det valgt å triangulere ved bruk av både kvantitativ- og kvalitativ metode. Den kvantitative tilnærming er representert ved en spørreundersøkelse blant funksjonærer i Backe Stor-Oslo. Spørsmål og svar i spørreundersøkelsen har vært

utformet på forhånd, og dermed deduktiv. Årsaken til at det er valgt å gjøre det slik er for å sørge for at deltakerne tar stilling til påstander og spørsmål som omtales i teori, og som fremgår av andre empiriske undersøkelser. Svarene fra spørreundersøkelsen vil i tillegg kunne danne grunnlag for sammenligning mot dybdeintervjuer.

Som kvalitativt datagrunnlag er det gjennomført 10 dybdeintervjuer med ulike roller i og rundt Backe Stor-Oslo sine prosjekter. Dybdeintervju er valgt som metode fordi det ifølge Jacobsen (2005) egner seg godt når; *(a) få enheter undersøkes, (b) den enkeltes meninger er viktig, og (c) hvordan den enkelt tolker et fenomen.* Gitt de avgrensninger som er gjort kan det derfor hevdes at samtlige situasjoner er gjeldende, og dybdeintervjuer er derfor ansett som en svært gunstig metode for innsamling av empiriske data.

For å kunne å vurdere egne innsamlede data er det ønskelig med noen referanser. Det anses dermed som gunstig å fremskaffe annen litteratur og forskning. På bakgrunn av et slikt behov, samt erfaringer fra arbeid med prosjektoppgave (Eriksen 2017) er det derfor utført en litteraturstudie. Det foreligger en rekke publikasjoner som mer eller mindre dekker temaet for andre prosjekter og bedrifter, som resultater vil bli sammenlignet mot. Kombinasjonen av alle overnevnte metodene bidrar til å øke både reliabiliteten og validiteten til oppgavens konklusjon. Det vil i tillegg bli gjennomført en rekke uformelle samtaler, både i person og via e-post, i den hensikt å øke forståelse og innsikt i temaet. De ulike metodene er nærmere beskrevet i påfølgende delkapitler.

2.2 Litteraturstudie

2.2.1 Generelt

En litteraturstudie er i følge Kitchenham (2004) er metode for å «identifisere, evaluere og tolke tilgjengelig forskning relatert til et forskningsspørsmål, tema, eller fenomen». Bakgrunn for å gjennomføre en slik studie er at man ønsker å identifisere «hull» i tidligere forskning, forstå et tema eller fenomen, undersøke nye forskningsområder, eller undersøke hvordan teori er understøttet av empiriske bevis (Myllärniemi 2015). For masteroppgaven har det vært hensiktsmessig å benytte litteraturstudie for å undersøke i hvor stor grad empiriske undersøkelser støttes av teorien. Litteraturstudiet er valgt for å gi faglig innsikt i temaet, og har blitt benyttet for å danne grunnlag for innsamling av empiriske data og som sammenligningsgrunnlag for vurdering av resultater. En litteraturstudie er en omfattende og systematisk metode, og gjennomføring av studien er beskrevet i påfølgende delkapitler.

2.2.2 Fremgangsmåte

For å finne frem til aktuell litteratur er Google Scholar benyttet som primær søkemotor. Med relevante søkeord, søker man i Google Scholar blant et svært stort utvalg publikasjoner, og søkemotoren returnerer forskningsrapporter, konferanseartikler, avhandlinger, mm. Google Scholar gir blant annet brukeren mulighet til å sortere resultater basert på relevans eller dato, samt foreslår relaterte artikler til resultatene som presenteres. I tillegg til Google Scholar er også Oria og Google.no benyttet for å finne frem til flere av de vurderte publikasjonene. I Oria søker en i norske bibliotek, noe som medfører at langt færre resultater blir returnert

relativt til Google Scholar. Google.no gir svært mange treff, og det vil i tillegg til vitenskapelige artikler kunne dukke opp vanlige avis- og internettartikler, magasinartikler, forum, blogger, mm. En må derfor være påpasselig med litteraturen som fremskaffes gjennom Google.no, da kvaliteten kan variere.

Digitalisering generelt, og bruken av BIM påvirker byggebransjen verden over. Ettersom det antas at også norske rapporter publiseres på engelsk er det derfor vurdert mest hensiktsmessig å primært benytte engelske søkeord/søkefraser under søket. Det er tilstrebet å vurdere litteratur både fra inn- og utland for å sikre ulike aspekter inkluderes, samt kartlegge erfaringer fra norsk jord. Ved vurdering av internasjonal litteratur tas det særlig hensyn til litteraturens validitet, da litteraturen kan omhandle utvalg og fenomener som i mindre grad er gjeldene for norske forhold. Mer om hvilke kriterier og hensyn som er tatt er beskrevet i 2.2.3 Vurderingskriterier. Publikasjonskanal og nøyaktighet/kvalitet kan henge sammen, slik at det er ønskelig med publikasjoner fra både journaler og konferanser, men også rapporter og undersøkelser, samt enkelte uoffisielle artikler.

Vurdering av litteratur er ressurskrevende, og det er derfor viktig å jobbe effektivt og systematisk for å kunne forkaste ugunstig litteratur så raskt som mulig. Det har vist seg å være store mengder litteratur, og en risikerer derfor ikke å “gå tom” for materiale. Fremgangsmåten som er benyttet for å vurdere hvilken litteratur som skal vurderes, har vært å trinnvis undersøke deler av publikasjonene. Under søket har hver publikasjon vært gjennom følgende vurderingskriterier i oppgitt rekkefølge der brudd på et av kriteriene straks fører til forkastelse av litteraturen:

1. Relevant tittel
2. Relevante nøkkelord
3. Relevant ekstrakt
4. Relevant konklusjon
5. Publikasjon vurderes i sin helhet

Relevans for hvert av punktene har som nevnt vært et absolutt krav for vurdering av en artikkel i sin helhet. Dette viste seg å være en effektiv metode for å raskt kunne forkaste litteratur med begrenset relevans eller feil nedslagsfelt, men samtidig ingen garanti for at litteraturen man leser og vurderer er aktuell for videre bruk.

2.2.3 Vurderingskriterier

Metoden som er benyttet for vurdering av hver enkelt kilde baseres på TONE-prinsippet. En slik vurderingsform vurderer kildene ut ifra:

- Troverdighet
- Objektivitet
- Nøyaktighet
- Egnethet

(NTNU 2018)

Troverdighet tar hensyn til hvem som har utført arbeidet, hvor kilden er publisert, samt om kontaktinformasjon er tilgjengelig. Objektivitet tar for seg hvordan dataene presenteres. Om flere sider av saken belyses, og om forfatter(e) har egeninteresser i fremstillingen, samt om resultatene er i tråd med annen litteratur er noen av elementene som vurderes under objektivitet. Hvor presis undersøkelsen er, samt hvor godt metodene er forklart tas opp under nøyaktighet, mens egnethet vurderer hvorvidt kilden er egnet til bruk i masteroppgaven. Vurderingsmetoden har under arbeidet med rapporten vist seg å være effektiv for å avdekke styrker og svakheter ved en rekke av kildene.

2.3 Case-studie

2.3.1 Generelt

For å kunne besvare problemstillingen, og undersøke hvilke effekter BIM gir i produksjon er det valgt å ta utgangspunkt i Backe Stor-Oslo som case. Det innebærer at påfølgende metoder inkluderer prosjekter og ansatte hos Backe Stor-Oslo, slik at en til slutt får et dekkende helhetlig bilde av de erfaringer organisasjonen har gjort så langt.

2.3.2 Dybdeintervju

Generelt

Dybdeintervju er blitt gjennomført med ulike roller i Backe Entreprenør og Backe Stor-Oslo, både ved arbeidet med prosjektoppgave høsten 2017, og arbeidet med masteroppgaven våren 2018. Intervjuene som ble gjennomført i forbindelse med prosjektoppgaven har blant annet bidratt til å danne grunnlaget for selve masteroppgaven og tilhørende intervjuer.

Struktur og spørsmål

Alle intervjuer er gjennomført semi-strukturert, og har til tider nærmet seg åpne samtaler. Åpne individuelle intervjuer passer ifølge Jacobsen (2005) godt «når relativt få enheter undersøkes», og «når vi er interessert i det *det enkelte* individ sier». Dette stemmer godt overens med det utgangspunkt undertegnede har hatt for oppgaven. Det har vært begrenset med ressurser tilgjengelig for å få undersøkt et stort antall enheter, og det antas å være stor variasjon i erfaringer blant enhetene. Det har derfor vært fokus på å få hvert av intervjuobjektene til å dele mest mulig av sine erfaringer innen temaet, og det har tidvis oppstått avsporinger. Digresjonene har bidratt til at det er blitt kastet lys over temaet på flere måter, og intervjuene kan samlet si å være representative for organisasjonen. I tråd med den planlagt strukturen på intervjuene har spørsmålene vært formulert åpne. Intervjuene har blitt gjennomført på omtrent 30-40 minutter, avhengig av informasjonsmengde intervjuobjektene har kommet med.

Valg av intervjuobjekter

For å dekke problemstillingen og temaet fra ulike perspektiver er ulike roller blitt intervjuet. Intervjuobjektene har hatt forskjellig bakgrunn, erfaring og innflytelse og gir samlet sett et godt bilde av de faktiske forhold hos Backe Stor-Oslo. Effekter av BIM kan oppstå på flere nivåer, og det er derfor fokusert på vertikal variasjon av intervjuobjekter. Det vil si at det har

2. METODE

vært forsøkt å dekke perspektiver fra praktisk produksjon på byggeplass til toppledelse. Slik variasjon medfører at de nærmest produksjon bidrar med egne erfaringer, mens sentral ledelse i større grad omtaler erfaringene andre har, og hvilke effekter de opplever som følge av BIM. Intervjuobjektene er dermed å regne som både *respondenter* og *informanter* (Jacobsen 2005).

Valg av intervjuobjekter har i tillegg vært basert på tilgjengelighet og råd fra kontakter internt i bedriften. Det har vært tett kommunikasjon med flere i Backe Stor-Oslo som har gitt innspill om personer som er interessante for oppgaven, og som dermed har bidratt i valg av intervjuobjekter. Gjennom samtaler med ulike personer hos Backe er det blitt tydelig at erfaring med bruk av BIM i produksjon varierer svært mye, og svært få har lang erfaring med verktøyet i produksjonsfasen. For å kunne kartlegge effekter av bruken har det derfor vært ansett nødvendig å undersøke personer med praktisk erfaring. Ansatte i Backe Stor-Oslo har vært - og er knyttet til en rekke ulike prosjekter. Det ble derfor valgt å plukke intervjuobjekter fra flere prosjekter der man i større grad har tatt i bruk BIM i produksjon.

Det er intervjuet to personer fra hvert av følgende prosjekter; Solveggen (Lambertseter, Oslo), HSV sykehjem (Ellingsrud, Oslo), og Campus G12 (Nydalen, Oslo). I tillegg er to sentrale personer i Backegruppen intervjuet, samt to funksjonærer som for tiden jobbet med kalkulasjon. Mer om de ulike prosjektene og resultatene fra intervjuene i 5.3 Bruk av BIM i produksjon. De ulike intervjuobjektene er alle listet opp i Tabell 2, noe samtlige har godkjent.

Tabell 2: Oversikt intervjuobjekter

Navn	Stilling	Bedrift
Magnus Nørstebø	Anleggsleder (tidl. assistent)	Backe Stor-Oslo
Cato Hoel	Kategorisjef BIM	Backe Entreprenør
Mårten Skällenas	Strategi- og utviklingsdirektør	Backe Entreprenør
Håkon Rød	Prosjektleder	Backe Stor-Oslo
Jon Roald Johnsen	BIM-koordinator	Backe Stor-Oslo
Josefine Rasmussen	Prosjekteringsleder	Backe Stor-Oslo
Dirk Scheid	Anleggsleder	Backe Stor-Oslo
Besse Jan Tollefsen	Kalkulator (tidl. prosjektleder)	Backe Stor-Oslo
Sven Windhager	Bas elektro	Elektro-kontakten
Jan-Tore Taug	Prosjektleder	Haaland Klima AS

Forberedelser

I forkant av intervjuene er det blitt utarbeidet en intervjuguide, se VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE. Intervjuguiden er i stor grad basert på erfaringene som ble gjort under intervjuer i forbindelse med prosjektoppgaven. Spørsmålene i guiden retter seg direkte mot forskningsspørsmålene og problemstillingen. Intervjuene ble avtalt muntlig, eller via mail, og intervjuguide er deretter oversendt til intervjuobjektene. Tidligere erfaringer har vist at å sende over intervjuguide og spørsmål er gunstig for få utfyllende og gode svar. I forkant av intervjuene er det også blitt testet og kontrollert for at utstyr til å dokumentere intervjuene har fungert som planlagt.

Gjennomføring

Gjennomføring av intervjuer er blitt gjort via telefon, Skype og ved fremmøte. Hvor et intervju arrangeres kan ha en effekt på svarene som blir gitt, og det er derfor tilstrebet å arrangere intervjuene steder som er naturlig for intervjuobjektet (Jacobsen 2005). Det naturlige stedet for intervjuobjektene har vært kontor- og byggeplass, og et flertall av intervjuene er dermed avholdt på Backe Stor-Oslo sitt hovedkontor. Intervjuene er da arrangert i tilgjengelige lukkede møterom. Smarttelefon ble benyttet til å ta opp intervjuene digitalt, og PC er benyttet for å notere stikkord, samt å holde oversikt over agenda for intervjuet. Intervjuene er alle blitt gjennomført på mellom 30-40 minutter.

Etterarbeid

Etter gjennomføring av hvert intervju er det umiddelbart gjort kontroll av lydfil, og denne er lagret både lokalt og i skytjeneste. Dataene som er samlet inn blir, som opplyst til intervjuobjektene, lagret frem til masteroppgaven er levert, senest 11. juni 2018. Dataene er deretter behandlet innen kort tid, normalt samme dag. De digitale opptakene er blitt *transkribert*, altså overført fra tale til lydskrift (Gundersen et al. 2018). Ved å skrive ned alt som blir sagt vil man ifølge Jacobsen (2005) «lettere kunne hoppe frem og tilbake i en samtale». Ved å ha samtalen i tekstformat tillater det også at man legger ved kommentarer, uthever deler av teksten og lignende. Dette gjør det enklere å finne tilbake til viktig informasjon i etterkant når analysen skal gjennomføres. Ulempen med transkribering er at det er svært tidkrevende, og det må forventes at prosessen tar mange ganger intervjuets varighet å gjennomføre. I arbeidet med transkriberingen er det også gjort kontinuerlige vurderinger av gjennomføring av intervjuene i den hensikt å gjøre eventuelle justeringer frem mot neste intervju for å forbedre gjennomføringen.

Dataanalyse

Etter at intervjuene er transkribert er hvert intervju blitt gjennomgått, og spørsmål og svar er blitt «kodet» etter relevans og interesse i forhold til problemstilling og forskningsspørsmål i den hensikt å luke ut informasjon som ikke direkte er relevant eller interessant for oppgaven. Dette er å regne som en innledende systematisering og beskrivelse av innsamlede data. Materialet er deretter vurdert ved *innholdsanalyse* (Jacobsen 2005). Dette innebærer at datamaterialet er systematisert og kategorisert etter hvilke forskningsspørsmål og elementer ved produksjonsprosessen de rører ved. Deretter forsøkes det å finne sammenhengen mellom kategoriene. En fordel ved å kategorisere dataene er at en dermed kan begrense mengden informasjon en skal forholde seg til på en gang når dataene skal tolkes. Å begrense informasjonsmengden til kun noen kategorier av gangen kan bidra til at det er enklere å ha oversikt enn om man skulle behandlet alt av gangen. Datamaterialet er deretter tolket både som enkelterfaringer og som helhet.

En sterk side ved slik kvalitativ tilnærming er i følge Jacobsen (2005) at skillet mellom de ulike delene av innsamling- og analyseprosessen er relativt lite. Dette tillater at det er relativt enkelt å gjøre justeringer underveis, og dermed forbedre metodene kontinuerlig. Dette har vist seg å være verdifullt under gjennomføring av datainnsamlingen.

Det transkriberte materialet er analysert ved hermeneutisk metode (Jacobsen 2005). Dette innebærer at den kvalitative analysen veksler mellom å trekke frem detaljene ved enkeltintervjuene og deretter se dette i lys av helheten for å kunne oppdage eventuelle mønstre, avvik ol. Enkeltindividenes oppfatninger og erfaringer bidrar til at helhetsforståelsen utvikles, og dette kan igjen påvirke hvordan man forstår enkelthendelser og detaljer.

2.3.3 Spørreundersøkelse

Generelt

En spørreundersøkelse kan være gunstig som selvstendig datagrunnlag, men også som supplement til andre metoder, og spørsmål kan formuleres som avkrysning eller utfyllingsspørsmål. Ved avkrysning kan respondenten besvare en stor mengde spørsmål på relativt kort tid, mens ved utfylling får en mulighet til å avgi egne, frie svar. En av fordelene med slike kvantitative undersøkelser er at man kan undersøke relativt mange enheter til en lavere kostnad (Jacobsen 2005). En spørreundersøkelse er derfor gjennomført blant funksjonærer i Backe Stor-Oslo i den hensikt å kartlegge erfaringer og oppfatninger av effektene av BIM i produksjon, se VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE.

Spørreundersøkelsen ble gjennomført etter at tre av ti intervjuer var gjennomført. De første intervjuene bidro dermed til utforming av undersøkelsen, og ble videre benyttet som grunnlag for resterende samtaler og dybdeintervjuer.

Distribusjon og deltagere

Undersøkelsen ble sendt via mail til produksjonssjef i Backe Stor-Oslo, Ronald Helander, som distribuerte undersøkelseslenke videre til funksjonærer i Backe Stor Oslo. Deltagerne vil blant annet være; fra ledergruppen, prosjektledere, anleggsledere, produksjonsledere, og anleggslederassistenter (prosjektingeniører). Hensikten med å gjennomføre undersøkelsen på funksjonærer i Backe Stor-Oslo er å kartlegge den generelle oppfatningen av temaet for ansatte i organisasjonen. Deltagerne vil ha svært ulike forutsetninger, med ulik erfaring og kompetanse. Ved utforming av spørsmål ble det derfor fokusert på å formulere enkle og tydelige spørsmål, uten bruk av kompliserte faguttrykk.

Informasjon og spørsmål

Innledningsvis fikk deltakerne informasjon om bakgrunnen for undersøkelsen, antatt varighet, samt at besvarelsene var 100% anonyme. Undersøkelsen bestod primært av spørsmål som skulle besvares ved avkrysning. Slike spørsmål er mindre ressurskrevende å besvare enn åpne spørsmål, og det ble dermed vurdert som et bedre utgangspunkt for at flest mulig skulle besvare undersøkelsen i sin helhet. Spørsmål og svaralternativer ble primært formulert på formen:

Spørsmål: «I Hvilken grad satser Backe Stor-Oslo tilstrekkelig på BIM i produksjon?

Svaralternativer: «Svært stor grad», «stor grad», «noen grad», «liten grad», «ingen grad», «vet ikke»

Hensikten med slik formulering av spørsmål og svar er å få kartlagt ulike nyanser av svarene. Rangordnede svaralternativer gir dermed mer informasjon enn kategorisvar (Jacobsen 2005).

I tillegg til svaralternativene fikk deltakerne også mulighet til å legge ved kommentar på en rekke av spørsmålene dersom de ønsket dette. Målet har vært å avdekke tanker, erfaringer og holdninger, og spørsmålsstillingen er dermed tilpasset dette (Jacobsen 2005).

Spørreundersøkelsen ble avsluttet med to åpne spørsmål, for å få frem poenger som det burde settes ekstra søkelys på.

Analyse av resultater

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser fordeling av ulike svar blant deltakerne. Hensikten har som nevnt vært å kartlegge erfaringer blant funksjonærene. Resultatene fra undersøkelsen blir dermed sammenlignet med resultat fra øvrige metoder. Analysen av resultatene i spørreundersøkelsen gjennomføres delvis som *univariat og bivariat analyse* (Jacobsen 2005).

Univariat analyse gjennomføres ved at fordeling av svar analyseres per enkeltspørsmål. I slik analyse er det både interessant å undersøke fordelingen av ulike svar, hva som er det typiske svaret, og hvor stor variasjonen er. «Vet ikke» er inkludert som svaralternativ, men det kan forventes at flere av deltakerne likevel vil velge svaralternativer som tilsynelatende er rangert omtrent «midt på skalaen» dersom de er usikre. Ved vurdering av resultatene vil det derfor være interessant å undersøke om enkelte svaralternativer skiller seg ut den ene eller andre veien. Det er også interessant å undersøke hvor «enige» deltakerne er, og om enkelte spørsmål viser lav variasjon blant svarene.

Bivariat analyse innebærer at man undersøker samvariasjon mellom flere variabler. I dette tilfellet er bivariat analyse benyttet ved at det på enkelte spørsmål er skilt mellom funksjonærer med og uten erfaring med StreamBIM. Backe Stor-Oslo er i en pågående implementeringsprosess der stadig flere får kjennskap til StreamBIM. Det er dermed av interesse å undersøke om svarene til deltakere som har benyttet StreamBIM skiller seg nevneverdig fra øvrige deltakere. Dette har dermed dannet grunnlag til å vurdere StreamBIM sitt bidrag til produksjon relativt til andre verktøy.

2.3.4 Uformelle samtaler

I tillegg til overnevnte forskningsmetoder har det vært gjennomført en rekke uformelle samtaler med ulike aktører under arbeidet med oppgaven. Innledningsvis har slike samtaler med veileder på NTNU og representanter fra Backegruppen bidratt til veiledning for utforming av oppgaven. Videre har en rekke ansatte hos Backe Stor-Oslo bidratt med tanker og erfaringer gjennom samtaler både i person og via mail. Samtalende har hatt varierende grad av relevans og vært udokumenterte. De vil derfor ikke bli redegjort for videre i oppgaven, men har totalt sett bidratt til å øke forståelsen og innsikten i hvordan Backe Stor-Oslo, og bransjen forøvrig, forholder seg til oppgavens tema. Undertegnede har i tillegg deltatt på demonstrasjon av verktøy for 3D-skanning for mulig pilot-prosjekt hos Backe Stor Oslo. Under demonstrasjonen og påfølgende evalueringsprosess har nettopp effektene verktøyet kan gi produksjonen stått i fokus, og er dermed vært svært relevant for oppgaven.

2.3.5 Svakheter ved metode

Underveis i prosessen med gjennomføring av dybdeintervjuer er det gjort kontinuerlige vurderinger og tilpasninger av intervjuguide basert på tidligere gjennomførte intervjuer. Det innebærer at utydelige spørsmålsformuleringer er korrigeret, og spørsmål har tidvis blitt fjernet og lagt til. Det har med andre ord vært elementer i enkelte intervjuer som ikke har fungert som planlagt, og informasjonspotensialet fra flere av intervjuobjektene kunne dermed vært utnyttet bedre. Det har i tillegg vært gjort individuelle tilpasninger basert på bakgrunnsinformasjon undertegnede har hatt om intervjuobjektene. Tilpasninger har vært gjort for at intervjuobjektet i størst mulig grad skal ha gode forutsetninger for å besvare spørsmålene. Slike tilpasninger kan føre til at intervjuobjektene ikke tar stilling til nøyaktig de samme spørsmålene, og dermed gjøre det vanskelig å sammenligne svarene dem imellom direkte. Dette er forøvrig også en svakheter ved semi-strukturerte intervjuer i forhold til intervjuer med tydelig struktur og faste spørsmål.

Backe Stor-Oslo er en organisasjon med over 100 ansatte i ulike roller. Seks av intervjuene er gjort med funksjonærer hos Backe Stor-Oslo som har jobbet tett med produksjon. Øvrige intervjuer er gjort med underentreprenører og ansatte sentralt i Backe Entreprenør. Et høyere antall gjennomførte intervjuer kunne bidratt til sterkere troverdighet av resultater, samt belyst elementer som de intervjuede ikke nevnte. Sammensetningen av intervjuobjekter representerer også en svakheter ved metoden. Funksjonærer hos Backe er relativt godt representert, mens tekniske fag i større grad kunne vært inkludert i intervjuene. Man kan anta at ansatte sentralt i Backe Entreprenør, funksjonærer hos Backe Stor-Oslo og underentreprenører har ulik oppfatning av oppgavens tema, og hvilke effekter en opplever. En skjev fordeling av intervjuobjekter kan dermed føre til usikkerhet om resultatenes gyldighet. Ved primært å intervju funksjonærer hos Backe Stor-Oslo risikerer en at problemstillingen i stor grad blir omtalt fra deres perspektiv, og viktige aspekter som påvirker blant annet tekniske fag og håndverkere i mindre grad blir belyst. Slike aspekter kan være relevante for Backe Stor-Oslo å ta hensyn til. Et større antall intervjuer med ulike tekniske fag kunne dermed sikret bedre validitet og reliabilitet i fremskaffede resultater.

Når intervjuene så er gjennomført og transkribert er det samlet sammen store mengder data. For videre koding og analyse av informasjonen fra intervjuene er undertegnede egen tolkning avgjørende for valg av informasjon som blir fremhevet i oppgaven. Dataene er lagret både i lyd- og tekstform, men det er fortsatt rom for at svarene avgitt i intervjuet blir feiltolket, og dermed ikke fremstilt slik intervjuobjektene har ment. Undertegnede egne tolkninger har også bidratt i valg av oppfølgingsspørsmål under gjennomføring av intervjuer, som kan ha hatt innvirkning på hvordan informasjonen har blitt vinklet, og at interessante elementer kan ha blitt utelatt. I følge Jacobsen (2005) vil det alltid være skjønn inne i bildet når dataene systematiseres og kategoriseres, og dette kan ha innvirkning på resultater og konklusjon.

Resultatene fremskaffet via spørreundersøkelsen vil i stor grad være resultat av utforming av undersøkelsen. Det innebærer at valg av spørsmål og formulering av disse vil bidra til å forme resultatene. Det er etterstrebet å formulere spørsmålene nøytralt slik at svarene deltakerne avgir i stor grad representerer deres faktiske oppfatning. Likevel kan det hende at deltakere

2. METODE

oppfatter spørsmål annerledes enn tiltenkt av undertegnede. Svaralternativene har vært formulert som graderte svar. Dette innebærer at det er rom for den enkelte deltaker å tolke hva som legges i eksempelvis «stor grad» og «noen grad». Det innebærer at slik en deltaker tolker «stor grad» kan for en annen tolkes som «svært stor grad». Spørsmålene i undersøkelsen har ikke vært obligatoriske i den hensikt å unngå at deltakere føler seg «tvunget» til å ta standpunkt til samtlige påstander og spørsmål. Dette kan dog bidra til at informasjon som kunne vært relevant blir utelatt fra undersøkelsen, og oppslutning på enkelte spørsmål kan bli redusert. For spørreundersøkelsen isolert sett kan likevel antall deltakere sies å være største feilkilde. Få besvarelser og/eller lav oppslutning vil bidra til at feilmarginen blir svært betydelig, og dette må eventuelt tas hensyn til når resultater analyseres.

Resultatenes troverdighet vil samlet sett bli styrket ved trianguleringen av flere metoder. Dette innebærer at samsvar mellom resultater fremskaffet med ulike metoder vil gi indikasjoner på at resultatene stemmer overens med virkeligheten. En må likevel være observant på at dataene er samlet inn fra ansatte primært i Backe Stor-Oslo. Dette gjelder både ved intervjuer og spørreundersøkelse. Det innebærer en stor risiko for at flere av intervjuobjektene *også* har besvart spørreundersøkelsen. Konsekvensen av dette blir at det kan forventes en viss korrelasjon mellom resultatene fra intervjuer og spørreundersøkelsen. Dette tas det dermed hensyn til ved vurdering og diskusjon av resultater.

3. TEORI

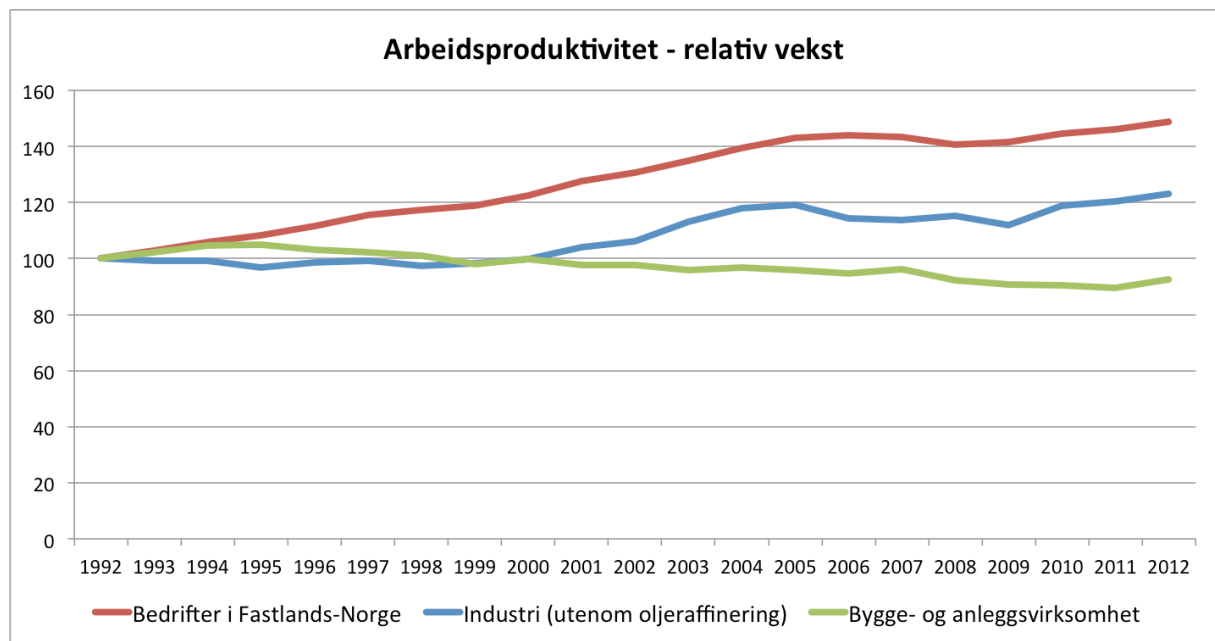
3.1 Produktivitet i byggebransjen

Det er publisert en rekke rapporter som hevder at produktiviteten i byggenæringen, internasjonalt og i Norge, har hatt særdeles svak utviklet i forhold til andre bransjer de siste tiårene. Figur 2 viser relativ vekst i arbeidsproduktivitet mellom bedrifter i Fastlands-Norge, industri (utenom oljeraffinering), og bygg- og anleggsvirksomhet. Arbeidsproduktivitet er et mål på verdiskapningen per timeverk, og virksomhetene som inngår i bygge- og anleggsvirksomhet er:

- Anleggsvirksomhet
- El-, VVS- og annet installasjonsarbeid
- Riving, grunnarbeid, ferdiggjøring av bygninger og annen spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet

(Langlo et al. 2013)

Tallene er basert på statistikk fra SSB og tar for seg perioden 1992-2012. Som det fremgår av figuren har arbeidsproduktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhetene hatt en negativ utvikling, mens det generelle nivået for bedrifter i fastlands-Norge har vært stigende.



