

Institutt for Bygg- og energiteknikk - Bygg
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL	DATO
Er byggebransjen klar for 4D BIM?	25.05.2020
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG
	108 / 12
FORFATTERE	VEILEDER
Ingvild Vatne, Irene Larsen, Marthine Lund og Kjersti Kyrkjebø Fredheim	Daguang Han og Ernst Erik Hempel

UTFØRT I SAMMARBEID MED	KONTAKTPERSON
Betonmast Buskerud-Vestfold	Kristian Gjestemoen

SAMMENDRAG
<p>Det virker å være flere åpenbare fordeler knyttet til 4D BIM, likevel er det svært få aktører i bransjen som har integrert det i sin virksomhet. For å undersøke hvorfor vil oppgaven forsøke å besvare følgende problemstilling: «Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen, og hvordan kan man best tilrettelegge for det?». Det ble samlet teori på de større strukturene i byggebransjen, fremdriftsplanlegging, planleggingsverktøy og -metoder som blir benyttet, BIM og 4D BIM. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Betonmast Buskerud-Vestfold og deres prosjekt som skulle bygges i massivtre. I dette prosjektet satset de på å utvikle en fullstendig prosjektert BIM-modell før byggestart, og bakgrunnen for tema i denne oppgaven var å undersøke om 4D BIM kunne bidra til bedre prosjektstyring for dem. Litteraturstudien legger det meste av grunnlaget for teorien, og case-studien kartlegger hvordan prosjektstyring foregår hos Betonmast Buskerud-Vestfold, deres syn på innføring av endringer og hva de tenker om 4D BIM. En stor del av oppgaven var å gjennomføre dybdeintervjuer med folk i bransjen, både med ulike bakgrunner og roller.</p> <p>Resultatet viste at 4D BIM har mange fordeler, men også mange utfordringer. De største fordelene er i forbindelse med rigg, logistikk, kommunikasjon og forståelse. Utfordringene ligger både hos bransjen og hos programvaren. Bransjens holdninger, kunnskaper og strukturering er en utfordring, og programvarens brukervennlighet og nytteighet er ikke tilstrekkelig. I tillegg har byggherre en viktig rolle når det kommer til krav og oppfølging.</p>

3 STIKKORD
4D BIM
Synchro
Fremdriftsplanlegging

Forord

Denne bacheloroppgaven markerer avslutningen på et 3-årig bachelorstudium i ingeniørfag – bygg, med fordypning i konstruksjonsteknikk, ved OsloMet – storbyuniversitetet. Den er utarbeidet vårsemesteret 2020, og utgjør 20 studiepoeng i emnet BYTS3900 Bacheloroppgave.

Oppgaven ble skrevet i samarbeid med Betonmast Buskerud-Vestfold for å undersøke hvorfor 4D BIM ikke er bedre implementert i byggebransjen, og hvordan man bedre kan legge til rette for det. Det var spesielt interessant å undersøke dette i sammenheng med et prosjekt de var helt i startfasen av, for å vurdere om 4D BIM kunne hatt en positiv effekt på både planlegging, gjennomføring og potensielt videre drift.

Bakgrunnen for innholdet i denne oppgaven kommer først og fremst fra en interesse av å kartlegge hvorfor 4D BIM i liten grad blir brukt i en bransje som har et ønske om å effektivisere byggeprosessen, og bygge bygg av bedre kvalitet til lavere kostnader. I tillegg anså vi det som en gylden mulighet til å bli bedre kjent med hvordan bransjen fungerer, hvordan prosjekter organiseres og styres, og kanskje til og med kunne avdekke noe som bransjen selv ikke er klar over.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår samarbeidsbedrift, Betonmast Buskerud-Vestfold, som har tatt seg tid til oppfølging og samtaler med oss i en travel hverdag.

Våre interne veiledere ved OsloMet, Ernst Erik Hempel og Daguang Han, samt andre dyktige personer ved instituttet fortjener også en takk for veiledning, gode tilbakemeldinger og innspill under arbeidet med oppgaven.

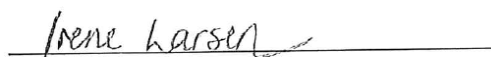
Vi vil også takke alle informanter som har stilt opp til intervju, både fysisk og over videokonferanse, som har delt sine ærlige meninger, erfaringer og synspunkter med oss.

En spesiell takk til lille Signe som har holdt humøret oppe og konsentrasjonen nede gjennom de virtuelle møtene dette semesteret.

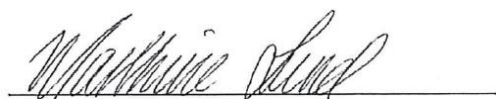
Skedsmokorset, Hønefoss, Stokke og Herøy 25.05.2020



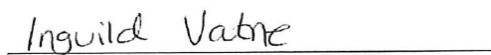
Kjersti Kyrkjebø Fredheim



Irene Larsen



Marthine Lund



Ingvild Vatne

Sammendrag

Til tross for at det virker å være flere åpenbare fordeler knyttet til 4D BIM, er det svært få aktører i bransjen i dag som har gjort det til en integrert del av sin virksomhet. For å undersøke hvorfor 4D BIM ikke er en større del av dagens byggeprosjekter vil oppgaven forsøke å besvare følgende problemstilling: «Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen, og hvordan kan man best tilrettelegge for det?». Utgangspunktet var at det overordnet kunne brytes ned til to ting; byggebransjen er ikke klar for 4D BIM eller programvaren er ikke god nok. For å besvare dette ble det først samlet teori på de større strukturene i byggebransjen, som organisatoriske forhold, prosjektstyring, formaliteter og filosofier som Lean og VDC. Det ble også funnet teori på innføring av endring. Deretter går oppgaven nærmere inn på teorien bak fremdriftsplanlegging og beskriver planleggingsverktøy og -metoder som blir benyttet. Til slutt kartlegges BIM og 4D BIM.

Opgaven er skrevet i samarbeid med Betonmast Buskerud-Vestfold. På samme tid som oppgaven ble utarbeidet, prosjekterte de et nyskapende kontorbygg som skulle bygges i massivtre, hvor de satset på å utvikle en fullstendig prosjektert BIM-modell før byggestart. Bakgrunnen for oppgavens tema var en interesse for å undersøke om 4D BIM kunne bidra til bedre prosjektstyring for Betonmast. Gjennom case-studien ble det kartlagt hvordan prosjektstyring foregår hos Betonmast Buskerud-Vestfold, hva slags syn de har på innføring av nye verktøy og metoder og hva de tenker om 4D BIM. En stor del av oppgaven var å gjennomføre en rekke dybdeintervjuer med folk i bransjen, både med ulike bakgrunner og roller. Ut fra informasjonen fra litteraturstudien, case-studien og dybdeintervjuer ble det tydeligere å se på hvilken måte 4D BIM kan bidra til bedre prosjektstyring, hva som kreves av ressurser og tilrettelegging for å kunne innføre noe nytt som 4D BIM og hva som hindrer bransjen i å dra den fulle nytten av det.

Resultatet av undersøkelsene viste at 4D BIM har mange fordeler, både når det kommer til rigg og logistikk, optimalisering av fremdrift i tillegg til bedre kommunikasjon og forståelse for alle involverte og interessenter. Utfordringene ligger i at bransjen er lite villig til å endre seg, og ingen tør å satse på noe nytt hvis det ikke umiddelbart gir noen gevinst. Det er også vanskelig å overføre erfaringer fordi prosjektene og sammensetningene av involverte er ulike hver gang. Samtidig er det heller ingen som savner 4D BIM fordi de opplever at de verktøyene man bruker i dag gjør samme nytten. Synchrono, som er den mest brukte 4D-programvaren, spiller ikke på lag med måten man vanligvis planlegger, og legger dårlig til rette for involvering. I tillegg oppleves brukergrensesnittet som høyt, og programvaren som altfor dyr. Bransjen på sin side har for liten kunnskap om planlegging og må øke den gjennomsnittlige tekniske kompetansen for å kunne få maksimalt utbytte av Synchrono. For at 4D BIM skal bli brukt mer, trenger bransjen noen som går i spissen. Byggherre må stille krav om 4D på prosjektet sitt og sørge for at det blir fulgt opp. Det må legges til rette for bedre prosjektering og standardisering av oppgaver og data, og det må settes av mer tid til ren planlegging. Det er også viktig å tilpasse måten man bruker 4D BIM på slik at den passer til organisasjonen og måten den opererer på.

Abstract

Despite having many proven advantages, very few companies in the building industry have made 4D BIM a part of their everyday tools for use in planning and scheduling. As part of our research to find out why 4D BIM is not a bigger part of today's building industry, this thesis will try to answer the following research question: "Why isn't 4D BIM more fully implemented in the building industry, and how do we best facilitate it?". The premise set was that this question could be broken down into two main theories: either the construction industry is not ready for 4D BIM or the software is not yet good enough. To answer this question, we first had to gather some theory on the fundamental structures in the construction industry, such as organizational conditions, project management, formalities, and philosophies such as Lean and VDC. We also look at the introduction of change in general. The thesis then goes more into detail on the theory concerning planning and scheduling, and lays out the tools and methods used in planning. Finally, BIM and 4D BIM are discussed.

This thesis was written in collaboration with Betonmast Buskerud-Vestfold. The project this thesis discusses is an innovative office building which will be built in mass timber. Their aim with this project is to design and plan everything before construction start, in order to develop a complete BIM model. The inspiration for the research area of this thesis was an interest in investigating whether 4D BIM could have contributed to better project management for Betonmast in this project. Through the case study it was mapped out how project management takes place at Betonmast Buskerud-Vestfold, what views they have on the introduction of new tools and methods, and what their thoughts concerning 4D BIM are. In addition, several in-depth interviews were conducted with people in the industry with different backgrounds and roles. Based on the information from the literature study, the case study and in-depth interviews, it was made more clear how 4D BIM could contribute to better project management, what resources and facilitation are required to be able to introduce something new like 4D BIM, as well as what prevents the industry from taking full advantage of it.