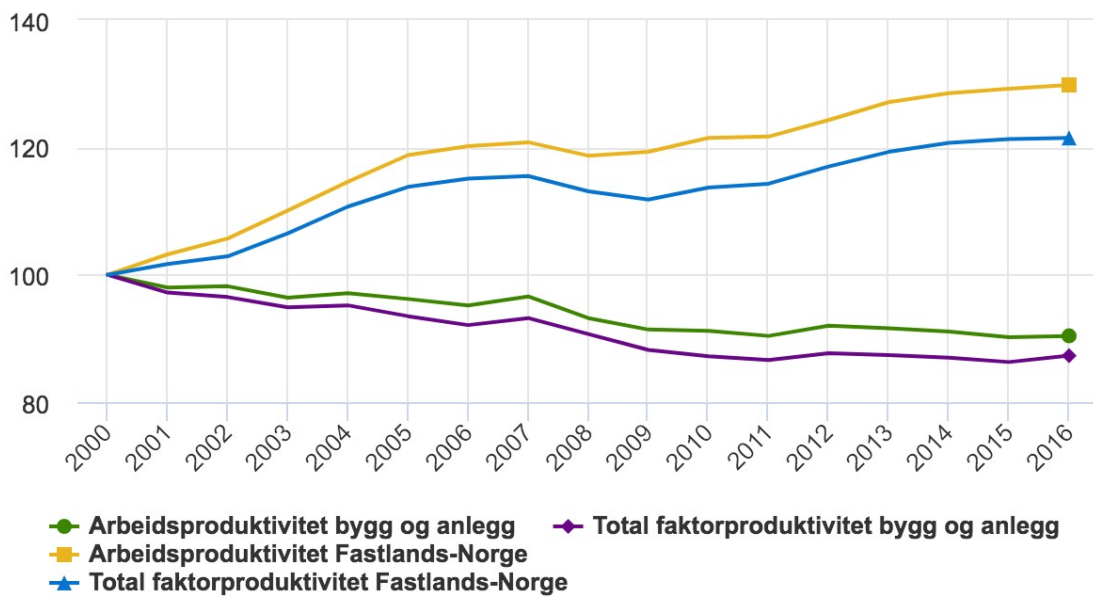
Figur 2: Arbeidsproduktivitet, relativ vekst 1991-2012. (Langlo et al. 2013)

SSB gjennomfører kontinuerlige målinger, og oppdaterte målinger viser at trenden ser ut til å fortsette. Todsén (2018) viser ved oppdatert datagrunnlag at arbeidsproduktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet har sunket med nesten 10% i perioden 2000-2016, mens arbeidsproduktiviteten for bedrifter i fastlands-Norge har økt med 30% i samme periode. Dette er illustrert i Figur 3. Todsén (2018) hevder nedgangen kan ha flere årsaker. Økende grad av arbeidsinnvandring kan føre til redusert produktivitet på grunn av manglende

3. TEORI

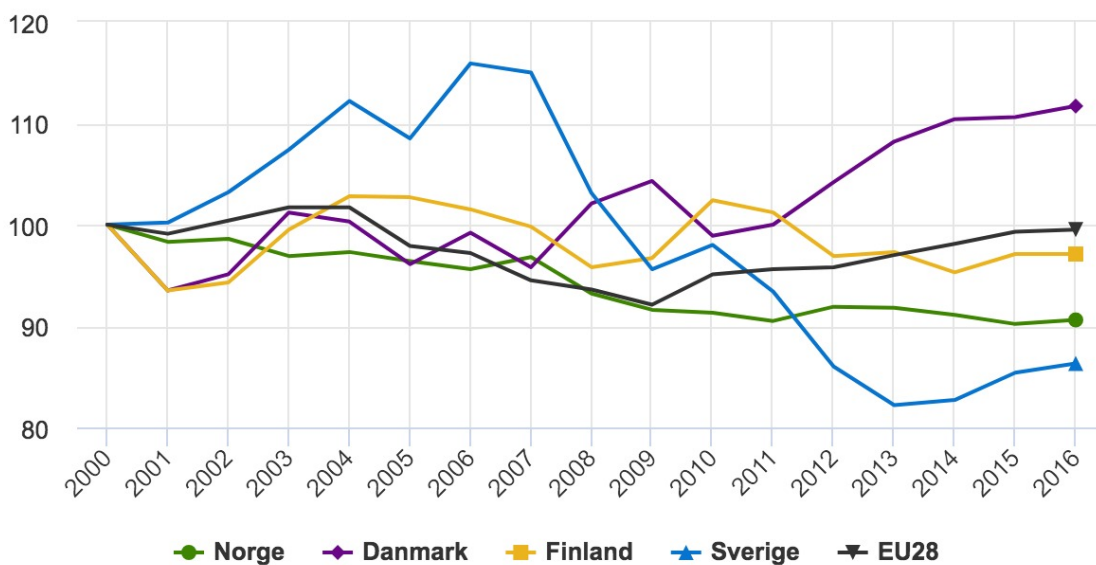
kjennskap til lokale byggemetoder, og språkproblemer. Økt bruk av prefabrikkerte bygningselementer kan også antas å bidra til produktivitetsvekst, men denne veksten blir eventuelt tilkjent byggevarerindustrien, da denne ikke inngår i byggenæringen slik det måles. I tillegg er det også usikkert om kvalitetsforskjellene i tilstrekkelig grad blir fanget opp. (Todsens 2018)

Petter Eiken er også kritisk til statistikken til SSB, og hevder tallene er tatt ut av sammenheng. Det bygges i større grad i sentrale strøk, og bygningene blir mer komplekse i takt med at nye og strengere krav innføres (Pedersen 2013)



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 3: Produktivitet for perioden 2000-2016. (Todsens 2018)



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 4: Relativ vekst i produktivitet i de nordiske landene. (Todsens 2018)

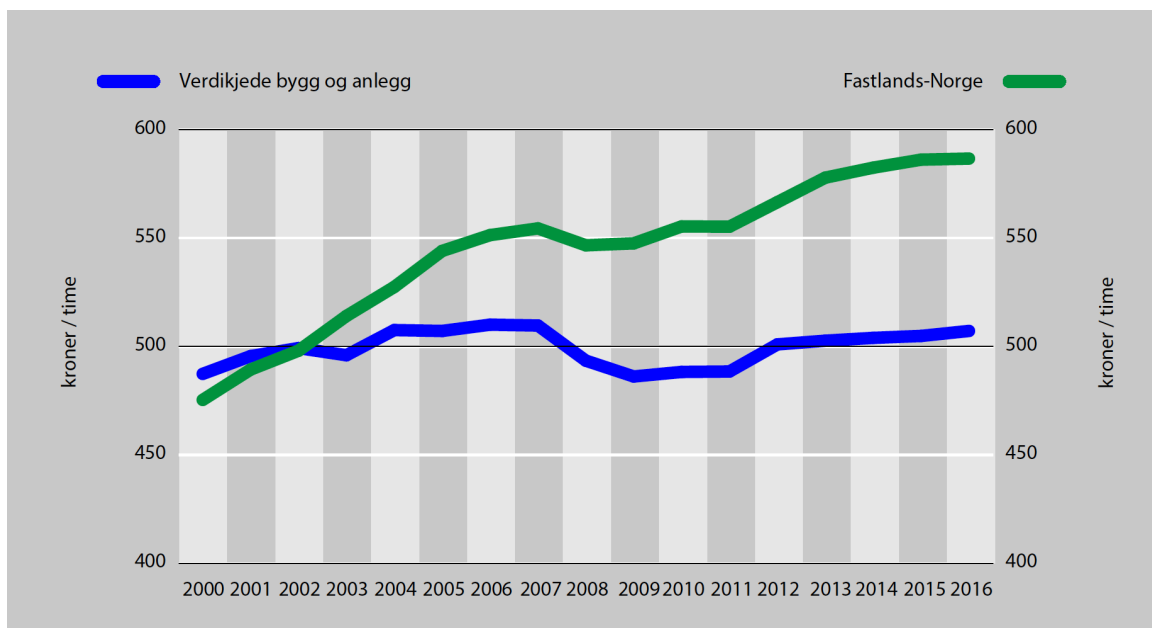
3. TEORI

Figur 4 viser hvordan produktivitetsutviklingen har vært i de nordiske landene. Som det fremgår av figuren er det kun Danmark som får påvist produktivitetsvekst i perioden 2000-2016. Ved utarbeidelse av sammenlignende statistikk mellom ulike land er SSB forpliktet til å bruke internasjonale standarder. Entreprenørforeningen- Bygg og Anlegg (EBA) mener de internasjonale definisjonene ikke fullt ut dekker norske forhold korrekt, og har derfor fått SSB til å utføre målinger av produktivitet der bygge- og anleggsvirksomhet utvides til «Verdikjede bygg og anlegg» ved å inkludere:

- Byggevareindustri
- Handel med byggevarer
- Arkitekter og tekniske konsulenter
- Utleie av maskiner og arbeidskraft

(Todsén 2018)

Beregningene av arbeidsproduktivitet der de opplistede aktørene inngår viser positiv vekst i produktivitet. Som illustrert i Figur 5 medfører også den «nye» definisjonen at fastlands-Norge har en langt sterkere produktivitetsvekst. Den danner, ifølge administrerende direktør i Entreprenørforeningen – bygg og Anlegg (EBA) Kari Sandberg, «et riktigere bilde av den norske bygg- og anleggsnæringen». (SSB 2017)



Figur 5: Verdiskaping for verdikjede bygg og anlegg, og fastlands-Norge. (SSB 2017)

Noe av den store forskjellen i produktivitetsvekst kan forklares ved at «industrien, som er en del av «Fastlands-Norge», blant annet har kommet lenger når det gjelder automatisering og digitalisering. Bygg- og anleggsnæringen jobber også med dette, men det er fortsatt viktige arbeidsoperasjoner som ikke kan automatiseres ved hjelp av maskiner eller roboter», i følge Sandberg. (SSB 2017)

3. TEORI

Også Jon Sandnes mener den internasjonale definisjonen av bygge- og anleggsvirksomhet er for snever, og at det dermed kun er den utførende sektor av byggenæringen som inngår i SSB sine målinger. Han påpeker at byggenæringen er del av en verdikjede utover de som produserer byggverkene, med arkitekter, eiendomsutviklere, bemanningsfirmaer og transportbedrifter som noen eksempler. Statistikken er derfor ikke representativ for bransjen som helhet. Videre sier Sandnes:

«Dette betyr imidlertid ikke at BNL mener det ikke er mange forbedringsområder for næringen når det gjelder produktivitetsutvikling, men vi trenger gode målemetoder, for å vite hva som bør forbedres og hvor innsatsen bør settes for å bidra til en nødvendig produktivitetsutvikling» (Sandnes 2014)

Produktivitetsvekst kan blant annet oppnås ved å ta i bruk tilgjengelig teknologi, og digitalisering, LEAN og BIM trekkes frem som viktige elementer. For at dette og industrialiserte løsninger skal påvirke målt produktivitet er det deretter avgjørende at det inkluderes i definisjonen av byggenæringen. (Sandnes 2014)

3.2 Organisering av prosjekter

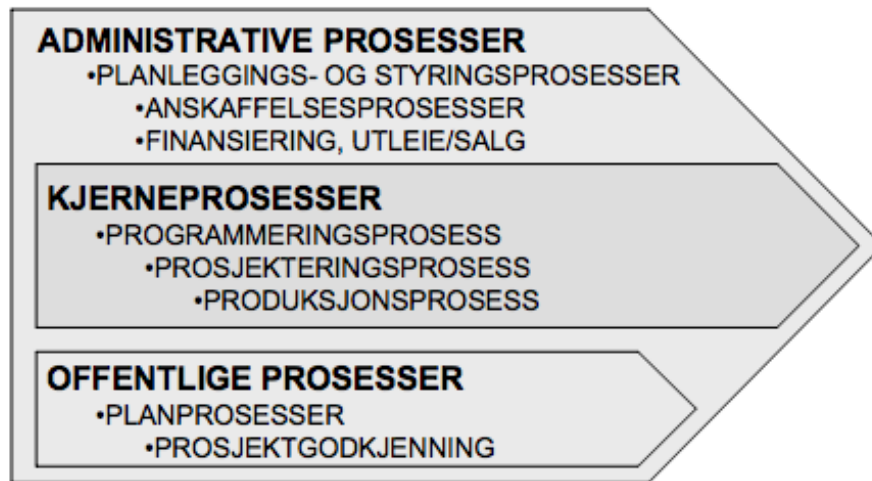
Valg av entreprisform legger ifølge Lædre (2006) føringer for hvilke påvirkningsmuligheter byggherre har på prosjektet i gjennomføringsfasen. Sammensetting av ulike aktører, og rollefordeling blant ulike entreprenører avgjøres også i stor grad av entreprisform. Lædre (2006) skiller mellom følgende fire hovedformer; (1) totalentreprise, (2) generalentreprise, (3) hovedentreprise og (4) delte entrepriser. Entrepriseformene beskrives som følger.

1. Totalentrepriser innebærer at byggherre har kontrakt med en totalentreprenør som har ansvaret for prosjektering og utførelse. Det betyr at totalentreprenør er ansvarlig for å kontrahere nødvendige underentreprenører for å ferdigstille prosjektet. Det er Norsk standard (NS8407) som normalt angir kontraktsbestemmelsene for totalentrepriser. Totalentreprisene kan variere noe i form, og et prosjekt kan for eksempel deles inn i flere totalentrepriser. Normalt er det totalentreprenør som bærer mest risiko i en totalentreprise, og står ansvarlig ovenfor byggherre ved mangler.
2. Generalentreprise skiller seg fra totalentrepriser ved at byggherre har kontrakt med både prosjekterende og en generalentreprenør. Generalentreprenøren henter så inn sine underentreprenører.
3. I en hovedentreprise tar byggherre ansvar for å inngå kontrakter med både prosjekterende, hovedentreprenør, og sideentreprenører. Hovedentreprise kan minne om generalentreprise, men de såkalte sideentreprenørene er her rettslig likestilt med hovedentreprenøren.
4. Delte entrepriser innebærer at byggherre har kontrakter med alle prosjekterende og entreprenører. Byggherre vil dermed være ansvarlig for å sørge for at alle arbeidsoppgaver er dekket av ulike kontrakter. I delte entrepriser er byggherre mer delaktig i prosessen, og pådrar seg mer ansvar og risiko.

3.3 Faser i et byggeprosjekt

«Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk» (Eikeland 2001)

Et byggeprosjekt må fra det initieres til det fullføres gjennom en rekke ulike faser. Det er flere måter å dele inn disse fasene, men Eikeland (2001) deler inn de ulike delprosessene i administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser som illustrert i Figur 6.



Figur 6: Byggeprosessens delprosesser. (Eikeland 2001)

Administrative prosesser innebærer ifølge Eikeland (2001) den kontinuerlige styringen av bedrift og prosjektorganisasjon, og kan i noen grad knyttes opp mot kjerneprosessene. Anskaffelser, fremdriftsplanlegging, kostnadsstyring og logistikk er noen av funksjonene som dekkes av de administrative prosessene. For en totalentreprenør vil særlig anskaffelsesprosessene ved kontrahering av underentreprenører og leverandører være fremtredende.

De offentlige prosessene omfatter ulike planprosesser og prosjekteringsgodkjenning. Omfanget av slike prosesser vil avhenge av prosjektets størrelse og art, men innebærer typisk kommune- og reguleringsplaner, byggemelding, samt bygge- og brukstillatelse. Slike prosesser kan løpe parallelt med andre prosesser, men vil i mange tilfeller være forutsetninger før deler av kjerneprosessene kan initieres.

Kjerneprosesser blir av Eikeland (2001) beskrevet som *de prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagt byggverk som sitt resultat*. Kjerneprosessene bidrar med andre ord direkte til verdiskapingen i prosjektet, og er dermed helt sentral for prosjektet. Kjerneprosessene deles således inn i *programmeringsprosess, prosjekteringsprosess og produksjonsprosess*.

Programmeringsprosessen kjennetegnes ved at man tidlig i byggeprosessen identifiserer de behov og krav bygget skal tilfredsstille overfor sine interessenter. Krav til funksjoner, tekniske løsninger og kostnadsramme for prosjektet er elementer som blir kartlagt i denne

prosessen. I prosjekteringsprosessen blir byggverket utformet og planlagt, og løsninger og egenskaper for bygget utvikles for å imøtekomme de krav som ble identifisert i programmeringsprosessen. Prosjekteringsprosessen danner grunnlaget for igangsettelse av produksjonsprosessen der selve byggingen foregår. Produksjonsprosessen er prosessen der det fysiske bygget reises, og de prosjekterte løsningene og planene settes ut i live. Produksjonsprosessen avsluttes ofte med at det utførte byggverket overleveres byggherre. De ulike kjerneprosessene vil følge den oppgitte rekkefølge, men vil til tider kunne være overlappende av varierende grad avhengig av blant annet størrelse og art på prosjektet.

3.4 Samhandling

Samhandling kan beskrives som samspill og interaksjon mellom to eller flere aktører. Samhandling kan foregå som ren kommunikasjon, men også som samarbeid. Samhandling krever en viss grad av gjensidighet, da en er avhengig av engasjement fra flere parter (Tjora 2014). Byggebransjen preges av at prosjekter organiseres som egne prosjektorganisasjoner, hvor målet er å fullføre prosjektet, og dermed prosjektorganisasjonen. Slike organisasjoner kan bestå av et stort antall ulike aktører, som gjerne endre seg fra prosjekt til prosjekt.

Eikeland (2001) omtaler prosjektorganisasjonen som et midlertidig system, og poengterer at dette kan medføre at den enkelte aktør søker å prioritere egne interesser, verdier, mål og krav fremfor prosjektet som helhet. Det er derfor viktig at aktørenes egeninteresser samsvarer med prosjektmålene i så stor grad som mulig. Viktigheten av en felles forståelse av andre aktørers interesser og behov kan derfor være en forutsetning for å sikre god samhandling. Ifølge Meland (2000) har annen industri hatt stor suksess med å etablere langsiktige relasjoner, og at kunnskap om samarbeidspartners behov kan resultere i økt konkurransekraft for alle involverte. Det nevnes videre at tradisjoner i byggebransjen med anbudskonkurranser og organiseringen som prosjekter kan være til hinder for utvikling av langsiktige relasjoner.

I en studie om BIM som plattform for samarbeid i *Integrated Project Delivery (IPD)* konkluderes det med at en BIM-plattform er helt nødvendig for å sikre godt samarbeid (Ma & Ma 2017). IPD er en gjennomføringsmodell med tett samarbeid mellom byggherre, arkitekt, entreprenør, samt betydelige underentreprenører. Aktørene har en felles kontrakt, og deler dermed gevinster og tap felles. Studien til Arayici et al. (2012) påpeker også BIMs rolle for forbedret samarbeid, og trekker blant annet frem effektiv kommunikasjon, ledelse, samt felles forståelse mellom interessenter som viktige muligheter en kan realisere gjennom bruk av BIM.

3.5 Digitalisering

«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.» (Regjeringen 2014)

Slik beskriver kommunal- og moderniseringsdepartementet digitalisering generelt. Digitalisering innebærer en omstilling og endring, og er et forholdsvis bredt begrep som favner om overgangen fra analoge og papirbaserte- til digitale og elektroniske løsninger. Digitalisering av offentlig og privat sektor er et resultat av at innbyggerne i stor grad er digitalisert, og at det derfor forventes og kreves digitale løsninger fra private og offentlig aktører. (Regjeringen 2014)

Med over 230 000 sysselsatte er byggenæringen en bransje som er preget av mange aktører. Byggeprosjekt kan være fragmenterte, med overlappende prosesser og mange ulike aktører involvert. Byggenæringens Landsforening anser derfor samarbeid i digitaliseringsprosessen som en forutsetning for at næringen skal kunne høste de gevinstene digitalisering kan gi, og har derav utarbeidet et digitalt veikart som skal tjene som et rammeverk for digitalisering frem mot 2025. I rapport for det digitale veikartet oppgir de følgende mål (BNL, 2017a):

- 50% lavere klimagassutslipp
- 25% kostnadsreduksjon
- 50% raskere prosjektgjennomføring
- 50% økning i eksport av produkter og tjenester

Det overordnede målet om en heldigitalisert næring innen 2025 vil kunne gi disse gevinstene, og samarbeid er som nevnt en forutsetning for å lykkes. Med så mange aktører i bransjen, er det vesentlig at det dannes en felles digital plattform, at digitale standarder utvikles, samt kompetanseutveksling mellom ulike aktører. Offentlige og private byggherrer må gå foran og ta initiativ til å kreve digitaliserte byggeprosesser av sine utbyggere, samt at utdanningsinstitusjoner må sikre riktig kompetanse hos fremtidens arbeidere. Gjennom slik innsats, samt kontinuerlig utvikling av nye digitale verktøy kan målet om heldigitalisering innen 2025 realiseres (BNL, 2017a).

3.6 BIM

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er et etterhvert velkjent begrep, men som ulike aktører kan oppfatte noe forskjellig. Mange forbinder blant annet BIM med en 3D-modell brukt for å vise et byggverk. Barnes og Davies (2015) sier følgende om BIM:

«At its most basic level, BIM is a process that is used to design, understand and demonstrate the key physical and functional characteristics of a building on a `virtual` computerised model basis. BIM therefore provides the opportunity to concurrently design and visualise the building in 3D» (Barnes & Davies 2015)

Som de presiserer er ikke BIM bare et verktøy for å vise en 3D-modell, men også en prosess for å samle informasjon og designe for å lage en digital representasjon av bygningsobjekter som inngår i ulike deler av byggeprosessen (StandardNorge 2017). På denne måten er BIM både et verktøy og prosesser. Ulike aktører utvikler sine modeller, før dette samles i en felles modell. Vedkommende som er ansvarlig for modellen vil typisk forsøke å sørge for god koordinering mellom aktørene, samt gjennomføre kontroll av modellene en får tilsendt. Det endelige produktet er en modell av flere dimensjoner som presenterer all tilgjengelig informasjon til en gitt nøyaktighet. Figur 7 viser en skjermdump fra en BIM-modell av en av Backe Stor-Oslo sine prosjekter.



Figur 7: StreamBIM skjermdump fra Solveggen. (Backe 2017)

3.6.1 Åpen- og proprietær BIM

BIM som digitalt verktøy og informasjonsprosess kan foregå i flere formater. En skiller typisk mellom åpen og proprietær BIM. En proprietær BIM innebærer at ulike BIM-bibliotek har ulik struktur, de samme objektene kan ha ulik navngivning og ulike egenskaper (Brunstad & Landfald 2014). Dette fører til at modellen ikke uten videre kan forventes å fungere i andre programvarer, og av andre brukere. Man har dermed ikke mulighet til å eksportere

informasjonen til andre plattformer. Proprietær BIM i et byggeprosjekt medfører at koordinering og utveksling av informasjon kan være svært utfordrende.

Åpen BIM derimot, innebærer at BIM-modellen baseres på åpne standarder. For å sikre effektiv informasjonsutveksling har BuildingSMART utviklet et standard filformat, IFC (Industry Foundation Classes). Sammen med «BuildingSMART Dataordbok» og «BuildingSMART Proses» kan prosjektaktører utveksle standardisert informasjon som kjennes igjen, uavhengig av programvaren som benyttes (Buildingsmart.no 2014). Alle objekter som benyttes i BIM-modellen blir dermed gjenkjent av andre program. Dette bidrar til å effektivisere informasjonsutvekslingen slik at alle aktører kan jobbe mer effektivt, med redusert sannsynlighet for at feil og misforståelser oppstår.

3.6.2 BIM-modenhet

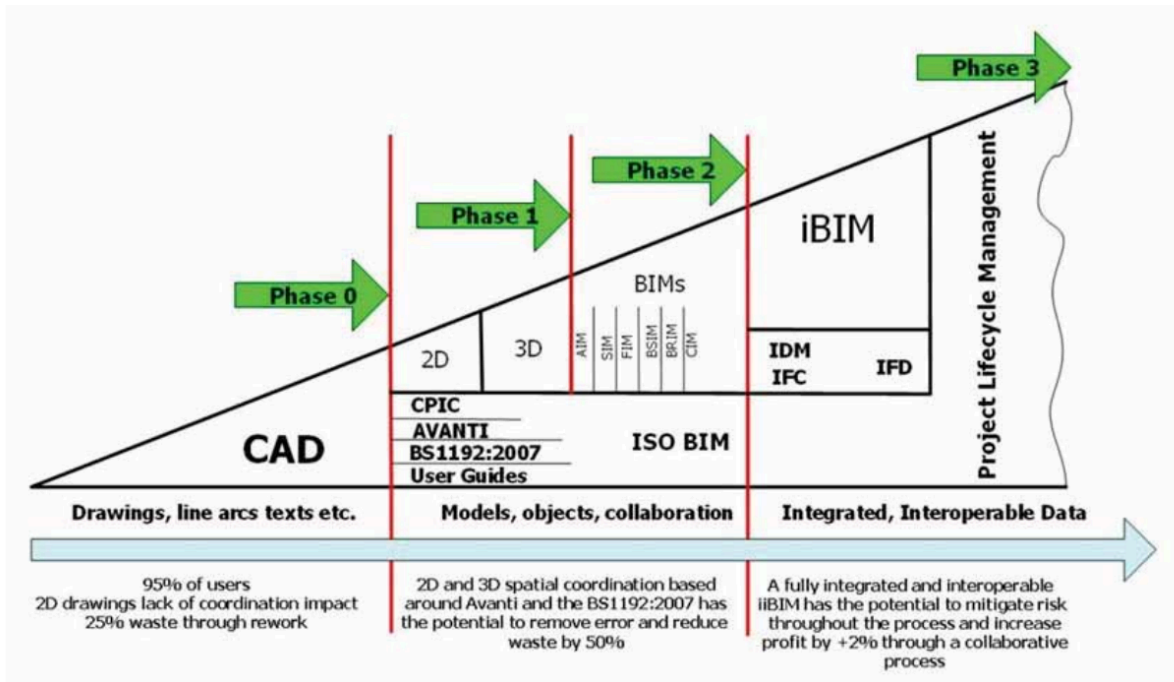
BIM-modenhet kan forenklet beskrives som et mål på i hvor stor grad man som prosjekt eller bedrift har adoptert og implementert BIM. I Storbritannia har en utviklet- og definert ulike nivåer for implementering av BIM. Disse nivåene inngår i modenhetsmodellen «Bew-Richards BIM Maturity Model», og beskrives slik av McPartland (2018):

Level 0 BIM er helt grunnleggende, og innebærer intet samarbeid. På dette nivået er det 2D tegninger som benyttes, enten i papirformat eller elektronisk.

Level 1 BIM innebærer at konseptet blir behandlet og arbeidet med i 3D, men i 2D for produktinformasjon og tegninger i stor grad. Partene har avklart roller og ansvar, og dokumenter lagres gjerne i et felles system. Utover dette er det begrenset samarbeid og samhandling.

Level 2 BIM skiller seg fra tidligere nivåer ved større grad av informasjonsutveksling mellom partene. Det presiseres her at programvaren en benytter skal være kompatibel med andre verktøy slik at alle partene kan benytte informasjonen. IFC er et eksempel på et slikt format som kan benyttes. Mange store norske entreprenører befinner seg på dette nivået, i tillegg til *level 1 BIM*.

Level 3 BIM er fremdeles i utviklingsfasen, og enda ikke fullstendig definert. En har til nå nedfelt noen visjoner og mål for hvordan nivået kan utformes. Noen av målene som nevnes er blant annet at en ønsker standarder for «Open Data» som forenkler utveksling av data for hele bransjen. En må i tillegg få på plass nytt rammeverk for kontrakter i prosjekter der BIM benyttes for å unngå misforståelser, og bidrar til åpent samarbeid. I tillegg må en utvikle en kultur for samarbeid, lære av hverandre, og dele informasjon og kunnskap. (McPartland 2018)



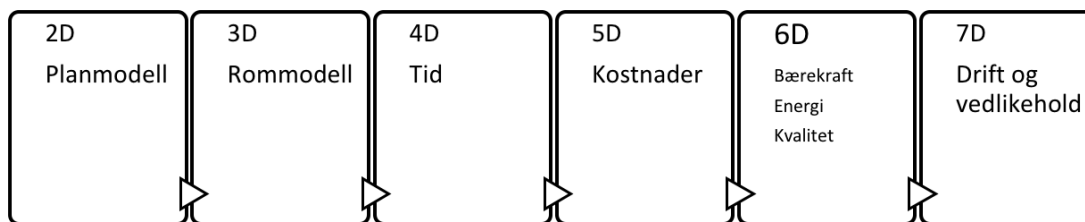
Figur 8: Bew-Richard BIM Maturity model. (Jayasena & Weddickara 2013)

De ulike nivåene er illustrert ved Figur 8. Hvilket «modenhetsnivå» en bedrift eller prosjekt tilhører vil kunne variere mye, og et flertall entreprenører i den norske byggenæringen vil kunne falle inn under level 1 og 2. Byggfakta har i samarbeid med BIM Verdinettverk gjennomført en modenhetsmåling for digitalisering for en rekke prosjekter landet rundt. Undersøkelsen retter seg ikke mot nivåinndelingen beskrevet over, men viser til tallfestede resultater i utbredelse av BIM-prosjekter, og fordeling mellom fylkene. Totalt har personer fra over 600 prosjekter besvart undersøkelser som kan vise til følgende resultater:

- Prosjekter med BIM har 30% høyere verdi enn prosjekter uten
- 37% av alle BIM-prosjekter er i Oslo
- 40% av BIM-prosjektene er boligprosjekter
- 91% benytter åpen BIM
(Engeseth 2017)

3.6.3 BIM i xD

Det finnes et bredt spekter i hvordan modeller presenteres, og hvilke dimensjoner som inkluderes. Noen bedrifter har gått bort fra tradisjonelle 2D papirtegninger, til digitale løsninger i 2- og 3 dimensjoner. Modeller kan i tillegg til de geometriske dimensjonene utvides til å inneholde langt mer. Ved å inkludere elementer som tid, kostnad, kvalitet og bærekraft, drift- og vedlikehold, får en det som omtales som 4-, 5-, 6- og 7D BIM. Figur 9 illustrerer ulike dimensjoner, og angir hva som tilføres modeller ved å inkludere en ny dimensjon.



Figur 9: BIM i xD

Fra en tid der de ulike dimensjonene har vært separate, tillater ny teknologi nå at de kan presenteres brukervennlig på en felles plattform. Utviklingen vil, som pilene i Figur 9, gå i retning av implementering av flere dimensjoner i modellene.

Stor nøyaktighet i en modell er en forutsetning for å sikre bruksverdi i produksjon, da modellen blant annet er tenkt å erstatte tradisjonelle tegninger. Graden av nøyaktighet kan variere gjennom et prosjekts livsløp, og en må derfor til enhver tid være klar over detaljnivået. En opererer derfor med en gradering kalt *Level og Development (LOD)*. Graderingen angir ulike nøyaktighetsnivå, typisk mellom 100 og 500, hvor 500 er mest detaljert, og på et nivå slik at målsetting, geometri, plassering, og orientering stemmer overens med det som skal produseres. En BIM-modell har ofte ingen LOD som helhet, men inneholder en samling av elementer med ulik nøyaktighetsgrad (Strucutemag 2013). Dette kan medføre at den enkelte bruker kan finne BIM-modeller utfordrende å forholde seg til, da nøyaktigheten til ulike elementer kan variere.

3.6.4 BIM-produkter

Det finnes en rekke forskjellige tilbydere av BIM-relaterte produkter. Det være seg både programvare og verktøy for å ta i bruk programvaren. Verktøyene har frem til i dag i stor grad vært PC-basert, men en opplever i økende grad bruk av mobiler og nettbrett, i takt med at applikasjoner tilpasset disse plattformene utvikles. Flere aktører har også benyttet seg av såkalte BIM-kiosker. Dette er ofte «stasjoner» på byggeplassen der BIM-modellen er tilgjengelig på enten PC eller nettbrett slik at arbeidere på plassen kan bruke modellen.

Delkapittelet vil videre kort beskrive et lite utvalg av verktøy for bruk av BIM. De beskrevne verktøyene nevnes ettersom disse ved flere anledninger er nevnt av ulike aktører under arbeidet med masteroppgaven.

Solibri Model Checker og Solibri Model Viewer

Verktøyene til Solibri er tilrettelagt for prosjektering i 3D-modell, og omfattende kollisjonskontroll og automatiske analyser av modellen. Programmet er tiltenkt arkitekter, ingeniører, entreprenører og byggherrer, og selskapet hevder selv det kan bidra til besparelser innen tid, kostnader og miljø (Solibri 2017). Solibri har vært foretrukket verktøy hos Backe Stor-Oslo og flere andre store entreprenører i en årrekke.

StreamBIM (tidligere Rendra O)

StreamBIM er et norsk verktøy for bruk av åpen BIM i prosjektering, bygging og drift. Programmet legger til rette for at en kan ha oppdaterte tegninger og modellen tilgjengelig på PC, nettbrett og mobiltelefon, og lar seg bruke av alle aktører i et byggeprosjekt. På selskapets egen hjemmeside siteres BIM koordinator Bjørnar Markussen i Aas-Jacobsen:

«Som et verktøy for samhandling og informasjonsspredning, basert på åpen BIM, vil StreamBIM spille en nøkkelrolle i den pågående effektiviseringen og digitalisering av byggenæringen» (StreamBIM 2018)

StreamBIM gir til enhver tid alle mulighet til å ha beslutningsgrunnlaget i lomma, enten på telefon eller nettbrett, og forenkler samarbeidet og kommunikasjonen mellom de ulike aktørene. I tillegg til å gjøre tegninger og modell lettere tilgjengelig brukes også StreamBIM i forbindelse med avvikshåndtering og dokumentasjon, samt som prosjekthotell. Verktøyet skiftet i desember 2017 navn fra Rendra O. Dette medfører at flere brukere fortsatt omtaler det som Rendra, og dette er også lagt til grunn i senere presenterte resultater.

Synchro

Synchro er en programvareleverandør som tilbyr flere verktøy inne prosjektledelse av byggeprosjekter. Programmene legger til rette for 4D-BIM, altså at fremdriftsplanen kobles sammen med modellen. Det betyr at man kan visualisere og simulere fremdriften i modell, og legge dette til grunn for fremdriftsplanlegging. Selskapet hevder selv deres verktøy bidrar til økt produktivitet og besparelser i tid og kostnader. (Synchro 2018)

Imerso

Imerso er et verktøy hvor man kan dokumentere fremdrift og kvalitet på byggeplassen ved skanning. Dette kan gjøres med laserskannere, men også med utvalgte telefoner. Brukeren kan dermed dokumentere bygningsdetaljer med telefonen, som om det skulle vært en video, og opplastet materiale kan gå gjennom kvalitetskontroll i sanntid. En vil da få umiddelbart varsel dersom det er avvik fra modellen, slik at dette løses så raskt som mulig. (Imerso 2018)

Øvrig

I tillegg til beskrevne program er det også en rekke andre digitale verktøy og teknologi tilgjengelig. Øvrige programmer kan være tilsvarende som overnevnte, men fra andre leverandører, men også verktøy med annen tilnærming til BIM. Programmer utover de overnevnte er ikke relevante for videre forståelse av oppgaven, og presenteres dermed ikke.