The results from the surveys showed that 4D BIM has many advantages, in terms of site logistics, optimization of planned progress, as well as better communication and understanding for everyone involved. The challenges arise with the fact that the industry is not willing to change, and no one wants to invest in something new if it is not immediately profitable. It is also difficult to effectively conduct knowledge transfers because the projects and compositions of the people involved are different each time. Also, people manage without 4D BIM because they feel that the tools they already have are good enough. Synchro, which is the most widely used 4D software, does not work well with involved planning (from Lean) which is a common way of working in the Norwegian building industry. In addition, the user interface is perceived as too high, and the software is too expensive. On the other hand, the industry does not have enough knowledge concerning planning and scheduling nor the sufficient level of computer competency to really benefit from Synchro. If 4D BIM is to be used more, the industry needs someone to lead the way. The developers should demand that the contractors use 4D in their projects and make sure that they actually follow through. More time should be devoted to scheduling, and adjustments made to improve design planning and standardisation of tasks and data templates.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Innholdsfortegnelse	iv
Lister	vii
Forkortelser	vii
Figurliste	viii
Tabelliste	ix
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål og problemstilling.....	2
1.3 Avgrensninger og begrensninger	3
1.4 Oppgavens oppbygging	4
2. Teori.....	5
2.1 De større strukturene.....	5
2.1.1 Prosjektledelsens rammeverk	5
2.1.2 Lean Construction.....	12
2.1.3 Virtual Design and Construction (VDC)	14
2.1.4 Gjennomføringsmodeller i byggeprosjekter	15
2.1.5 Integrated Project Delivery (IPD).....	16
2.1.6 Endring.....	17
2.2 Fremdriftsplanlegging	23
2.2.1 Planning vs. scheduling.....	23
2.2.2 Prosjektnedbrytning (WBS)	23
2.2.3 Detaljnivå på planer	24
2.2.4 Oppfølging av fremdrift	26
2.2.5 Planleggingsmetoder	26
2.2.6 Digitale verktøy for fremdriftsplanlegging	30
2.3 BIM	31
2.3.1 BIM-dimensjoner.....	31
2.3.2 Modellmodenhetsindeks (MMI).....	32
2.3.3 Åpen BIM	33

2.3.4	Digitale verktøy.....	34
2.3.5	Standardisering.....	36
2.4	4D BIM.....	39
2.4.1	Hvordan brukes 4D BIM?.....	39
2.4.2	Fordeler og utfordringer.....	40
2.4.3	Synchro.....	41
2.4.4	Annen 4D-programvare.....	45
2.4.5	4D BIM i fremtidens BIM-modell.....	46
3.	Metode.....	48
3.1	Kvalitativ metode.....	49
3.1.1	Intervjuguide.....	49
3.1.2	Gjennomføring av intervju.....	50
3.2	Litteraturgransking.....	50
3.3	Case-studie.....	51
3.4	Refleksjon og kvalitetssikring.....	52
3.4.1	Validitet.....	52
3.4.2	Reliabilitet.....	52
3.4.3	Objektivitet.....	52
3.4.4	Generaliserbarhet.....	53
3.4.5	Kildekritikk.....	53
4.	Case-studie - Prosjektet Node.....	54
4.1	Betonmast.....	54
4.1.1	Prosjektorganisasjon.....	54
4.1.2	Konsernets oppbygning.....	55
4.1.3	Fremdriftsplanlegging.....	55
4.1.4	VDC i Betonmast.....	57
4.2	Prosjektet Node.....	58
4.2.1	Om prosjektet.....	58
4.2.2	Hva endrer seg ved bygging i massivtre?.....	58
4.2.3	Prosjektering i Node.....	59
4.2.4	BIM i Node.....	60
4.3	4D BIM.....	61
4.3.1	Hvilke tanker har prosjektdeltakerne om det?.....	61
5.	Resultater.....	63
5.1	Innledende resultater.....	63
5.1.1	Intervju med prosjektleder på prosjekt bygget i massivtre.....	63

5.1.2	Intervju med løsningsrådgivere fra programvareleverandør	66
5.1.3	Hva ble brukt fra de innledende intervjuene?	68
5.2	Resultater fra intervjuer	70
5.2.1	Bakgrunn	70
5.2.2	Fremdriftsplanlegging	71
5.2.3	4D BIM	72
5.2.4	Programvare	74
5.2.5	De større strukturene	76
5.2.6	4D BIM sin fremtid	78
6.	Drøfting	79
6.1	Forutsetninger for innføring og bruk av 4D BIM	79
6.1.1	Innføring av endringer	79
6.1.2	Programvarens brukervennlighet.....	83
6.1.3	Implementering og bruk.....	87
6.2	Evaluering av 4D BIM.....	89
6.2.1	Utbytte av 4D BIM	89
6.2.2	Hvor «Lean» er Synchro?.....	93
6.2.3	4D BIM i fremtiden	93
6.3	Drøfting av case-studie.....	95
7.	Konklusjon	97
7.1	Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen?	97
7.2	Hvordan kan man eventuelt best tilrettelegge for 4D BIM?	98
7.3	Er byggebransjen klar for 4D BIM?.....	99
8.	Videre forskning	100
9.	Referanseliste	101
10.	Vedlegg.....	108

Lister

Forkortelser

AEC	Architecture, Engineering and Construction
AI	Artificial Intelligence
ARK	Arkitekt
BIM	Building Information Modelling
CPM	Critical Path Method
FDV	Forvaltning, drift og vedlikehold
FDVU	Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling
GPS	Global Positioning System
GTIN	Global Trade Item Number
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
ICE	Integrated Concurrent Engineering
IFC	Industry Foundation Classes
IoT	Internet of Things
IPD	Integrated Project Delivery
IT	Informasjonsteknologi
LCA	Life-cycle analysis
LPS	Last Planner System
MMI	Modell Modenhets Indeks
NOBB	Norsk Byggevarabase
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
OPS	Offentlig Privat Sammarbeid
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document Format
PDT	Product Data Templates
PERT	Programme evaluation and review technique
PGL	Prosjekteringsgruppeleder
PPU	Prosent planlagt utført
PRL	Prosjekteringsleder
RFID	Radio Frequency Identification
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIBr	Rådgivende ingeniør brann
RIE	Rådgivende ingeniør elektronikk
RIV	Rådgivende ingeniør varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
SSB	Statistisk Sentralbyrå
SWP	Synchro Workgroup Project
TAM	Technology Acceptance Model
TPC	Technology-to-Performance Chain
TTF	Task-Technology Fit
VDC	Virtual Design and Construction
WBS	Work Breakdown Structure

Figurliste

Figur 2-1. «Relationship between the Product and the Project Life Cycles». Fra <i>A guide to the Project Management Body of Knowledge</i> , av Project Management Institute, 2013 (s.24), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.	6
Figur 2-2. «Uten tittel». Illustrasjon fritt oversatt fra: https://www.youtube.com/watch?v=51v_cboZXTY&t=975s , 2018, 00:14:00-00:16:30.	7
Figur 2-3. «Functional Organization». Fra <i>A guide to the Project Management Body of Knowledge</i> , av Project Management Institute, 2013 (s.29), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.	9
Figur 2-4. «Projectized Organization». Fra <i>A guide to the Project Management Body of Knowledge</i> , av Project Management Institute, 2013 (s.29), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.	10
Figur 2-5. «Produktiviteten», 2018, av Statistisk Sentralbyrå (https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg).	12
Figur 2-6. «Technology Acceptance Model», 2015, av Alsamugisha (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Technology_acceptance_model.png). Lisensiert under CC-BY-SA-4.0.	21
Figur 2-7. «Integrated TAM/TTF model», Fra <i>Extending the technology acceptance model with task-technology fit constructs</i> , av Mark T. Dishaw og Diane M Strong, 1998 (s.13), Information & Management, 36 (1).	22
Figur 2-8. «Uten tittel». Illustrasjon fritt oversatt av: https://www.prosjektbloggen.no/en-enkel-oppskrift-pa-en-arbeidsnedbrytningsstruktur , 2015, Gjengitt med tillatelse.	24
Figur 2-9. «Last Planner», fra <i>Lean Construction – Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon</i> , av B.T. Kalsaas, 2017 (s. 45), Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS. Copyright 2017, Vigmostad & Bjørke AS. Gjengitt med tillatelse.	24
Figur 2-10. «English: Gantt Chart created with MindView», 2013, av Inc, Matchware (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MindView-Gantt_Chart.png). CC-BY-SA-3.0.	27
Figur 2-11. «Eksempel på AON-nettverk». Fra <i>Praktisk Prosjektstyring</i> , av A. Rolstadås, 2011, Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.	28
Figur 2-12. «Uten tittel», u.å. av Trimble (https://gc.trimble.com/product/schedule-planner).	29
Figur 2-13. «Uten tittel», u.å., av Cobuilder (https://cobuilder.com/nb/innholdstilbud/de-5-vanligste-sporsmalene-om-pdt/). Gjengitt med tillatelse.	37
Figur 2-14. «Fasenormen «neste steg»», u.å., av Bygg 21 (https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/tenk-nytt-bruk-kjente-losninger/bygg21s-anbefalinger/#chapterheading3648-subheading1).	38
Figur 2-15. «Uten tittel», Fra <i>BIM Handbook</i> , av C.M. Eastman, K. Liston, R. Sacks & P. Teicholz, 2011 (s.289), Hoboken: John Wiley & Sons. Copyright 2011, John Wiley & Sons.	39
Figur 2-16. «Uten tittel», u.å., av NTI (https://www.nti.biz/no/produkter/flere-produkter/synchro/). Gjengitt med tillatelse.	42
Figur 2-17. Alle bilder i tabell: «Uten tittel», u.å., av Bentley (https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro).	44

Tabelliste

Tabell 2-1. MMI-nivåer	33
Tabell 2-2. Andre digitale verktøy.	36
Tabell 2-3. Andre Synchroprodukter	43
Tabell 2-4. Nye funksjoner i Synchro.....	44
Tabell 3-1. Oversikt over informanter	48
Tabell 3-2. Informanter fra Betonmast Buskerud-Vestfold.....	51
Tabell 5-1. Informanter, rolle og bakgrunn	70

1. Innledning

De siste årene har det vært en enorm teknologisk utvikling, og nye metoder og verktøy dukker til stadighet opp. Før spurte vi hverandre «bimmer du?», men i dag snakker man gjerne om hvor mange dimensjoner man «bimmer» i, hvor Lean man jobber, om man bruker VDC og ICE, eller VR og AR. Det ser imidlertid ut til å ta tid å få nye metoder og verktøy implementert. 4D BIM er ikke et nytt konsept, og det virker å herske enighet om at det er spennende og nyttig, allikevel er det veldig få som faktisk bruker det. Her dukket forskningsspørsmålet opp som denne oppgaven tar for seg.

I innledningskapittelet gjennomgås bakgrunnen for, og formålet med, denne oppgaven. Videre vil oppgavens problemstilling og avgrensninger beskrives, før det kommer en kort forklaring av oppgavens oppbygging.

1.1 Bakgrunn

Denne oppgaven ble utarbeidet i samarbeid med Betonmast Buskerud-Vestfold AS og veileder Daguang Han ved OsloMet, på bakgrunn av tildelt prosjekt og egen interesse for prosjektstyring og digitalisering. Prosjektet vi skulle jobbe med hos samarbeidsbedriften er et satsingsprosjekt som skal bygges i massivtre på en krevende lokasjon, hvor fokus lå på fullstendig prosjektering før byggestart. Mye grunnet prosjektets satsning på en fullstendig prosjektert BIM-modell før byggestart, ble vi nysgjerrige på digitalisering og BIM. Ettersom vi er nye i bransjen, ser vi på BIM og andre digitale løsninger som en selvfølge, men vi observerte at bransjen utvikler seg tregere enn vi forventet. Byggebransjen har hatt dårlig utvikling i produktivitet de siste tiårene sammenlignet med andre bransjer, samtidig som det har blitt et økt fokus på å bedre prosjektstyring. Metodikker som Lean og VDC, i tillegg til implementering av BIM, har blitt innført med et ønske om å bedre dette. Ettersom bygget skulle oppføres i massivtre, ble fremdriftsplanlegging et spesielt spennende tema.

Prosjektet Node, som vi skulle følge, så ut til å være et prosjekt hvor digitalisering, prosjektstyring og nye metoder virkelig skulle testes. De sto foran et relativt nyskapende byggeprosjekt i massivtre og krevende logistikk, noe som stiller strenge krav til prosjektstyring. Vår veileder foreslo at 4D BIM kunne brukes som et hjelpemiddel for å potensielt forbedre byggeprosjektet til Betonmast. 4D BIM er kort fortalt en sammenkobling av 3D-modellen og fremdriftsplanen, som brukes for å visualisere fremdriften. Dette var Betonmast positive til at vi skulle teste ut. Betonmast hadde allerede testet 4D BIM på noen utvalgte prosjekter tidligere, men mente på det tidspunktet at programvaren ikke var moden nok. De mente at tiden var inne for å ta en vurdering på nytt, og var derfor svært interessert i at vi skulle skrive om det.

Metoden skulle gå ut på å gjennomføre noen kvalitative intervjuer for å hente erfaringer, jobbe delvis fra Betonmast sine kontorer for å få med seg prosjekterings- og planleggingsprosessen, og jobbe parallelt med prosjekteringsgruppa for å sette fremdriftsplanen inn i Synchro og lage en visualisering av fremdriften til råbygget. Synchro er den mest brukte programvaren for 4D BIM. Fremgangsmåten og metoden endte opp med å endres totalt. Mer om det i kapittel 1.3 Avgrensninger og begrensninger.

1.2 Formål og problemstilling

I utgangspunktet var målet med denne oppgaven å kartlegge hvordan 4D BIM best kunne brukes til prosjektstyring. Men noen uformelle samtaler med folk i bransjen i kombinasjon med at vi ikke kunne gjennomføre case-studie som planlagt, førte oss inn på spørsmålet: Hvorfor er ikke 4D BIM mer utbredt i byggebransjen? Alle virker å synes det er et kult konsept og en god idé, men svært få bruker det faktisk i prosjekter. Derfor ble vårt nye formål å forstå hvorfor 4D BIM ikke vane bedre implementert i byggebransjen, og problemstillingen ble som følger:

Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen, og hvordan kan man best tilrettelegge for det?

For å besvare dette spørsmålet er det blitt definert noen forskningsspørsmål som brukes underveis for å bygge opp nødvendig forståelse. Disse vil det aldri bli gitt noe direkte svar på, men vil implisitt være en viktig del av måten vi har jobbet på og konklusjonen.

1. Hvordan foregår vanligvis prosjektering og planlegging i et byggeprosjekt?
2. Hvordan kan 4D BIM bidra til bedre prosjektstyring i byggeprosjekter?
3. Hva kreves av ressurser og tilrettelegging for å innføre 4D BIM?
4. Hva hindrer bransjen i å dra den fulle nytten av 4D BIM?

I tillegg til å kartlegge bruken av 4D BIM i byggebransjen, er vårt overordnede mål med denne oppgaven å lære mer om bransjen vi er i ferd med å bli en del av. Vi hadde som mål fra start å skrive en oppgave som ga oss et innblikk hvordan byggeprosjekter blir gjennomført og hvordan bransjen virker. Vi ønsker å kunne få være med på et prosjekt og skaffe oss litt erfaring, både for å lære for vår egen del og for å styrke oppgaven. Vi ønsket å jobbe med noe som var fremtidsrettet, som digitalisering eller massivtre, for å se hvor langt bransjen har kommet og kanskje lære oss noe nyttig vi kunne bruke videre ut i arbeidslivet.

Vår oppdragsgiver, Betonmast, ønsker å teste nye ideer, metoder og verktøy som bidrar til at de holder tritt med utviklingen og digitaliseringen av bransjen, og sørger for at de fortsetter å være konkurransedyktige. De har vært veldig åpne for ideer og innspill fra oss om valg av oppgave, og målet for dem med denne oppgaven er å få svar på om 4D BIM er noe som er verdt å satse på videre.

1.3 Avgrensninger og begrensninger

Denne delen var egentlig bare ment å hete Avgrensninger, men etter hvert som semesteret har gått har det kommet flere begrensninger som veldig tydelig har preget oppgaven. Derfor har vi valgt å dele kapittelet inn i to deler, for å forklare hvorfor oppgaven ble løst på den måten den ble.

Avgrensninger

Det viste seg tidlig i våre undersøkelser at ulike land har ulik tilnærming til prosjektstyring, fremdriftsplanlegging og 4D BIM. Av hensyn til oppdragsgiver avgrenset vi det geografiske området til den norske byggebransjen.

Det finnes flere programvarer for 4D BIM på markedet. Vi har valgt å kun fokusere på Synchro ettersom det er den programvaren som er desidert mest utbredt i Norge, og som bransjen, basert på uoffisielle samtaler, virker å ha mest tro på for fremtiden. I tillegg var det den programvaren samtlige informanter vi fikk snakke med hovedsakelig hadde erfaring med.

Etter det første innledende intervjuet ble det klart at bygging i massivtre ikke hadde den store innvirkningen på fremdriftsplanlegging som vi først så for oss. Det har selvfølgelig konsekvenser, og krever tilpasninger, men i større grad for prosjektering enn fremdriftsplanlegging. Vi konkluderte derfor med at hvis man tar hensyn til noen relativt enkle, konkrete faktorer, kan man planlegge fremdrift tilnærmet normalt. Dermed vil heller ikke 4D BIM ha den største effekten på akkurat dette området.

En bacheloroppgave er et temporært prosjekt. Den har begrenset omfang og utstrekning i tid. Derfor har vi valgt å kun ta for oss prosjekteringsfasen, og vil ikke kunne følge opp fremdriftsplanen over i utførelsen. I tillegg er vi avhengig av at prosjekteringsfasen og utforming av fremdriftsplan i prosjektet vi følger skjer mens vi skriver oppgaven. En konsekvens av dette er at vi ikke vil kunne gå inn på konkrete kostnader satt opp mot antatt inntjent verdi ved bruk av 4D BIM. Å ikke kunne lage et reelt kost-nytte-regnskap er en stor svakhet i oppgaven, da det alltid vil fungere som hovedargumentasjon for innføring av nye verktøy hos entreprenører. Vi vil også bare kunne gå helt overflattisk inn på risikostyring. Vi håper allikevel oppgaven vår kan være med på å skape et grunnlag som gjør at andre lettere kan beregne nødvendige investeringskostnader.

Begrensninger

La oss starte med elefanten i rommet. Som alt annet denne våren er også denne oppgaven preget av Covid-19-pandemien. Vi har ikke kunnet bruke case-studien i den grad vi ønsket, fordi alle har hatt hjemmekontor. Planen var som nevnt å jobbe i samme kontorlokaler som Betonmast, for å få erfaring og jobbe med prosjektet som et konkret eksempel for å hente fremdriftsplaner, modeller og konkrete tall. Den gang ei. I tillegg har det vært litt mer utfordrende å få tak i informanter og veiledere, fordi mange har fått knappere med tid. Men de vi har fått tak i har vært helt supre, og sneket oss inn på video mellom hjemmekontor, hjemmeundervisning og barnepass.

En annen utfordring vi møtte har vært at prosjektet vi skulle følge falt litt sammen. Det har blitt utsatt, endret og omstrukturert. Betonmast har fulgt oss opp så godt de kan ved inkludert oss i Teams-møter og stilt opp på uformelle intervjuer, men det har vært veldig lite informasjon å dele fordi prosjektet ligger langt etter skjema.

1. Innledning

Planen var å forsøke å jobbe parallelt med prosjektet i Synchro, for å teste ut programvaren selv. Dette har vi ikke fått til. Dette skyldes delvis prosjektet som ikke har fungert, delvis Covid-19-pandemien, men aller mest fordi vi ikke har fått tilgang til lisens til Synchro PRO. Bentley, som leverer Synchro, ga oss etter mye masing gratis studentlisenser, men de fungerte ikke og siden har vi ikke fått svar på noen henvendelser. Vi har forsøkt å jobbe i Synchro Scheduler, som er gratisversjonen brukt til å lage fremdriftsplaner uten 4D visualiseringen, men det har vist seg vanskelig ettersom øvrige elementer som nevnt ikke heller er på plass. Derfor ble fokus på oppgaven endret, fra primært case-studie, til teoritunge, kvalitative undersøkelser med støtte i case-studien.

1.4 Oppgavens oppbygging

Denne oppgaven består av åtte kapitler; Innledning, Teori, Metode, Case-studie, Resultater, Diskusjon, Konklusjon og Videre forskning.

I kapittel 1 Innledning beskrives problemstillingen, formålet med denne oppgaven, og hvorfor det ble valgt å skrive om dette temaet. I tillegg forklares det noen avgrensninger og begrensninger som er nyttige for leseren å ha med seg videre når oppgaven leses igjennom.

I kapittel 2 Teori presenteres teorien som ligger til grunne for resultatene, drøftingen og konklusjonen. Hovedsakelig blir bransjens strukturelle forutsetninger, teori om innføring av endringer, fremdriftsplanlegging, BIM og 4D BIM kartlagt.

I kapittel 3 Metode blir det beskrevet hva kvalitativ metode er og hvordan det har blitt brukt for å samle inn data. Det blir også forklart hvordan litteraturgranskingen og case-studien har blitt gjennomført, i tillegg til at refleksjon og kvalitetssikring rundt de valgte metodene er beskrevet.

I kapittel 4 Case-studie – Prosjektet Node presenteres observasjoner og resultater fra case-studien.

I kapittel 5 Resultater presenteres resultater fra kvalitative undersøkelser.

I kapittel 6 Diskusjon knyttes teori opp mot resultater fra kvalitative undersøkelser og fra case-studie.

I kapittel 7 Konklusjon trekkes slutninger fra det som diskuteres i kapittel 6.

I kapittel 8 Videre forskning presenteres problemstillinger/temaer som er interessante å gjøre videre arbeid med i fremtidige oppgaver av tilsvarende karakter som denne.

2. Teori

I teorikapitlet presenteres relevant teori for oppgaven. Innledningsvis vil noen av de mer overordnede strukturene presenteres, som er med på å forklare forutsetningene bransjen har for å innføre endringer og jobbe med nye verktøy som 4D BIM. Deretter går det inn på litt mer konkret rundt metoder brukt til fremdriftsplanlegging, og en beskrivelse av verktøyene vanligvis brukt. I kapittel 2.3 omtales BIM generelt for å danne et grunnlag for videre diskusjon av Synchro og 4D BIM. Disse beskrives så i et eget teorikapittel.

2.1 De større strukturene

Denne oppgaven har satt seg fore å undersøke bruken av 4D BIM, som er et verktøy brukt for å lettere visualisere fremdriftsplanlegging. Undersøkelsen går ut på å kartlegge hvorfor 4D BIM ikke er mer utbredt i bransjen, og en del av den utredningen vil være å ta et par steg tilbake og se på de mer diffuse, underliggende strukturene som setter forutsetningene for hvordan vi jobber, hvordan avgjørelser tas og hvordan man setter i gang endringer. Svaret er kanskje ikke så enkelt som at programvaren er for dårlig. Kanskje det krever at vi på et helt grunnleggende nivå jobber annerledes for at vi kan dra nytte av alle de nye digitale verktøyene og spennende metodene som dukker opp i en bransje som tydelig er i rask endring. Dette er en enorm problemstilling ingen helt vet svaret på, men det er allikevel dette temaet denne delen av teorikapitlet baseres på. Her forsøkes det å gå kort inn på metoder, metodikk, gjennomføringsmodeller, organisatoriske strukturer og formaliteter som legger rammeverket for hvordan vi tenker og hvorfor vi tar de avgjørelsene vi tar. Som en del av dette blir det tatt sikte på å forklare og konkretisere teoriene og metodene Lean Construction, VDC og IPD. Disse har både direkte og indirekte påvirkning på hvordan strukturer settes og avgjørelser tas, og ligger til grunn for hvordan et prosjekt organiseres. I tillegg er det nødvendig å gå kort inn på valg av entrepriseform, beskrivelser og kontraktsformer, og hvordan dette kan være avgjørende når det kommer til implementering av nye metoder. Kanskje går det an å koke dette enorme emnet ned til noe mer håndfast som vi kan bruke til å undersøke om forholdene egentlig ligger til rette for denne nye, visuelle måten å jobbe på. Til slutt blir også innføring av endringer i seg selv undersøkt som et eget tema.