3.6.5 Skann-til-BIM

Som nevnt finnes det programmer og verktøy som gjør det mulig å skanne deler av- og hele fysiske bygg inn i en BIM-modell. Statsbygg er blant aktørene som allerede har tatt i bruk slik teknologi. I 2016 startet de med et pilotprosjekt på veterinærbygget på Campus Ås, der bygget ble jevnlig skannet med Imerso slik at bygget kunne sammenlignes med arkitektens tegninger. Ved å drive kontinuerlig skanning får man ikke bare mulighetene til å avdekke feil løpende, men også dokumentert fremdrift helt ned til minste detalj (Statsbygg 2017). Erik Antonsen, prosjektdirektør for prosjektet, opplyser til Teknisk ukeblad at verktøyet har bidratt til at en rekke feil blir avdekket langt raskere enn man ville greid uten skanningen, og at en derav vil kunne spare over 100 millioner med løsningen. Prosjektet har forøvrig en kostnadsramme på 6,5 milliarder. I tillegg til at feilene blir funnet blir det presisert at skanningen bidrar til at dokumentasjonen blir langt bedre enn tidligere (Seehusen 2017). Figur 10 viser resultat av mobilskanning til venstre, og resultatet sjekket opp mot BIM-modell til høyre. Som det fremgår av bilde er det avvik som må kontrolleres.



Figur 10: Mobilskanning og kontroll mot BIM-modell. (Seehusen 2017)

Skanning i byggeprosessen blir også benyttet av AF Gruppen i boligutbyggingen i Bispevika, Oslo. Der benytter de en robot på fire hjul som kjører rundt på byggeplassen med en skanner. Hensikten er, som for Statsbygg, å dokumentere og kontrollere utførelsen, og varsle dersom avvik identifiseres. Andreas Jul Røsjø, konserndirektør for eiendom og energi i AF, opplyser til byggeindustrien at tester viser at roboten kan avdekke opp mot 30-40% avvik mellom BIM-modell og faktisk utført arbeid. Roboten, som er vist i Figur 11, er forøvrig levert av Scaled Robotics, og er foreløpig ikke autonom (Aga 2018).



Figur 11: Robotskanner fra Scaled Robotics. (Aga 2018)

3.7 Endringer

Digitaliseringen av byggenæringen medfører en rekke endringer for aktørene i bransjen. I følge Jacobsen (1998) har endring skjedd dersom organisasjon er forskjellig på to ulike tidspunkt. Slike forskjeller kan blant annet være knyttet til ansatte, organisatoriske endringer, rutiner, teknologi og lignende. Slike endringer kan oppstå i stor og liten skala, og kan være kontinuerlige og sporadiske, planlagte eller spontane. Kjøde (2004) peker på at en klassisk definisjon av læring innen psykologi er at læring først har funnet sted når man opplever atferdsendringer, og han hevder dermed at for å gjennomgå endring må læring finne sted. Basert på et slikt resonnement mener han at for å bidra til endring i organisasjoner må man ha ledere som støtter opp under- og legger til rette for læring. Mange opplever at endringer skaper utfordringer, og at det derfor ikke er uvanlig at man opplever motstand mot endringer. Jacobsen (1998) peker på følgende 10 årsaker til at man møter motstand i endringsarbeid:

- Frykt for det ukjente
- Brudd på psykologisk kontrakt
- Tap av identitet
- Den symbolske orden endres
- Maktforholdet endres
- Krav om nyinvesteringer
- Omorganisering krever dobbeltarbeid (i en periode)
- Sosiale miljøer forandres
- Utsikter til personlig tap
- Eksterne gruppers krav til stabilitet

(Jacobsen 1998)

Ved endringer vil det ofte være varierende grad av enighet i organisasjonene om hvorvidt endring er nødvendig eller ikke. Teknologiens inntog i byggenæringen medfører endringer som nærmest er å regne som obligatoriske. Slike endringer, som fremstår som «nødvendighetstiltak», er hva Kjøde (2004) omtaler som type 1-endring. Slike endringer er man i større grad påtvunget, men organisasjonene velger selv hvordan - og hvor raskt man endrer organisasjonen. Den andre kategorien, type 2-endring, mener Kjøde (2004) er knyttet til kultur og holdninger i organisasjonen, restrukturering og endring av prosesser. Slike endringer opplever mange av aktørene i byggenæringen ved at man, i tillegg til teknologiske endringer, har økende fokus på effektivisering av ulike arbeidsprosesser og produktivitetsvekst. Endringer foregår på flere plan, og omfatter organisasjoner i varierende grad. Store og radikale endringer kan virke avskrekkende for noen, og Quinn (1982) hevder at endringer fortrinnsvis bør skje stegvis. Ved å gjennomføre endringer gradvis vil det kunne være lettere å håndtere problemer underveis, og det antas at motstand mot små endringer er mindre enn ved radikale endringer.

3. TEORI

4. EMPIRISK BASERT TEORI

4.1 Generelt

Litteraturen virker samstemt i at digitalisering vil prege bransjen i årene som kommer, og at det blir stadig viktigere å være fremoverlent innen utvikling og implementering av digitale verktøy. BIM er definitivt kommet for å bli, og en rekke verktøy er tilgjengelig. Det er gjennomført undersøkelser på muligheter og utfordringer ved BIM, både i prosjektering og produksjon. Noen fordeler fremstår etterhvert som åpenbare, mens noen undersøkelser også avdekker effekter en tidligere ikke har satt fullt fokus på. I kapittel 3. TEORI ble det gjort rede for relevante omstendigheter rundt digitalisering og implementering- og beskrivelse av BIM. Kapittel 4. EMPIRISK BASERT TEORI vil i større grad rette seg mot resultater fra gjennomførte undersøkelser i inn- og utland. Kapitlet vil blant annet gjøre rede for undersøkelser av hvordan BIM påvirker- og bidrar i produksjon, samt hvilke ulemper og hindringer det kan bringe med seg. Kapitlet er dermed viktig i den videre forståelsen av hvilken rolle BIM kan ha i produksjon i byggeprosjekter, og danner grunnlag for sammenligning mot de empiriske data som er innsamlet i forbindelse med masteroppgaven.

4.2 Erfaringer

Utvikling-, testing- og bruk av digitale verktøy gir bedrifter, prosjekter og enkeltaktører verdifulle tekniske og prosessrelaterte erfaringer. Erfaringer gjort i pilot-prosjekter danner grunnlaget for hvordan man vil jobbe med digitalisering i fremtiden. Fakhimi et al. (2016) har undersøkt hvorvidt BIM tjener som verktøy innen effektivisering, og konkluderer med at det gir opplagte fordeler, men det er først når en kombinerer bruken av BIM med et tett samarbeid mellom aktørene, der alle søker å redusere *waste*, at en får fullt utbytte av BIM. Waste er definert som aktiviteter som ikke tilfører verdi til prosjektet (Aziz & Hafez 2013). Eksempler på slik waste er: transport, lagring, venting, overproduksjon, feil og skader, mm. Dersom man gjør dette hevder Fakhimi et al. (2016) man kan oppnå økt effektivitet, og nedgang i antall feil. I det første italienske pilotprosjektet med 4D-BIM erfarte man at bruken av BIM la godt til rette for at byggherre kunne overse og kontrollere prosjektet mens det pågikk, og visualisering av ulike aktiviteter ga dem mulighet til å validere fremdriftsplanen (Ciribini et al. 2016). Under arbeidet med Terminal 2 på Oslo Lufthavn ble det erfart at verdien av BIM er størst når arbeidet er av komplisert art, da visualiseringen BIM tillater gir arbeiderene et tydeligere bilde av hvordan arbeidet skal utføres (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen 2016).

4.2.1 Muligheter

Case-studiet av armeringsarbeidere ved Oslo Lufthavn Terminal 2 (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen 2016) viste at selv arbeidere med lav teknologisk kompetanse omfavnet BIM. BIM ble i dette prosjektet levert og benyttet gjennom nettbrett (Ipad). Av fordelene arbeiderne erfarte ble særlig informasjonsmengde, brukervennlighet og mulighet for visualisering trukket frem som fremtredende fordeler. Resultatene i case-studiet samsvarer godt med hva som ble avdekket i en svensk undersøkelse av BIM-bruk hos middels store entreprenører. Basert på

4. EMPIRISK BASERT TEORI

svar fra 31 entreprenører presenteres en rangert liste over hvilke aktiviteter deltakerne anser som mest aktuelle for bruk av BIM. Undersøkelsen begrenser seg *ikke* til produksjonsfasen, men viser at visualisering, konfliktkontroll, og kalkulasjon ble trukket frem som aktiviteter der BIM benyttes relativt ofte. Resultatene er gitt i Tabell 3, og viser på en skala fra 1 (aldri) til 5 (alltid) i hvilken grad BIM brukes til opplistede aktiviteter.

Tabell 3: Bruk av BIM til ulike aktiviteter. (Isaksson et al. 2016)

Aktivitet	Rangering	Gj.snitt	Max	Min	Std.avvik
Visualisering i detalj	1	3,61	5	1	1,01
Visualisering for bruker	2	3,44	5	1	1,34
Kollisjonskontroll	3	3,00	5	1	1,45
Visualisering for produksjonsplanlegging	4	2,83	5	1	1,57
Mengdeberegning	5	2,56	5	1	1,57
Logistikk på byggeplass	6	2,39	5	1	1,57
Riggplan	7	2,11	5	1	1,52
Forberedelse for drift av anlegget	8	1,78	5	1	1,27
Kostnadsestimering	9	1,50	4	1	0,96
Tidsplanlegging	9	1,50	5	1	1,01
Innkjøpsplaner	11	1,44	4	1	0,83
Bemanningsplaner	12	1,28	4	1	0,73

4.2.2 utfordringer

Ny teknologi som utfordrer “det tradisjonelle”, vil kunne skape utfordringer. Som vanedyr er det sannsynlig at endring vil kunne føre til en viss motvilje fra ulike aktører i bransjen. Radikale endringer kan føre til det som kan omtales “den enes død, den annens brød”. Hvordan en angriper slike endringer vil kunne være avgjørende om man blir skadelidende eller oppnår fordeler av utviklingen. Utfordringer tilknyttet bruk av digitale verktøy viser seg i stor grad til å omhandle barrierer mot adopsjon snarere enn ulemper ved teknologien i seg selv. Undersøkelsen av Isaksson et al. (2016) peker på en rekke oppfattede hindringer for implementering av BIM. Disse angis i Tabell 4, hvor respondentene har besvart i hvilken grad de oppfatter oppgitt hindring som reell på en skala fra 1 (helt uenig) til 5 (helt enig).

4. EMPIRISK BASERT TEORI

Tabell 4: Oppfattede hindre for BIM-implementering. (Isaksson et al. 2016)

Påstand	Rangering	Gj.snitt	Max	Min	Std.avvik
Ingen krav fra byggherre	1	3,71	5	1	1,22
Partnere bruker ikke BIM	2	3,61	5	1	1,10
Stor investeringskostnad	3	3,50	5	1	1,09
Ingen intern etterspørsel	4	3,48	5	1	1,34
Problemer med brukervennlighet	5	3,08	5	1	1,03
Høyt krav til teknisk kompetanse	6	3,07	5	1	1,00
Partnere gir ikke alltid tilgang til 3D-modell	7	3,00	5	1	1,24
Gir ingen klar konkurransefordel	8	3,00	5	1	1,37
Vanskelig å integrere med andre systemer	9	2,91	5	1	1,06
Tidkrevende å lære seg	10	2,83	5	1	1,00
Dyre drift- og vedlikeholdskostnader	11	2,67	5	1	1,31
BIM-modeller er for komplekse	12	2,63	5	1	1,22
Modellinformasjonen er ofte feil	13	2,38	5	1	0,79
Stor intern motstand i bedriften	14	2,32	5	1	1,15
Vanskelig å si om BIM vil brukes i fremtiden	15	1,90	5	1	1,03

I undersøkelsen vises det også til store forskjeller i resultater mellom brukere og ikke-brukere (Isaksson et al. 2016). En årsak til dette kan antas å være at manglende kompetanse og erfaring fører til at man ikke får fullt utbytte av BIM-modellen. Om digitalisering generelt peker Skjelvan (2015) på ulike hindre en må overvinne, og viser til at bedrifter selv har trukket frem følgende hindre som mest fremtredende:

- Mangel på kompetanse
- Begrensninger i eksisterende teknologi
- Kulturell motstand
- Mangel på visjon
- Manglende forståelse av konsekvenser

Flere bransjer er representert i undersøkelsen, og det må derfor tas med i betraktning under vurdering av resultatenes gyldighet for byggebransjen. Byggebransjen er ansett for å være relativt konservativ, noe som medfører at teknologien “løper fra” bransjen. Begrensninger i eksisterende teknologi vil derfor ikke være like aktuelt for byggenæringen. Forfatteren poengterer at flere av disse utfordringene er interne utfordringer bedriftene potensielt kan overvinne selv, men det krever dedikert ledelse (Skjelvan 2015).

4.2.3 SamBIM

Innovasjonsprosjektet SamBIM er et samarbeid mellom industripartnere og forskningsinstitusjoner, der en undersøker samhandling med BIM som katalysator. SamBIM har tatt for seg flere prosjekter, og noen av disse presenteres her:

Urbygningen på NMBU i Ås

Den gamle Urbygningen på NMBU i Ås har vært et rehabiliteringsprosjekt der Statsbygg var byggherre, mens Skanska var generalentreprenør. Ved kvalitative intervjuer, observasjon og dokumentanalyse har Bråthen og Moland (2016) dokumentert erfaringer fra byggefasen. En informant fra Statsbygg beskriver behovet for bruk av BIM i produksjon slik:

«I løpet av de siste årene har «alle» begynt å prosjektere i 3D med fancy programmer og alt det der. Et paradoks oppstår når byggefasen starter og vi skal begynne å bygge ting. I denne fasen er det vanligvis slik: snekkeren mottar en 2D-tegning fra arkitekten, rørleggeren får en tegning fra RIV, og elektrikerer får en tegning fra RIE, og så videre. Jeg mener denne måten å jobbe på er med på å videreføre den gamle «silo-tankegangen» som vi har vært så opptatt av å unngå i prosjekteringsfasen de siste årene. Jeg tror noe av det viktigste er hvordan vi kommuniserer helheten til dem som skal gjøre selve byggearbeidet. For å forbedre denne kommunikasjonen må vi få BIM ut på byggeplassen.» (Bråthen & Moland 2016)

Dette valgte de å gjøre ved å sette ut flere BIM-kiosker på byggeplassen. Det er i tidligere prosjekter påpekt at hvorvidt BIM vil bli benyttet i byggefasen avhenger i stor grad av «kunnskapen om BIM og viljen til å bruke BIM» (Moen & Moland 2010). Håndverkerne på prosjektet hadde ingen tidligere erfaring fra bruk av BIM, så grunnleggende og rask opplæring ble gjennomført foran BIM-kioskene på byggeplassen. Med få timers opplæring ble de utførende satt i stand til å orientere seg i modellen, finne frem til beskrivelse av deres arbeid, og tolke dette (Iversen 2015). Opplæringen viste seg å være avgjørende for utbyttet de fikk av BIM-kioskene (Bråthen & Moum 2016). Effektene av å ta i bruk BIM-kioskene lot ikke vente på seg, og det var bred enighet om at muligheten til å visualisere arbeidet og komplekse bygningsdeler bidro til forbedret forståelse. Modellen gjør mer informasjon tilgjengelig på en gang, og detaljer som var vanskelig å identifisere på tegningene ble lettere å forstå i modellen. Økt tilgang på informasjon gir i tillegg tidsbesparelser ved at arbeidere ikke behøver å oppsøke byggeplasskontoret for å få korrekte tegninger eller avklare eventuelle spørsmål (Bråthen & Moum 2016).

Det ble også gjort interessante observasjoner ved bruken av BIM-kioskene. Det viste seg nemlig at når håndverkerne benyttet BIM-kioskene på egenhånd sto de ofte samlet flere og diskuterte utfordringer og løsninger. Bråthen og Moland (2016) oppgir at dette både var planlagte og spontane møter. En av håndverkerne beskriver det slik:

«Hvis jeg ser en annen person som står på BIM-kiosken når jeg går forbi, hender det at jeg spør hva han driver med, og så snakker vi litt eller ser sammen på mulige problemer etc. Det er plass til mer enn én foran datamaskinen [BIM-kiosken]. Jeg mener dette er en bra greie.» (Bråthen & Moland 2016)

Totalt sett var erfaringene fra dette prosjektet svært gode, og flere kunne tenke seg å benytte BIM-kiosker på fremtidige prosjekter. Funnene indikerer at BIM-kioskene bidrar til å bedre informasjonsflyten gjennom hele byggeprosessen, og at dette kan lede til at antall feil og forsinkelser reduseres. BIM-kiosker kan bidra til økt samarbeid på byggeplassen mellom ulike fag, ved at de blir naturlige samlingspunkt. Innsamlet data tyder på at slike situasjoner sannsynligvis ikke ville oppstått dersom arbeiderne hadde benyttet individuelle telefoner eller nettbrett (Bråthen & Moum 2016). Av utfordringer viste det seg at det oppstod situasjoner der det var avvik mellom modell og tegning. Slike situasjoner kunne skape usikkerhet blant håndverkere om hva de skulle bygge etter. Det ble dermed klart at det i fremtidige prosjekter er viktig med oppdaterte modeller og klare retningslinjer for hvilket underlag som er styrende i prosjektet. (Bråthen & Moland 2016)

Veitvet Barneskole

Prosjektet, som var et OPS-prosjekt mellom Skanska Norge og Oslo Kommune, ble valgt som del av SamBIM-prosjektet fordi Skanska og arkitekten, Link Arkitektur, skulle teste ut nye samhandlingsmetoder, og prosjektet var derfor interessant å undersøke. I følge Flyen (2016) opplevde forskergruppen at BIM-kravene ikke ble implementert som planlagt, og at BIM ikke fikk preget prosjektet i særlig grad. Det ble for eksempel ikke jobbet på en felles BIM-modell, og selv om det stod beskrevet i bestillingen benyttet ikke oppdragsgiver seg av modellen. Det viste seg at byggherre ikke stilte særlig krav til modell, og de forholdt seg dermed i størst grad til tradisjonelle papirtegninger. Ambisjonene man hadde ved oppstart ble ikke fulgt opp, og bruk av BIM for samhandling viste seg å være dårlig forankret slik at de aldri nådde ut til de som skulle samarbeide. Et av problemene det pekes på var at kontraktene allerede var inngått før SamBIM ble inkludert i prosjektet, og at dette ble barrierer mot endret samhandling. Direktør i Skanska Teknikk, Rune Stene, siteres av Flyen (2016):

«Vi ser at BIM-ambisjonene og valg av samhandlingsprosess, i likhet med andre kvaliteter og prosesser, må være diskutert og avklart før oppstart prosjektering og bygging.» (Flyen 2016)

4. EMPIRISK BASERT TEORI

5. BIM I PRODUKSJON HOS BACKE STOR-OSLO

5.1 Generelt

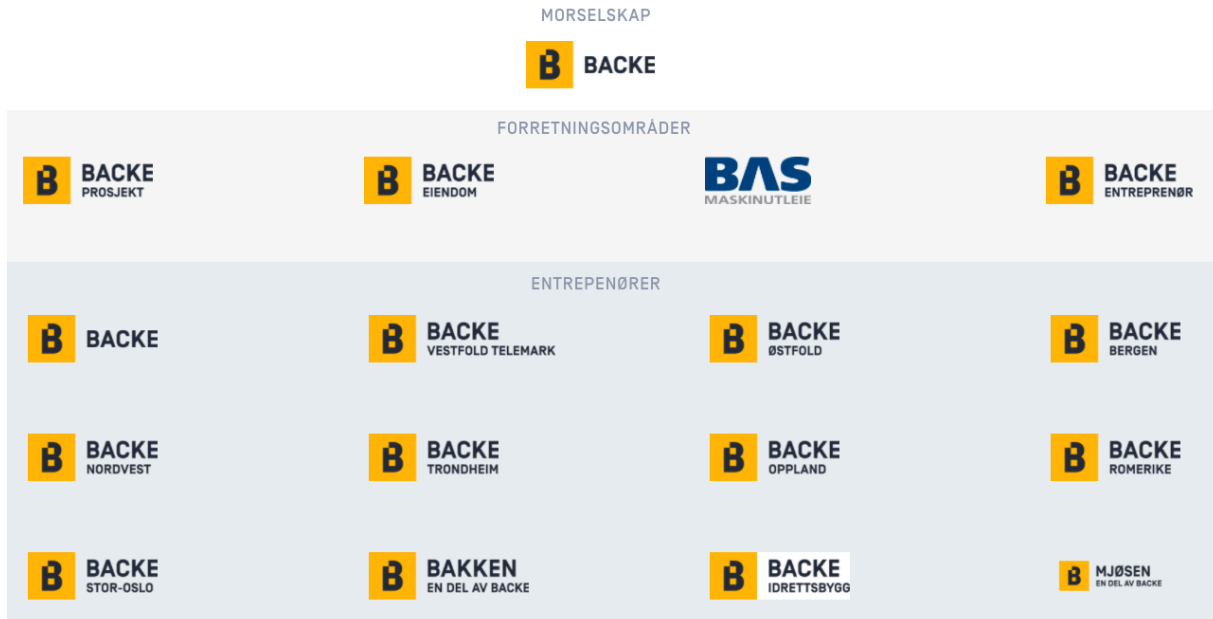
Kapitlet tar for seg bruk av BIM hos Backe Stor-Oslo basert på tidligere beskrevne metoder. Som beskrevet er det gjennomført både kvantitative og kvalitative undersøkelser som presenteres i påfølgende delkapitler. Innledningsvis vil det være en kort beskrivelse av Backegruppen og Backe Stor-Oslo, og hvordan de er organisert. Deretter følger generell beskrivelse av hva BIM er for Backe, og hvordan de tar det i bruk. Noen eksempelprosjekter blir kort omtalt da flere av intervjuobjektene har vært tilknyttet disse. De kvalitative resultatene vil ved flere anledninger referere til disse prosjektene. Videre følger en presentasjon av resultatene fra den kvantitative spørreundersøkelsen. Der gis det en oppsummering av spørsmålene med svar, og interessante resultater kommenteres løpende. De øvrige delkapitlene presenterer erfaringer og betraktninger fra dybdeintervjuene, og er inndelt etter tema de rører ved.

5.1.1 Backegruppen

«Vår forretningsidé er å drive prosjektutvikling og entreprenørvirksomhet gjennom selvstendige datterselskap med stor markedskontakt og lokal tilknytning.

Verdiskapningen ligger i prosjektene og følgelig er det vår filosofi at ressursene og beslutningene skal ligge så nær verdiskapningen som mulig.» - Adm. Dir Eirik Gjelsvik (Backegruppen 2018)

Backegruppen startet opp i 1946 av Gunnar M. Backe, da hetende AS Ing. Gunnar M. Backe. Bedriften har gjennom over 70 år vokst til å bli en av Norges største entreprenørvirksomheter, og etterhvert et konsern bestående av flere datterselskaper. De ulike selskapene er organisert under fire forretningsområder; Backe Prosjekt, Backe Eiendom, BAS maskinutleie og Backe Entreprenør. De ulike forretningsområdene, og tilhørende selskaper er illustrert i Figur 12. Entreprenørvirksomheten inkluderer 12 selvstendige entreprenører fordelt rundt om i landet (Backegruppen 2018). I 2016 hadde Backegruppen en samlet omsetning på 3700 MNOK, som er en oppgang på 3% fra året før. Backegruppen stod i 2016 oppført med 882 ansatte. (Backe 2016)



Figur 12: Selskapsoversikt for Backegruppen. (Backegruppen 2018)

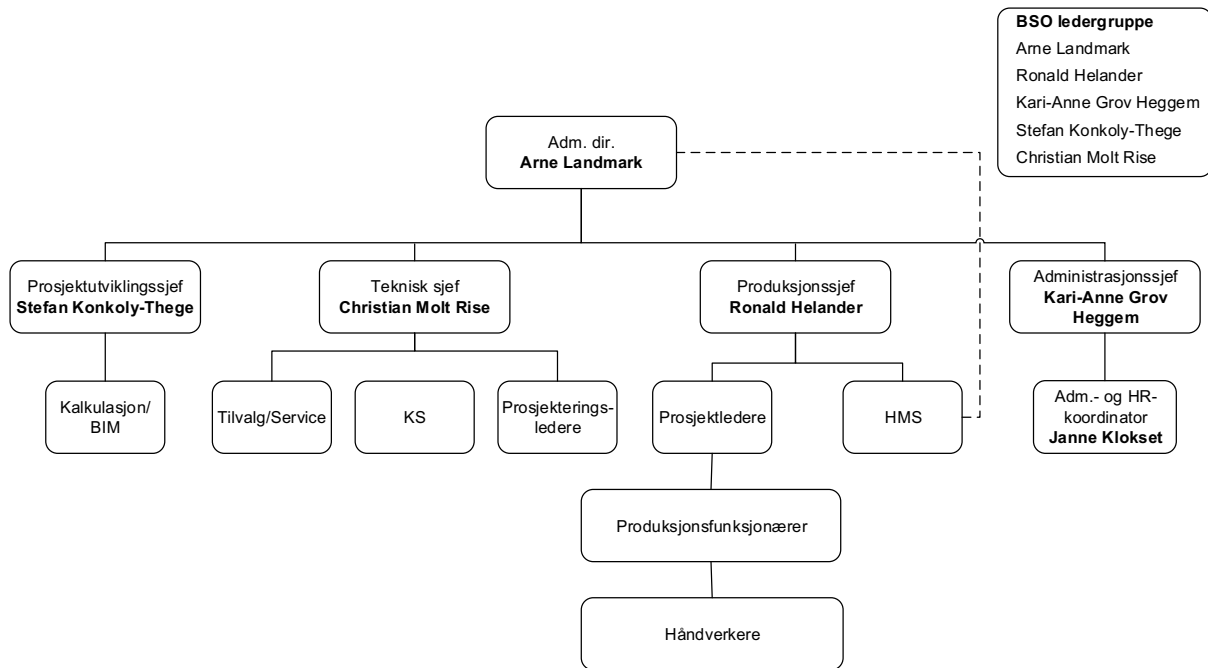
5.1.2 Backe Stor-Oslo

«Backe Stor-Oslo AS er en entreprenørbedrift med ca. 100 medarbeidere, etablert i 1946 som grunnsteinen til det som i dag er Backegruppen. Vi skaper nærings- og boligvekst i Stor-Oslo, og påtar oss oppdrag innenfor nybygg og rehabilitering for offentlige og private utbyggere innenfor vårt markedsområde i Oslo, Bærum, Asker, Drammen og Kongsberg». (Backegruppen 2017)

Slik beskriver selskapet seg på sin hjemmeside. Selskapet som tidligere het AS Ing. Gunnar M. Backe, er ledet av administrerende direktør Arne Landmark, og har de siste årene byttet navn til Backe Stor-Oslo og overtatt Kongsbergbaserte Bøhmer Entreprenør (Byggeindustrien 2016). Etter overtagelsen av Bøhmer i 2016 er Backe Stor-Oslo største entreprenør i Backegruppen, og virksomhetsområdet strekker seg fra Kongsberg i vest til Oslo i øst. Backe Stor-Oslo hadde i 2016 en omsetning på 553 MNOK. I 2017 steg omsetningen til 668 MNOK, og selskapet «rigger for videre vekst» med forventet omsetning i 2019 på 800 MNOK. (Backegruppen 2017) Backe Stor-Oslo jobber, i likhet med øvrige datterselskaper, mot målet «007». Målet innebærer 0 skader, 0 feil, og 7% fortjeneste. Dette greide de i 2016, og feiret dette i typisk «James Bond-stil». (Brekkehus 2017)

«Vi er et selskap som er preget av en flat struktur og stor grad av åpenhet. Vi har arbeidet mye med å utvikle en prestasjonskultur basert på å «Ha det godt og gjøre det godt». - Arne Landmark (Backegruppen 2017)

Figur 13 viser organisasjonskartet til Backe Stor-Oslo. Selskapet har 114 ansatte, hvor hovedvekten er ansatt som håndverkere og produksjonsfunksjonærer, samt en rekke prosjekt- og prosjekteringsledere.



Figur 13: Organisasjonskart Backe Stor-Oslo. (BSO 2017)

5.2 BIM hos Backe Stor Oslo

«I Norge er BIM fortsatt et fremmedord. Det er fortsatt mange som ikke klarer å identifisere seg med hva det er» (Nygaard 2017)

Dette sa Cato Hoel, kategorisjef BIM i Backe Entreprenør, til Backegruppen sitt magasin Byggetid i 2017. Som kategorisjef har han ansvaret for at konsernet er oppdatert, og støtter de ulike selskapene i opplæring av ulike programmer og i enkeltprosjekter. BIM har lenge hatt godt fotfeste i prosjekteringsfasen, men det er først de siste årene man i større grad også har benyttet det i produksjonsfasen. Bruk av BIM er blant annet forankret i konsernet ved at det er inngått internavtale om at alle nystartede prosjekter i Backe skal ha en BIM-modell. Hvordan man velger å bruke den er i større grad opp til de enkelte prosjektene. Bruken av BIM i prosjektering, og for kollisjonskontroll og regelsjekk foregår primært i Solibri. I tillegg har det også vært gjennomført flere pilot-prosjekter med StreamBIM som har gitt gode resultater. Dette har ført til at Backegruppen i 2017 inngikk konsernavtale med StreamBIM. En slik avtale vil bidra til økt bruk av BIM i alle faser, deriblant produksjonsfasen. Dette inkluderer selvsagt Backe Stor-Oslo, som har begynt implementeringen på flere prosjekter.

5.2.1 Prosjekter

Nedenfor følger beskrivelse av tre prosjekter der BIM i forskjellig grad har blitt benyttet i produksjonen som er relatert til Backe Stor-Oslo og deres ansatte. Flere av intervjuobjektene har vært involvert i disse prosjektene, og erfaringene er dermed hentet derfra. I påfølgende delkapitler der det henvises til prosjekter, både navngitte og uspesifiserte, er det altså disse det henvises til.

Solveggen

Prosjektet ble utført for OBOS Nye Hjem på Lambertseter i Oslo. Det inkluderte totalt 75 leiligheter fordelt på to bygg, næringsseiendom og parkeringskjeller, og hadde en kontraktsum på 157 MNOK eks. mva. Prosjektet benyttet lenge BIM-modellen gjennom Solibri, men fikk i avsluttende fase også tilgang på StreamBIM. StreamBIM ble primært benyttet ved ferdigbefaring, der kommentarer og bilder kunne legges rett inn i modell fra telefon eller nettbrett. Dette ble da primært benyttet av prosjekt- og byggeledelse, og ikke av håndverkere. Opplæring og/eller demonstrasjon for håndverkere kunne medført at de i større grad kunne bidratt i fremdrift- og KS-arbeid ved å legge inn bilder og kommentarer av avvik straks de ble oppdaget.