2.1.1 Prosjektledelsens rammeverk

Tett knyttet opp mot fremdriftsplanlegging er prosjektstyring, og for å kunne se på det bør man også kartlegge hvilke føringer, muligheter og begrensninger prosjektledelsen legger som grunnlag. Det er nemlig viktig å merke seg at prosjektledelse og prosjektstyring er to forskjellige begreper som ofte blir brukt om hverandre. Prosjektledelse er et større begrep som blant annet omfavner prosjektstyring. På nettsidene til Digitaliseringsdirektoratet finner vi følgende definisjon:

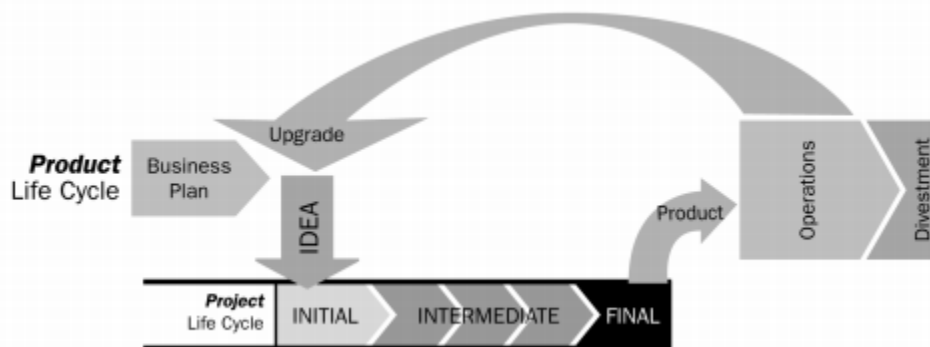
2. Teori

Prosjektstyring må ikke forveksles med ledelse av prosjektet. Prosjektstyring handler om å sikre fremdrift, holde planer og budsjetter og ivareta prosjektets usikkerhet. Prosjektledelse er et bredere begrep, som omfatter også det å sette sammen et godt prosjektteam, få dem til å samarbeide, engasjere og motivere, forebygge konflikter og ivareta prosjektets interessenter (Difi, 2019).

Med andre ord er prosjektledelse et begrep som inneholder alt som kreves for å sette rammene rundt et prosjekt, mens prosjektstyring er et begrep under dette som omhandler selve styringen og organiseringen av gjennomførelsen til prosjektet gjennom dets forskjellige faser. I tillegg er det enda større strukturer som legger føringer for prosjektledelsen igjen, som organisasjonens organisering. Dette kapitlet skal ta for seg rammene som ligger rundt et prosjekt og rundt en prosjektleder. Aller først skal det kartlegges hva som er forskjellen på prosjekt- og produktlivssyklus og hvilke konsekvenser det kan ha i sammenheng med prosjektledelse. Deretter kartlegges hvilken innflytelse prosjektlederen har på prosjektstyringen og valg av verktøy, hva som igjen har innflytelse på prosjektlederen og påvirker hvilke valg han faktisk er i stand til å ta utenom de normene og reglene som er lagt fra bedriften. Dette er de organisasjonsmessige innvirkningene.

Prosjekt- og produktlivssyklus

For at man skal kunne undersøke prosjekt- og produktlivssyklus, legges først grunnlaget med å se på hva et prosjekt og et produkt egentlig er, og hvordan de henger sammen. I byggebransjen forholder man seg til prosjekter hver eneste dag, og et prosjekt kan defineres som «et tiltak som har et avgrenset omfang, og gjennomføres én gang for å nå et gitt mål innenfor en gitt tids- og ressursramme» (Rolstadås, 2020). Et prosjekt handler altså om at man i løpet av en begrenset tidsperiode skaper et konkret resultat eller et produkt. Forskjellen på et produkt og et prosjekt kan altså enkelt forklares med at prosjektet er en serie faser som ender med å produsere et produkt. Dette kan virke selvsagt, men her ligger det et viktig poeng; produktet skal ikke bare regnes som et sluttprodukt etter prosjektfasen, for det har nemlig også en egen livssyklus. Prosjektets livssyklus er faktisk bare, som figur 2-1 illustrerer, én av delene til hele produktets livssyklus.

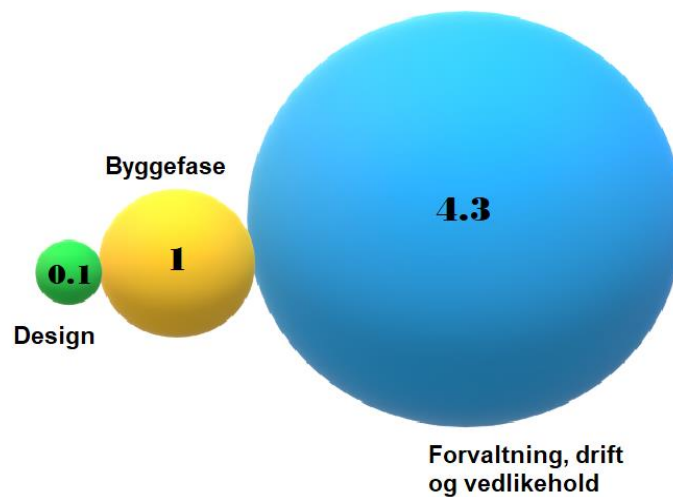


Figur 2-1. «Relationship between the Product and the Project Life Cycles». *Fra A guide to the Project Management Body of Knowledge*, av Project Management Institute, 2013 (s.24), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.

Dette gir mening også når det oversettes til byggebransjen, hvor bygget er produktet, og prosjektet er å bygge det. Selve byggeprosjektet er ikke hele prosessen, men en del av utviklingen mot et produkt. En tiltakshaver har kommet med den overordnede idéen og funnet ut av finansieringen før selve byggeprosjektet starter, og når bygget er ferdig og overlevert vil det være en lang periode med

2. Teori

forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU). Hvis man etter noen år velger å rehabilitere produktet, startes dermed et nytt prosjekt, men er fortsatt innenfor det samme produktets livssyklus. Denne maktbalansen er viktig, men kan være vanskelig å hensynta for de som jobber med prosjektet. De er lite involvert i produktets livssyklus, og tar dermed ofte avgjørelser med et kortere perspektiv som grunnlag. Denne utfordringen blir det stadig mer fokus på takket være den voksende kunnskapen om livssyklusanalyser (LCA), og dets økende viktighet i byggebransjen og miljøkampen. LCA legger blant annet vekt på viktigheten av kostnader som løper utenom byggeprosjektet, og hvordan det utgjør en enormt stor del av de totale kostnadene. Glenn Ballard (2018, 00:14:00-00:16:30) mener også i lys av dette, og på bakgrunn av tall fra en studie utført for å finne den totale lønnsomheten til et helseforetak, at man tydelig kan se verdien av å fokusere på kostnader som kommer etter prosjektslutt. Han snakker mye om verdihenting fra bygget i bruk, men hvis vi kun fokuserer på det bygningstekniske vil vi også kunne se på bygningskostandene satt i perspektiv. På figur 2-2 illustreres forholdet mellom investeringskostnader i et byggeprosjekt, løst basert på modeller fra Ballards foredrag (2018, 00:14:00-00:16:30).



Figur 2-2. «Uten tittel». Illustrasjon fritt oversatt fra: https://www.youtube.com/watch?v=51v_cboZXTY&t=975s, 2018, 00:14:00-00:16:30.

Hvis vi setter byggefasens kostnader til 1, så vil designfasen tilsvare 0.1 og etter 20 år med bruk og vedlikehold vil man ha et kostnadsforhold på omtrent 4.3. Ballard sier at denne modellen åpner opp for spørsmål om hvor man bør spare kostnader. Han mener at det ville vært matematisk dumt å forsøke å spare noe på den delen som representerer 0.1, og enda dummere å spare på byggefasen fordi det er der all verdien skapes (RambollGroup, 2018, 00:15:41-00:16:28). Det som gjenstår er derfor å se på hvilke kostnader som dukker opp etter endt byggetid. En åpenbar utfordring med dette er at de som utfører byggefasen ikke er involvert i det som skjer etter endt byggetid, og derfor ikke har noen interesse av å investere under bygging for å spare senere. Dette kan føre til feilprioriteringer under byggefasen, hvor de utførende velger produkter eller løsninger som gagnar prosjektet mer enn det gagnar produktet. Derfor blir det viktig at denne oppgaven undersøker hvilken innflytelse og mulighet byggherre har til å endre dette perspektivet for å flytte fokuset over på et mer kosteffektivt totalbygg. Kanskje man kan lokke med insentiver for å flytte mer av entreprenørens ansvar og gevinster over på gjennomtenkte løsninger og materialvalg som er gunstig for prosjektet og produktet som en helhet, og som strekker seg over i bruksfasen?

2. Teori

Prosjektlederens rolle og de organisasjonsmessige innvirkningene

Prosjektledelse er som nevnt et bredt begrep som omfavner personalansvar, prosjektstyring og en evne til å organisere og gjennomføre et prosjekt. Project Business Systems AS definerer prosjektledelse som en «anvendelse av kunnskaper, ferdigheter, verktøy, og teknikker på prosjektaktiviteter for å oppnå prosjektets krav» (Project Business Systems AS, 2006).

Prosjektets krav kan vi som regel bryte ned til tre faktorer: tid, kvalitet og kostnader. Disse går igjen i alle prosjekter og er uløselig knyttet til hverandre. Skal man øke kvaliteten øker samtidig ofte både tidsrammen og kostandene også. Ønsker man å redusere tiden brukt på prosjektet, vil det koste mer og muligens gå utover kvaliteten på sluttproduktet. Det er derfor opp til prosjektlederen å ha oversikt over alle eventuelle endringer, bestemme hvordan man skal prioritere, og avgjøre hvordan man best inngår kompromisser for å sikre et godt produkt når en av faktorene må justeres. Hvordan en prosjektleder tar disse avgjørelser avhenger av betingelsene satt av bedriften han er ansatt i, hans forhold til produktet og hvem han er som person. Kunz og Fischer (2012, s. 7) skriver at en prosjektleder har mulighet til å påvirke tre ting: bygningsdesignet, organiseringen av de som utfører designet, og prosjektprosessen organisasjonen bruker. Som prosjektleder har man altså ikke bare et enormt ansvar, men også en enorm mulighet til å styre prosessen og påvirke sluttproduktet i et prosjekt. Han har ikke bare ansvaret for selve prosjektet, men også rammene til prosjektet.

Prosjektlederen har ansvaret for et prosjektteam, for det er svært usannsynlig at en enkeltperson har all kunnskap, ferdighet og ressurser som kreves for å drive et prosjekt selv (Project Business Systems AS, 2006). Skinnarland (2017, s. 266) skriver at prosjektledelse kan deles inn i to deler: ledelse, som tar for seg de økonomiske og logistiske prosessene, og lederskap, som tar for seg de sosiale prosessene. Sistnevnte blir kanskje spesielt viktig i den typen prosjektarbeid som er vanlig i byggebransjen fordi «måten deltakerne forholder seg til hverandre om fremdrift på, har mange dimensjoner i et sammensatt og komplekst sosialt samspill» (Skinnarland, 2017, s. 258). Hun beskriver dette forholdet videre:

Men det å bygge kameratslige relasjoner er ikke i seg selv nok til å sikre gode samarbeidsforhold i byggeprosjektet, og heller ikke strengt tatt nødvendig. Fortrolighet handler om å bli kjent med hverandres produksjon og med hva som hemmer og fremmer arbeidet til hver enkelt faggruppe. Da er tidlig oppmerksomhet på gjensidige avhengigheter, rekkefølgeproblematikk og hvilke bindinger som skapes, vesentlig (Skinnarland, 2017, s. 259).

Prosjektlederen har ofte stor innvirkning på dette da det er han som legger føringene for hva som blir normen innenfor den gjeldende prosjektgruppa. En prosjektleder må forholde seg til veldig mye usikkerhet, og uansett hvor godt forberedt han er med tanke på de økonomiske og logistiske prosessene, vil det alltid hjelpe om han har klart å skape en gruppe der alle bidrar med å dra lasset når det trengs. Det gjelder også å få alle interessenter som ikke sitter i hans team til å dra i riktig retning, noe som kan være en enorm jobb.