(Strand 2018)

HSV Sykehjem

På Ellingsrud i Oslo utførte Backe Stor-Oslo sykehjemsprosjektet for Backe Prosjekt. Sykehjemmet huser 146 beboere over 15,500 kvadratmeter, og hadde en kontraktsum på 462 MNOK eks. mva. Det var et relativt stort prosjekt for Backe Stor-Oslo, hvor det var viktig å oppnå gode resultater. HSV har vært ett av to pilot-prosjekter Backegruppen har hatt med StreamBIM, og dannet grunnlaget for konsernavtalen som er inngått. På HSV benyttet de seg også av en utstasjonert BIM-kiosk som var tilgjengelig for alle på plassen. Denne viste seg å bli flittig brukt, særlig av de tekniske fagene. BIM-modellen ble også benyttet i møtesammenheng med stor suksess. Selv om BIM-modellen ble brukt i større grad enn i tidligere prosjekter, var det fortsatt et flertall på prosjektet som ikke benyttet modellen/BIM-kiosken. (Strand 2017)

Campus G12

Prosjektet gjaldt ombygging av en gammel spinneribygning i Nydalen, Oslo, til 266 studentleiligheter over 11,700 kvadratmeter. Dette prosjektet ble utført av Backe Forny for Fredensborg Norge, og hadde en kontraktstørrelse på 203MNOK eks. mva. Backe Forny er nå avviklet, men en av funksjonærene som jobbet i prosjektet er nå ansatt hos Backe Stor-Oslo. Dette var et rehabiliteringsprosjekt som viste seg å være svært utfordrende og komplekst. De hadde en BIM-kiosk tilgjengelig ute på byggeplassen med Solibri, som ble aktivt brukt. En rekke utfordrende detaljer gjorde at spesielt tekniske fag brukte BIM-kiosken til å visualisere. I likhet med tidligere beskrevne prosjekter begrenset bruken seg noe ved at et stort flertall av personene på byggeplassen manglet kunnskaper og ferdigheter til å bruke BIM-kiosken og modellen. (Joelson 2018)

5.2.2 Opplæring

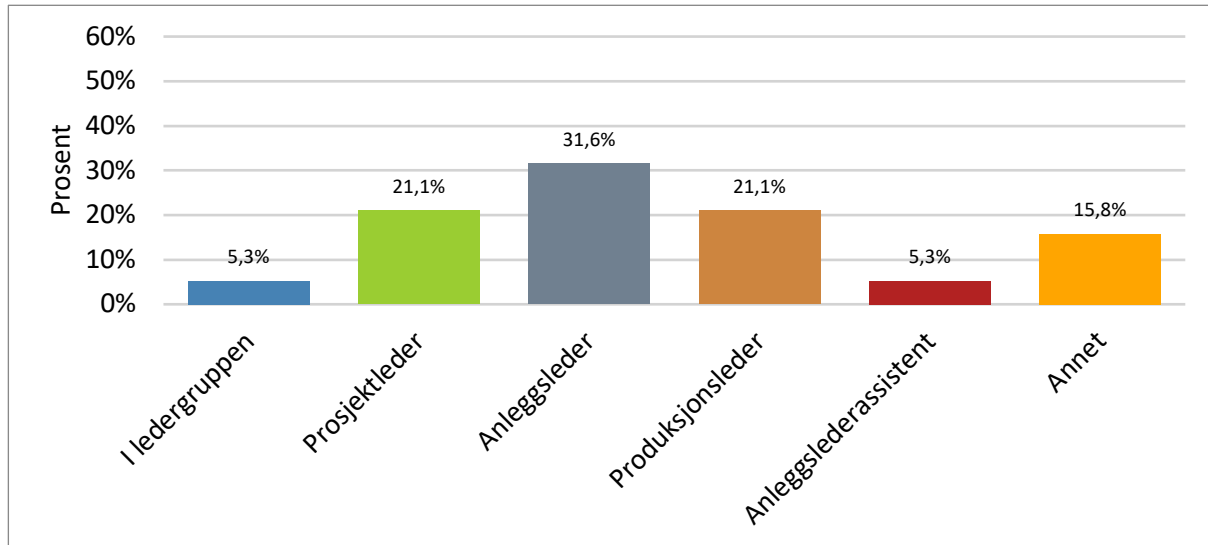
Som nevnt viser det seg at opplæring i stor grad oppleves som en begrensende faktor for bruk av BIM. På Solveggen fikk de StreamBIM relativt sent i byggeprosessen, og hadde ingen BIM-kiosk. Dette medfører at fordelene ved å introdusere verktøyet for samtlige på plassen begrenses noe. Som en produksjonsfunksjonær sier, vil man få størst utbytte dersom «*BIM er på plass, som vi sier i skolen, fra vugge til grav*». Da StreamBIM ble implementert på Solveggen arrangerte kategorisjef BIM i Backe Entreprenør opplæring sammen med en tekniker fra StreamBIM. Først ga disse prosjektledelsen opplæring, deretter underentreprenører, før Backes egne formenn. På HSV fikk flere demonstrert bruken av BIM på byggeplass, og opplæring har delvis vært gjort en til en.

«Det jeg har gjort mye, det er å gå rundt og vise forskjellige løsninger. Det er egentlig den beste måten å implementere det. Faktisk stoppe opp og «se her, sånn kan vi gjøre det». Vise hva som er nyttig ved det.»

På HSV hadde flere håndverkere og montører også fått gjennomgang av egne ledere. I tillegg var det også enkelte egne initiativ der man puslet med modellen selv på fritiden. Dette bidro til at BIM-kiosken ble brukt daglig av mange. På Campus G12 hadde de en BIM-kiosk med Solibri, men man var avhengig av at de ulike underentreprenørene selv hadde gitt opplæring til sine ansatte. Det ble dog hengt opp utklipp fra BIM-manualen med beskrivelse av enkelte funksjoner og bilder for at ansatte lettere selv skulle kunne bruke den.

5.2.3 Resultater fra spørreundersøkelse

Totalt har 20 funksjonærer besvart spørreundersøkelsen. Undersøkelsen ble distribuert til alle funksjonærer i Backe Stor-Oslo via mail fra produksjonssjef Ronald Helander. Det totale antall mottakere var 55, og svarprosenten utgjør dermed 36,3%. Hensikten med undersøkelsen har vært å kartlegge erfaringer og oppfatninger hos Backe Stor-Oslo. Med et 90% konfidensnivå gir oppslutningen en feilmargin på 15% (*Kalkulator: Kalkulasjon av feilmargin*). At feilmarginen er betydelig har sammenheng både med oppslutning og antall mottakere. Høyere oppslutning blant mottakere av undersøkelsen ville bidratt til redusert feilmargin. Resultatene fra undersøkelsen bør grunnet stor feilmargin derfor ikke alene benyttes for å konkludere, men sees i sammenheng med kvalitative resultater og litteratur. Flere av spørsmålene har gitt mulighet til å avgi graderte svar. Svaralternativene har i de tilfellene vært «svært stor grad», «stor grad», «noen grad», «liten grad», «ingen grad», samt «vet ikke». Ettersom spørsmålene ikke har vært obligatoriske for å fullføre undersøkelsen er det på noen spørsmål levert færre enn 20 besvarelser. Ikke-obligatoriske spørsmål er valgt i den hensikt av å tillate respondentene til å la være å besvare spørsmål uten at en må trekke hele besvarelsen. Videre vil delkapittelet presentere svarene fra spørreundersøkelsen.

Hva er din rolle i Backe Stor-Oslo?

Figur 14: Rollefordeling blant deltakere

Rollefordelingen blant respondentene i undersøkelsen er illustrert i Figur 14. Det er knyttet noe usikkerhet rundt spesifikke roller til dem som har besvart «Annet», men ut i fra fordeling av ulike roller i organisasjonen kan dette blant annet være ansatte innen kalkulasjon eller prosjekteringsledelse. Fordelingen bør sees i sammenheng med rollefordelingen blant funksjonærer i Backe Stor-Oslo som helhet. Fordelingen blant deltakerne kan i stor grad sies å være representativ for fordeling av funksjonærer hos Backe Stor-Oslo som helhet, med et tydelig flertall av prosjekt-, anleggs- og produksjonsledere.

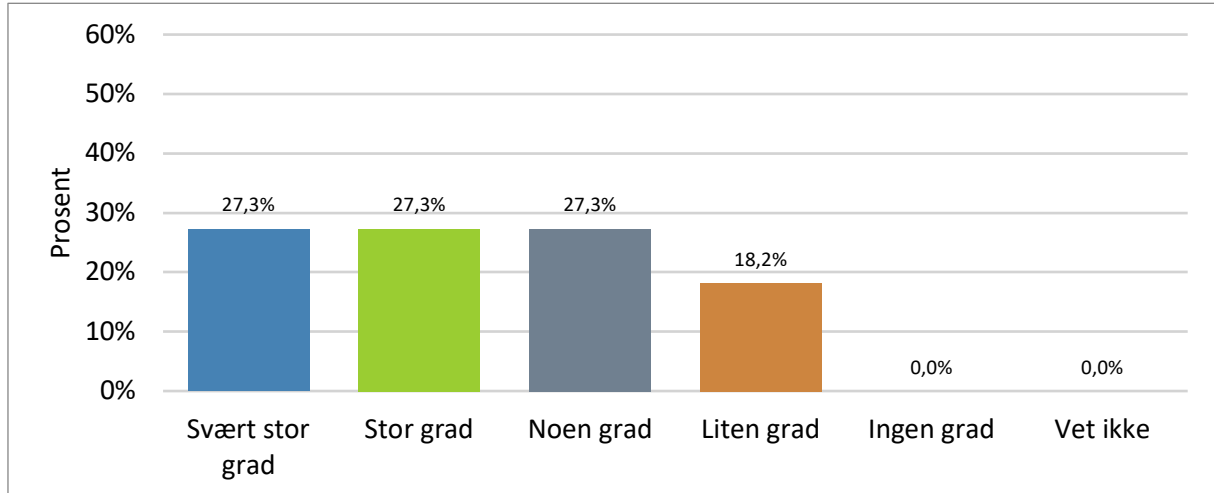
Har du deltatt på et prosjekt der Rendra/StreamBIM ble benyttet?

Tabell 5: Andel med erfaring med StreamBIM

Svaralternativ	Prosent
Ja	55,0%
Nei	40,0%
Vet ikke	5,0%

Backegruppen inngikk i 2017 konsernavtale med StreamBIM om levering av produktet StreamBIM (Rendra O) til deres prosjekter (Byggeindustrien 2017). For Backe Stor-Oslo skal StreamBIM benyttes på alle nye prosjekter, og man er i er fase der utvalgte prosjekter allerede har tatt det i bruk. Fordelingen blant deltakerne er illustrert i Tabell 5. Av respondentene oppgir 55% at de har deltatt på prosjekt der dette ble benyttet. Backe Stor-Oslo har med andre ord kommet et godt stykke med å implementere StreamBIM, og hvorvidt deltagelse på slike prosjekter har innvirkning på oppfatning og tanker om bruk av BIM vil senere bli diskutert. Interessant er det at en av deltakerne ikke vet om vedkommende har deltatt på et slikt prosjekt. Det kan vitne om at; (1) vedkommende ikke har kjennskap til Rendra/StreamBIM, (2) at vedkommende ikke har hatt kjennskap til de programmer som benyttes på prosjektene, eller (3) at vedkommende er usikker på spørsmålsstillingen. Påfølgende spørsmål har vært avhengig av hvorvidt respondentene har erfaring med StreamBIM eller ikke. Dette for å kunne skille mellom svar fra de som har brukt StreamBIM og øvrige.

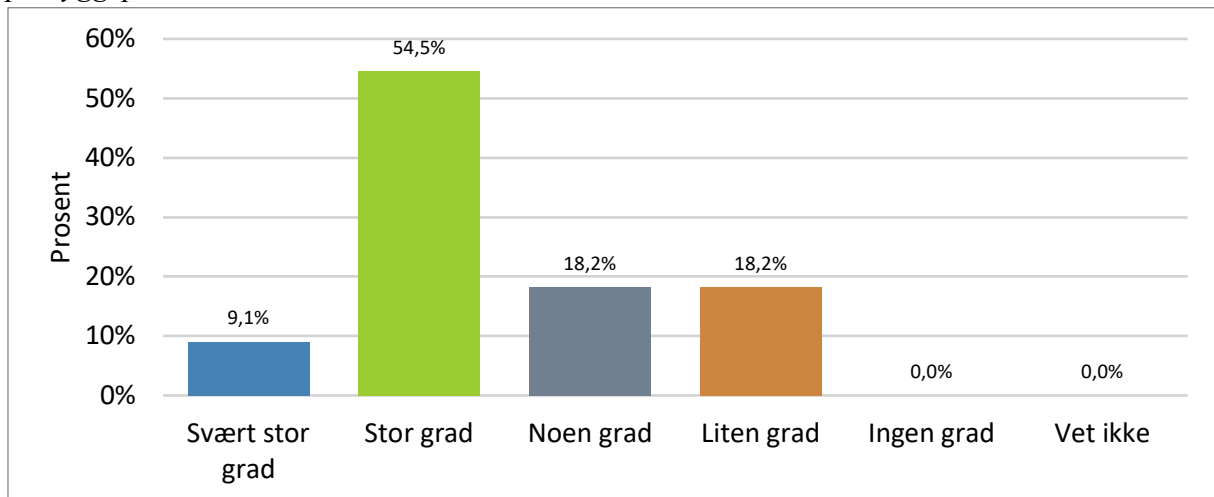
I hvilken grad benyttet du Rendra/StreamBIM på byggeplassen?



Figur 15: Bruk av StreamBIM hos deltakere eksponert for programmet

Undersøkelsen viser at blant respondenter som har deltatt på prosjekt der StreamBIM er benyttet har et flertall benyttet seg av verktøyet i stor- eller svært stor grad. Av 11 er det ingen som oppgir at de ikke benyttet seg av programvaren. Dette kan indikere at dersom man får slike verktøy, blir de tatt i bruk. Det kan også tolkes dit hen at de som ønsker å bruke BIM, er de som har etterspurt- og deltatt på prosjekter der StreamBIM er blitt tatt i bruk.

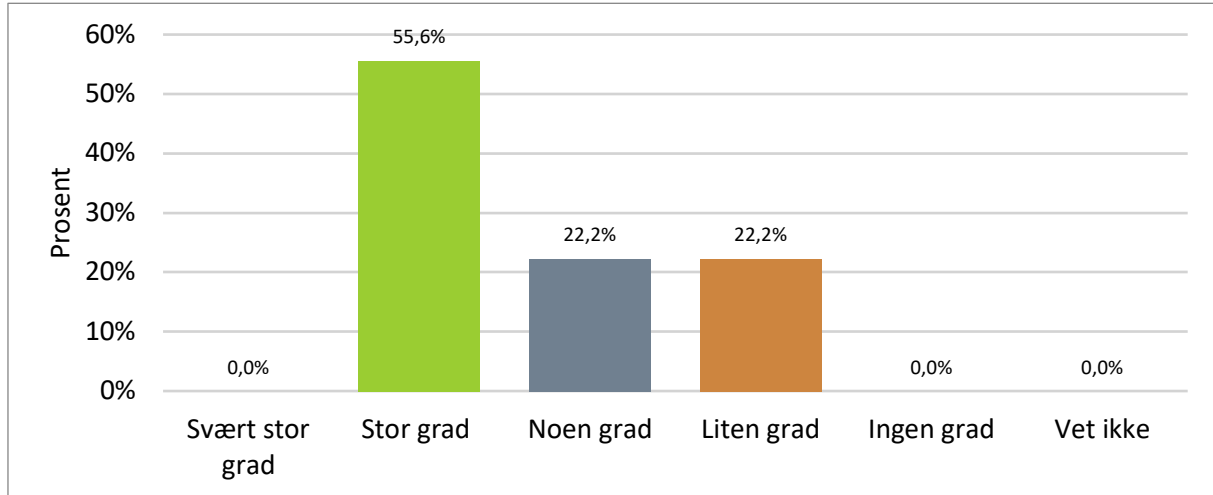
I hvilken grad fikk du inntrykk av at underentreprenører benyttet seg av Rendra/StreamBIM på byggeplassen?



Figur 16: Bruk av StreamBIM blant underentreprenører eksponert for programmet

Et stort flertall av de spurte opplever at underentreprenører i stor- og svært stor grad benytter seg av StreamBIM på prosjektene der det er lansert. Dette indikerer at deltakerne mener det er vilje og evne blant underentreprenører til å ta i bruk slike verktøy.

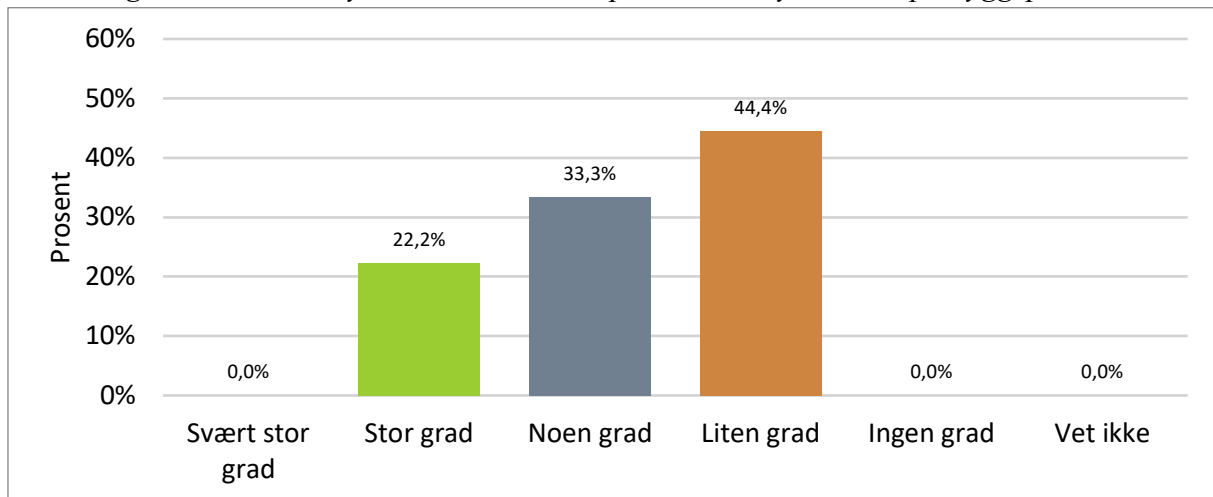
I hvilken grad har du praktisk erfaring med BIM på byggeplassen?



Figur 17: Bruk av BIM på byggeplass blant deltakere uten erfaring med StreamBIM

Figur 17 viser at blant respondentene som *ikke* har deltatt på prosjekt der StreamBIM er benyttet, oppgir 55,6% at de har stor grad av erfaring med bruk av BIM på byggeplass, mens 22,2% oppgir liten grad av erfaring. Ingen av deltakerne oppgir svært stor grad av praktisk erfaring med BIM på byggeplassen. Det kan bety at det blant disse deltakerne er generelt lavere interesse for bruk av BIM enn blant de som har testet StreamBIM. En annen årsak kan være at StreamBIM i større grad innbyr til bruk av BIM blant funksjonærer.

I hvilken grad har du inntrykk av at underentreprenører benytter BIM på byggeplassen?

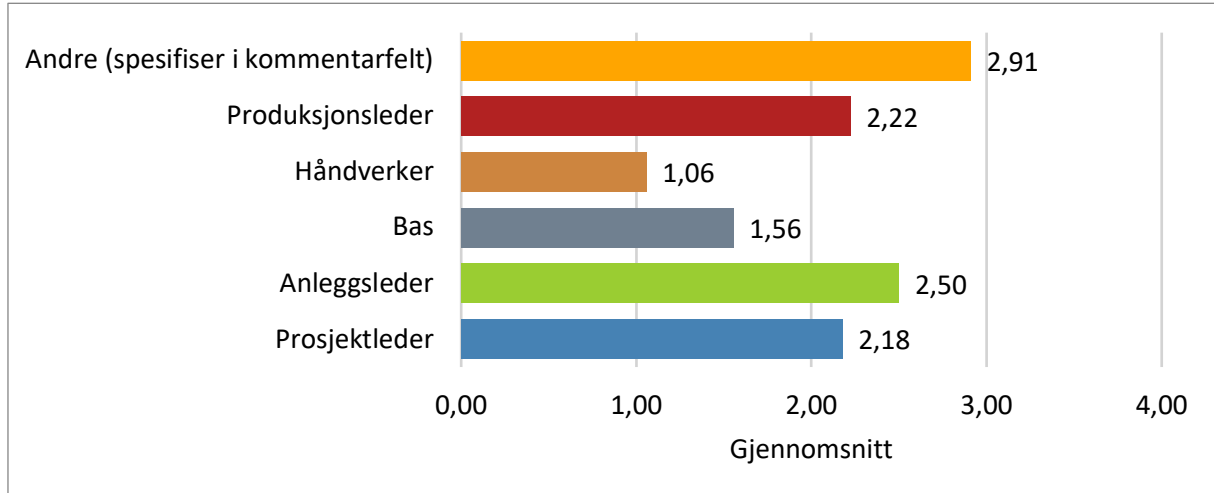


Figur 18: Bruk av BIM på byggeplass blant underentreprenører uten StreamBIM

Et stort flertall av de spurte oppgir at underentreprenører i liten- eller noen grad benytter seg av BIM på byggeplassen på prosjekter der StreamBIM ikke er tatt i bruk. Kun 22,2% har besvart at underentreprenørene benytter BIM i stor grad. Deltakerne opplever dermed at underentreprenører på prosjekter der StreamBIM ikke er tatt i bruk, i liten grad benytter BIM-modellen. Det kan dermed tolkes som at StreamBIM bidrar til å øke bruken av BIM blant underentreprenører, og at slike verktøy kanskje er nødvendige for bruk. Det kan også ligge andre årsaker bak slike forskjeller. Kompetanse, initiativ fra ledelse, organisering av prosjektet og bruk av BIM-kiosker er faktorer som kan ha bidratt til slike antatte forskjeller.

5. BIM I PRODUKSJON HOS BACKE STOR-OSLO

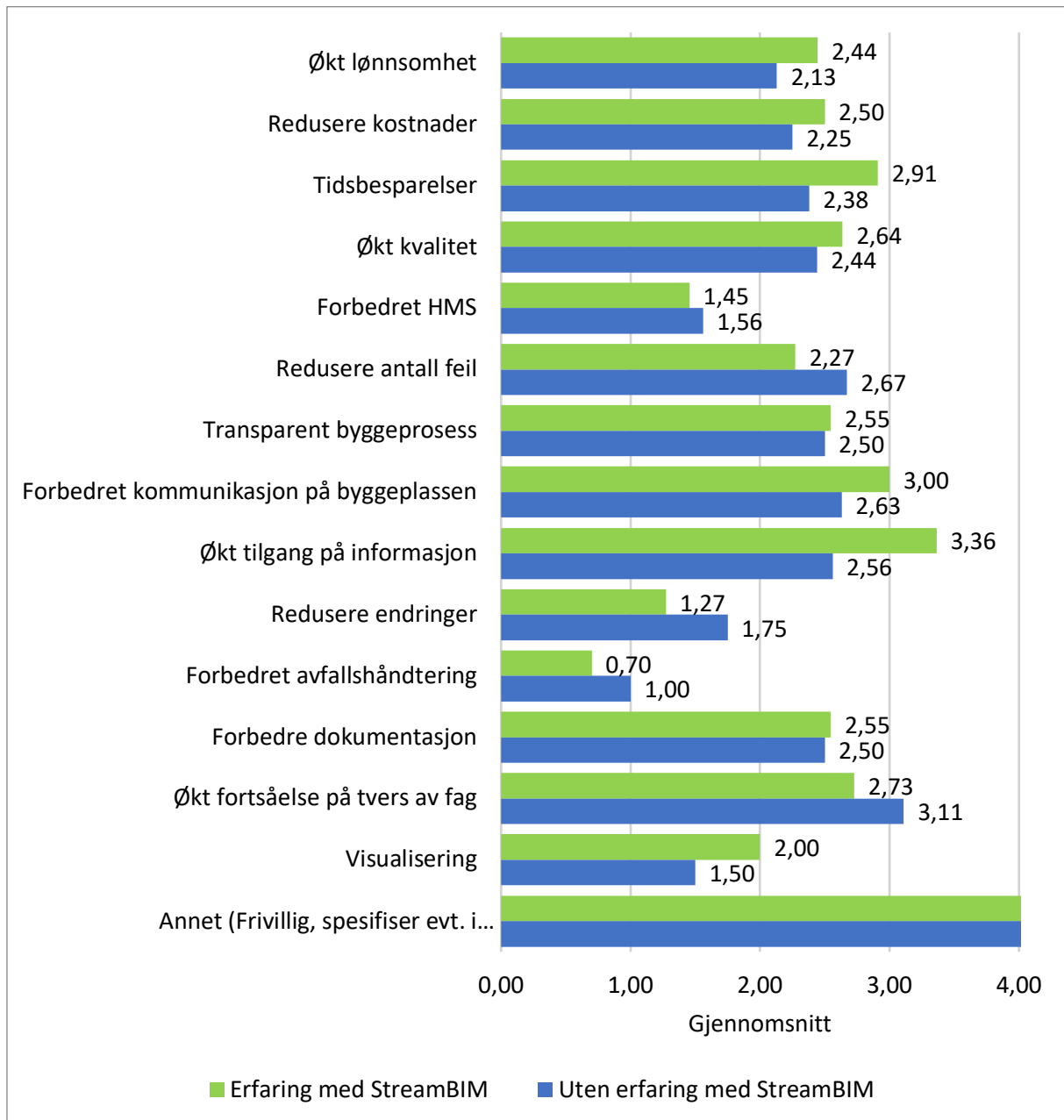
I hvilken grad benytter de ulike rollene hos Backe Stor-Oslo BIM i produksjon?



Figur 19: Bruk av BIM blant ulike roller hos Backe Stor-Oslo

Hver enkelt respondent har tatt stilling til i hvilken grad de ulike rollene hos Backe Stor-Oslo benytter BIM i produksjon. De graderte svarene er tallfestet slik at 0 = «ingen grad» og 4 = «svært stor grad». Resultatene viser tydelig at håndverkere i liten grad benytter BIM i produksjon. Dette kan tolkes som at det så langt i liten grad er tatt initiativ til at disse skal benytte BIM i produksjonen. Forskjellen fra håndverkere til baser er markant, der bruken blant baser oppgis å skje hyppigere. De er likevel ansett for kun å bruke BIM i «liten til noen grad». For produksjons- anleggs og prosjektleder oppgis det at alle bruker BIM i «noen grad» i produksjon. Aller hyppigst bruk finner en i kategorien *Andre*, der prosjekteringsleder oppgis i kommentarfelt som mest aktuell rolle. BIM er allerede godt implementert i prosjekteringsfasen, og ansatte som har jobbet med prosjektering anses derfor å ha kjennskap til BIM. Dette kan være en årsak til at disse nevnes som relativt hyppige brukere. Resultatene tyder også på at opplæring og bruk i første omgang har omhandlet funksjonærene. Dette kan ha sammenheng med hvordan BIM er blitt brukt så langt. På mange prosjekter er BIM kun benyttet via PC på byggeplasskontoret, og det er dermed naturlig at det er funksjonærer som har benyttet det i størst grad.

I hvilken grad bidrar StreamBIM/BIM til å oppnå følgende gevinster i produksjon?

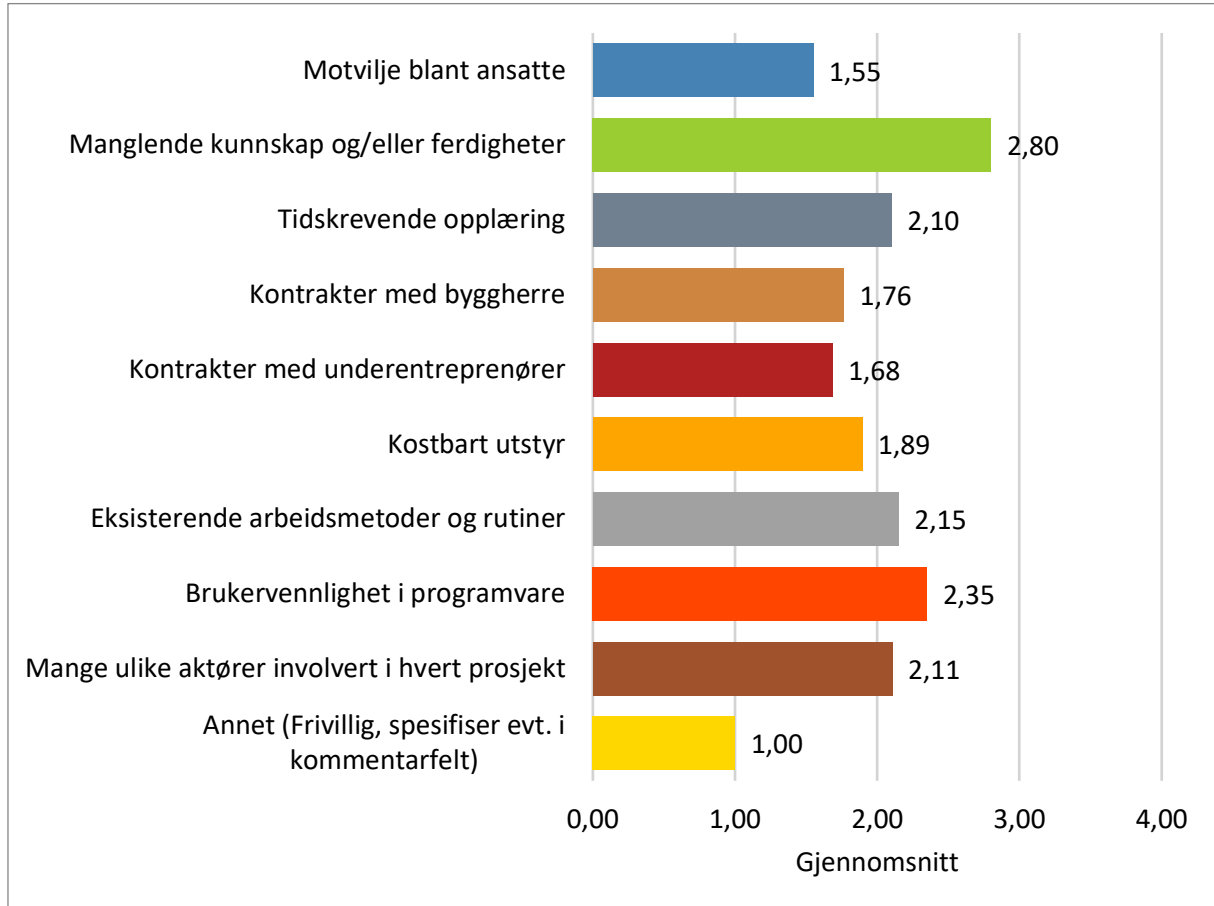


Figur 20: Bidrag fra BIM på følgende gevinster

Figur 20 viser hvordan deltakerne vurderer BIM opp mot en rekke potensielle gevinster. De graderte svarene er tallfestet slik at 0 = «ingen grad» og 4 = «svært stor grad». Det skiller mellom de som har deltatt på prosjekt der StreamBIM er benyttet, og de som enda ikke har erfart dette for å fange opp eventuelle forskjeller som et slikt produkt kan ha medført. Økt tilgang på informasjon, økt forståelse på tvers av fag og forbedret kommunikasjon fremstår som de største gevinstene en har erfart fra bruk av BIM i produksjon, mens forbedret avfallshåndtering, å redusere endringer og forbedret HMS er noe en i liten grad har oppnådd ved å benytte BIM i produksjon så langt. Besvarelsene fra de med- og uten erfaring med StreamBIM skiller seg ikke særlig fra hverandre, foruten tidsbesparelser, økt tilgang på informasjon, og økt forståelse på tvers av fag som gevinst av BIM i produksjon. De med

erfaring med StreamBIM oppgir at BIM i større grad fører til tidsbesparelser, og økt tilgang på informasjon, mens de uten slik erfaring oppgir større grad av forståelse på tvers av fag ved bruk av BIM.

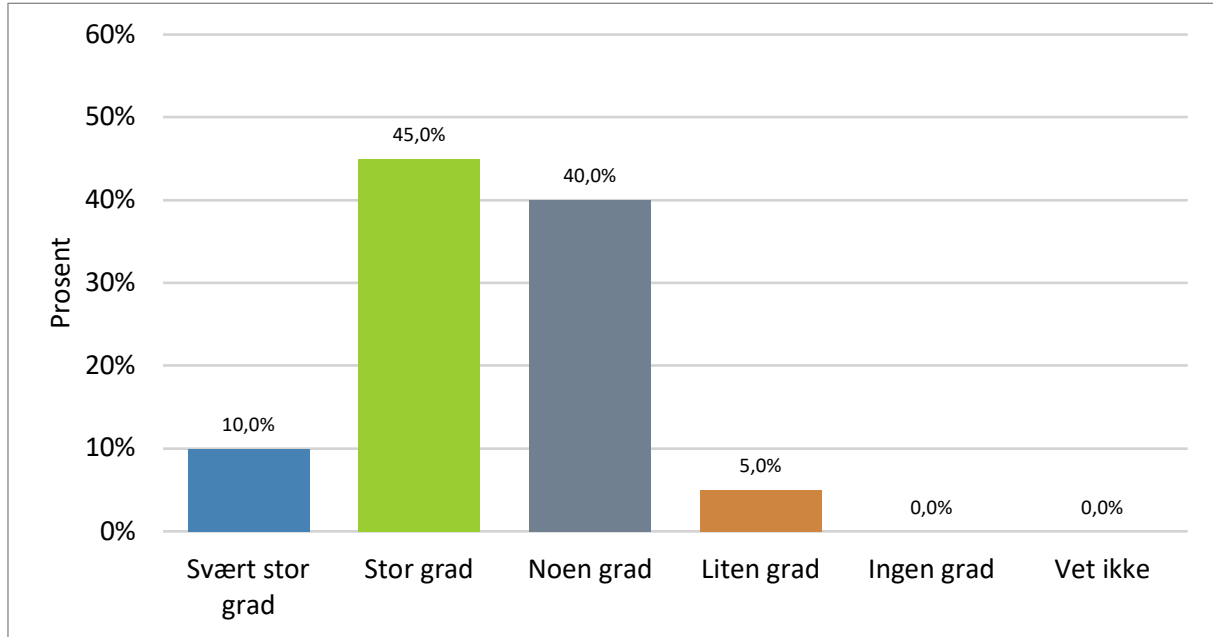
I hvilken grad er følgende faktorer utfordringer for implementering av BIM?