Prosjektledelse er i tillegg en iterativ prosess og man må alltid utvikle metoden man legger til grunn for avgjørelser som tas og framgangsmåter som velges. Klethagen påpeker at selskaper i byggebransjen konstant er på randen til konkurs, og at «avveiningen mellom å anskaffe nye prosjekter og følge opp eksisterende» (Klethagen, 2017, s. 311) påvirker hvordan slike avgjørelser tas. En annen faktor som også er viktig for hvordan avgjørelser tas er porteføljer. «En portefølje er en

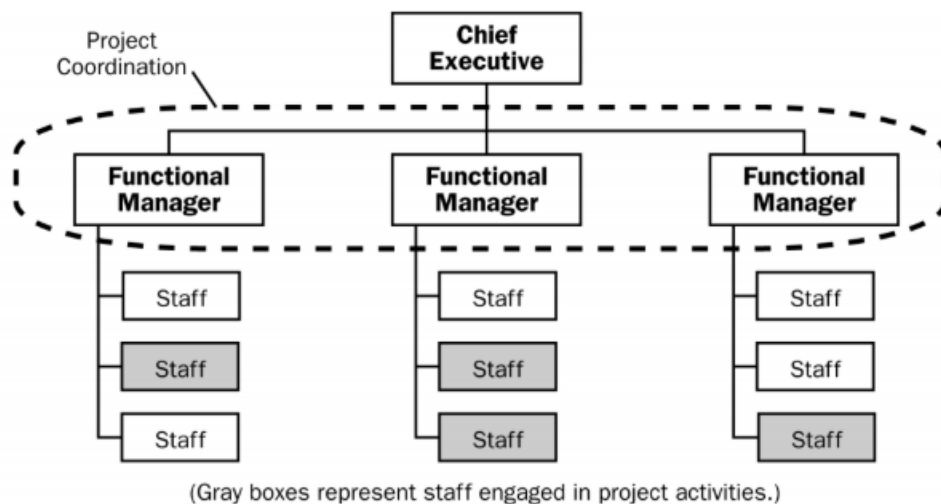
2. Teori

samling prosjekter eller programmer og annet arbeid som er gruppert sammen for å gjøre det lettere å oppnå effektiv ledelse som virker for å oppnå strategiske forretningsmålsettinger» (Project Business Systems AS, 2006, s. 16). Dette er veldig relevant for byggebransjen, for det er jo i realiteten det alle bedrifter og ledere gjør. Hver gang de gjennomfører et prosjekt samler de erfaring og prøver å bygge opp og videreutvikle et standard regelverk som kan fungere som et utgangspunkt for de neste prosjektene. Videre står det at «En målsetting for porteføljeledelse er å maksimere verdien av porteføljen ved å nøye analysere mulige prosjekter for opptak i porteføljen og rettidig utelukkelse av prosjekter som ikke møter porteføljens strategiske målsettinger» (Project Business Systems AS, 2006, s. 17). Denne kontinuerlige prosessen er det jo de daglige lederne i hver bedrift tar for seg daglig, ved å evaluere hvilke bygg de vil ha med i sin portefølje som de kan skryte av og lære av.

Denne delen skal også handle om at en prosjektleder er avhengig av en organisasjon, og at hvordan organisasjonen tenker og er strukturert har mye å si for i hvilken grad prosjektlederen kan ta egne beslutninger. Noen organisasjonstyper gir en prosjektleder mye makt, andre lite. I tillegg er det ulikt hva de ulike organisasjonene vektlegger og hvor innblandet de er i avgjørelser. Et prosjekt er typisk en del av en organisasjon som er større enn selve prosjektet, og det er flere organisatoriske strukturer som med stor sannsynlighet virker inn på de enkelte prosjektene. Project Business Systems AS (2006, s. 27–32) deler de organisasjonsmessige innvirkingene inn i tre kategorier: Organisasjonsstrukturer, organisasjonsmessige systemer og organisasjonsmessige kulturer og praksis.

Organisasjonsstrukturer

Strukturen til en organisasjon er viktig, spesielt fordi det har mye å si for hvor mye frihet en prosjektleder har til å ta egne avgjørelser. Figur 2-3 illustrerer en tradisjonell, funksjonell organisasjon hvor det er hierarkisk oppbygning og staben er organisert etter spesialisitet.

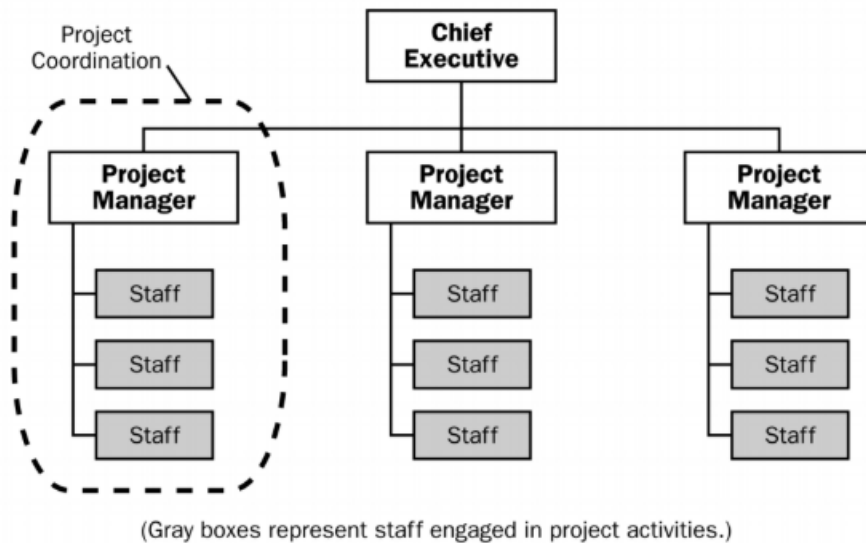


Figur 2-3. «Functional Organization». Fra *A guide to the Project Management Body of Knowledge*, av Project Management Institute, 2013 (s.29), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.

Vi ser at de som er markert i grått representerer de nødvendige aktørene i et prosjekt. Her vil altså prosjektkoordineringen gå på tvers av avdelingene, via en leder. Dette er typisk hvis man deler organisasjonene sin opp etter for eksempel fag. I et byggeprosjekt vil man da måtte hente kompetanse på tvers av avdelingene for å sette sammen en prosjektgruppe. Et annet alternativ er en

2. Teori

prosjektbasert organisasjon, hvor prosjektkoordineringen er i fokus, og avdelingene er delt opp i team med en prosjektleder på toppen. Dette illustreres i figur 2-4.



Figur 2-4. «Projectized Organization». Fra *A guide to the Project Management Body of Knowledge*, av Project Management Institute, 2013 (s.29), Pennsylvania: Project Management Institute. Copyright 2004, Project Management Institute.

Det har fått navnet fordi det er inndelt nettopp etter prosjekter og har deltakere med ulik kompetanse. I tillegg finnes det variasjoner av disse, som kalles matriseorganisasjoner, eller kombinerte organisasjoner (Project Business Systems AS, 2006, s. 30–32). Klethagen skriver også om divisjonsstrukturen. «Divisjonsstrukturen benyttes for å analysere i hvilken grad hovedkontorledelsen kan instruere prosjekter til å ta i bruk en bestemt organisasjonside» (2017, s. 309–310). Denne strukturen er særlig relevant for store organisasjoner som konkurrerer for eksempel over større geografiske områder, hvor de derfor splitter organisasjonen opp i divisjoner som fungerer som selvstendige resultatenheter. De er typisk løst koblede, og trenger derfor ikke å koordinere aktiviteter med de andre divisjonene. Allikevel vil det faktum at de tilhører et konsern legge både direkte og indirekte føringer (Klethagen, 2017, s. 310). Mintzberg (1989) forklarer i sin bok at det er vanskelig å finne balansen på hvor mye hovedkontoret skal følge opp/legge seg borti. Det er viktig at de som leder divisjonene føler at de blir stolt på og får ta avgjørelser selv, men det er også viktig at hovedkontoret vet hva som foregår ute i divisjonene.

Organisasjonsmessige systemer

Prosjektbaserte organisasjoner, som en ser mye av i byggebransjen, har ofte styringssystemer laget for å følge opp prosjekter rasjonelt og effektivt. Ikke-prosjektbaserte organisasjoner mangler dette. Derfor er det viktig for prosjektlederen å ha kjennskap til den eller de organisasjon(e) han forholder seg til, og hvordan de eventuelle systemene i organisasjon(e) påvirker prosjektet (Project Business Systems AS, 2006, s. 27).

Organisasjonsmessige kulturer og praksis

I enhver organisasjon vil man finne en relativt unik kultur basert på en felles forståelse av faktorer som verdigrunnlag, normer, tro, forventninger, arbeidsmoral og forhold til myndighet. Denne kulturen vil ha stor innvirkning på prosjektet, for eksempel ved at en prosjektleder med sterkt

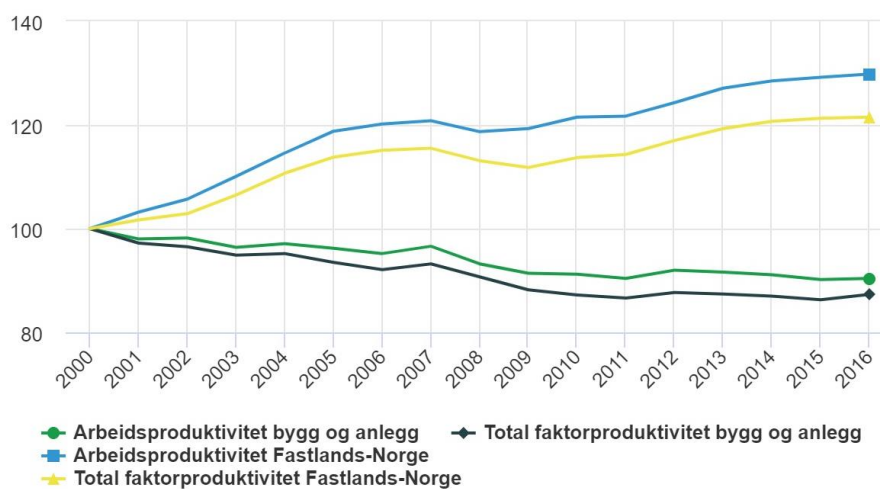
2. Teori

deltakende lederstil lett vil støte på problemer i en stiv organisasjon, og ikke få gjennomført prosjektet slik som han vil (Project Business Systems AS, 2006, s. 27–28).

Disse tre faktorene spiller direkte og indirekte inn på hvordan avgjørelser kan tas og endringer innføres. Som en del av spesielt de to siste kommer også andre store, bakenforliggende teorier og ønsker om endring og innovasjon inn, som for eksempel Lean eller VDC, men disse blir forklart i kapittel 2.1.2 og 2.1.3. Som en del av rammeverket kommer også prosjektkontoret, som «er en organisatorisk enhet for å sentralisere og koordinere ledelsen av de tilhørende prosjektet» (Project Business Systems AS, 2006, s. 17). Dette betyr at man i fysisk og overført betydning trenger å ha en «sentral» å tilhøre, som kan brukes til å koordinere alle prosjekter som ligger under en felles eier. Dette prosjektkontoret finnes det i byggebransjen flere nivåer av, som brakkerigg, hovedkontor, distriktskontor og liknende, men de har alle samme funksjon: «å gi støttefunksjoner innen prosjektledelse i form av opplæring, programvare, standardiserte regler og prosedyrer, til å utøve direkte ledelse og være ansvarlig for å oppnå prosjektets målsettinger» (Project Business Systems AS, 2006, s. 17). Hvor involvert de er varierer, og Klethagen (2017, s. 306) skriver at man innen bygg og anlegg ser at stor innblanding ikke nødvendigvis er nødvendig eller nyttig. Hvis for eksempel institusjonalisering står sterkt i en bedrift kan det faktisk hindre endringer, fordi en endring da fort kan kreve en større omstrukturering eller annen tankegang enn det man i utgangspunktet har lagt til grunn. Da vil fort mindre endringer dominere over de større, mer omfattende, noe som betyr at man muligens går glipp av utviklingen som skjer utenfor bedriftens boble. Mer om endringer i kapittel 2.1.6.

2.1.2 Lean Construction

Begrepet Lean Construction kan spores tilbake til 90-tallet, og hentet sin inspirasjon fra den japanske Toyota-fabrikkens banebrytende effektivitet. En gruppe mennesker innså at byggebransjen også hadde et sårt behov for fornyelse, og flere undersøkelser av ulike byggeprosjekter kunne bekrefte dette. Undersøkelsene viste at ikke mer enn rundt halvparten av de planlagte aktivitetene ble gjennomført i henhold til planen, noe som førte til forsinkelser og økte kostnader. En negativ utvikling i produktiviteten er noe som også kjennetegner den norske byggebransjen, som figur 2-5 illustrerer. Ofte er årsaken til at prosjekter overskrider budsjetter, både med hensyn til tid og kostnader, dårlig planlegging og prosjektstyring (Bølviken, Kalsaas, & Klakegg, 2017, s. 20–21).



Figur 2-5. «Produktivitet», 2018, av Statistisk Sentralbyrå (<https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>).

Sentralt i Lean Construction er tanken om at det som bygges skal skape størst mulig verdi, med mindre bruk av ressurser, redusert konfliktnivå, og uten sløsing eller misbruk av energi, tid eller materialer. Sløsing er alt som kan elimineres fra prosessen uten at det går utover skapt verdi, og hvor stor verdi man oppnår måles ikke bare i kroner, men også opplevd verdi. Et sentralt begrep knyttet til dette er flyt. Flyt er et stort begrep som kan peke på ulike deler av prosessen, men handler i all hovedsak om å sørge for at arbeidet hele tiden går jevnt uten unødvendige stopp eller omveier, og er viktig for verdiskaping gjennom hele prosessen (Bølviken et al., 2017, s. 21–22). Men Lean og Lean Construction er først og fremst grunnleggende filosofier, og Glenn Ballard, en av Lean Constructions grunnleggere, mener man kan bryte ned filosofier som Lean til følgende tre faktorer: «Ideal pursued, the principle followed in that pursuit, and the methods employed to apply the principles» (RambollGroup, 2018, 00:03:01-00:03:18). Han definerer videre idealet i Lean slik: «Give customers, internal and external, exactly what they need to accomplish their purposes, with no waste» (RambollGroup, 2018, 00:03:43-00:03:53). Den andre faktoren, prinsippene brukt i Lean Construction, kan oppsummeres og konkretiseres ved å diskutere fremgangsmåten for en Lean arbeidsprosess. Følgende oppsummering er basert på foredrag av Glenn Ballard (2018, 00:01:48-00:10:20) og en forelesning av Jonas Wilson på OsloMet 24.01.2020:

2. Teori

- Forstå og definer hvem som er kunder og hva som er verdi: Kunder er den som er etter deg i en prosess, og venter på noe du skal levere, enten de skal fortsette prosessen eller kun hente verdi. Sørg for at dere er enige om hvilken verdi som skal overleveres, og bestem hvem som «eier» definisjonsretten.
- Finn verdikjeden og fjern sløsing: Identifiser verdikjeden for hele prosjektet og for enkeltprodukter eller -tjenester, sørg for at sløsing er minimal.
- Skap flyt: Identifiser flaskehals og blindveier, og fjern dem så godt det lar seg gjøre. Bruk også pull-planlegging for å skape mest mulig flyt (kapittel 2.2.3).
- Standardiser arbeidet: Se etter mønster og beste praksis for å lage standardiserte arbeidsplaner for ledere og utførende.
- Kontinuerlig forbedring: Dette skal gjøres hele tiden, men er spesielt viktig mot slutten av et prosjekt. Evaluer hva som har skjedd og hvordan det har gått for å kunne ta med deg erfaringer mest mulig effektivt inn i neste prosjekt. Diskuter og evaluer også læringsprosessen, og sørg for gode læringsarenaer.

Den tredje og siste faktoren i Lean filosofien er metodene brukt for å kunne gjennomføre prinsippene og leve opp til det grunnleggende idealet. Den aller mest sentrale metoden i Lean Construction er Last Planner System, som ble utviklet av Glenn Ballard (2000).

Last Planner System

Last Planner System er en metodikk for planlegging og prosjektstyring, som baserer seg på følgende fem prinsipper (Kalsaas, 2017a, s. 39):

- Planlegg mer detaljert jo nærmere du kommer den konkrete utførelsen

Metoden sier at det er lite hensiktsmessig å planlegge arbeidet ned i detalj for tidlig, fordi det er for store variasjoner mellom ulike prosjekter og fordi endringer alltid vil forekomme. Man har ingen forutsetninger for å vite med sikkerhet at tømmeren vil kunne bygge en spesifikk vegg på en spesifikk dato før grunnarbeider engang har blitt satt i gang på byggeplassen. Kalsaas (2017a, s. 36–37) sier at resultatet av for detaljrike planer er utdaterte og urealistiske planer som ikke blir fulgt. Beslutninger tas typisk «i siste sekund» av handlekraftige medlemmer for å opprettholde planlagt fremdrift, og man har ikke kontroll på at alle forutsetninger for å påbegynne en oppgave er på plass. Derfor sier Last Planner at man heller bør vente med å øke detaljeringsgraden på arbeidet til det nærmer seg produksjonsfasen (Kalsaas, 2017a, s. 39). Innen Last Planner System er det vanlig å operere med plannivåene hovedplan, faseplan, utviklingsplan og arbeidsplan. Disse nivåene forklares mer inngående i kapittel 2.2.3.

- Planlegg sammen med dem som skal utføre arbeidet

Kalsaas og Ose (2017, s. 331) sier at man i tradisjonell planlegging ofte har en ekspertplanlegger som planlegger detaljert fremdrift for alle fag for deretter å sende til høring. De sier at dette ofte medfører mye brannslukking i utførelse fordi en ikke har oppdaget problematikken i tide. Derfor vektlegges tidlig involvering av de utførende i Last Planner System, særlig i faseplanlegging, utviklingsplanlegging og ukentlige arbeidsplaner. I involveringen av de utførende, påpeker Kalsaas (2017a, s. 42) at det er ekstra viktig å velge enkle metoder som alle behersker. Å utføre faseplanlegging med post-it lapper er et godt eksempel på en metode som alle kan beherske.

2. Teori

- Identifiser og fjern hindringer for planlagte oppgaver i team/grupper

Sentralt innen Last Planner System er å arbeide aktivt med å fjerne hindringer, for dermed å gi forutsigbare arbeidsplaner. Når de syv forutsetningene, som forklares under, er på plass, regnes en arbeidspakke som sunn, og hindringene er dermed fjernet. De som skal gjennomføre arbeidene på byggeplass kjenner best til hvilke situasjoner eller mangler som kan føre til at de ikke får gjort det de skal, og bør derfor involveres i dette arbeidet (Kalsaas, 2017a, s. 41–43).

- Utarbeid pålitelige forpliktelser for at arbeid utføres som avtalt, og vedlikehold forpliktelsene

Det fjerde prinsippet går ut på at man etablerer pålitelige forpliktelser mellom alle partene, slik at de utfører sine arbeider i tide. Dette bør man oppnå indirekte gjennom å involvere flere i planleggingen, for når de ulike fagene får komme med anslag om tidsforbruk selv, i motsetning til å bli fortalt hvor lang tid de skal bruke, føler de en viss forpliktelse til å overholde dette. Gjennom å samarbeide med de andre fagene i planleggingen får man også et bedre bilde av hvordan alle prosessene på en byggeplass henger sammen og avhenger av hverandre, og man får en bedre forståelse for at arbeid som ikke blir utført ikke bare påvirker en selv, men også alle andre (Kalsaas, 2017a, s. 43).

- Ta lærdom av tilfeller der det oppstår problemer med gjennomføringen

Et av hovedprinsippene innen Lean er kontinuerlig forbedring, altså å lære av feil man har gjort før. Dersom det oppstår avvik på byggeplassen er det viktig å identifisere hvorfor denne feilen oppsto og hva man kan gjøre neste gang for å unngå at det samme skjer igjen (Kalsaas, 2017a, s. 41–43). Innen Last Planner-terminologien kalles dette gjerne for rotårsaksanalyse.

Syv forutsetninger

Som nevnt er en annen viktig metode å jobbe ut ifra syv forutsetninger for å skape såkalte sunne aktiviteter. Sunne aktiviteter er aktiviteter som kan igangsettes og fullføres slik at de blir helt ferdige. Det er identifisert noen forutsetninger som må ligge til rette for at aktiviteter skal kunne anses som sunne, og dermed mulige å slutføre på en god måte (Kalsaas, 2017a, s. 42):

1. Foregående arbeider skal være avsluttet.
2. Arbeidsplass er ryddet, klar og tilgjengelig.
3. Tegninger og annen informasjon skal være klar og tilgjengelig.
4. Mannskap til å utføre arbeidet.
5. Materialer inkl. logistikk skal være tilgjengelig/på plass.
6. Utstyr/hjelpemateriell nødvendig for å utføre jobben.
7. HMS/ytre forhold.

Kalsaas (2017a, s. 43) sier at en tilbakevendende utfordring i byggeprosjekter er å få byggherrebeslutninger i tide, som videre påvirker tegninger og materialer. I Last Planner System, er det sentralt å jobbe med å fjerne slike hindringer. Dette gjøres særlig når det arbeides med utkviksplaner, som blir nærmere forklart under kapittel 2.2.3.

2.1.3 Virtual Design and Construction (VDC)

Virtual Design and Construction er en relativt ny måte å jobbe på, og brukes hovedsakelig i prosjekteringsfasen. Mens Lean er et grunnleggende tankesett med tilhørende metoder, kan VDC sees på som en videreføring eller konkretisering av Lean-metodikken ut i virkelig bruk. På lik linje

2. Teori

med Last Planner er det å involvere de ulike fagene for å løse utfordringene sammen svært sentralt i VDC-metodikken. I tillegg står kundemål/forretningsmål og prosjektmål svært sentralt i VDC, og utgjør derfor en mer kostnadsstyrt prosess enn Last Planner (Grindheim, Kalsaas, & Læknes, 2017, s. 178). NCC sier på sine nettsider at «VDC handler om hvordan vi samarbeider på tvers av fagfelt, hvordan vi kommuniserer, planlegger og tar beslutninger, og det handler om å skape innsikt på tvers av fagfeltene» (T. Andersen, u.å.). Basert på disse to kildene kan man med andre ord si at samspill og samarbeid er viktige stikkord i VDC-metodikken. Ifølge Skinnarland (2017, s. 264) handler en del av sosialt samspill i prosjekter om at aktørene er bevisste på hverandres perspektiver og behov. Hun legger også vekt på at det må tilrettelegges for en god dialog mellom de ulike fagene, slik at denne dialogen kan bidra til å øke forståelsen for, og kunnskapen og bevisstheten om hva som hemmer og fremmer produksjonen til ulike fag. Sett i sammenheng med VDC forteller dette oss at møtestrukturen og dialogen i VDC er viktig for samspillet og samarbeidet.