Figur 21: Utfordrende faktorer for implementering av BIM

Figur 21 viser hvordan respondentene ser på ulike faktorer som utfordringer for implementering av BIM. Som tidligere er de graderte svarene gitt slik at 0 = «ingen grad» og 4 = «svært stor grad». Manglende kunnskap og/eller ferdigheter, brukervennlighet i programvare og tidkrevende opplæring er blant faktorene som representerer de største utfordringene i tillegg til eksisterende arbeidsmetoder og rutiner. Dette er alle faktorer som kan relateres til omstilling og endring, og som antas å være mulig å overvinne internt. De fleste faktorene rangeres til å representere utfordring i omtrent «noen grad». At svarene jevnt over ender omtrent «midt på skalaen» kan tolkes på flere måter. På den ene siden kan det indikere at de ulike faktorene faktisk representerer utfordringer i «noen grad». Det kan også tolkes som at deltakerne er usikre, og istedet for å svare «vet ikke», velger flere det alternativet som er omtrent «midt på» skalaen. Av den grunn er det særlig interessant dersom noen faktorer skiller seg fra øvrige slik som «motvilje blant ansatte» og «manglende kunnskap og/eller ferdigheter» synes å gjøre. Resultatene tyder på at ansatte er motivert for å benytte BIM i produksjon, men erkjenner samtidig at eget kunnskap- og ferdighetsnivå har et forbedringspotensial.

I hvilken grad mener du Backe Stor-Oslo satser tilstrekkelig på BIM i produksjon?



Figur 22: Satsing på BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo

Backe Stor-Oslo er i en periode der nye digitale verktøy introduseres for de ansatte, og det er dermed interessant å undersøke hvilken holdning de ansatte har til utviklingen. 55% av deltakerne oppgir at de synes Backe Stor-Oslo satser i svært stor- og stor grad satser tilstrekkelig på BIM i produksjon. 40% av deltakerne oppgir at de opplever at satsingen i noen grad er tilstrekkelig, mens kun 5% oppgir at Backe Stor-Oslo ikke satser tilstrekkelig på bruk av BIM i produksjon.

Hvilke effekter av BIM vil du trekke frem som de viktigste for Backe Stor-Oslo på produksjonsnivå?

Deltakerne har her hatt muligheten til å fritt beskrive de effektene de mener er viktigst for Backe Stor-Oslo. 15 av 20 har besvart spørsmålet, og flere trekker frem de samme effektene. Det nevnes blant annet at BIM i produksjon fører til bedre kommunikasjon i planlegging, og at det blir enklere å se hva som skal bygges. Visualisering nevnes av mange, og dette fører til at en reduserer antall feil og mangler. Bruken av BIM i prosjektering har allerede luket ut en rekke kollisjoner som produksjonen slipper å eksponeres for. Dersom det likevel gjøres feil bidrar BIM med å avdekke det tidlig, og bidrar til forbedret dokumentasjon med mulighet for å legge ved bilder i modell. For produksjonen bidrar også BIM med å gjøre informasjon og tegninger tilgjengelig. En av deltakerne påpeker at man via 4D-planlegging kan visualisere fremdriften, og informasjon om hvilke aktører som arbeider etter hverandre blir tilgjengelig for alle faggrupper. En annen nevner at vedkommende i liten eller ingen grad opplever særlig effekt av BIM i produksjon, men at vedkommende har tro på at 4D-planlegging er noe prosjektene kan dra nytte av. Ut fra besvarelsene er det tydelig at deltakerne har ulike forutsetninger og erfaringer. Visualisering og tilgang på informasjon trekkes frem av flest som positive effekter, mens 3 av deltakerne mener at en først får gode effekter når 4D-planlegging benyttes.

Har bruk av BIM i produksjon medført noen ulemper?

Tabell 6: Ulemper ved bruk av BIM

Svaralternativer	Prosent
Ja	5,0%
Nei	60,0%
Vet ikke	35,0%
N	20

60% oppgir at bruk av BIM ikke medfører ulemper, mens 35% er usikre. Kun 5% oppgir at en har opplevd ulemper ved bruk av BIM. På oppfølgingsspørsmål om hvilke ulemper vedkommende sikter til oppgis det at forenklinger som er gjort i modellen, som avviker fra byggetegningene, kan føre til at utførelsen gjøres feil. Vedkommende hadde erfart at arbeidere utførte arbeidet rett i henhold til modell, men feil i forhold til byggetegningene. BIM-modellen kan altså medføre at det gjøres feil dersom man ikke er klar over eventuelle forenklinger og hensyn som er tatt ved utarbeidelse av modellen. At 35% oppgir «vet ikke» på spørsmål angående ulemper er i tillegg svært interessant, og uten at deltakerne har gitt kommentarer gir dette rom for tolkning. At en betydelig andel svarer «vet ikke» kan tyde på en generell usikkerhet blant deltakerne vedrørende implementering av BIM i produksjon. Som tidligere beskrevet er bruken blant deltakerne varierende, og mange har kun i liten grad benyttet BIM på byggeplassen. En årsak til slik usikkerhet kan altså være knyttet til kunnskap og erfaring ved bruk av BIM, og siden det er en pågående implementeringsprosess kan man anta at samtlige effekter ikke har blitt tydelige enda.

Har du noe å legge til vedrørende undersøkelsen eller temaet forøvrig?

Noen få av deltakerne har i tillegg valgt å legge ved kommentar til temaet. Det nevnes da av flere at kvaliteten på modellen er en forutsetning for å kunne hente ut fordeler. Modellen blir ikke bedre enn hva som er lagt inn i den, og gjort riktig vil det blant annet bidra i samhandling mellom ulike fag i produksjon. For å få fullt utbytte av BIM i produksjon er det også en forutsetning at en har verktøy som gjør BIM-modellen tilgjengelig ute på byggeplassen, og StreamBIM nevnes som et verktøy som både gjør modellen tilgjengelig, og begrenser behovet for papirtegninger.

5.3 Bruk av BIM i produksjon

5.3.1 Programvalg

Hvilke digitale verktøy ulike prosjekter benytter varierer i stor grad. Det viser seg at en kombinasjon av initiativ fra konsernet og prosjektene selv danner grunnlag for den digitale løsningen hvert prosjekt benytter. Solibri har vært vanlig for kollisjonskontroll og regelsjekkning, og det verktøyet de fleste funksjonærene har kjennskap til. Så har det vært gjort pilot-prosjekter på andre programmer ved både sentrale initiativ og enkeltinitiativ som sammen har ført fram til at blant annet StreamBIM blir benyttet fremover. Sentralt er det et ønske om at prosjektene skal ta initiativ, og etterspørre de verktøy de selv mener er nødvendig for gjennomføring av prosjektet. Ansatte viser varierende grad av engasjement rundt økt bruk av BIM, og noen hevder at krav fra konsernet vil være nødvendig for at flere skal få interesse for bruk av verktøyet. Det blir også nevnt at prosjektene allerede har begrensede ressurser og mange gjøremål, og at det dermed er utfordrende å finne tid til å undersøke mulighetene for å benytte nye verktøy. Slike verktøy er blant annet programmer som inkluderer fremdrift og kostnader i BIM-modellen, samt verktøy for skanning og billedtaking direkte til modell.

5.3.2 Oppslutning av brukere

Alle intervjuobjektene er samstemte i særlig en ting. Det er fortsatt en vei å gå når det gjelder andel aktive bruke av BIM i produksjon. Selv om samtlige har kjennskap til BIM, er bruken av BIM svært prosjektavhengig der det varierer fra ingen bruk, til at det i stor grad brukes av flere. En av respondentene beskriver bruken av BIM i produksjon på vedkommende sitt siste prosjekt som at *«det fantes noen Solibri-modeller, men de ble aldri brukt aktivt hverken av prosjektledelsen eller håndverkerne»*. I andre prosjekter blir det også sagt at bruken av BIM i stor grad begrenset seg til prosjekteringsfasen, og at kun et fåtall faktisk benyttet det under produksjon. På spørsmål om andel brukere på Solveggen, HSV og Campus G12 oppgis det av flere at det var relativt aktiv bruk av BIM, og særlig på prosjekter med BIM-kiosk var dette synlig. *«Alltid når jeg skulle oppdatere modellen så måtte jeg stå i kø»*, sier ansvarlig for BIM-modellen på et av prosjektene der de hadde 10-15 personer som brukte modellen hyppig i det daglige. Generelt behersker et flertall av funksjonærene å håndtere BIM-modellene, mens kun et fåtall egne håndverkere har fått opplæring og mestrer dette godt. På de undersøkte prosjektene kommer det frem at bruken av BIM særlig omfatter de tekniske underentreprenører. Det var ifølge respondentene *«stort sett ventilasjon, EL, rør, og de fagene der som bruker det aktivt»*, og *«av de tekniske så var det en ganske stor andel som brukte den (BIM-kiosken)»*.

Særlig basene fra tekniske fag oppgis å ha god kjennskap til BIM. BIM har kommet mer og mer de siste årene, og man har dermed fått gradvis mer og mer kunnskap og ferdigheter, på tross av begrenset opplæring. En av respondentene sier blant annet at *«det går for lite ut til håndverkere. Det er mer prosjektledere, bas og litt sånn»*. En annen forklarer dette ved at *«prosjektleder og bas og sånn får jo det (opplæring av BIM) med seg på møter og sånn, men arbeidere får jo aldri opplæring med BIM, ikke sant?»*. Det viser seg at de som først lærer seg å bruke verktøyet, og samtidig får det tilgjengelig via for eksempel en BIM-kiosk, benytter det ofte. En av respondentene oppgir for eksempel at flere av de tekniske *«montørene var ved*

den (BIM-kiosken) nesten daglig og tittet på det området de jobbet i.» Flere av disse hadde fått demonstrasjon av sine ledere, og kunne derfor grunnleggende bruk av modellen.

5.3.3 Situasjoner der BIM benyttes

Bruken av BIM er svært situasjonsavhengig. Det viser seg gjennom intervjuene at bruken av BIM i produksjonsfasen anses gunstig i møtesammenheng, ved utfordrende byggetekniske situasjoner, og planlegging. Flere velger å benytte BIM-modellen når prosjekt og arbeidsoperasjoner skal presenteres for underentreprenører og samarbeidspartnere. Dette gikk igjen blant mange, og i tillegg til oppstartsmøter og presentasjoner blir BIM også brukt aktivt i møter i den daglige driften. Dette omfatter blant annet fremdriftsmøter, bas-møter, og andre særmøter. På HSV benyttet de modellen i så godt som alle slike møter, men i noe mindre grad på byggherremøter. En av respondentene sier at på prosjektet vedkommende sist var tilknyttet brukte særlig produksjonsleder- og bas for betong *«det veldig aktivt for planlegging og visualisering»*. Også håndverkere på andre prosjekter benytter BIM i slike sammenhenger, og en det nevnes blant annet at *«... i begynnelsen når vi begynte, da det var det mye planlegging og sånt, da brukte jeg det (BIM) nesten daglig.»* Blant produksjonsfunksjonærene nevnes det at flere av de tekniske fagene benyttet StreamBIM til å se på tegninger, mens de selv brukte det aktivt under befaringer.

«Vi brukte jo Rendra (StreamBIM) mye. Det brukte vi fra vi begynte å registrere da tømmerne begynte med enklings av vegger, og de brukte det til å ta bilder og billedokumentasjon. Og vi begynte også etterhvert å gå befaringer med det aktivt.»

BIM-kioskene blir også brukt i forbindelse med bestilling av utstyr. Blant annet tekniske fag kan benytte modellen til å gjøre nødvendig måltaking for bestilling av utstyr og materialer de behøver. De tekniske fagene opplever ofte at de har komplekse og utfordrende detaljer, og BIM-modellen blir dermed hyppig brukt for å få oversikt i forkant av- og under arbeidsoperasjoner. I den forbindelse blir også modellen gjerne benyttet av flere fag samtidig dersom man opplever risiko for at ting kolliderer, eller at man trenger hjelp til å løse spesifikke utfordringer.

5.3.4 Begrensede faktorer

Selv om bruken av BIM i produksjon har vært økende påpeker samtlige, direkte eller indirekte, at oppslutningen fortsatt er lav, og at man forventer hyppigere bruk fremover. Som nevnt omfatter bruken primært prosjektledelse og produksjonsfunksjonærer, samt tekniske fag og noen av deres montører. Det gjenstår da en rekke ulike aktører som, bevisst eller ikke, fortsatt ikke har tatt det i bruk. Som tidligere beskrevet opplever flere at bruk av BIM i stor grad avhenger av prosjektene, og at bedrift og konsern i større grad kunne kommet med føringer. En forutsetning for at prosjektene skal ta i bruk BIM, også i produksjonsfasen, blir dermed at prosjektledelsen har tilstrekkelig kjennskap til mulighetene BIM gir. Intervjuene viser at dette er en utfordring, da flere hevder mangel på kompetanse gjør det utfordrende å implementere BIM fullstendig i den daglige driften. Nå som StreamBIM skal benyttes på alle nye prosjekter kan det bidra til at flere involveres og ser nytten av bruk av BIM. Det blir nevnt at *«jeg synes det er bra at vi har nå en plattform som heter Rendra (nå StreamBIM) og*

som alle sammen skal bruke. Det vil øke kunnskapsnivået, og minimere terskelen for å bruke det». At man får etablert en felles plattform som alle kan forholde seg til vil kunne bidra til å skape kunnskap og ferdigheter en kan bygge videre på. Det er da helt essensielt at programmene er enkle- og intuitive å bruke slik det blir sagt av en produksjonsfunksjonær:

«... en må huske hele veien at tømrere, malere, kjøkkenmontører er ikke så veldig interessert i å sitte bak en pc-skjerm. De liker håndarbeid. En må få de med på laget, og brukersnittet må være så enkelt at det er enklere å bruke det enn slik dagens system er.»

Flere har oppgitt at de mener de har for dårlige ferdigheter, og at økt kompetanse ville ført til mer bruk. Dette kan smitte over på andre aktører i prosjektene, og flere av intervjuobjektene viser til flere årsaker til at bruken ikke har «tatt mer av». Det nevnes blant annet at tømrere ikke får informasjon og opplæring til å bruke BIM, slik at de kan utnytte mulighetene verktøyet gir.

«Jeg tror kanskje ikke de (tømrerne) ble informert om at det var mulig å ta ut tegninger på telefonen».

Dersom håndverkere ikke får tilstrekkelig informasjon om at verktøyet er tilgjengelig kan det naturlig nok ikke forventes at de skal ta det i bruk. Det hevdes at i hvilken grad hvert enkelt fag har nytte av verktøyet vil variere, men kjennskap til muligheten er i alle fall essensielt for at det skal bli testet.

«Muligheter skaper behov tenker jeg. Gir man tilgang så skaper det også et behov. Nå har de (håndverkere) muligheten til å komme inn å spørre, og det skaper et behov. De kan komme inn å spørre, og så får de noe ut av det. Gir man de muligheten til at de kan bruke modellen mer aktivt ute, så vil jeg tro de vil gjøre det.»

På prosjektene som har hatt BIM-kiosk på byggeplassen har man opplevd at arbeidere virker interesserte, og at de som først begynner å bruke den virkelig ser nytten. Utfordringene flere nevner er knyttet til opplæring og kunnskap. Det har ikke vært tydelig fordeling av ansvar for opplæring av arbeidere på byggeplassen. Opplæring har dermed til dels vært avhengig av individuelle initiativ. Dette gjør at man i stor grad er avhengig av at de ulike fagene gir sine ansatte opplæring.

«Det er jo litt vanskelig for vi har jo ingen gjennomgang med de som er ute på plassen. Det var veldig fritt fram for alle å bruke den, så det var jo litt prisgitt at de(underentreprenørene) hadde kommunisert til sine ansatte da.»

Opplæringen, der det har vært opplæring, har stort sett foregått ved demonstrasjoner for primært produksjonsfunksjonærer og baser. Mangel på opplæring medfører dermed at mange finner BIM-modellen vanskelig å bruke.

«Det er jo ikke noe opplæring i det hele tatt ute, det er jo bare funksjonærene så vidt jeg vet i alle fall.»

Opplæringen trenger ikke være spesielt omfattende, men en grunnleggende demonstrasjon av hvordan enkle funksjoner kan brukes i det daglige kan være nok til at arbeidere ser nytten. Som kommentert av flere av respondentene er det ikke mange kommandoer en trenger å lære seg. Det kreves kun grunnleggende kjennskap til et fåtall funksjoner for å kunne navigere seg rundt i modellen på egenhånd.

«Det er veldig viktig at alle får ordentlig opplæring. Jeg har sett folk som stod der timevis foran BIM-kiosken, men hadde egentlig ingen peiling på hva de skal lete etter eller hvordan verktøyet brukes.»

Flere av respondentene hevder at bruk og interesse også i noen grad kan relateres til alder. Det er liten tvil om at unge i større grad er oppvokst med teknologi, og dermed kjenner ulike digitale verktøy godt, men om det betyr at eldre dermed har dårligere utgangspunkt for bruk av slike verktøy er mer usikkert, noe som respondentene er delte om.

«Jeg opplever de slik at man sier, jaja dette er noe for de unge. Jeg må bare klare meg med det jeg har.»

Noen viser til at det primært har vært yngre som har vist interesse og brukt BIM aktivt. Dette inkluderer også private initiativ som opplæring på egenhånd. Flere opplyser at eldre håndverkere og montører var mer skeptiske i starten, men at også de ser nytten relativt raskt etter at de tar det i bruk.

«Det er mye knapper, og det er mange som er redd for å trykke feil, og trykke seg bort»

Andre hevder at forskjeller i interesse og bruk forklares ved andre individuelle forskjeller, og mener alder alene ikke er noen årsak til skepsis. En av respondentene poengterer at de aller fleste, også eldre, benytter avansert teknologi i egne hjem, og er eksponert for ulike verktøy privat. Det bør derfor ikke være noen grunn til at eldre, erfarne funksjonærer og håndverkere ikke tar i bruk BIM, både på PC, telefon og nettbrett, dersom de får det tilgjengelig.

5.3.5 Endring ved bruk av BIM

Bruken av BIM i produksjon er som nevnt svært varierende mellom ulike aktører og roller. I hvilken grad BIM bidrar til endring i arbeidshverdagen vil naturlig nok ha sammenheng med bruken. Selv om noen peker på måter BIM påvirker deres hverdag, mener de fleste at det fortsatt er et stort uforløst potensial ved BIM i produksjon. Økt oppslutning av brukere, mer informasjon i modellene, og ved å inkludere flere dimensjoner vil modellen kunne bli sentral i hverdagen. En produksjonsfunksjonær oppgir følgende på spørsmål om hvordan bruk av BIM i produksjon påvirker vedkommende sin arbeidshverdag:

«Sånn som det har vært nå så påvirker det ikke så mye som jeg skulle ønske. Vi må løfte det til et nivå der vi har 4D-planlegging. Og mer tilgjengelig, altså 4D-planen mer tilgjengelig for å se noen endring i produksjon. Det som er den største endringen nå var ved befaringen. At vi får en helt annen logg på det, en helt annen oppfølging fra de som skal utføre punktene.»

En har dermed ambisjoner om at 4D BIM i større grad vil påvirke det daglige. Slik prosjektene har vært gjennomført påvirker altså ikke bruk av BIM i produksjon arbeidshverdagen til produksjonsfunksjonærer annet enn at tegninger som vises og distribueres til håndverkere kan hentes fra BIM-stasjonene, og evt. vises direkte fra nettbrett/BIM-stasjon. Bruk av BIM i produksjonsfasen påvirker produksjonsfunksjonærer og prosjektledelse i den grad at man har et ekstra verktøy å lene seg på og benytte i møtesammenheng. Dette medfører at man kan bruke modellen til å vise og beskrive utfordringer og muligheter i forkant av arbeidet.

5.4 Fordeler av BIM i produksjon

«Beslutning om å benytte slike verktøy blir basert på hva en kan få ut av det, og med mål om å gjøre hverdagen til de som utfører arbeid, lettere». Slik beskrives bakgrunnen for at digitale verktøy som BIM, implementeres i hverdagen. En enklere hverdag vil kunne bidra til at man får gjennomført arbeidet bedre og raskere, og prosjektene blir mer effektive. Bruken av BIM i produksjon variere som nevnt mellom ulike aktører og roller, og er i stor grad avhengig av interesse og enkelte initiativ. Dette medfører at bruken påvirker ulike roller noe forskjellig. Særlig blant håndverkere påvirker det arbeidshverdagen svært ulikt. I intervjuene kommer det frem at den enkelte tømrer i liten eller ingen grad benytter seg av BIM i produksjonsfasen, og arbeidsdager går dermed «som normalt». For de tekniske fagene derimot medfører BIM, og særlig BIM-kioskene, at arbeidshverdagen blir enklere, og det nevnes blant annet at BIM bidrar særlig i forbindelse med *«planlegging og bestilling av utstyr. Jeg sparer mye tid istedet for å gå rundt på plassen og måle lengder til kabler og sånt. Da kan jeg gjøre alt på dataen mye lettere og raskere».* Vedkommende opplever at man ikke lenger behøver å gå rundt på byggeplassen for å måle, slik vedkommende tidligere har måttet gjøre.

5.4.1 Samarbeid, kommunikasjon og tverrfaglig forståelse

Tidlig i en byggeprosess kan det være utfordrende å se for seg hvordan det ferdige bygget med tilhørende tekniske løsninger vil se ut. Det har vist seg at bruk av BIM til å visualisere i forkant og underveis bidrar til økt forståelse og innsikt blant arbeidere. I forbindelse med oppstart for enkelte aktører blir BIM-modellen gjerne brukt til å presentere prosjektet og deres områder. Det viser seg å være et effektivt verktøy for å skape forståelse slik en av respondentene uttrykker:

«... Da viste byggeledelse 3D modellen slik at alle fikk en ide om hvordan bygget skal se ut med en gang. Så det var lett å forstå ved hjelp av 3D-modellen. Det var lettere enn med en vanlig tegning, for å si det sånn!»

Overordnet forståelse for hvordan prosjektet skal se ut ved fullførelse, og kjennskap til hvilke andre aktører en blir jobbene i nærheten av, er en opplagt fordel for å kunne drive godt samarbeid. BIM-modellen kan bidra til slik forståelse, og dermed legge til rette for tettere og bedre samarbeid mellom de ulike underentreprenørene på byggeplassen. Det er viktig å få slutt på det en av respondentene kaller «silo-tenking». Det innebærer at enkelte aktører prioriterer egen vinning fremfor prosjektene som helhet. I en fragmentert bransje med mange ulike aktører i hvert prosjekt er dette kilde til mange tvister og uenigheter slik vedkommende beskriver:

«Vi er jo en bransje som krangler veldig mye, og det er ikke produktivt og effektivt å gjøre både med kunder og underentreprenører. Da må vi heller samarbeide. Det snakker vi om, men vi er ikke like flinke til å få det til i alle prosjekter»

En av respondentene, med lang bransjeerfaring og fra ulike roller, sier at kommunikasjon og samarbeid mellom underentreprenører tidligere har variert i stor grad, og har ofte opplevd at underentreprenører kommuniserer for lite sammen seg imellom. Dette fører til at løsninger kolliderer, og at man først tar tak i problemene etter at de har oppstått. På HSV og Campus G12 opplevde de at BIM-kioskene ble naturlige samlingspunkt der flere fag tidvis møttes og diskuterte løsninger og tilpasninger. Spesielt de tekniske fagene, med mange utfordrende og komplekse detaljer, opplevde dette som svært effektivt.

«Hvis du har en vanskelig kryssning, som er de største problemene da, eller at man skal ligge parallelt, så er det lettere å se på det sammen enn å stå å peke og, «her skal jeg gå sånn og sånn», så får du liksom sammen sett på hvordan det er tenkt å se ut, så får man lagt en litt mere slagplan.»

Flere av funksjonærene nevnte også at BIM-kioskene er et godt utgangspunkt for å diskutere løsninger med flere arbeidere og fag. Slikt er også fullt mulig med papirtegninger, men BIM-modellen gjør det likevel langt mer tilgjengelig. Man har umiddelbart tilgang til all informasjonen man behøver. De tekniske fagene benyttet BIM-kiosken til å planlegge, både eget arbeid, samt få oversikt over hva andre drev med. En av respondentene nevner at «*de største fordelene syntes jeg at man får litt forståelse av hvordan bygget skal se ut etterpå*», og viser til at BIM-kiosken gir mulighet til å visualisere både detaljer og komplett bygg, noe vedkommende mener er fordelaktig. Byggeplassene er representert med arbeidere fra flere land, og språkkunnskapene varierer. Bruken av 3D verktøy forenkler kommunikasjonen, og gjør det enklere å skape forståelse, selv om språkbarrierer oppstår:

«Jeg føler det gjør kommunikasjonen enklere. Det er litt sånn når man skal kommunisere på flere språk, og ikke alltid forstår hverandre like godt, så er det greit å ha noe som tydeliggjør det. Jeg opplever i alle fall at det er lettere å visualisere når man ser det i 3D, enn i 2D. Det er lettere å vise frem ting, og forklare hva man mener.»

Slik beskrev en av respondentene hvordan vedkommende opplevde kommunikasjonen på byggeplassen, og at det tidvis kunne være utfordrende å kommunisere og forklare bygningsdetaljer og tegninger uten bruk av BIM. Dette gjaldt både kommunikasjon mellom prosjektledelse og underentreprenører, men også internt mellom underentreprenørene. Modellen bidrar til at alle kan ha større oversikt over hva som skjer på byggeplassen, og koordinering mellom ulike aktører forenkles.

«En ser jo mye mer tverrfaglig også. Når jeg går en runde og ser på modell, så har alle fagene samlet i den modellen, kontra det å ha en og en tegning oppe for å sjekke hvert fag, så det blir jo en helt annen oversikt på det man skal bygge.»

For prosjektledelsen blir det dermed enklere å ha oversikt og kontroll over fremgang, kvalitet, og planlegging. Oversikt kombinert med at informasjonen blir enklere å formidle videre bidrar i følge en av respondentene til at:

«... anleggsledelsen får et bra verktøy til å formidle det som skal gjøres eller status på en visualisert måte som gjøre det enklere å få håndverkerne eller fremdriftsmøtene til å forstå status og ukeplaner.»

Samtlige respondenter er enige i at bruk av BIM i møtesammenheng på byggeplassen er gunstig, og bidrar til økt engasjement. En av respondentene nevner følgende på spørsmål om hvilke effekter bruk av BIM har i møtesammenheng:

«Det er veldig nyttig. Det blir større deltakelse på møtet. Folk får mer eierskap til det som skjer, og ser litt mer konflikter eller fordeler eller grensesnitt mot andre fag da»

5.4.2 Forenkling og effektivisering

En av årsakene til at BIM blir tatt i bruk i produksjon er at man ønsker å forenkle og effektivisere arbeidet. Man ønsker å utføre arbeidet raskere, bedre og tryggere, og på en måte som ikke går negativt ut over noen andre. Men er det virkelig slik at det blir lettere og mer effektivt ved å ta i bruk BIM?

Samtlige respondenter er enige i at BIM bidrar til å gjøre arbeidet lettere. Økt tilgang på tegninger, mulighet til å visualisere komplekse detaljer på forhånd, og mulighet til å diskutere spesifikke løsninger med kollegaer og andre fag ute på plassen er noen faktorer som bidrar til nettopp dette. En av respondentene beskriver hvilket inntrykk vedkommende har av effektene BIM i produksjon gir:

«Det gjør jo hverdagen lettere for alle. Hvis alle leverer sine tegninger fra prosjektering og så blir det lagd en ordentlig 3D-modell, så slipper man å se på andre manns tegninger, for eksempel hvis jeg tenker på å montere kabelbru, så har jeg jo ikke lyst til å hente tegninger fra snekkeren angående himlingshøyde eller sånn. Da kan alle forholde seg til samme modell, og så blir det mindre krasj, og mindre utfordringer»

Det er altså enighet om at BIM bidrar til å gjøre arbeidet enklere, men hvordan effektiviteten påvirkes virker det å være noe usikkerhet rundt. Flere oppgir at de tror at byggeplassen øker effektiviteten ved å bruke BIM, mens andre er litt mer tilbakeholdne.

«Det er kortere vei til en tegning. Kortere vei til modellen. Utover det har jeg ikke så mye jeg tenker er sånn direkte gevinst, men jeg tenker det gir mye.»

Ved bruk av BIM-kiosker og StreamBIM har brukerne mengder av informasjon tilgjengelig, og for flere medfører dette at man sparer mye tid, som man ellers ville brukt til å lete opp en eller annen papirtegning. En av respondentene opplever at man ofte kan gi umiddelbare svar dersom noen lurere på noe vedrørende utførelsen, ved at StreamBIM ligger tilgjengelig. Vedkommende opplever at programmet i større grad enn tidligere verktøy innbyr til bruk av BIM i produksjon, og viser blant annet til følgende fordeler:

«Jeg kan svare opp veldig mye direkte. En annen ting er jo at man har en del måleverktøy i Rendra (StreamBIM). Det er veldig lett å målsette himlingshøyde for eksempel. Produksjonslederne burde jo være mestere på dette.»

Andre har også erfart at håndverkere og montører i stor grad har fått nytte av BIM-kioskene, og merker at den enkelte i større grad enn tidligere har muligheten til å undersøke tegninger og detaljer selv.

«Etterhvert som montørene blir flinkere til å bruke de (BIM-kioskene), så får du ikke like mange telefoner, at du må ikke ta ut like mange snitt, for de kan gjøre det selv. I alle fall når det er BIM-kiosk ute på byggeplassen, så kan de gå ut der å ta ut det snittet selv, og måle i den hvis de har lært seg det, så slipper du å lage de snittene ut ifra den BIM-modellen, printe det ut på et ark og komme ut på byggeplassen med det da. Så sånn at det blir mer effektivt, det gjør det helt klart!»

Et annet element som nevnes er besparelser man gjør på utskrift av papirtegninger. Dersom BIM-modellen er tilgjengelig for alle, og at den har tilstrekkelig nøyaktighet og pålitelighet vil man kunne redusere antall utskrifter betraktelig. Utskrifter representerer ikke bare materialkostnader, men særlig legger det beslag på mye tid. En av respondentene oppsummerer sine tanker rundt bruk av BIM i produksjon på følgende måte:

«Jeg tror det har en positiv effekt for alle. Alle fag, både tekniske og bygg har hevet standarden sin, og blitt mer nøyaktige. Du har en helt annen fasit enn når du sitter på en 2D-tegning, og jeg tror kvaliteten av det blir bare bedre og bedre, og effektiviteten også. Det sparer jo prosjektleder og flere med disse BIM-kioskene blant annet når montøren, når det er noe han lurere på, så har han det der og da.»

5.4.3 Færre endringer og feil

At BIM bidrar til økt innsikt og forståelse i prosjektene er det bred enighet om. Hvorvidt slik forståelse, bedret samarbeid og kommunikasjon, samt økt tilgang på informasjon resulterer i bedret kvalitet og færre byggefeil virker å være noe mer uklart. En del av respondentene mener at bruk av BIM *kan* ha bidratt til at feil ikke har oppstått, men de fleste trekker frem kollisjonskontroller i prosjekteringen som den største årsaken til at feil kan lukes ut. Selv om det kan være utfordrende å relatere antall feil til bruk av BIM opplevde de i alle fall svært få endringer og byggefeil på HSV, og det blir blant annet sagt at:

«Jeg kan tenke at vi får mindre endringer, ikke som en endringsmelding, men altså omgjøring på grunn av feil bygging etter tegning. Det vil jeg absolutt tro, eller mene. Det kan jeg si er en påstand at vi får mindre ombygging.»

Vedkommende forklarer dette videre med at man, ved å bruke modellen, umiddelbart ser hva som blir konsekvensene av for eksempel å flytte en kabelbro 50 centimeter dersom det virker gunstig. Det blir dermed enklere å lete etter alternative løsninger i modellen, og det oppleves enklere å invitere andre med i problemløsning når man har modellen tilgjengelig fordi det krever langt mindre for å sette seg inn i situasjonen da visualisering bidrar til rask forståelse. På prosjektet vedkommende tilhørte hadde de svært få endringer underveis, og byggingen gikk i stor grad som planlagt. Grunnet noen betongdekker som «hang» mistet elektro og ventilasjon noen centimeter som viste seg å medføre at deres kanaler og lamper kolliderte. Sammen fant de en alternativ løsning, som de også innførte på alle tilsvarende rom, for å slippe å være avhengig av om betongdekkene «hang» eller ikke. Hadde man ikke oppdaget at dekkene «hang» så tidlig, og raskt få avklart hvordan man skulle løse det, kunne man fort ha støtt på mange problemer da disse rommene var gjentakende enheter. BIM bidrar til å unngå slike «systemfeil» ved at man blir klar over utfordringene tidlig, og effektivt greier å løse de.