Et viktig begrep knyttet til VDC, er Integrated Concurrent Engineering (ICE). ICE er en møtemetodikk som legger vekt på rask og effektiv prosjektering, og måten det oppnås på er gjennom streng organisering av hvordan møtene gjennomføres (Skinnarland, 2017, s. 268). Ofte foregår slike møter i et «big room», som er utstyrt med alle de teknologiske fasilitetene som er nødvendig for å kunne prosjektere og løse problemer i fellesskap. De inneholder gjerne store interaktive skjermer hvor én kan ha BIM-modellen synlig for alle, mens en annen kan vise alle notater og skisser (Grindheim et al., 2017, s. 178). VDC har et stort fokus på BIM og lener seg på BIM som et verktøy for å kommunisere og samhandle. Dermed blir ICE, som legger til rette for samhandling ved hjelp av BIM, en naturlig metodikk når en skal gjennomføre møter. VDC er som sagt relativt nytt, og i skrivende stund fullfører det første kullet av 200 næringsdrivende studenter et ettårig VDC-kurs arrangert av Stanford University og NTNU (NTNU, u.å.). Dette viser at selv om VDC er såpass nytt som det er, så har bransjen tro på det og er villige til å satse på det.

2.1.4 Gjennomføringsmodeller i byggeprosjekter

Det finnes ulike gjennomføringsmodeller for byggeprosjekter. Valg av gjennomføringsmodell påvirker særlig fordeling av ansvar og risiko mellom de ulike partene i prosjektet. Tradisjonelt har **utførelsesentrepriser** vært mye brukt, og dette omfatter hovedentrepriser, delte entrepriser og generalentrepriser. Felles for alle disse entreprisene er at byggherren har ansvaret for prosjektering. Det som skiller de fra hverandre er i hovedsak om det er byggherren eller entreprenører som står ansvarlig for underentreprenører. **Totalentrepriser** er en gjennomføringsmodell hvor entreprenøren tar mer av ansvaret og risikoen. Det skiller i hovedsak mellom «funksjonsbeskrevet totalentreprise» og «byggherreutviklet totalentreprise». I den funksjonsbeskrevne totalentreprisen utformer byggherren kun en funksjonsbeskrivelse og det blir opp til entreprenørene å hyre inn prosjekterende til å utforme et konsept som kan sendes til anbud. I den byggherreutviklede totalentreprisen er bygget i større grad definert og prosjektert fra byggherrens side, før totalentreprenøren slipper til og tar over (ANS, 2020).

I nyere tid har det vokst frem flere gjennomføringsmodeller, og disse er fremdeles under utvikling. Blant disse finner vi samspillsentrepriser og offentlig privat samarbeid (OPS). **Samspillsentrepriser** vektlegger tidlig involvering av partene, dialog, tillit og åpenhet. Det settes sammen en samspillsgruppe som sammen skal utarbeide et forprosjekt med målpris, hvor gode løsninger skal

2. Teori

gagne alle ved at alle parter har felles økonomisk interesse. I hovedsak kan man skille mellom «samspill til totalentreprise» og «samspill med incitament». I førstnevnte har man samspill i forprosjektet hvor løsninger og konseptet bearbeides, og man går over i en totalentreprise når dette er på plass. Hvis samspillet fortsetter gjennom utførelsesfasen og de første bruksårene kalles det «samspill med incitament». Byggherren blir svært sentral i samspillsentreprisen og vil være avgjørende for å få det til å fungere. **OPS** er også en gjennomføringsform som har blitt noe mer brukt i den senere tiden. I en OPS er private aktører leid inn av det offentlige til å ta ansvar både for bygging, finansiering, drift og vedlikehold i en definert periode (ANS, 2020).

2.1.5 Integrated Project Delivery (IPD)

En systematisk møtestruktur og visuelle forklaringer sikrer ikke automatisk at alle de ulike aktørene som er med i en byggeprosess gjør det som er best for fellesskapet eller for prosjektet i sin helhet. Derfor bør det tidlig i prosessen settes klare krav og forventninger til prosjektdeltakerne, og blant Lean-akademikerne står IPD høyt når det kommer til å bedre rammebetingelsene for samarbeid (Bølviken et al., 2017, s. 28). Kalsaas skriver blant annet: «Last Planner er gunstig, men neppe tilstrekkelig for å få til optimal læring og utvikling. Vi trenger også kontraktbetingelser og gjennomføringsmodeller som reduserer risikoen for suboptimalisering og opportunistisk atferd hos entreprenør og øvrige aktører i verdikjeden» (Kalsaas, 2017, s. 295). IPD er kort oppsummert et forsøk på å «tvinge» alle de involverte til å jobbe sammen mot en felles målsetting, med felles økonomi og åpne bøker, hvor de setter egne egoer til side for et best mulig langsiktig sluttresultat. Matthews og Howell (2005, s. 46) ser på IPD som et grunnlag for å kunne oppnå en mer ideell måte å arbeide sammen i prosjekt, og bryter ned svakhetene med tradisjonelle kontraktsformer til fire hovedgrunner: de beste ideene holdes tilbake i tidlig fase for å kunne presenteres senere for å vinne anbudet, den hierarkiske kontraktsformen begrenser samarbeid og innovasjon, koordineringen mellom de ulike aktørene er mangelfull ettersom alle er forbundet via én hovedentreprenør, og til slutt at alle optimaliseringer har utgangspunkt i det kortsiktige og lokale, i stedet for det langsiktige og globale. Det siste punktet er kanskje det aller mest sentrale, og understrekes av Forbes og Ahmed som oppsummerer det grunnleggende prinsippet til IPD som «the close collaboration of a team that is focused on optimizing the entire project as opposed to seeking the self-interests of their respective organizations» (Ahmed & Forbes, 2010, s. 173). IPD handler nemlig i stor grad om å dele både på kostnader og profitt i et prosjekt, og den beste måten for alle parter å få et stort utbytte på er hvis prosjektet som en helhet går godt.

IPD er altså mer enn bare en teori eller en metode. Man legger en kontrakt til grunn for å sikre tillit og samarbeid. Man tilrettelegger også for en helt annen type samarbeid enn man er vant til, nemlig deling av oppgaver på tvers av fag. Dette skyldes to ting: delte utgifter, og bedre koordinasjon og kommunikasjon. Arbeidslag på tvers av bedrifter kan lages der det er nyttig, fordi alle har samme mål og interesser. Dette gjør også at den som er best kvalifisert til de ulike oppgavene alltid gjør jobben, uavhengig av firma, forventninger eller hierarki, noe som ifølge Skinnarland (2017, s. 261) også skaper en mer symmetrisk maktrelasjon mellom de ulike aktørene. For at det skal fungere er det viktig at man møtes jevnlig for å videreutvikle og pleie samarbeidet. Konflikter på byggeplass oppstår lett, og i denne «én for alle - alle for én»-filosofien er det spesielt én tydelig fallgrube, nemlig at om én leverandør gjør en feil, må alle betale for det (Howell & Matthews, 2005, s. 49). Matthews og Howell (2005) påpeker at mange synes dette er vanskelig å akseptere, og det er derfor viktig å sette

2. Teori

sammen et prosjektteam som har integritet, kompetanse og tillit. De mener at i det lange løp vil fellesskapet sørge for at de kostnadene som kommer underveis veies opp av en større profitt til slutt, og at dette kommer nettopp av at man i stedet for å lete etter en som er skyldig, heller leter etter en løsning på problemet.

IPD er et konsept som sammen med VDC typisk blir stemplet som en god tanke, men som virker umulig å gjennomføre i praksis. Men IPD er ikke kun en svevende tanke. IPD er i all hovedsak en kontrakt som forsøker å konkretisere og fastslå prinsippene som ligger til grunne fra Lean og VDC, ved å nærmest tvinge alle til å jobbe i den ønskede formen. Å signere en kontrakt er mye mer virkningsfullt enn bare å love noe og basere alt på tillit. Så spørsmålet som gjenstår er om det fungerer, eller om det hele er for godt til å være sant. Matthews og Howell (2005, s. 51) skriver at IPD høres for godt ut til å være sant, men at de potensielle gevinstene er så store at det da må være verdt å forsøke å gjennomføre det. De hevder å ha funnet at de fleste konflikter i et prosjekt bunner ut i økonomiske interesser, men ettersom de ved å bruke IPD som kontraktsform har en felles økonomi, virker ikke disse disputtene å være et problem. Dette kan underbygges videre av Skinnarland som skriver at «tettere involvering kan hindre tilløp til konflikter ved at deltakerne på et tidlig tidspunkt kan ta felles beslutninger som kan hindre at uenigheter eskaleres til konflikter» (Skinnarland, 2017, s. 263). Men som Skotvedt (2018) skriver i sin masteroppgave dedikert til å undersøke IPD, har IPD også sine utfordringer, og konklusjonen er at selv om det har tydelige fordeler krever det mye å implementere dette og få det til å fungere godt. IPD er relativt ukjent i det norske markedet, og innføring av nye konsepter vil alltid føre med seg utfordringer og komplikasjoner.

2.1.6 Endring

Den overordnede problemstillingen for oppgaven kan sies å handle om hvordan å innføre en ny programvare, og derfor er det sentralt å snakke om hvordan det er å innføre endringer på en litt mer generell basis som et grunnlag for å kunne svare på dette. Denne delen tar for seg først litt generelt om innføring og endring med fokus på rollen til prosjektledelsen. Deretter går det nærmere inn på litt mer konkrete teorier som handler om faktiske metoder/teorier brukt til å innføre endringer og å vurdere at endringene man ser på er verdt å forsøke og innføre i det hele tatt.

Å innføre endring

Å innføre endringer er en kunst, og å skulle innføre endringer i en treg bransje med lang fartstid er en stor utfordring. Rutiner er inngrodd, og fallhøyden stor hvis man tror man har kommet opp med en bedre løsning enn den som allerede er i bruk og den nye metoden skulle vise seg å ikke fungere. «Vi bygde jo et hus på denne måten i går og huset står fint det. Hvorfor skal vi endre noe på metoden?» Det er mange faktorer som spiller inn på hvordan endringer innføres og tas imot. De mest sentrale blir nå forsøkt oppsummert.

Byggebransjen er på generell basis en vanskelig bransje å innføre endringer i på grunn av den grunnleggende orienteringen rundt prosjekter. Bølviken et al. beskriver det på denne måten: «I bygg og anlegg er det arbeidsoperasjonene som flyter gjennom produktet, mens det i serieproduksjon er produktet som flyter gjennom produksjonen» (Bølviken et al., 2017, s. 22). Alle byggeprosjekter er unike, derfor vil det være vanskelig å lage et system som fungerer for alle prosjektene. Selv om mye går igjen vil det være ulik utforming, ulike aktører og ulik lokasjon for hvert prosjekt (Klethagen,

2. Teori

2017, s. 312). Dette underbygges av Kunz og Fischer, som også mener det blir vanskeligere å bevise at et nytt system fungerer:

It is difficult, and often not advisable, to make investments to improve processes when individual projects cannot justify them. Even if successful, it is difficult to institutionalize the lessons learned about how to use innovative methods effectively on subsequent projects (Fischer & Kunz, 2012, s. 44).

I følge Klethagen (2017, s. 312) gjelder dette også organisasjonsideer. Han mener at om et prosjekt er midlertidig er også i utgangspunktet bruken av organisasjonsideer det, og målet må være at det også skal overleve de etterfølgende prosjektene. «Ved et hvert prosjekt er det ny beslutning om å ta i bruk ny teknologi» (Klethagen, 2017, s. 312). En måte å hjelpe denne prosessen på er ved å lage idéene relativt åpne for tolkning. Er idéene for konkrete vil de være vanskelig å overføre til neste prosjekt, men en løsning kan være å gi idéene rom til å vokse og utvikle seg (Klethagen, 2017, s. 313). Et annet viktig punkt er mengden idéer. For mange idéer virker mer overveldende enn nyttig. Det vil føre til at man er mer opptatt av å henge med og teste ut enn å faktisk implementere noe på en god måte, og man ender ofte opp med mange halvgode forsøk. Det vil ofte lønne seg å velge ut noen få, gjøre dem om til noe som passer organisasjonen og prosjektet, og satse helhert på disse.