5.4.4 Forbedret dokumentasjon

Bruk av BIM i produksjon, med mulighet for å importere bilder og kommentarer fra BIM-kiosk, mobil, nettbrett eller PC gjør det mulig å dokumentere fremgang og utført arbeid løpende i BIM-modellen. For det første danner BIM modellen en tydelig «fasit» for hvordan bygget skal bli, og det kan gjøre det lettere å oppdage feil slik omtalt:

«Vi ser det jo som en fordel, og opplever ofte at andre fag kanskje ikke følger modellen eller høyder like nøye da. Det er ganske enkelt å påvise om noen ligger feil eller ikke da.»

Når feil først er gjort og oppdaget nevner flere at det kan være utfordrende å fordele ansvar. Slike feil kan være kilde til konflikter, noe god dokumentasjon kan bidra til å unngå. Representant fra ett av beskrevne prosjekter viser til spesifikk situasjon:

«Her på plassen klagde jo kjøkkenleverandør på ventilasjonen. De hadde gjort oppmålinger før ventilasjon kom opp, og så hadde vi bilder på at det de sa var ren løgn. En kan avdekke slike løgner hvis en kan ferdigmelde jobben i leiligheten digitalt,

med en digital stemping. Da kan ikke en aktør komme å si at noe ikke var på plass når de kommer, for det er allerede dokumentert i BIM-modellen når ting var utført.»

I den beskrevne situasjonen hevdet altså kjøkkenleverandøren at de hadde kontrollmålt på et gitt tidspunkt, og at ventilasjonsleverandøren var kilde til det som skulle vise seg å være et avvik. Takket være datert bildedokumentasjon fra produksjonsfunksjonærer kunne man vise at disse påstandene var feilaktige, og at kjøkkenleverandøren måtte bære ansvaret for avviket. Slike «hvite» løgner oppgis det at man eksponeres for svært ofte, og god dokumentasjon er da svært viktig.

5.5 Ulemper ved BIM i produksjon

«Ulemper, den største ulempen er at vi legger veldig mye arbeid i å lage en 3D-modell, og så henter vi ut altfor lite av den.»

Slik beskrives ulempene ved å innføre BIM på byggeplasser. Det viser seg at respondentene synes det er vanskelig å nevne direkte ulemper av å bruke BIM på lang sikt. På kortere sikt kan man imidlertid identifisere flere elementer som kan skape problemer.

5.5.1 Ressurskrevende

BIM, med de tekniske installasjonene man velger, vil som mange nevner representere en kostnad. Avansert utstyr koster svært mye, og det er i praksis ingen øvre grense for hva teknologi på byggeplassen kan koste.

«Hvis man får sånne ting (BIM-kiosk) ut, så må man ha god sikkerhet rundt dette da. Det er stor investering for et selskap eller prosjekt. Det skal være tilgjengelig, samtidig som det skal være sikkert at det ikke blir frastjålet»

Som påpekt av en av respondentene kan det at verdifullt utstyr blir lagret på byggeplasser medføre økt fare for innbrudd og tyveri. Det vil derfor kreve økt grad av sikring av utstyr på byggeplassen. Det nevnes også at man ved implementering av BIM i produksjon kan forvente at det legger beslag på ressurser både for å sette det i drift, men også for opplæring, drift og eventuell oppfølging. I perioder der man gradvis tilvenner seg nye systemer vil flere kunne oppleve «dobbeltarbeid» ved at man føler behov for å støtte seg på gamle metoder og verktøy i tillegg til det nye.

5.5.2 Når teknologien ikke fungerer

Usikkerhet i BIM-modellen blir av flere nevnt som en utfordring. På et av prosjektene oppgir en av respondentene at de opplevde at «feil og avvik» i modellen kunne føre til usikkerhet og frustrasjon blant flere. BIM-modellens nøyaktighet kan være avgjørende for om den blir stolt på eller ikke. Vedkommende nevner blant annet at arkitektene *ikke* hadde tegnet inn fall på noen gulvareal som skulle ha dette. Ved å bygge basert på modell kreves det dermed kjennskap til hvilke forenklinger som er gjort i modellen. Slike forenklinger og hensyn må kommuniseres til håndverkerne, noe de oppdaget var en utfordring på et av prosjektene. På

prosjektet var de prosjekterende for ett av de tekniske fagene selv usikre på detaljnivå og hvilke forenklinger som ble gjort i BIM-modellen, og håndverkerne fikk dermed ikke tilstrekkelig informasjon fra sine ledere. Endringer i modellen kan også medføre usikkerhet, og på et av prosjektene ble BIM-modellen oppdatert ukentlig.

«... her så var jo prosjektering egentlig ikke ferdig mens produksjonen var i full gang. Så det er veldig viktig at 3D-modell ikke blir endret for mye mens det blir produsert»

På Campus G12 opplevde man at det ble en del justeringer og endringer underveis. Da dette var et rehabiliteringsprosjekt var dette noe man til en viss grad kunne forvente, og det nevnes dermed at slike prosjekter setter BIM-modellen på prøve. Det vil da være viktig å være klar over eventuelle avvik og feil som kan oppstå. Flere opplever at mange arbeidere og ledere kan bli opphengt i modellen slik en av respondentene uttrykker:

«Du blir litt låst mot den modellen da, som er en teoretisk ideell verden da. Jeg ser at man fort blir litt opphengt i den, og glemmer byggeavvik og menneskelige aspekter oppi det hele da. At det krever mye av prosjekteringa, og at det må holde et veldig høyt nivå hvis du skal bruke det fullt ut da.»

5.5.3 Øvrige hindringer

Intervjuene viser at de fleste får identifisert ulemper på kort sikt, som på lengre sikt fremstår som utfordringer eller hindre en må overvinne. Man er i stor grad avhengig av at kompetansen til ansatte økes slik at man kjenner til eventuelle svakheter ved modell og metode. Å øke kompetansen, og sikre tilstrekkelig opplæring virker å representere en hovedutfordring ifølge respondentene. Samtlige peker på utfordringer knyttet til å heve kompetansen blant egne og andres ansatte. Det nevnes blant annet at det kreves en viss endringsvilje. Og som nevnt i 5.3.4 Begrensede faktorer, nevnes det av noen at alder kan ha innvirkning. Det hevdes blant annet at flere eldre med begrensede IT-ferdigheter, og med lang erfaring med tidligere metoder og verktøy, i større grad enn andre er tilbakeholdne til å ta i bruk verktøy som BIM.

Flere av respondentene sier at de selv ville brukt BIM i større grad dersom de hadde behersket det bedre, og trekker frem samme årsak til at andre også ikke bruker det mer. Ulike personer har ulike forutsetninger og kunnskaper, og alle trenger nødvendigvis ikke like mye opplæring eller kursing. Det blir sagt at bare ved å lære seg noen enkle funksjoner vil man se nytten av verktøyet, som skaper grobunn for videre læring. Det fremstår som en uavklart utfordring hvem og hvordan samarbeidspartnere og underentreprenører skal læres opp. Er det totalentreprenør, underentreprenør eller den enkelte som bør ha ansvar for å skaffe tilstrekkelige kunnskaper? Underentreprenører risikerer å møte nye verktøy i hvert prosjekt, og det kan dermed bli vanskelig for underentreprenører som i større grad veksler mellom prosjekter.

«Jeg tror at vi tjener på å begrense programvare til et minimum, og så er det jo de spesielt interesserte og fremoverlente må få mulighet til å teste nye programvare»

Slik en av respondentene mener kan det være gunstig å etablere en plattform alle skal ha kjennskap til, og så kan heller de «mest fremoverlente» delta på prosjekter der en prøver ut nye løsninger og verktøy.

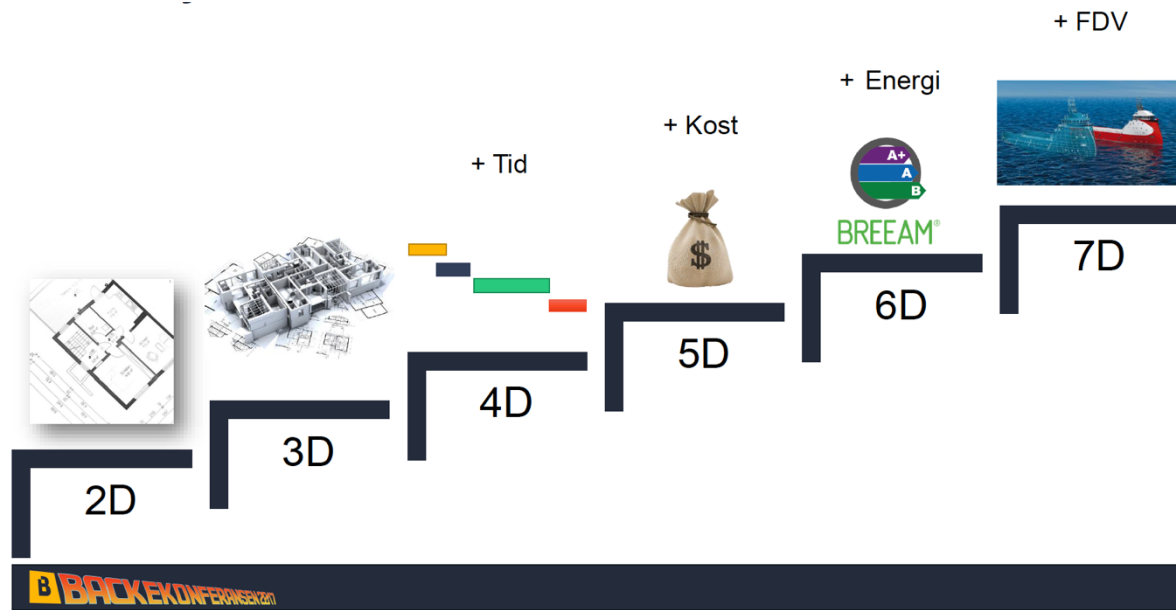
5.6 Videre om BIM i Backe Stor-Oslo

Backe Stor-Oslo jobber, i likhet med øvrige entreprenører i konsernet, med å digitalisere driften. Backe Entreprenør stiller med ressurser og bidrar til at utvalgte prosjekter tar i bruk nye verktøy som en tester ut i pilot-prosjekter. Bransjen utvikles kontinuerlig, slik Cato Hoel sa til Byggetid tidlig i 2017:

«Utviklingen går så fort at hvis vi ikke lenger henger i svingene, så vil vi tape til mer fremoverlente konkurrenter. Om noen år tror jeg for eksempel at vi vil bruke mobilen til å laser-scanne bygg.» (Nygaard 2017)

Det skulle vise seg å gå enda litt raskere enn Hoel uttalte, og allerede i løpet av 2018 begynner Backe Stor-Oslo med mobil-skanning av byggeprosjekt som et pilot-prosjekt. Dette vil danne grunnlag for å høste verdifull erfaring, som øvrige prosjekter og selskaper vil kunne nyte godt av.

Selv om flere mener de mangler kompetanse og erfaring med bruk av BIM i produksjon, ytrer alle respondenter vilje til å lære mer. Selv de, et par av respondentene, som omtaler seg selv som skeptikere, ytrer ønske om opplæring for å styrke egen kompetanse, og tror at det til slutt vil bidra positivt i hverdagen og for prosjektene. En av respondentene som har benyttet seg av BIM-kiosk sier at vedkommende «*har veldig lyst, i mellomtiden før neste prosjekt starter for fullt, å få ordentlig opplæring og bruke verktøyet enda mer effektivt.*» Det følges også opp med at vedkommende kommer til å etterspørre slik opplæring før neste prosjekt starter. På prosjektet, som alle nye prosjekter hos Backe Stor-Oslo, skal de ta i bruk StreamBIM. Av respondentene som foreløpig har vært tilbakeholdne til bruk av BIM nevner to at «*Jeg mestrer det jo ikke godt enda jeg da, men det har jo med at jeg ikke har brukt det nok*» og «*Jeg har litt (kunnskap om BIM), men kan trenge mer. Mere kunnskap for å kunne bruke det ordentlig.*» Det bekrefter nok en gang viktigheten av kunnskap og opplæring i tiden fremover. Flere av respondentene har nevnt at etterhvert som teknologien utvikler seg, og forenkler arbeidet ute på byggeplassen, spesielt for noen fagfelt, vil kanskje behovet for kompetanse endre seg. En av respondentene trekker frem at dersom man benytter sanntids BIM-applikasjoner som Imerso, så kan utførelse i praksis kontrolleres av programvaren, og at kravene til den som utfører arbeidet senkes. Dette vil eventuelt bety at man i større grad kan ha «*montører som gjør grovjobben, og så har du elektriker som kobler sammen*», slik en beskriver. Imerso er et av verktøyene som beriker BIM-modellen, og som blir introdusert på ett prosjekt høsten 2018. Det er også en rekke initiativ for å ta i bruk andre verktøy, og flere ønsker også å benytte programmer som inkluderer fremdrift og kostnader i BIM-modellen. Det er blant annet funksjonærer som benytter *Synchro* (4D-BIM) i planlegging, men foreløpig i begrenset skala. Ulike potensielle dimensjoner man ser for seg å benytte i fremtiden ble tatt opp og vist på Backekonferansen 2017, og er illustrert i Figur 23.



Figur 23: 2D-7D BIM. (Skällén et al. 2017)

Ikke-Funn

Det er i intervjuene gjort forsøk på å avdekke effekter av BIM i produksjonsfasen, og resultatene er presentert. Det er i tillegg vært stilt flere spørsmål der intervjuobjektene ikke har kunnet gi tydelige svar. Det vil dermed kunne være flere effekter som ikke har blitt nevnt, og som oppgaven i mindre grad omtaler, men som likevel kan oppstå som konsekvens av BIM. I intervjuer og spørreundersøkelse er det stilt spørsmål ved hvorvidt respondenter og deltakere mener at reduserte kostnader er et resultat av bruk av BIM. I intervjuene oppgir et stort flertall at de ikke har kjennskap til hvordan kostnadsutviklingen har vært grunnet bruk av BIM. Respondentene er dermed usikre på om man til nå har oppnådd kostnadsbesparelser som følge av BIM så langt.

Det er nevnt flere effekter som isolert sett bidrar til at man kan spare tid i utførelsen. Også i spørreundersøkelsen er det spurt om tidsbesparelser er en gevinst av BIM, og det scorer relativt høyt blant deltakerne. I hvilken grad dette fører til at samlet gjennomføringstid for prosjektene reduseres blir det derimot ikke gjort rede for i intervjuene, annet enn at det opplyses om at «det er mulig», men at det sannsynligvis er for tidlig å si noe sikkert om. Det dannes dermed ikke grunnlag for å hevde at gjennomføringstiden samlet sett påvirkes den ene eller andre veien.

5.6.1 Backe 2020

Backe 2020 er et mål for konsernet om å få i stand en heldigital byggeprosess innen 2020. Det er en indikasjon på at Backegruppen søker å ligge i front av utviklingen. Backegruppen angir at en heldigitalisert byggeprosess blant annet innebærer følgende elementer;

- **Salgsfasen:** Bygget optimalisert, visualiseres, samt kalkuleres basert på BIM-modell.
- **Prosjekteringsfasen:** Prosjektert og analysert digitalt.
- **Produksjonsfasen:** Automatiserte prosesser og papirløse byggeplasser.
- **Overlevering:** Leverer både fysisk og digitalt produkt, med digital FDV-informasjon.

Backegruppen har også etablert et eget team som skal jobbe målrettet med digitalisering i Backegruppen, og sørge for at konsernet er fremoverlent og i front av utviklingen. Teamet består av 4 personer; kategorisjef prosessutvikling, kategorisjef BIM, IT-sjef, og strategi- og utviklingsdirektør. Dette viser at de tar utviklingen på alvor, og at de ønsker å satse på digitalisering for å oppnå konkurransefortrinn. I den forbindelse fremstår BIM som et av de fremste virkemidlene i digitaliseringen.

6. DISKUSJON

6.1 Generelt

Kapittelet vil ta for seg resultatene presentert i foregående kapittel, og de kvalitative resultatene blir diskutert i lys av teori, empirisk basert teori og kvantitative resultater. Dette medfører at delkapitlene følger samme struktur som foregående kapittel, og resultater blir dermed omtalt i lik rekkefølge som tidligere. Kapittelets innhold er i stor grad basert på undertegnede egne oppfatninger og tolkninger. Der litteratur og annen forskning ligger til grunn vil dette bli presisert.

6.2 Bruk av BIM i produksjon

Bruk av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo omfatter flere ulike verktøy, ulike roller, og ikke minst flere prosjekter. Kapittelet vil derfor diskutere resultater presentert i 5.3 Bruk av BIM i produksjon, og vurdere disse i lys av teori og annen empiri.

6.2.1 Benyttet BIM-løsning

Proprietær BIM virker å være utdatert, og åpen BIM står i fokus hos prosjektene. I intervjuene vises det til BIM-løsninger via blant annet Solibri, StreamBIM og Synchrono, som alle baseres på åpen BIM. Med de muligheter tilknyttet samhandling, kommunikasjon og tilgang på informasjon fremstår det som det opplagte valget ved utforming av BIM-løsning. Byggfakta og BIM Verdinettverk viser også til at det primært er åpen BIM som velges, der 91% av deltakerne oppgir at de bruker åpen BIM (Engeseth 2017). Oppslutningen vitner om at åpen BIM prioriteres, men viser samtidig at 9% ikke bruker åpen BIM. Dette kan virke noe overraskende med tanke på den pågående digitaliseringen, som det er antatt at bransjen vil gjennomgå de neste årene. Åpen BIM er dermed omfavnet av mange, men fortsatt er det flere som ikke benytter seg av det.

Hos Backe Stor-Oslo prøver man å gjøre BIM-modellen tilgjengelig for samtlige aktører på byggeplassen. De presenterte prosjektene Solveggen, HSV Sykehjem og Campus G12 har alle til felles at de i en eller annen grad har benyttet BIM i produksjon. Solveggen brukte Solibri og StreamBIM, HSV hadde i tillegg BIM-kiosk, og Campus G12 kombinerte Solibri med en BIM-kiosk. BIM-løsningene har bidratt til å gjøre modellene mer tilgjengelig, via BIM-kiosk og mobile enheter. Ansatte har hatt gode erfaringer og opplyst at modellene blir lettere å ta i bruk på denne måten. At Backegruppen har inngått konsernavtale med StreamBIM vitner om at det gjøres tiltak for å få rullet BIM ut til potensielle brukere. Intervjuer og uformelle samtaler viser at de i tillegg er flere initiativ for å få inn flere verktøy, slik at bruk av BIM utvides til å favne om enda flere deler av produksjonsfasen. Synchrono og Imerso er eksempler på slike verktøy som er på vei inn i prosjekter, og som kan bidra til at BIM-modellen blir enda mer sentral. På den andre siden virker opplæring å være en begrensende faktor for bruken av BIM på flere prosjekter. Intervjuene viser at det kan være en utfordring å ta ansvar for at samtlige aktører får den opplæringen som behøves. Å få gjort BIM tilgjengelig for samtlige

aktører på byggeplassen kan med det i stor grad avhenge av at det tas ansvar for tilstrekkelig opplæring, slik at arbeidere er i stand til å ta BIM i bruk når det blir tilgjengelig.

6.2.2 Oppslutning og ulike roller

Det er en rekke ulike aktører og roller som har- og vil ta i bruk BIM i produksjon. Delkapittelet tar for seg bakgrunn for at noen velger å ta det i bruk, mens andre til nå ikke har gjort det. Bruk av BIM kan i utgangspunktet benyttes av samtlige på prosjektene, men det påstås at grad av bruk i stor grad avhenger av den enkelte. Verktøyene og programmene varierer noe mellom prosjektene, men samtlige funksjonærer hos Backe Stor-Oslo har modellene tilgjengelig.

Spørreundersøkelsen viser at rundt halvparten av deltakende funksjonærer har deltatt på prosjekt der StreamBIM benyttes, og øvrige deltakere har alle i liten til stor grad praktisk erfaring med bruk av BIM. Det vil med andre ord si at alle deltakere har praktisk erfaring med bruk av BIM, men at bruken er svært varierende. Selv om spørreundersøkelsen viser at samtlige har erfaring med bruk av BIM, oppgis det i intervjuene at bruken er svært varierende, og at flere benytter BIM i svært liten grad. En årsak til sprik i bruksvaner kan være at det er individuelt betinget ved at noen har større interesse for å teste ny teknologi og nye metoder. Dette er lite overaskende, og reflekterer på mange måter samfunnet forøvrig, og den teknologiske utviklingen man opplever. Blant funksjonærene viser spørreundersøkelsen større grad av bruk blant de som har benyttet StreamBIM. En årsak til dette kan være at StreamBIM er benyttet på prosjekter hvor funksjonærer har tatt initiativ til å få det implementert, og at de ansatte dermed er mer interessert i å teste det. Intervjuene viser at noen ansatte har stor interesse for å bruke BIM, mens andre virker mer tilbakeholdne. På denne måten støtter intervjuene påstanden om at bruken i stor grad er avhengig av den enkelte. Det kan også tenkes at variasjon i bruksvaner kan skyldes andre faktorer, og at tilgjengelig BIM-verktøy i større grad kan forklare forskjeller i bruk. På prosjekter med BIM-kiosker viser det seg for eksempel at BIM-modellen blir tatt i bruk av flere på plassen. Det er ikke urimelig å anta at BIM-kiosken bidrar til å øke bruken gjennom økt tilgjengelighet, og dermed at variasjon i bruk mellom prosjektdeltakere skyldes BIM-modellens tilgjengelighet. Det anses likevel avgjørende at det tas initiativ til å undersøke, teste og bruke nye verktøy som dukker opp. På bakgrunn av dette kan det hevdes at bruk av BIM skyldes en kombinasjon av ønske hos den enkelte til å ta i bruk og teste nye verktøy og metoder, og det faktum at verktøyene og metodene anses for å gi opplagte fortrinn i arbeidshverdagen, og dermed velges. I tillegg virker det rimelig å anta at BIM-modellens tilgjengelighet i betydelig grad avgjør hvor utbredt bruk av BIM blir på den enkelte byggeplass.

Videre er det interessant å vurdere om det er slik at BIM primært egner seg for bruk blant prosjekt- og byggeledelse, eller om det i like stor grad kan benyttes av håndverkere. Hos Backe Stor-Oslo brukes BIM ofte i forbindelse med møter, og som hjelpemiddel i produksjonen. Det nevnes, både av underentreprenører og funksjonærer hos Backe, at BIM er et effektivt verktøy for å skape forståelse på møter. Resultat av slik bruk er større deltakelse på møtene, og bedre engasjement. Det virker rimelig at BIM egner seg godt i slike situasjoner, og at det derfor er velegnet for bruk blant funksjonærer.

6. DISKUSJON

Isaksson et al. (2016) viser til en rekke aktiviteter der BIM benyttes blant svenske entreprenører. Planlegging og organisering, logistikk, fremdrift, bemanning og lignende scorer relativt dårlig i undersøkelsen. Aktivitetene som scorer høyest er tettere på produksjonen, og omfatter i stor grad visualisering. Det nevnes også i intervjuer at BIM i stor grad bidrar for funksjonærer og baser i produksjon til å visualisere arbeidsoppgaver og detaljer, og planlegge gjennomføring. Det er dermed noe overraskende at visualisering scorer relativt lavt i spørreundersøkelsen blant funksjonærer hos Backe Stor-Oslo.

Både Merschbrock og Nordahl-Rolfsen (2016) og Bråthen og Moland (2016) viser til at BIM egner seg svært godt for bruk i produksjon, ved å vise til prosjekter der BIM har blitt benyttet aktivt i produksjon. Også disse trekker frem at arbeidere har brukt det i forbindelse med visualisering. Dette gir indikasjoner på at det er en betydelig bruksverdi for BIM utenfor byggeplasskontoret, og at bruken kan gi vel så stor nytte blant håndverkere.

BIM kan i prinsippet benyttes av samtlige aktører på byggeplassen. Implementeringen er godt i gang, men ifølge intervjuene, så viser bruken seg å i størst grad omhandle funksjonærer hos Backe Stor-Oslo. Dette støttes også av svarene fra spørreundersøkelsen, der bruk av BIM blant baser og håndverkere vises å være begrenset. Prosjektledere, anleggsledere og produksjonsledere bruker i følge undersøkelsen BIM i omtrent like stor grad. I intervjuene hevdes det dog at produksjon- og anleggsledere bruker BIM i større grad enn prosjektledere, men at dette er varierende.

Intervjuene viser at det i tillegg til funksjonærer hos Backe Stor-Oslo er en rekke tekniske fag som benytter BIM, og særlig BIM-kioskene som har stått utplassert på utvalgte prosjekter. Det hevdes at elektro, rør og ventilasjon er fag som har hatt stor nytte av å bruke BIM, og som dermed har brukt BIM-kioskene i relativt stor grad. Isaksson et al. (2016) viser som nevnt til visualisering som aktivitet der BIM i størst grad benyttes, og det er dermed naturlig å anta at fagene med størst behov for visualisering bruker BIM mer enn fag der dette ikke er like aktuelt. Som påpekt i intervjuer kan arbeidet til de tekniske fagene tidvis kan være svært komplisert, og at de derfor har behov for å visualisere og diskutere spesifikke løsninger. I situasjoner der en har slike kompliserte detaljer, og har behov for å planlegge og kontrollere arbeidet, blir det nevnt i flere intervjuer at BIM er spesielt viktig.

Fag søm tømmer, maling, betong osv. benytter, ifølge intervjuer, BIM i liten grad. Spørreundersøkelsen understreker dette ved at håndverkere scorer svært lavt på bruk av BIM. En årsak til dette kan være at deres arbeid er å anse som mindre komplisert enn de tekniske fagene, og dermed ser mindre potensial ved BIM sett i lys av aktivitetene Isaksson et al. (2016) nevner.

Dette samlet sett indikerer at bruk av BIM i produksjon ikke begrenser seg til funksjonærer, men en rekke tekniske faggrupper på prosjekter hos Backe Stor-Oslo. Undersøkelsene viser dog at bruken blant visse fag fortsatt er svært begrenset. Andre studier har vist at BIM kan

brukes tett på produksjon, men at opplæring er avgjørende for at man skal ta det i bruk (Bråthen & Moland 2016; Iversen 2015; Merschbrock & Nordahl-Rolfsen 2016).

Kunnskap og kompetanse fremstår dermed som en potensiell årsak til at noen faggrupper i mindre grad enn andre benytter BIM. Det innebærer at variasjon i bruk forklares ved at noen faggrupper i større grad lærer opp sine ansatte til å ta i bruk BIM, mens andre faggrupper blir hengende etter. Intervjuer viser at det er utfordrende å sikre tilstrekkelig opplæring til alle på prosjektene. Ansatte har forskjellig utgangspunkt, og det hevdes at flere prosjekter opplever at manglende opplæring kan være kilde til lite bruk. Det gjelder forøvrig også blant funksjonærene, og flere opplever at håndverkere i liten grad benytter BIM som følge av at det hittil ikke er gitt tilstrekkelig opplæring og tilgang. I følge Bråthen og Moland (2016) var opplæring svært viktig for å få arbeidere til å bruke BIM, og avgjørende for å utbytte av BIM-kiosken. Ved å gi grunnleggende demonstrasjon eller opplæring senker man terskelen for å ta verktøyet i bruk. Jacobsen (1998) viser til at «frykt for det ukjente» er en årsak til at endring kan møte motstand. Ved å gi arbeidere introduksjon for BIM gjør man dermed arbeidere kjent med verktøyet, noe som kan tenkes å redusere eventuell motstand mot å bruke det. På Oslo Lufthavn viser Merschbrock og Nordahl-Rolfsen (2016) at BIM ble omfavnet- og brukt av armeringsarbeidere på tross av begrensede forkunnskaper. Disse fikk grunnleggende opplæring, som viste å resultere i aktivt bruk. Resultatene fra Bråthen og Moland (2016) og Merschbrock og Nordahl-Rolfsen (2016) støtter dermed opp under viktigheten av opplæring for at BIM skal bli tatt i bruk slik det hevdes i flere intervjuer. I et av intervjuene opplyses det at vedkommende observerte flere arbeidere ved BIM-kiosken som åpenbart ikke visste hvordan de skulle bruke den, men som til stadighet prøvde å bruke den. Dette kan samlet sett indikere at kjennskap til BIM bidrar til å senke terskelen for å teste det, mens opplæring og kompetanse fremstår som forutsetning for å kunne bruke verktøyet effektivt. Håndverkere har byggetegninger å forholde seg til, som BIM kan bidra til å gjøre mer tilgjengelig. På denne måten vil det være naturlig å anta at samtlige i en eller annen grad kunne benyttet BIM i produksjon. Basert på dette antas det at variasjon i bruk blant ulike faggrupper i stor grad å skyldes kjennskap til- og kompetanse om BIM, og hvilke fordeler det kan gi.

Etter at Backegruppen inngikk konsernavtale med bruk av StreamBIM på deres prosjekter har omtrent halvparten av funksjonærene fått prøve programvaren. Det er dermed interessant å diskutere om- og eventuelt hvordan StreamBIM påvirker bruk av BIM i produksjon. I intervjuene hevder tilnærmet samtlige som har benyttet StreamBIM at det i stor grad bidrar til at BIM-modellen kan benyttes ute på byggeplassen. Det vises blant annet til at man kan svare opp mye direkte ved å ha med StreamBIM ut på plassen, samt benytte det i forbindelse med befaringer og avvikshåndtering. Det nevnes også at man ved å danne en felles plattform senker terskelen for å ta i bruk BIM i større grad, noe som virker rimelig. Spørreundersøkelsen undersøker i hvilken grad funksjonærene har benyttet StreamBIM, og i hvilken grad øvrige funksjonærer har praktisk erfaring, og danner dermed grunnlag for å sammenligne brukere av forskjellige BIM-verktøy. Undersøkelsen viser at BIM brukes i noe større grad av de som har benyttet StreamBIM. Forskjellen blir desto større når funksjonærene beskriver underentreprenørens bruk. Det blir tydelig at prosjektene der StreamBIM er benyttet, i større grad har involvert underentreprenørene i bruken av BIM.

En årsak til slik variasjon kan være at BIM-kiosk oftere er benyttet på prosjekter der StreamBIM er benyttet. Det kan dermed være BIM-kioskene, og ikke StreamBIM som er årsaken til at både funksjonærer og underentreprenører benytter BIM i større grad der StreamBIM er tatt i bruk. Det antas i tillegg at funksjonærene på prosjektene som har testet StreamBIM, har vært mer tilbøyelige og interesserte i å bruke BIM, og det vil dermed være naturlig at bruken blant disse er større. På bakgrunn av dette er det usikkert hvorvidt det er StreamBIM som har vært årsak til at noen prosjekter i større grad har benyttet BIM, om det skyldes BIM-kiosker, eller engasjerte prosjektdeltakere. En kommer likevel ikke utenom det faktum at det i intervjuene hevdes at StreamBIM oppleves svært verdifullt, og at det i stor grad innbyr til bruk. På samme måte er det opplagt at BIM-kioskene gjør modellen mer tilgjengelig og synlig for arbeidere, og dermed bidrar til at det tas i bruk.

6.2.3 BIM som del av arbeidshverdagen

Implementering av BIM vil, som intervjuene viser, føre til at arbeidshverdagen til samtlige i større eller mindre grad blir påvirket. Dette står også helt sentralt i hvorfor en velger å innføre bruk av BIM på byggeplasser, og det nevnes blant annet at hensikten med å innføre det er «... å gjøre hverdagen til de som utfører arbeid, lettere».

I hvilken grad arbeidshverdagen til de som utfører arbeidet faktisk har blitt lettere, viser seg i følge intervjuene å variere. Det varierer fordi ulike roller bruker BIM i svært varierende grad, og intervjuene viser at håndverkere fra flere fag i liten, eller ingen grad benytter verken BIM-modell eller BIM-kiosk, at disse dermed i liten grad påvirkes av at det innføres. For noen av de tekniske fagene virker BIM-kioskene å utgjøre en stor forskjell, og en av respondentene siteres blant annet på at «*det gjør jo hverdagen lettere for alle. Hvis alle leverer sine tegninger fra prosjektering og så blir det lagd en ordentlig 3D-modell, så slipper man å se på andre manns tegninger*». Det nevnes også at BIM-modellen brukes i forbindelse med oppmåling og bestilling av utsyr for enkelte, og er dermed relativt sentral i deres arbeidshverdag. Armeringsarbeiderne på Oslo lufthavn hadde i utgangspunktet lite kunnskap og erfaring med BIM, men opplevde at deres utførelse tidvis ble langt enklere ved å bruke det (Merschbrock & Nordahl-Rolfsen 2016). Bråthen og Moland (2016) opplyser at BIM-kiosken førte til at håndverkene selv kunne ta ut tegninger, og trengte derfor ikke byggeplasskontoret. Dette kan sies å være forenklerende for arbeiderne, og dermed i tråd med hensikten Backe har med å innføre nye digitale verktøy. For håndverkere hos Backe har ikke BIM påvirket arbeidshverdagen nevneverdig så langt. En årsak til dette kan være knyttet til håndverkernes kjennskap og kompetanse om BIM. Kjøde (2004) hevder en først kan forvente å se endringer når læring har funnet sted. Dette samsvarer dermed med antagelsen om at kompetanse er en underliggende årsak til begrenset bruk, og dermed begrensede effekter blant håndverkere.

Som tidligere nevnt kan bruk av BIM i noen grad blant annet skyldes individuelle preferanser, tilgjengelige verktøy og kompetanse. Aktivt bruk av BIM er opplagt helt avgjørende for at verktøyet skal kunne påvirke hverdagen til den enkelte arbeider. Som nevnt av en respondent kan StreamBIM bidra til å senke terskelen for å bruke det, slik at flere faktisk undersøker- og tar i bruk BIM i større grad enn tidligere. At modellen blir gjort tilgjengelig via telefon eller

nettbrett anses som svært gunstig, slik at den enkelte kan prøve seg frem, enten alene eller med hjelp av andre. På denne måten kan BIM-modellen, i likhet med et stort antall andre applikasjoner, bli en del av hverdagen til *alle* som arbeider på byggeplassen, og et verktøy på lik linje med hammer og sag.

På bakgrunn av dette kan man hevde at BIM i varierende grad påvirker ulike roller og fag i produksjonsfasen. Slik situasjonen er virker det å være funksjonærer og tekniske fag som primært benytter BIM i produksjon, og dermed også deres arbeidshverdag som i størst grad påvirkes av at slike verktøy implementeres.

Backe Stor-Oslo har ingen definert BIM modenhet, men skal, som del av Backegruppen, benytte BIM i alle nystartede prosjekter. De arbeider allerede med 3D i både prosjektering og produksjon, og BIM-modellene baseres på åpen BIM og IFC. Noen prosjekter er preget av godt samarbeid og informasjonsutveksling, men dette virker å variere mellom prosjektene. Selv om det arbeides i 3D og modeller er basert på åpen BIM brukes det fortsatt 2D papirtegninger i relativt stor grad. Backe Stor-Oslo tilfredsstiller dermed kriterier både på *Level 1- og Level 2 BIM* (McPartland 2018). Bruken er som nevnt svært prosjektavhengig, og det virker dermed vrient å definere en BIM-modenhet for Backe Stor-Oslo som organisasjon, men antas å ligge omtrent ved *Level 2*.

6.3 Fordeler av BIM i produksjon

Byggenæringen har, i motsetning til fastlandsnæringen forøvrig, slitt med lav produktivitetsvekst de siste tiårene (Langlo et al. 2013; Todsén 2018). Hvorvidt tallene representerer virkeligheten fullt ut virker å være noe usikkert, da flere mener forskjellene ikke er fullt så store som først antatt grunnet unøyaktig og misvisende definisjon av hva som bør inngå i næringen (Pedersen 2013; Sandnes 2014; SSB 2017). Det virker uansett klart at byggenæringene har et forbedringspotensial der digitalisering kan bidra. Det hevdes at digitalisering legger til rette for økt verdiskapning, og at dette kan bidra til å løfte produktiviteten i bransjen (Regjeringen 2014). BIM kan i den forbindelse regnes å være sentralt for byggenæringen, og det forventes at bruk av det skal gi store fordeler. Et sentralt spørsmål blir dermed hvilke fordeler en høster av å benytte nye digitale verktøy. Tidligere forskning, spørreundersøkelse og intervjuer setter søkelys på nettopp dette. Generelt virker det utfordrende å peke på tallfestede og målbare gevinster da byggeprosjekter er unike av natur, og at det er en rekke faktorer som er med å avgjør hvorvidt et prosjekt blir vellykket eller ikke. Det er dog, både i litteratur, intervjuer og spørreundersøkelse funnet en rekke positive effekter ved å bruke BIM i produksjon.

6.3.1 Samarbeid, kommunikasjon og tverrfaglig forståelse

Det har gjennom intervjuene blitt tydelig at spesielt BIM-kioskene til en viss grad bidrar til at forholdet mellom de ulike aktørene på byggeplassen endres noe. Som totalentreprenør kontraherer Backe Stor-Oslo nødvendige underentreprenører til å dekke en rekke ulike fagfelt. Alle aktørene skal koordineres, noen samarbeider, og noen kommuniserer. Dette kan opplagt være en utfordrende oppgave, og «silo-tenking» er trukket frem i både intervjuer og av

Bråthen og Moland (2016) som en stor utfordring for godt samarbeid. En årsak til «silo-tenking» kan, ifølge intervjuobjekter, være at bransjen i stor grad er fragmentert, og at prosjektorganisasjonene er midlertidige. Eikeland (2001) påpeker at slike midlertidige systemer kan være kilde til at noen aktører velger å fremme egne interesser på bekostning av prosjektets. På kort sikt vil noen kunne se gevinster av å handle på en slik måte som kan være gunstig for en selv, og skadende for andre. Dette vil kunne bidra negativt på samarbeid, og relasjoner aktørene imellom. Påpekningen bekreftes delvis i intervjuene der det blant annet vises til situasjoner der enkeltaktører feilaktig anklager andre for avvik en selv er ansvarlig for. Fokus på gode relasjoner kan derfor være avgjørende for å oppnå suksessfull prosjektgjennomføring. Meland (2000) viser til at andre bransjer har hatt suksess av å bedre relasjonene mellom aktører, og ifølge flere av respondentene kan BIM bidra til det. På bakgrunn av dette virker «silo-tenking» i noen grad å representere en reell utfordring i produksjonsfasen av byggeprosjekter.

Det er dermed interessant å undersøke hvorvidt BIM bidrar til å forbedre samarbeid, kommunikasjon og tverrfaglig forståelse. Ma og Ma (2017) hevder BIM er en viktig plattform for å sikre samarbeid, og Arayici et al. (2012) påpeker effektiv kommunikasjon og tverrfaglig forståelse som sentrale fordeler en oppnår ved bruk av BIM. Todsén (2018) nevner blant annet språkproblemer som en av mange årsaker til at byggenæringens produktivitet har hatt svak utvikling. Hjelpemidler som kan bidra til å gjøre kommunikasjon enklere og tydeligere vil med andre ord bidra til produktivitet. Det påpekes i intervjuer at det på byggeplasser er ansatte fra en rekke forskjellige land, og språklige utfordringer kan oppstå. I slike tilfeller har BIM-modellen vist seg å være et verktøy å lene seg på, og man kan bruke til å instruere og demonstrere dersom språkforskjeller skaper problemer. God kommunikasjon kan på mange måter regnes som en forutsetning for samarbeid. På flere av prosjektene er det blant annet observert at dersom håndverkere fra et fag vurderer tekniske løsninger foran BIM-kiosken, og ansatte fra andre fag kommer forbi, hører man gjerne med hverandre om noen har andre innspill og forslag til løsninger. I spørreundersøkelsen trekkes følgende fordeler frem som mest signifikante ved å bruke BIM i produksjon; økt tilgang på informasjon, økt forståelse på tvers av fag, og forbedret kommunikasjon på byggeplassen. Bakgrunn for at dette trekkes frem kan blant annet være slike tverrfaglige møter. Det medfører at aktørene som benytter BIM aktivt i produksjon samarbeider tettere og enn før, og den tverrfaglige forståelsen økes. Bråthen og Moland (2016) har gjort tilsvarende observasjon, og beskriver BIM-kioskene som naturlige samlingspunkter. De hevder slikt samarbeid er en konsekvens av BIM-kioskene som verktøy, og at slike «møter» mellom ulike fag ikke ville oppstått dersom man hadde benyttet BIM på nettbrett eller telefon. Det er som nevnt naturlig at BIM, blant annet via StreamBIM, blir tilgjengelig på mobile enheter for hver enkelt arbeider. Spørsmålet blir da hvordan slike tilfeldige møter en opplever ved BIM-kiosken påvirkes av at BIM-modellen gjøres tilgjengelig på mobile enheter. Mobile enheter vil utvilsomt gjøre BIM-modellen mer tilgjengelig, og dette *kan* føre til at bruken i større grad skjer individuelt, og at tverrfaglige møter i mindre grad oppstår. Samtlige respondenter mener BIM vil bidra til bedre samarbeid, men det vises også til situasjoner der BIM-modellen kan være til hinder. Det er for eksempel nevnt av flere intervjuobjekter og av Bråthen og Moland (2016) at feil i BIM-modellen fører til usikkerhet og frustrasjon som kan påvirke samarbeidet negativt. Det har vist seg at

opplæring og kunnskap varierer i stor grad, og dette kan by på utfordringer dersom noen i stor grad baserer arbeidet på BIM-modell, mens andre kun forholder seg til papirtegninger.

BIM implementeres i produksjonen på stadig nye prosjekter og flere tar det dermed i bruk. Samtidig blir modellene mer tilgjengelige, blant annet på mobile enheter som telefon og nettbrett i tillegg til BIM-kiosker. Empiriske data viser at BIM i produksjon bidrar svært positivt for kommunikasjon, samarbeid og tverrfaglig forståelse. Særlig tverrfaglige møter foran BIM-kiosker anses som direkte bidrag til forbedret samarbeid. Selv om BIM-modellen blir tilgjengelig på telefon, kan en likevel anta at flere vil foretrekke BIM-kiosk der man har betydelig større skjerm, mus og tastatur, samt bedre mulighet til å møte andre. Det dannes derfor grunnlag for å hevde at samarbeid og kommunikasjon blir ytterligere bedre desto flere som tar i bruk BIM i produksjonsfasen.

6.3.2 Forenkling og effektivisering

Samtlige respondenter peker på den positive effekten at prosjektet forenkles ved at man benytter BIM. Arbeidet generelt blir enklere ved at man har et sterkt verktøy til å visualisere og planlegge. Økt tilgang på informasjon er, av de som har benyttet StreamBIM, rangert som den største fordelen i spørreundersøkelsen. I intervjuene blir dette forklart ved at man har alt av tegninger og nødvendig informasjon tilgjengelig til enhver tid. Det nevnes flere fordeler og årsaker til at arbeidet blir enklere ved å benytte BIM, hvor tilgang til informasjon og tegninger står svært sentralt. Det samsvarer også med erfaringene Merschbrock og Nordahl-Rolfsen (2016) dokumenterte fra arbeidet på Oslo lufthavn. Slik det beskrives i intervjuene blir veien til en tegning kortere, samt tilgangen på riktige tegninger større. Dersom man har en felles modell plassert tilgjengelig for alle vet man også hva andre fag har å forholde seg til, og kommunikasjon og samarbeid oppleves som enklere. Dette presiseres også av Fakhimi et al. (2016) der det hevdes at godt samarbeid er en forutsetning for å få fullt utbytte- og økt effektivitet som følge av BIM. På den andre siden kan bruk av BIM føles komplisert og vanskelig for de som så langt ikke har tatt det i bruk. Tabell 4 viser at Isaksson et al. (2016) blant annet trekker frem følgende hinder mot implementering av BIM:

- Høyt krav til teknisk kompetanse
- Vanskelig å integrere med andre systemer
- Tidkrevende å lære seg
- BIM-modeller er for komplekse

Dette taler for at det er flere aspekter å ta hensyn til. Selv om et flertall av respondentene oppgir at de mener gjennomføringen blir forenklet ved bruk av BIM, kan det for andre virke tungvint. Totalt sett virker dog BIM å bidra til at arbeidet forenkles blant de som bruker- og behersker modellen. Utfordringene som nevnes av Isaksson et al. (2016) anses for å være utfordringer en kan møte på kort sikt, men fullt overkommelige og løsbare ved tilstrekkelig opplæring og brukervennlig programvare.

6. DISKUSJON

Hvorvidt enklere arbeidsoppgaver, og oversiktlige prosesser faktisk fører til at driften på byggeplass blir mer effektiv er tilknyttet noe mer usikkerhet. Dette kan blant annet forklares med at få av de spurte har gjort målinger, og tallgrunnlag som støtter slike påstander, mangler. Det vises dog til en rekke situasjoner der BIM opplagt sørger for tidsbesparelser. Det nevnes blant at man opplever å kunne svare opp spørsmål direkte, uten å måtte «sjekke inne» først, og at en dermed sparer tid. Andre peker på «at muligheter skaper behov», og ved at BIM-modellen flyttes ut på byggeplassen slipper man å kaste bort tid på å gå frem og tilbake til kontoret, og arbeidere får muligheten til å undersøke detaljer selv istedenfor å være avhengig av ledere. Det er også spesifisert i et av intervjuene at vedkommende opplever at man får færre telefoner fra arbeidere ettersom de lærer seg å beherske modellen selv, og vedkommende påstår dermed å oppleve økt effektivitet. I spørreundersøkelsen blir det blant annet beskrevet at visualisering, tilgjengelig tegningsgrunnlag, og generell forståelse er blant fordelene som kan støtte opp under økt effektivitet ved bruk av BIM. Bruk av BIM kan i tillegg bidra til at eventuelle feil oppdages raskt. Skanning med mobil, laser eller robot har vist seg å være gunstig, og på veterinærbygget på Campus Ås hevdet prosjektdirektøren at skanning av bygget medførte at feil og mangler ble oppdaget rask, og at de dermed kunne ha spart så mye som 100 MNOK (Seerhusen 2017). Tilsvarende opplever AF Gruppen at skanning med robot kan avdekke opp til 30-40% avvik mellom BIM-modell og utført arbeid, noe som kan sies å være en svært betydelig andel (Aga 2018).

Svært mange mener altså at bruk av BIM forbedrer effektiviteten, men respondentene kan ikke vise til konkrete målinger som bekrefter dette. Det erkjennes i stedet at totale effekter av BIM på effektivitet er noe usikkert, men at man regner med det bidrar positivt. I intervjuene hevder mange at effektene av BIM i større grad vil bli synlige når modellen kobles opp mot fremdriftsplanen, dermed 4D BIM.

Resultatene presentert fra intervju og spørreundersøkelse, identifiserte mål for digitalisering (BNL 2017a) og muligheter (Isaksson et al. 2016), samt erfaringer på andre prosjekter (Bråthen & Moland 2016; Merschbrock & Nordahl-Rolfsen 2016) viser indikasjoner på at bruk av BIM bidrar til å gjøre prosjektene mer effektive, til tross for at det ikke påvises tallfestede målinger på effektivitet i undersøkte prosjekter. At det mangler tallfestede målinger bidrar dermed til noe usikkerhet. Å måle virkningen av et enkelt verktøy kan være ressurskrevende og utfordrende for enkelte prosjekt og organisasjoner. Prosjektene varierer i stor grad i type og kompleksitet, og dette vil opplagt ha innvirkning på effektivitet i det enkelte prosjekt, og gjøre det vanskelig å måle direkte årsaker til at noen prosjekter lykkes og andre mislykkes. Prosjektdirektør for veterinærbygget på Campus Ås viser på sin side til at skanning kan ha medført besparelser på hele 100MNOK for prosjektet (Statsbygg 2017). Dette kan totalt sett danne grunnlag for å hevde at BIM i produksjonsfasen bidrar til å øke effektiviteten i byggeprosjekter.

6.3.3 Færre endringer og feil

Som nevnt i forrige delkapittel hevdes det at bruk av skann-til-BIM kan bidra til å gjøre store besparelser ved at man oppdager feil tidlig. Oppgaven har blant annet forsøkt å undersøke om det er belegg for å hevde at bruk av BIM i produksjon kan bidra til at det gjøres færre feil og at prosjekter med BIM opplever færre endringer. Kollisjonskontroll av de prosjekterende får åpenbart luket bort en rekke potensielle problemer, men opplever man tilsvarende fordeler også i produksjonen?

I et av prosjektene vises det til at man opplever mindre endringer og ombygging som følge av feil utførelse. Som beskrevet er visualisering, forståelse på tvers av fag og stor tilgang på relevant informasjon sentrale elementer ved bruk av BIM i produksjon, og dette kan åpenbart bidra til å styrke forståelsen for arbeidet som skal utføres. Økt forståelse kan deretter antas å bidra positivt for selve utførelsen, og redusere sannsynligheten for at det gjøres unødvendige feil. Visualiseringen, som blant annet Isaksson et al. (2016) viser til, bidrar til at man kan forutse problemer før man bygger, og dermed unngå «systemfeil», altså at samme feilen går igjen ved flere anledninger. Tverrfaglige møter foran BIM-kiosker er tidligere diskutert, og ved å diskutere bygningsdetaljer og komplekse arbeidsoperasjon antas det at man kan spare seg for unødvendige feil ved at utfordringer identifiseres og løses i forkant.

På den andre siden er det helt avgjørende med høy nøyaktighet og kvalitet i modellen. Det kan være lett å bli «opphengt» i modellen, og følge den ukritisk. Dersom man ukritisk følger BIM-modellen og den inneholder feil, kan dette føre til at feil oppstår. Det er derfor viktig at en er klar over modellens kvalitet, og eventuelle svakheter eller forenklinger som er gjort. Av spørreundersøkelsen fremgår det at deltakerne mener BIM i produksjon bidrar til å heve kvaliteten på det som bygges, mens det i liten- og svært liten grad bidrar til å redusere endringer. En av respondentene påpeker at vedkommende tror man reduserer endringer, ikke som endringsmeldinger, men endringer grunnet byggefeil og avvik. Hvordan deltakerne i spørreundersøkelsen har tolket «endringer» kan dermed være avgjørende for svarene som er gitt. Hvordan bruk av BIM påvirker antall endringer og feil er ikke presisert av Bråthen og Moum (2016), men fordelene som oppgis kan indikere at BIM bidrar til å redusere byggefeil.

Samlet sett virker det overveiende sannsynlig at aktivt bruk av BIM i produksjonsfasen bidrar til at man reduserer antall feil i forkant av utførelsen ved å visualisere og skape forståelse. Dersom brukere ikke er klar over eventuelle begrensninger og forenklinger som ligger i modellen kan det dog føre til at man bygger feil på bakgrunn av feil som ligger i BIM-modellen. Videre antas det at bruk av BIM medfører at man raskere får avdekket eventuelle feil som blir gjort, og at dette bidrar til at man unngår at feil gjentar seg. Det nevnes både i intervjuer, og samsvarer godt med andre erfaringer andre prosjekter har gjort seg (Aga 2018; Statsbygg 2017). Spørreundersøkelser viser at BIM i liten grad bidrar til å redusere endringer. «Endringer» kan forekomme som endringsmeldinger, men også mindre justeringer underveis. Det er med andre ord rom for tolkning, som bidrar til noe usikkerhet vedrørende dette resultatet. Basert på øvrige resultater antas det at BIM i noen grad bidrar til å redusere endringer som mindre justeringer, men at det i liten grad bidrar til å redusere antall endringsmeldinger.

6.3.4 Forbedret dokumentasjon

BIM vil, som nevnt i intervjuer, kunne brukes i forbindelse med dokumentasjon i byggefasen, noe flere opplever som verdifullt. I en bransje flere hevder er preget av «silo-tenking» kan dokumentasjon være svært avgjørende for å blant annet fordele ansvar dersom tvister skulle oppstå.

Flere begrunner dette med at BIM-modellen kan brukes som grunnlag for å påvise at det faktisk er gjort feil når det skjer. I intervjuene vises det også til spesifikt eksempel på at bildedokumentasjon kan avdekke og motvirke «hvite» løgner. Når BIM-produktene blir godt implementert og utbredt i større grad, får man dermed bedre forutsetninger for å gjøre god dokumentasjon. Et av beskrevne prosjekter bekrefter dette, og det vises til at StreamBIM ble brukt i stor grad for bildedokumentasjon og i forbindelse med befaringer. Sett i lys av det er det dog overraskende at dokumentasjon scorer likt på spørreundersøkelsen blant brukere med og uten erfaring med StreamBIM. Basert på erfaringene fra intervjuene skulle man tro at StreamBIM-brukere ville gitt dokumentasjon høyere score. I undersøkelsen oppgis det av begge brukergrupper i tillegg at BIM og StreamBIM kun i noen grad bidrar til «forbedret dokumentasjon». Intervjuene skulle tilsi at dokumentasjon burde scoret høyere, men en forklaring på at kun scorer middelmådig kan være at det kun er et fåtall av deltakerne som har benyttet det til dokumentasjon så langt. At man introduserer skann-til-BIM i prosjekter kan antas å bidra ytterligere til å forsterke dokumentasjonen. Ledere og arbeidere kan dermed dokumentere utført arbeid med telefon, roboter og laser. Både på veterinærbygget på Ås og ved boligutbyggingen i Bispevika har henholdsvis Statsbygg og AF Gruppen opplevd skann-til-BIM som en stor fordel for dokumentasjon (Aga 2018; Statsbygg 2017). Dette medfører at dokumentasjon kan foregå raskere og effektivt, og bidrar til at man kan dokumentere byggverkene etterhvert som de reises. En opplagt fordel er for eksempel at man relativt enkelt kan dokumentere lokasjon til rør og tekniske føringer i vegger og tak, før flatene lukkes. Slik informasjon kan være verdifull senere i bygningens livsløp, blant annet i forbindelse med vedlikehold. Totalt sett peker dermed det meste i retning av at bruk av BIM faktisk bidrar til forbedret dokumentasjon.

6.4 Ulemper ved BIM i produksjon

Intervjuer og spørreundersøkelse forsøker å avdekke om det oppstår noen ulemper av bruk av BIM, og eventuelt kartlegge disse. I spørreundersøkelsen ble det vist at det er stor usikkerhet blant deltakerne hvorvidt BIM bidrar til ulemper i produksjon eller ikke. I intervjuene viser det seg også å være usikkerhet og tvil knyttet til om- og hvilke ulemper det bringer med seg. Mange nevner faktorer som representerer ulemper på kort sikt, men som en over tid kan forvente blir løst. Det nevnes blant annet at den største ulempen er at man *ikke* bruker BIM-modellen i større grad enn hva man gjør.

6.4.1 Ressurskrevende

Flere av respondentene nevner at en ulempe ved implementering av BIM er at BIM-verktøy kan være kostbart utstyr og dermed tunge investeringer for prosjekt eller bedrifter. I tillegg krever det også opplæring og drift av systemer som legger beslag på ressurser. Det underbygges også med at som en effekt av slike investeringer vil det i tillegg kreve økt grad av sikkerhet på byggeplassen for vern mot tyveri. Påstandene om at BIM er ressurskrevende strider i mot resultatene fra spørreundersøkelsen der både «kostbart utstyr» og «tidkrevende opplæring» i liten grad hevdes å være utfordringer for implementering av BIM. Isaksson et al. (2016) støtter i større grad resultater fra intervjuene, og trekker frem investeringskostnader som en av de største utfordringene ved implementering av BIM. Undersøkelsen til Isaksson et al. (2016) begrenser seg ikke til kun produksjonsfasen, og resultatene derfra må derfor tolkes ut ifra dette.

Kostnadsreduksjon og raskere prosjektgjennomføring er blant målene i det digitale veikartet til Byggenæringens Landsforening (BNL 2017a). Det forventes dermed at slike investeringer vil resultere i lavere kostnader for prosjektene. Det er også meldt om betydelige besparelser på noen prosjekter ved at feil og mangler oppdages (Aga 2018; Statsbygg 2017). Kostnaden BIM bærer med seg fremstår dermed som liten for organisasjoner som Backe Stor-Oslo, og andre med solid økonomisk kapasitet, i forhold til de økonomiske gevinstene det kan føre med seg. I hvilken grad slike investeringsutfordringer påvirker mindre aktører er ikke nevnt i intervjuer, men det kan i større grad tenkes at investeringer i teknologi innebærer større risiko for mindre organisasjoner. For aktører som satser på bruk av BIM vil ikke bare investeringskostnader spille en rolle, men det må også forventes å legge beslag på ressurser i forbindelse med opplæring og drift, samt at det i en implementeringsfase kan oppstå utfordringer knyttet til endringene. Å implementere BIM på prosjekter vil kreve kompetanse og ressurser, noe som antas mer utfordrende for mindre aktører. Bruk av BIM i produksjon vil innebære at samtlige ansatte bør få opplæring, og man vil i ettertid kunne forvente at system og personell må følges opp. Det antas dermed at en konsekvens av slike endringer er at det i en periode vil kunne oppstå «dobbeltarbeid», slik også Jacobsen (1998) hevder.

Å benytte BIM i produksjonsfasen vil åpenbart medføre både investeringskostnader, og kostnader knyttet til opplæring og drift. Basert på intervjuer, spørreundersøkelse og teori anses det likevel for å utgjøre en relativ liten andel av totale prosjektkostnader. Undersøkelser viser flere prosjekter har erfart store besparelser de ville vært foruten uten bruk av BIM. Det

antas dermed at samlede gevinster overgår kostnadene i forbindelse med anskaffelse og drift. En bør likevel ta hensyn til at implementering av BIM på byggeplassen kan legge beslag på betydelige ressurser i implementeringsfasen, og at dette i større grad anses ugunstig for mindre aktører.

6.4.2 Når teknologien ikke fungerer

Ny teknologi gir generelt mange fordeler så lenge det fungerer. Mange har nok dog opplevd at, privat eller i jobb, programmer ikke fungerer som det skal, manglende brukervennlighet, usikkerhet og lignende. Teknologi som ikke fungerer har dermed en tendens til å skape store problemer.

Feil i BIM-modellen kan åpenbart forekomme, men slik det framgår av Isaksson et al. (2016) er det ikke antatt å være et utbredt problem sammenlignet med andre nevnte hindre. Skjelvan (2015) viser til at begrensninger i eksisterende teknologi og mangel på kompetanse som hindre for digitaliseringen. For bruk av BIM på byggeplassen er slike begrensninger i størst grad knyttet til brukere, snarere enn teknologien. På denne måten kan det som ofte oppleves som ikke-fungerende teknologi, i realiteten være brukerfeil. I intervjuene nevnes det at flere har opplevd frustrasjon og usikkerhet grunnet faktiske feil og avvik i modellene. Det var primært personer på prosjektene med BIM-kiosk som har nevnt dette. Det har vist seg at disse er brukerne som i størst grad har benyttet BIM på byggeplassen, og dermed naturlig at det er disse som opplever slike feil. Det ble som nevnt opplevd feil og forenklinger i modellen, men også oppdateringer og endringer forekommer. Det nevnes av flere respondenter at en opplever at brukere av BIM-modellen *kan bli for opphengt* i modellen, og at en dermed overser byggeavvik og menneskelige aspekter. Konsekvensen av dette er, som en av respondentene nevner, at arkitektene på et prosjekt hadde tegnet i plane gulv, på tross av at det i realiteten skulle være fall. Slike forenklinger er en avhengig av å kjenne til for å unngå misforståelser og avvik. I en modell der ulike detaljer kan ha ulik nøyaktighetsgrad, ulike fag har sine byggeavvik og lignende kan det antas å være en utfordrende oppgave for den enkelte arbeider å ha total oversikt over alle slike elementer som berører en. Resultatet av slike feil i modellen kan være at det bygges feil, selv om det gjøres i henhold til modell.

Bråthen og Moland (2016) rapporterer om tilsvarende erfaringer på Urbygningen. Der opplevde man flere ganger at det var avvik mellom modell og tegning, og det dannet seg usikkerhet rundt hvilket underlag som var styrende. Slik usikkerhet kan oppleves frustrerende og kan være kilde til uenighet og konflikter. For å unngå dette må man derfor kreve nøyaktighet av prosjekterende, og kunnskap blant ansatte for at modellen skal virke pålitelig. Oppdaterte modeller og tydelige retningslinjer kan bidra til å redusere usikkerhet rundt modellens gyldighet.

Som Isaksson et al. (2016) viser er problemer med brukervennlighet og høyt krav til teknisk kompetanse utfordringer ved BIM. Det nevnes også at det kan være vanskelig å integrere BIM med andre systemer. En opplever at stadig nye verktøy blir tilgjengelig, og man kan dermed anta at å få ulike systemer til å snakke sammen effektivt kan by på utfordringer. Slike faktorer som Isaksson et al. (2016) viser til kan isolert sett virke håndterbare, men samlet

utgjøre en stor utfordring. Kombinasjon av systemer som prater dårlig sammen, og manglende teknisk kompetanse kan for eksempel medføre full stopp i produksjon. Det kan dermed oppstå ulemper ved å bruke BIM, blant annet i situasjoner der modellen inneholder feil og mangler, eller ved manglende kommunikasjon med andre systemer. Ulempene en opplever i slike situasjoner kan dog i stor grad unngås ved å inneha god kompetanse og kjennskap til potensielle svakheter ved teknologien.

6.4.3 Øvrige hindringer

De empiriske resultatene viser til en rekke ulemper på kort sikt som fremstår som langsiktige hindringer en må overvinne. For å få BIM fullstendig implementert i produksjonsfasen i alle prosjekter kan en dermed forvente å møte mange utfordringer.

Isaksson et al. (2016) peker på manglende krav fra byggherre og at samarbeidspartnere ikke bruker BIM som største hindre mot implementering. Undersøkelsen begrenser seg som nevnt *ikke* til produksjonsfasen alene, og en vil dermed også få med elementer fra blant annet prosjekteringsfasen. Flyen (2016) støtter Isaksson et al. (2016), og viser til at manglende krav- og dårlig oppfølging fra byggherre var en av årsakene til at man ikke nådde BIM-ambisjonene man hadde for samhandlingen i OPS-prosjektet Veitvet barneskole. Hindrene mot implementering som Isaksson et al. (2016) og Flyen (2016) trekker frem nevnes verken i intervjuer eller samtaler, og i spørreundersøkelsen scorer det lavt blant utfordringer for implementering av BIM. I spørreundersøkelsen er det manglende kunnskap, tidkrevende opplæring og brukervennlighet i programvare som fremstår som største utfordringer. Dette kan indikere at utfordringene i den svenske undersøkelsen i større grad faller inn under andre faser av byggeprosessen. Det kan også bety at Backe Stor-Oslo opplever at byggherre og samarbeidspartnere har kommet vel så langt i implementering og bruk av BIM, og at man dermed i større grad opplever interne faktorer som utfordrende.

Det blir tydelig fra intervjuer og spørreundersøkelse at en hovedutfordring for å implementere BIM i produksjonsfasen er knyttet til opplæring og kompetanse. Flere av respondentene oppgir i intervjuene at de mener de innehar for dårlig kompetanse, og at det legger begrensninger på bruk av BIM. Utfordringer knyttet til kompetanse støttes av Isaksson et al. (2016), Skjelvan (2015), og av resultatene fra spørreundersøkelsen der «*manglende kunnskap og/eller ferdigheter*» fremheves som utfordring i relativt stor grad. Kjøde (2004) påpeker viktigheten av læring for at endring skal skje. Endring kan være utfordrende og Jacobsen (1998) nevner flere årsaker til at endringsarbeid kan møte motstand. Flere av disse årsakene kan antas å være gjeldene for en implementeringsprosess av verktøy som BIM. Flere av respondentene med lang erfaring i bransjen antyder en viss grad av «frykt» og skepsis til nye verktøy og metoder i løpet av intervjuene. Flere følger opp med at de mener det fører til dobbeltarbeid, i alle fall i en periode, og at det dermed er enkelt å falle tilbake på gamle rutiner. Som Jacobsen (1998) nevner kan endringer bidra til at sosiale miljøer og maktforhold endres. Det kan tenkes at slike utfordringer særlig påvirker ansatte og ledere med lang erfaring, dersom man opplever at eksisterende ferdigheter ikke er tilstrekkelig, og at annen kompetanse blir stadig viktigere.

Resultatene viser til flere hindre for implementering av BIM i produksjonsfasen, men det fremstår tydelig at det største hinderet er knyttet til opplæring, kompetanse og bruk. Noen er særdeles fremoverlente, mens andre erkjenner at eget kompetansenivå legger begrensninger på bruk. Krav fra byggherre og bruk blant samarbeidspartnere kan representere hindringer, men har i liten grad vært en utfordring for Backe Stor-Oslo, så langt.

6.5 Videre om BIM i Backe Stor-Oslo

Backe Stor-Oslo, og Backegruppen forøvrig, søker å være fremoverlente i digitalisering av bransjen. Som Cato Hoel uttaler i Byggetid, anser de det som nødvendig for å «*henge med i svingene*», og ikke tape til mer fremoverlente konkurrenter.

Målet om en heldigitalisert byggeprosess innen 2020 fremstår som positivt og ambisiøst, da dette er 5 år før det digitale veikartet til Byggenæringens Landsforening angir (BNL 2017a). Spørreundersøkelsen viser at et flertall blant ansatte mener Backe Stor-Oslo i stor- og svært stor grad satser tilstrekkelig på BIM i produksjon, mens 40% oppgir at satsningen kun i noen grad er tilstrekkelig. Som nevnt anser flere det som gunstig at man prøver å begrense antall programmer til et minimum, og at «fremoverlente ansatte og prosjekter» kan teste ut nye verktøy. Fordelingen av ansatte som mener Backe Stor-Oslo satser tilstrekkelig, og andelen som mener det burde satses enda hardere anses derfor som relativt balansert.

At spørreundersøkelsen viser at flere ønsker enda hardere satsing på BIM i produksjon samsvarer godt med resultater fra intervjuene der flere mener BIM vil bidra positivt, samt viser lærevillighet og engasjement. Det foregår en rekke individuelle initiativ, og flere ansatte bruker egen tid på å undersøke nye programmer og verktøy. Slike initiativtakere anses som en stor fordel for Backe Stor-Oslo i digitaliseringen, og bidrar til at bedriften «lenes fremover». Et resultat av slike er individuelle initiativ er som nevnt at skann-til-BIM vil bli tatt i bruk. Først som pilot-prosjekter, som organisasjonen og konsernet deretter kan høste erfaringer fra. At man innfører Skann-til-BIM, 4D-BIM og lignende kan bidra til at bruken av BIM i produksjonsfasen øker, gjennom å koble BIM-modellen til flere deler av byggeprosessen, henholdsvis dokumentasjon og fremdrift. Det er likevel slik at andre aktører allerede er godt i gang med slike tiltak (Aga 2018; Statsbygg 2017), og en kan ikke annet enn forvente at Backe Stor-Oslo og Backegruppen forøvrig også skal iverksette slike prosjekter innen kort tid.

Undertegnede oppfatter individuelle initiativ og engasjement fra sentrale personer i Backe Entreprenør som svært positivt for Backe Stor-Oslo. Det fremstår tydelig at man har et genuint ønske om å digitalisere byggeprosessen, og ta i bruk ny teknologi og nye metoder. Det fremstår derimot som en reell utfordring å få hevet det generelle kompetansenivået. Det er fortsatt en betydelig andel av funksjonærene som mener de trenger mer opplæring, og håndverkere er fortsatt i svært liten grad blitt introdusert for BIM. Det er rimelig å anta at man fortsatt har til gode å se alle effekter av bruk av BIM i produksjon da bruken blant håndverkere er svært begrenset. Økt fokus på kunnskap og opplæring av samtlige ansatte kan derfor være en forutsetning for at digitaliseringsarbeidet skal lykkes. Resultatene fra undersøkelsene har vist enkelte effekter av å bruke BIM i produksjon. Det er også effekter av

BIM som oppgaven ikke har kunnet bevise, men som kan tenkes å påvirke prosjektene etterhvert som BIM benyttes i større grad. Disse omtales som *ikke-funn*.

Ikke-funn

Det er innhentet data gjennom ulike metoder for å kartlegge effekter av BIM. Presenterte resultater viser til flere effekter det hevdes oppstår av å bruke BIM i produksjon. I tillegg til de nevnte effektene er det en rekke effekter en kan tenke seg at *kan* oppstå som følge av BIM, men som ikke kan bekreftes basert på oppgavens empiriske resultater. Det kan være flere årsaker til at noen effekter ikke har latt seg bevise. En årsak kan opplagt være at noen effekter rett og slett ikke oppstår av å bruke BIM, mens en annen årsak kan være knyttet til informasjonskildene. Byggeprosjekter kan være svært kompliserte, med mange faktorer som påvirker hvordan resultatene. Om- og hvordan bruk av BIM påvirker *kostnader* og *gjennomføringstid* er blant effektene som ikke kan hevdes å være bevist i oppgaven.

Ut ifra litteratur og presenterte resultater er det ikke urimelig å anta at bruk av BIM vil kunne redusere prosjektkostnader. Andre organisasjoner har for eksempel opplevd at BIM bidrar direkte til kostnadsbesparelse (Statsbygg 2017). Hvorvidt bruk av BIM direkte vil påvirke kostnadene på byggeprosjektene blir derimot ikke bevist for prosjektene til Backe Stor-Oslo. En årsak til at det er vanskelig å undersøke hvordan BIM påvirker kostnadene i prosjektene er kompleksiteten. På en side representerer BIM-utstyr en kostnad for prosjektet ved anskaffelse, opplæring og drift. På den annen side vil behovet for papirtegninger og utskrifter kunne reduseres, og man kan potensielt unngå å gjøre kostbare feil ved å få bedre forståelse og samarbeid. Det inngår en rekke usikkerhetsmomenter i ethvert byggeprosjekt, som ofte kan gi store utslag kostnadsmessig. Det kan dermed være vrient å relatere bruk av BIM, og annen teknologi forøvrig, direkte til prosjektets kostnader. Om eventuelle reduserte kostnader skyldes effektiv bruk av BIM, at håndverkere jobbet ekstra nøye, at det ikke snødde i perioden, eller lignende kan dermed være vanskelig å få bekreftet. En annen årsak til at det ikke kan påvises kostnadsbesparelser er prosjektdataene som lagres. For å kunne konkludere med at BIM påvirker kostnader den ene eller andre veien er man avhengig av gode datagrunnlag som egner seg for slik analyse. Som nevnt er byggeprosjekter komplekse, og unike i hver sin form. Det kan derfor tenkes at det behøves data fra en lang rekke prosjekter over en lang periode for å få et godt sammenligningsgrunnlag.

Flere har oppgitt at bruk av BIM i produksjon blant annet fører til at det er kortere vei til tegning. Det gjelder både ved at arbeidere selv undersøker modell, men også ved at ledere opplever at deres responstid reduseres ved å ha BIM tilgjengelig. Dette innebærer at dersom man har spørsmål vedrørende bygningsdetaljer og utførelse går det raskere til man får avklart usikkerhetene. På denne måten hevdes det av noen at BIM bidrar til å gjøre produksjonen mer effektiv. At samlet gjennomføringstid på byggeprosjektene reduseres blir dog ikke påvist i oppgaven. En opplagt årsak er begrensningene arbeidet har hatt vedrørende tid og ressurser. Ved å analysere et større antall prosjekter over en lang periode, deres bruk av BIM og oppnådd gjennomføringstid, kan man danne seg et bedre grunnlag for å vurdere hvilken effekt bruk av BIM har på gjennomføringstid.

7. KONKLUSJON

Oppgavens problemstilling har vært «*Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo*», og flere forskningsspørsmål er utformet i den hensikt å belyse forutsetninger og ulike aspekter ved problemstillingen. Konklusjonen vil derfor ta for seg forskningsspørsmålene og dermed svare på problemstillingen. Besvarelse av de enkelte forskningsspørsmålene er basert på presentert teori og empirisk basert teori, resultater, og diskusjon i foregående kapitler.

Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?

Bruken av BIM på byggeplass er svært prosjektavhengig og varierer blant ulike aktører og roller. Prosjekt- og byggeplassledelse hos totalentreprenør bruker BIM aktivt i møter, produksjonsplanlegging og på enkelte prosjekter også til dokumentasjon. For underentreprenører og håndverkere brukes BIM hovedsakelig av deres ledere og baser, og benyttes i det daglige for å visualisere arbeid og bygningsdetaljer, diskutere spesifikke løsninger med kolleger og andre fag, samt gjøre relevante oppmålinger. Det viser seg at bruk av BIM skjer hyppigst på prosjekter der man har utplassert BIM-kiosker. BIM-kioskene blir naturlige samlingspunkt som senker terskelen for bruk, og blir naturlige samlingspunkter for tverrfaglig interaksjon. For andre fag som tømmer, betong, maler, og lignende er bruk av BIM begrenset, og mange er enda ikke introdusert for muligheten. På utvalgte prosjekter innfører man verktøy som i større grad legger til rette for at samtlige på byggeplassen kan ta BIM i bruk i det daglige. Målet med dette er å legge til rette for en heldigital byggeprosess som kan bidra til å øke produktiviteten i prosjektene og bransjen forøvrig.

Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?

Bruk av BIM i produksjonsfasen viser seg å gi en rekke fordeler. Arbeidere hevder arbeidet og hverdagen oppleves enklere ved at man har et verktøy for å visualisere detaljer og arbeid. Denne muligheten bidrar til at man får en bedre forståelse av ens eget arbeid, samt prosjektet som helhet. Videre bidrar bruk av BIM, og særlig BIM-kiosker, til bedre og tettere samarbeid mellom ulike aktører på byggeplassen. Presenterte resultater gir indikasjoner på at BIM-kiosker oppleves som faglig møteplasser, der ulike fag kan møtes og diskutere utfordringer en eventuelt måtte møte. På denne måten bidrar bruk av BIM til økt tverrfaglig forståelse, og potensielt tettere relasjoner.

Økt innsikt og forståelse av prosjektet antas å bidra til at det gjøres færre feil i utførelsen. At håndverkere og ledere har et tydelig bilde av hva som skal utføres bidrar til at arbeidet i større grad utføres som planlagt, og eventuelle feil identifiseres raskere. Resultatene indikerer at man ved hjelp av BIM-modellen får identifisert utfordringer tidlig, og at man unngår gjentakende feil. BIM-modellen bidrar til at tegningsgrunnlaget blir mer tilgjengelig for arbeidere slik at de selv kan hente frem nødvendig informasjon. Produksjonsleder kan i tillegg svare opp eventuelle spørsmål direkte blant annet ved bruk av BIM på mobile enheter. På denne måten kan resultatene indikere at bruk av BIM i produksjonsfasen bidrar til å øke effektiviteten i produksjonen, selv om det ikke vises til spesifikke effektivitetsmålinger.

Produksjonsfunksjonærer opplever i tillegg at BIM bidrar positivt i forbindelse med dokumentasjon, og avvik som oppstår kan enkelt dokumenteres ved bilder og tekst.

Hvilke ulemper erfarer Backe Stor-Oslo ved implementering av BIM i produksjon?

Bruk av BIM i produksjon kan også vise seg å være utfordrende, og det er nevnt flere negative aspekter ved verktøyet. Implementering, opplæring og bruk av BIM på byggeplassen innebærer blant annet at det må investeres i kostbart utstyr, at ansatte behøver opplæring, samt oppfølging ved bruk. Kostbart utstyr på byggeplassen kan medføre økt fare for innbrudd, og tilstrekkelig sikring blir desto viktigere. I situasjoner der BIM-modellen inneholder feil og forenklinger som ikke samsvarer med øvrige tegninger kan dette medføre frustrasjon og usikkerhet. Dersom modellen inneholder feil, og arbeidere ukritisk følger denne, kan dette bidra til at det gjøres kostbare feil. På kort sikt vil det også være en rekke hindringer for vellykket implementering av BIM. Det kreves en viss grad av teknisk kompetanse, krav fra byggherre, og ikke minst vilje til å ta det i bruk. Som med teknologi forøvrig kan BIM bli en byrde for ansatte dersom man opplever at det ikke fungerer som det skal, og det er derfor helt avgjørende med god opplæring for å sikre god kompetanse blant samtlige aktører, og klare retningslinjer for hvordan man kan tolke og bruke modellene.

Forskningsspørsmålene har bidratt til å konkretisere problemstillingen, og dannet grunnlaget for de effekter oppgaven viser til. Det vises totalt sett til at bruken av BIM i produksjonsfasen i stor grad begrenser seg til enkelte aktører og roller. Opplæring og bruk er så langt rettet inn mot prosjekt- og byggeledelse, samt baser og håndverkere fra enkelte fag. *Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo* viser seg å innebære at prosjektdeltakere opplever at arbeidet forenkles gjennom blant annet økt forståelse. Slik forståelse gjelder i stor grad på tvers av fag, og bidrar til bedret kommunikasjon og samarbeid. Det oppleves i tillegg at BIM bidrar som et effektivt verktøy for dokumentasjon av utført arbeid og avvikshåndtering. Empiriske resultater viser indikasjoner på at BIM i produksjon fører til at det gjøres færre feil så lenge brukere har fått tilstrekkelig opplæring. Ved å innføre BIM i produksjon er det derfor avgjørende at det settes av ressurser til opplæring og oppfølging av samtlige brukere, slik at alle kan ta del i- og utnytte de fordelene og mulighetene som ligger i BIM.

8. ANBEFALINGER OG VIDERE ARBEID

Oppgaven har belyst effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo. Bruk av BIM og hvordan det bidrar i arbeidshverdagen er kartlagt til dels overfladisk, og erfaringer er hentet fra utvalgte personer og prosjekter.

Basert på innsamlede data og belyst teori anbefales fortsatt bruk av BIM-kiosker i prosjektene hos Backe Stor-Oslo. Brukere av BIM-kioskene er fornøyde og opplever en rekke fordeler. Det vises blant annet til bedret samarbeid grunnet bruk av BIM-kiosker som kan være interessant å undersøke nærmere i fremtidige prosjekter. For at eksisterende og fremtidige brukere av BIM skal kunne hente ut fordeler av verktøyet er det avgjørende at det fokuseres på opplæring. Det anbefales derfor å gjøre tiltak for å sikre tilstrekkelig og tilpasset opplæring for egne ansatte, men også øvrige aktører på prosjektene til Backe Stor-Oslo. Flere av oppgavens respondenter oppgir at de kunne trengt mer opplæring, selv om de ikke nødvendigvis etterspør det. Oppgaven viser også spesielt til opplæring blant egne håndverkere som konkret tiltak for at bruk av BIM skal bli mer utbredt i produksjonsfasen.

Oppgaven har vært begrenset av tid og ressurser og det er derfor flere perspektiver som ikke er dekket av oppgaven, men som kunne vært interessante. Det kunne blant annet vært interessant å undersøke bruk av BIM blant underentreprenører og håndverkere spesifikt. Ved å rette fokus på deres perspektiv kunne man gått i dybden for å undersøke direkte hvilke fordeler de opplever gjennom alle deler av arbeidsdagen. I den forbindelse kunne det vært aktuelt å følge hele prosessen, fra opplæring til aktivt bruk, og gjerne ved å gjøre direkte observasjoner. Slike undersøkelser kan innebære bruk av alt fra BIM-kiosker til mobilskanning ute på byggeplassen. Et annet perspektiv er byggherresiden, og hvilke effekter BIM kan gi. Herunder kan man undersøke årsaker til at byggherre burde stille tydelige krav til bruk av BIM, og hvordan byggherre kan nyttiggjøre seg av en BIM-modell. Et aspekt som er nevnt i en rekke uformelle samtaler, men som ikke har latt seg bevise av oppgaven er i hvilken grad digitalisering og bruk av BIM medfører kvantitative, målbare effekter. Dette være seg lønnsomhet, byggetid, antall feil og mangler, og lignende. Det kunne vært svært interessant å undersøke om prosjekter over en lengre tidsperiode har sett utvikling i disse faktorene som kan relateres til bruk av digitale verktøy.

8. ANBEFALINGER OG VIDERE ARBEID

REFERANSELISTE

- Aga, F. (2018). *Denne roboten kan finne opp mot 40 prosent avvik fra BIM til det faktisk bygde*. bygg.no: Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1354699?image=dp-image109749-1354700> (lest 16. Mai).
- Arayici, Y., Egbu, C. & Coates, S. (2012). Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. *Journal of Information Technology in Construction*, 17: 75-92.
- Aziz, R. F. & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52 (4): 679-695.
- Backe. (2016). Backe Årsrapport 2016.
- Backe. (2017). *Skjermdump*. LinkedIn: Rendra. Tilgjengelig fra: <https://www.linkedin.com/company/rendra-as/> (lest 6. Des).
- Backegruppen. (2017). *Backe Stor-Oslo*. Tilgjengelig fra: <http://backegruppen.no/selskaper/backe-stor-oslo>.
- Backegruppen. (2018). *Om Backe*. Tilgjengelig fra: <http://backegruppen.no/om-backe> (lest 16. Mai).
- Barnes, P. & Davies, N. (2015). *BIM in Principle and in Practice*: ICE Publishing.
- Befring, E. (2015). *Kvantitativ metode*. De Nasjonale Forskningsetiske Komiteene. Tilgjengelig fra: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvantitativ-metode/>.
- BNL. (2017a). *Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen*. Tilgjengelig fra: <http://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/rapporter/210917-digitalt-veikart-for-bae-3.pdf?id=4000> (lest 4. Des).
- BNL. (2017b). *Statistikk og Marked*. Tilgjengelig fra: <http://www.bnl.no/politikk-og-analyse/statistikk-og-marked/> (lest 4. Des).
- Brekkehus, A. (2017). *007-feiring for Backe Stor-Oslo*. bygg.no: Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1313749> (lest 16. Mai).
- Brunstad, B. & Landfald, L. (2014). *Standardisering av digitale bygningsinformasjonsmodeller, BIM*. standard.no: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/> (lest 19. Mai).
- Bråthen, K. & Moland, L. E. (2016). Samhandlingsfase og BIM på byggeplass. *SamBIM-rapport*: Fafo.
- Bråthen, K. & Moum, A. (2016). Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23 (6): 751-764.

BSO. (2017). BSO organisasjonskart.

Buildingsmart.no. (2014). *buildingSmart Datamodell*. Tilgjengelig fra: <https://buildingsmart.no/hva-er-afenbim/bs-datamodell> (lest 19. Mai).

Buildingsmart.no. (2018). *Hva er åpenBIM*.

Byggeindustrien. (2016). *AS Ing Gunnar M. Backe overtar Bøhmer Entreprenør*. bygg.no. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1262401> (lest 19. April).

Byggeindustrien. (2017). *Backe Entreprenør tar BIM til byggeplassen med Rendra*. Bygg.no. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1308878> (lest 13. April).

Ciribini, A. L. C., Mastrolembo Ventura, S. & Paneroni, M. (2016). Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. *Automation in Construction*, 71 (Part 1): 62-73.

Dahlum, S. (2017). *Kvantitativ analyse*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kvantitativ_analyse (lest 19. April).

Eikeland, P. T. (2001). Teoretisk analyse av byggeprosesser.

Engeseth, P. (2017). BIM mer moden enn tidligere. byggfakta.no: Byggfakta.

Eriksen, C. (2017). Implementering av digitale verktøy i byggebransjen for økt samhandling og verdiskaping: NTNU.

Fakhimi, A., Majrouhi Sardroud, J. & Azhar, S. (2016). *How can Lean, IPD and BIM Work Together?*

Fangen, K. (2015). *Kvalitativ metode*. De nasjonale forsknigsetiske komiteene. Tilgjengelig fra: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode/>.

Flyen, C. (2016). Samhandling og BIM tidlig i byggeprosessen. Eikefjord-modellen – pilot for uttesting.

Fulford, R. & Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32 (2): 315-326.

Gundersen, D., Johansen, P. & Bjerkestrand, N. E. (2018). *transkripsjon*. Stor Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/transkripsjon> (lest 26. Feb).

Hoff, P. M. & Schjerva, R. (2015). Digitalisering=produktivitet. Produktivitetskommisjonen.no: IKT Norge.

Imerso. (2018). *Imerso*. Tilgjengelig fra: <http://imerso.com/> (lest 19. Mai).

Isaksson, A., Linderoth, H., Bosch, P. & Lennartsson, M. (2016, 2016). *BIM use in the production process among medium sized contractors : A survey of Swedish medium sized contractors*. 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, ICCCB2016, Osaka, July 6-8, 2016., s. 687-694.

- Iversen, M. (2015). *BIM-modellen skal være solen prosjektet snurrer rundt*. Tilgjengelig fra: <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2015-06/bim-modellen-skal-vaere-solen-prosjektet-snurrer-rundt> (lest 5. Mai).
- Jacobsen, D. I. (1998). Motstand mot forandring, eller: 10 gode grunner til at du ikke klarer å endre en organisasjon. *MAGMA*.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelse? 2*. Utgave utg.: Høyskoleforlaget.
- Jayasena, H. S. & Weddikkara, C. (2013). *Assessing the BIM maturity in a BIM infant industry*. The Second World Construction Symposium 2013: Socio-Economic Sustainability in Construction.
- Joelson, T. (2018). *Campus G12*. bygg.no: Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/article/1346443> (lest 10. Mai).
- Kalkulator: Kalkulasjon av feilmargin*. Aksnes AS. Tilgjengelig fra: <http://www.xn--spreunderskelser-10bj.no/kalkulator/> (lest 13. April).
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. *Technical Report TR/SE-0401*: Keele University.
- Kjøde, A. (2004). Ledere og endringsprosesser. *MAGMA*.
- Langlo, J. A., Bakken, S., Karud, O. J., Malm, E. & Andersen, B. (2013). Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen: Sintef.
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*. Doktoravhandling: NTNU, Institut for bygg, anlegg og transport.
- Ma, Z. & Ma, J. (2017). Formulating the application functional requirements of a BIM-based collaboration platform to support IPD projects. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21 (6): 2011-2026.
- McPartland, R. (2018). *BIM Levels explained*: NBS. Tilgjengelig fra: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> (lest 20. Mai).
- Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Merschbrock, C. & Nordahl-Rolfsen, C. (2016). *BIM technology acceptance among reinforcement workers - The case of oslo airport's terminal 2*, b. 21. 1-12 s.
- Moen, S. E. & Moland, L. E. (2010). BygningsInformasjonsModellering (BIM). En studie av utfordringer med å implementere BIM i Statsbygg og Skanska: Fafo.
- Myllärniemi, V. (2015). Literature reviews as a research method: Aalto University: School of Science.
- NTNU. (2013). Råd og retningslinjer for rapportskrivning

ved prosjekt- og masteroppgaver. Studieinformasjon - Institutt for bygg- og miljøteknikk: NTNU.

NTNU. (2018). *Finne Kilder*. Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk> (lest 30. April).

Nygaard, J. (2017). Bygger smartere med BIM. *Byggetid*, 02.17: 45-53.

Pedersen, P. H. (2013). SSB-statistikken om produktivitet er ikke verdt noe. *Byggeindustrien*.

Quinn, J. B. (1982). Managing strategies incrementally. *Omega*, 10 (6): 613-627.

Regjeringen. (2014). *Digitalisering i offentlig sektor*. regjeringen.no: Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/statlig-forvaltning/ikt-politikk/digitaliseringen-i-offentlig-sektor/id2340245/> (lest 21. Mai).

Sander, K. (2017a). *Induktiv og deduktiv studier*. estudie.no. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/> (lest 7. Mai).

Sander, K. (2017b). *Reliabilitet*. estudie.no. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/reliabilitet/> (lest 7. Mai).

Sander, K. (2017c). *Validitet*. estudie.no. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/validitet/> (lest 7. Mai).

Sandnes, J. (2014). Produktivitet i bygg- og anleggsnæringen. *Byggeindustrien*.

Seehusen, J. (2017). Mobilskanning kutter bygge-kostnadene med over 100 millioner . *Teknisk Ukeblad*.

Seerhusen, J. (2017). Mobilskanning kutter bygge-kostnadene med over 100 millioner. *Teknisk ukeblad*.

Skjelvan, R. (2015). Hindre for digitalisering. *Praktisk økonomi & finans*, 31 (03): 187-194 ER.

Skällenas, M., Hoel, C., Randen, A. & Halvorsen, K. (2017). *Heldigitalisering av byggebransjen*. Backekonferansen 2017.

Solibri. (2017). *Solibri Model Checker*. Tilgjengelig fra: <https://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/> (lest 31. Okt).

SSB. (2017). Produktiviteten i bygg og anlegg går opp. eba.no: Entreprenørforeningen bygg og anlegg.

StandardNorge. (2017). *Bygningsinformasjonsmodeller. Informasjonsleveranse. Del 1: Metode og format*. NS-EN ISO 29481-1:2017. standard.no.

Statsbygg. (2017). *Skanner bygg med mobilen*: Statsbygg. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2017/Skanner-bygg-med-mobilen/> (lest 20. Mai).

REFERANSELISTE

- Strand, S. S. (2017). *HSV Sykehjem*. bygg.no: Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1305557> (lest 10. Mai).
- Strand, S. S. (2018). *Solveggen*. bygg.no: Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1343860> (lest 10. Mai).
- StreamBIM. (2018). *StreamBIM*. Tilgjengelig fra: <https://streambim.com/no/> (lest 19. Mai).
- Strucutemag. (2013). *LOD 100-400*. Structuremag: Structuremag.
- Synchro. (2018). *The digital Construction Platform*. Tilgjengelig fra: <https://www.synchro ltd.com/> (lest 19. Mai).
- Tjora, A. (2014). *Samhandling*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/samhandling>.
- Todsén, S. (2018). Produktivitetsfall i bygg og anlegg. Statistisk sentralbyrå.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. 5. utg.: SAGE Publications, Inc.

REFERANSELISTE

VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE

VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE

INTERVJUGUIDE – DYBDEINTERVJU

Innledende informasjon

Dette intervjuet blir gjennomført som en del av datainnsamlingen i forbindelse med masteroppgave ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU våren 2018. Som et ledd i digitaliseringen byggenæringen opplever blir teknologiske verktøy stadig viktigere, og bruk av BIM i produksjon øker. Backe har nylig tatt i bruk Rendra/StreamBIM som sitt foretrukne verktøy, og gjør dermed BIM-modellen tilgjengelig for alle aktører på byggeplassen. Temaet for masteroppgaven er effekter av digitalisering, og problemstillingen er formulert slik:

«Effekter av BIM i produksjon hos Backe Stor-Oslo».

Forskningsspørsmålene som bygger opp under problemstillingen er:

4. *Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?*
5. *Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?*
6. *Hvilke ulemper erfarer Backe Stor-Oslo ved implementering av BIM i produksjon?*

Det vil bli gjennomført intervjuer med ulike aktører tilknyttet byggeplasser der Backe Stor-Oslo er totalentreprenør. Hensikten med intervjuene er å få innsikt og kartlagt erfaringer og observerte effekter som følge av bruk av BIM. Intervjuet vil bli tatt opp og lagret digitalt frem til levering av masteroppgave 11. juni 2018 før de blir slettet. Intervjuene vil bli behandlet i etterkant, og oversendt intervjuobjektet for godkjenning før bruk. Dersom intervjuobjektet ønsker å være anonym blir dette tatt til følge (avklares innledningsvis)

Gjennomføring

Intervjuet er tenkt å forløpe seg semi-strukturert, det vil si at der er en liste med tema og spørsmål å forholde seg til, men at det er rom for å komme med egne tanker og erfaringer utover det det spørres direkte om. Undertegnede søker som nevnt økt innsikt i hvordan intervjuobjektet opplever BIM i hverdagen, og det settes dermed pris på åpenhet og personlige meninger. Intervjuet er tenkt å gjennomføres på omtrent 30 minutter, og intervjuobjektet vil avslutningsvis bedt om å komme med noen egne generelle tanker og innspill hvis vedkommende har det. Hovedpunkt og evt. funn blir oppsummert før vi avslutter intervjuet. Har vedkommende noen spørsmål innledningsvis?

Intervju med funksjonær fra Backe

Innledende spørsmål

- Hvordan stilling har du i Backe Stor-Oslo?
- Hvordan lang erfaring har du i bransjen?
- Hvordan erfaring har du med bruk av BIM?
- Hvordan vurderer du eget interesse- og kunnskapsnivå om BIM?

Forskningsspørsmål 1: Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?

- Når og hvordan bruker du BIM?
- Hvor utbredt er bruken blant ulike aktører på byggeplassen?

Felles:

- Hvordan bruker de forskjellige rollene BIM i det daglige?
- Hvordan påvirkes den daglige driften av bruk av BIM i produksjon?
- Hvordan påvirkes kommunikasjon og informasjonsflyt som følge av BIM?
- Hvordan påvirker bruk av BIM samarbeidet med byggherre og underentreprenører?

Forskningsspørsmål 2: Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?

- Hvordan har BIM påvirket prestasjonene i produksjonen?
 - ↪ Øker det lønnsomhet?
 - ↪ Mindre feil?
 - Hvis ja, kan det vises til slike målinger?
 - ↪ Bedre oversikt og kontroll?
 - ↪ Enklere å bygge?
 - ↪ Raskere å bygge?
 - ↪ Logistikk?
- Hvilke erfaringer har du gjort deg med Rendra/StreamBIM?
 - ↪ Hvordan skiller Rendra/StreamBIM seg fra tidligere benyttede verktøy?

Forskningsspørsmål 3: Hvilke ulemper erfarer Backe Stor-Oslo ved implementering av BIM i produksjon?

- Har dere opplevd utfordringer knyttet til implementering av BIM?
 - ↪ Hvis ja, hvilke?
 - ↪ Hvordan løste dere utfordringen(e)?
- Har du erfart noen ulemper ved BIM i produksjon?
 - ↪ Hvis ja, hvordan ulemper?

Avslutning

Har du noe å tilføye som vi ikke har nevnt underveis?

Intervju med underentreprenør

Innledende spørsmål

- Hvilket firma representerer du?
- Hvordan stilling har du?
- Hvor lang erfaring har du i bransjen?
- Hvordan kjennskap og erfaring har du med bruk av 3D-modeller (BIM)?

Forskningsspørsmål 1: Hvilke aktører på byggeplassen benytter seg av BIM, og i hvor stor grad?

- Når og hvordan bruker du BIM?

Felles:

- Hvordan påvirker bruk av åpne 3D-modeller samarbeidet med totalentreprenør og andre aktører på byggeplassen?

Forskningsspørsmål 2: Hvilke fordeler har en erfart fra BIM i produksjon?

- Hvordan har BIM påvirket prestasjonene i produksjonen?
 - ↪ Raskere gjennomføringstid?
 - ↪ Reduserer kostnader?
 - ↪ Bedre kontroll?
 - ↪ Bedre kvalitet?
 - ↪ Arbeidet blir enklere?
 - ↪ Osv..
- Hva er de viktigste effektene bruk av 3D-modeller gir?
- Hva opplever du er de største fordelene ved å ha en PC med 3D-modell på byggeplassen?

Øvrig:

- Har dere opplevd utfordringer knyttet til bruk av BIM?
 - ↪ Hvis ja, hvilke?
- Medfører BIM i produksjon noen ulemper?
 - ↪ Hvis ja, hvordan ulemper?
- Har du noen tanker om hvordan man bør bruke BIM i produksjon i fremtiden?

Avslutning

Har du noe å tilføye som vi ikke har nevnt underveis?

VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE

VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE

VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE

Effekter av BIM i produksjon

I masteroppgaven min ved NTNU ønsker jeg å undersøke hvilke **effekter BIM gir i produksjon hos Backe Stor-Oslo**. Resultater fra spørreundersøkelsen vil utgjøre en del av datagrunnlaget for oppgaven.

I oppgaven gjør jeg et forsøk på å kartlegge hvordan arbeidshverdagen på byggeplass påvirkes som følge av BIM, og hvilke gevinster og eventuelle ulemper en har erfart.

Undersøkelsen er 100% anonym, og tar omtrent **5 min** å gjennomføre. Spørsmålene besvares primært ved avkrysning, men på noen spørsmål vil det i tillegg være mulig å legge inn kommentar dersom du mener det behøves. Svarene vil være til stor hjelp for oppgaven min. Tusen takk for at du tar deg tid til å svare!

PS: Det er ikke mulig å navigere seg bakover i undersøkelsen ettersom enkelte nettlesere har problemer med dette.

Med vennlig hilsen

Christian Eriksen

VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE

1) Hva er din rolle i Backe Stor-Oslo?

- I ledergruppen
- Prosjektleder
- Anleggsleder
- Produksjonsleder
- Anleggslederassistent
- Annet

2) Har du deltatt på et prosjekt der Rendra/StreamBIM ble benyttet?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

➡ Hvis «ja» på Spørsmål 2:

3) I hvilken grad benyttet du Rendra/StreamBIM på byggeplassen?

- Svært stor grad
- Stor grad
- Noen grad
- Liten grad
- Ingen grad
- Vet ikke

4) I hvilken grad fikk du inntrykk av at underentreprenører benyttet seg av Rendra/StreamBIM på byggeplassen?

- Svært stor grad
- Stor grad
- Noen grad
- Liten grad
- Ingen grad
- Vet ikke

➡ Hvis «nei» eller «vet ikke» på Spørsmål 2:

5) I hvilken grad har du praktisk erfaring med BIM på byggeplassen?

- Svært stor grad
- Stor grad
- Noen grad
- Liten grad
- Ingen grad
- Vet ikke

6) I hvilken grad har du inntrykk av at underentreprenører benytter BIM på byggeplassen?

- Svært stor grad
- Stor grad
- Noen grad
- Liten grad
- Ingen grad
- Vet ikke

➡ Spørsmål 10-13 er uavhengige av spørsmål 2:

10) I hvilken grad er følgende faktorer utfordringer for implementering av BIM?

						Eventuell kommentar
	Svært stor grad	Stor grad	Noen grad	Liten grad	Ingen grad	Vet ikke
Motvilje blant ansatte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manglende kunnskap og/eller ferdigheter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tidskrevende opplæring	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kontrakter med byggherre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kontrakter med underentreprenører	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kostbart utstyr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eksisterende arbeidsmetoder og rutiner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brukervennlighet i programvare	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mange ulike aktører involvert i hvert prosjekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annet (Frivillig, spesifiser evt. i kommentarfelt)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11) I hvilken grad mener du Backe Stor-Oslo satser tilstrekkelig på BIM i produksjon?

- Svært stor grad
- Stor grad
- Noen grad
- Liten grad
- Ingen grad
- Vet ikke

12) Hvilke effekter av BIM vil du trekke frem som de viktigste for Backe Stor-Oslo på produksjonsnivå?

13) Har bruk av BIM i produksjon medført noen ulemper?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE

↳ Hvis «ja» på spørsmål 13:

14) Hvilke ulemper har bruk av BIM i produksjon medført?

VEDLEGG 2: SPØRREUNDERSØKELSE

↳ Spørsmål 15 er uavhengige av tidligere spørsmål:

15) Har du noe å legge til vedrørende undersøkelsen eller temaet forøvrig?