Byggebransjen er en veldig synlig bransje. Den berører alle, og det er ofte snakk om større prosjekter som er i det offentliges interesse. Dette skaper potensiale for endringer, for det finnes mange aktører med konkurranseinstinkt. «Ved å gå inn for nye ideer og metoder signaliserer entreprenøren at de arbeider med å løse slike utfordringer» (Klethagen, 2017, s. 308). Klethagen (2017, s. 307–308) påstår også at legitimitet er knyttet til å fremstå endringsvillig og moderne. Dette gjør at de ulike aktørene vil presse egne grenser for å ligge foran konkurransen. Her ligger det et stort potensial for å innføre endringer. Men innovasjon innebærer å tre inn i det ukjente. Omfattende endringer er en risiko som man aldri sikkert vet om vil betale seg, og det kan ta lang tid før det eventuelt gjør det. «Vellykket innovasjon kjennetegnes derfor av langsiktighet og vilje til å ta risiko» (Klethagen, 2017, s. 308). Kunz og Fischer (2012, s. 44) skriver at byggebransjen har en kultur og metode som er til for å minimalisere kostnader, men at altfor få har en kultur som handler om å maksimere verdi. Videre sier de at denne kulturen er i tråd med det byggherren ofte ønsker, et lavt budsjett, og samstemmer også med entreprenørens ønske om å redusere den kortsiktige projektrisikoen. På den annen side oppfordrer den altså ikke til innovasjon. En annen viktig ting å knytte til dette er at prosjektlederne ofte må stå ansvarlig for deres prosjekt og kostnader knyttet til det. Dette har betydning fordi det ofte ikke er satt av penger i budsjettet til innovasjon, slik at prosjektlederen er avhengig av at kostnytte -regnskapet er garantert positivt før han kan prioritere å satse på nye løsninger. I tillegg vil hans personlige karriere bygges på resultatene fra prosjektene han har ledet, så en risiko for prosjektet er også en risiko for han personlig.

«En endringsprosess er ofte kompleks. Å lykkes slik at organisasjonen kan nyttiggjøre seg av planlagte gevinster på en mest mulig smertefri måte, krever kunnskap, struktur og gode verktøy for den som står ved roret» (Hårstad, u.å.). Dette skriver Holte Academy i sitt innsalg til kursing av endringsledere, og det gjelder alle som driver med ledelse generelt. En god strategi og oppfølging fra ledere kan «make or break» innføringen av nye metoder, verktøy eller ideer. I byggebransjen kan dette være spesielt komplekst, i og med at de ikke bare skal ha med seg sin egen organisasjon, men også må samarbeide med andre, ofte helt ulike, aktører innenfor et prosjekt. Derfor vil en leders sosiale evner være viktig for å skape samhold og interesse rundt innovasjonen som innføres. Skinnarland (2017, s.

2. Teori

271–272) skriver at det er viktig at prosjektledelsen finner en balanse mellom å etablere strukturer, prosedyrer og systematikk for innføring, og å skape en god relasjon ved interaksjoner og kommunikasjon. En god idé er å bygge allianser, for jo flere som er med på en idé, jo lettere er den å gjennomføre. Klethagen foreslår å bruke anleggslederen som et bindeledd mellom de ulike aktørene, og for å «vurdere hvor omfattende en organisasjonsidé kan være, samtidig som oppslutning opprettholdes» (Klethagen, 2017, s. 312). En annen viktig faktor i denne sammenhengen er motivasjonen til de som faktisk skal utføre endringen, og her er det viktig å skille mellom to typer motivasjon: indre og ytre. Ytre motivasjon er ganske enkel, og handler ofte om hvilke insentiver som ligger der. Har man en gulrot dinglende foran nesa så løper man forttere. Men den indre motivasjonen er kanskje enda viktigere, og det er den som kan bidra til reelle, vedvarende endringer. Indre motivasjon kan forstås som «evnen og viljen til å ta ansvar for fremdriften og til å få en eierskapsfølelse til det byggeprosjektet man er deltaker i» (Skinnarland, 2017, s. 263). Hun skriver videre at «denne formen for motivasjon er indre motivasjon nettopp fordi den drives av deltakelse i et felleskap, læring og forståelse» (Skinnarland, 2017, s. 263). Vi har nettopp sett på definisjonen av VDC og IPD, og ser at dette står sentralt i moderne metodikker og metoder. Skinnarland skriver at «det avgjørende er om de ulike kommunikasjonsverktøy tjener en hensikt, og en analyse med tanke på å klargjøre hensikt kan bidra til å utvikle og bruke verktøy slik at de styrker samarbeidsforholdene» (Skinnarland, 2017, s. 269). Ved å forklare hensikt vil det i utgangspunktet være lettere å få folk med på en idé, så sant det ikke blir så banalt at man overforklarer. Men ser man nytten i det man jobber med, er veien mye kortere til å finne indre motivasjon.

Endring som oversettelse i byggebransjen

Dette avsnittet er i hovedsak et kortfattet sammendrag av kapittelet «*Teori om endring som oversettelse innen bygg og anlegg*» skrevet av Pål Klethagen (2017).

Når en endring implementeres kan man bryte ned fremgangsmåten til to overordnede metoder; enten ved at idéen spres videre som den er, eller at den stadig tas i bruk med lokale justeringer og på denne måten spres som en versjon av det som var utgangspunktet. Dette kalles henholdsvis diffusjon og oversettelse. Diffusjon handler om spredning fra et sentrum, og begrepet innebærer at dette sentrumet utgjøres av de som har utviklet ideene og miljøet rundt dem. En ideell spredning via diffusjon skjer ved at de som skapte idéen lager regler og oppskrifter for å kontrollere at spredningen skjer i henhold til deres originale tanke og blir brukt «riktig», og sånn at den originale idéen i sin helhet videreføres. Diffusjonsteorien er en velkjent og mye brukt teori, og når det kommer til spredning av innovasjoner generelt kan man se at det blir mye brukt (Rogers, 2003). Teoriene rundt det er også mye mer omfattende enn den lille delen av det som blir diskutert her. Rogers (2003) mener at en utfordring med diffusjon er at partiskhet vil kunne lede til et for positivt syn på effektene og liten forståelse for eventuelle utfordringer. En svakhet med diffusjon er nemlig at det i liten grad hensyntar om idéene er realistiske å bruke i sin helhet, og diffusjonsidealet medfører at utfordringer med implementering kun blir sett på som feil eller mangler fra organisasjonen eller ledelsen. Empiriske studier med dette som utgangspunkt vil dermed ofte konkludere med at utfordringene ligger hos de som tar innovasjonen i bruk, og løsningen vil ofte være å øke forståelsen til de praktiserende for å få til en «riktig» bruk. Den andre siden av dette er endring som oversettelse, hvor man heller ser etter hvordan man kan tilpasse idéen til organisasjonen. Klethagen skriver at «Tilnærmingen til endring som oversettelse har vokst frem som en kritikk av endring vurdert som diffusjon» (Klethagen, 2017, s. 299). Oversettelse er å få noe til å fungere i en annen kontekst, og endring som oversettelse handler om nettopp å få en generell idé til å fungere optimalt i en gitt

2. Teori

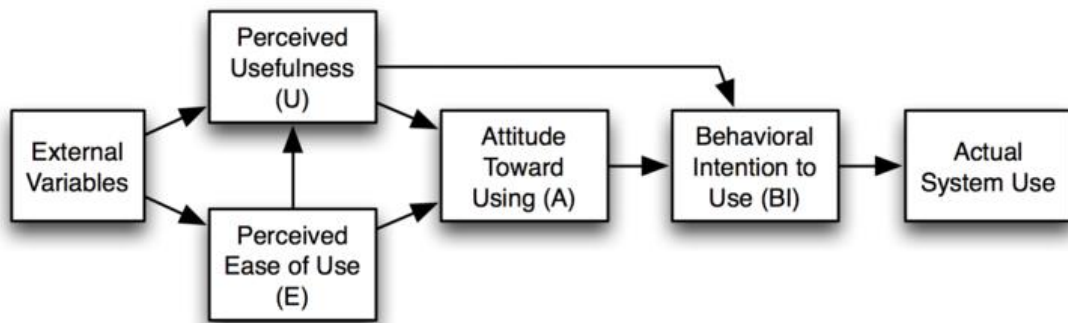
setting. Dette er mye mer relevant for byggenæringen, fordi det er en spesielt krevende og treg bransje når det kommer til å innføre endringer. Klethagen skriver videre at endring som oversettelse bidrar «til en mer realistisk og nyansert forståelse av endringsprosesser i bransjen» (Klethagen, 2017, s. 301) og åpner muligheten til å basere endringer på egne forutsetninger. Det er ikke bare lettere, men ofte nødvendig, ifølge Klethagen, å endre ideer for å opparbeide og opprettholde tilslutning, fordi man i et byggeprosjekt har så mange forskjellige interessenter som skal ivaretas. Han mener at «Når det gjelder organisasjonsideer, handler oversettelse om at ledelsen enten må ta hensyn til eller forsøke å endre aktørenes forståelse» (Klethagen, 2017, s. 302). Ved å velge ut de delene av en innovasjon som passer til organisasjonen eller prosjektet, og kanskje gjøre nødvendige tilpasninger eller omformuleringer, vil man ende opp med et produkt man faktisk vil bruke. Involverer man de det gjelder i prosessen med å oversette, vil man i tillegg skape en følelse av eierskap og et genuint ønske om å få det til å fungere.

Task-Technology Fit & Technology Acceptance Model

Task-Technology Fit (TTF) og Technology Acceptance Model (TAM) er to modeller utviklet for å bedre forstå brukernes valg og evaluering av informasjonsteknologi (IT), og forteller oss hva man må vurdere før man innfører en endring og om endringen er verdt å innføre i det hele tatt. TAM ble utviklet av Fred D. Davis, og tar for seg to variabler som blir sett på som fundamentale for brukeraksept: opplevd nytthet og opplevd brukervennlighet. Opplevd nytthet handler om troen på at et bestemt system kan forbedre hans eller hennes prestasjoner, og til hvilken grad det kan det. Opplevd brukervennlighet handler om troen på at et spesifikt system vil være uten anstrengelse, med andre ord enkelt å bruke. Både opplevd nytthet og opplevd brukervennlighet bidrar til å forme en holdning til teknologien, som i stor grad påvirker om teknologien blir tatt i bruk eller ikke (Davis, 1989, s. 320).

Noe av tanken til Davis (1989, s. 333–334) var at dersom folk skal bruke et nytt hjelpemiddel, må de oppleve eller tro at det hjelpemiddelet vil hjelpe dem å utføre jobben bedre. Dersom dette ikke er tilfellet, vil ikke hjelpemiddelet bli brukt. Samtidig kan hjelpemiddelet være nyttig, men for vanskelig å bruke til at det blir sett på som fordelaktig for brukerne. Innsatsen de må legge inn for å lære det nye hjelpemiddelet, er større enn fordelene de ser for seg å få ut av å bruke hjelpemiddelet. Davis kom frem til at opplevd nytthet har større betydning for bruk av teknologien, enn brukervennlighet har. Han sier i diskusjonen sin at selv om et lite brukervennlig system kan hindre bruk av nyttig teknologi, kan ikke et veldig brukervennlig system føre til bruk av unyttig teknologi. Likevel kan man ikke se bort fra opplevd brukervennlighet, ettersom det vil effektivisere og forbedre arbeidsprosessen. En visuell fremstilling av TAM illustreres i figur 2-6.

2. Teori

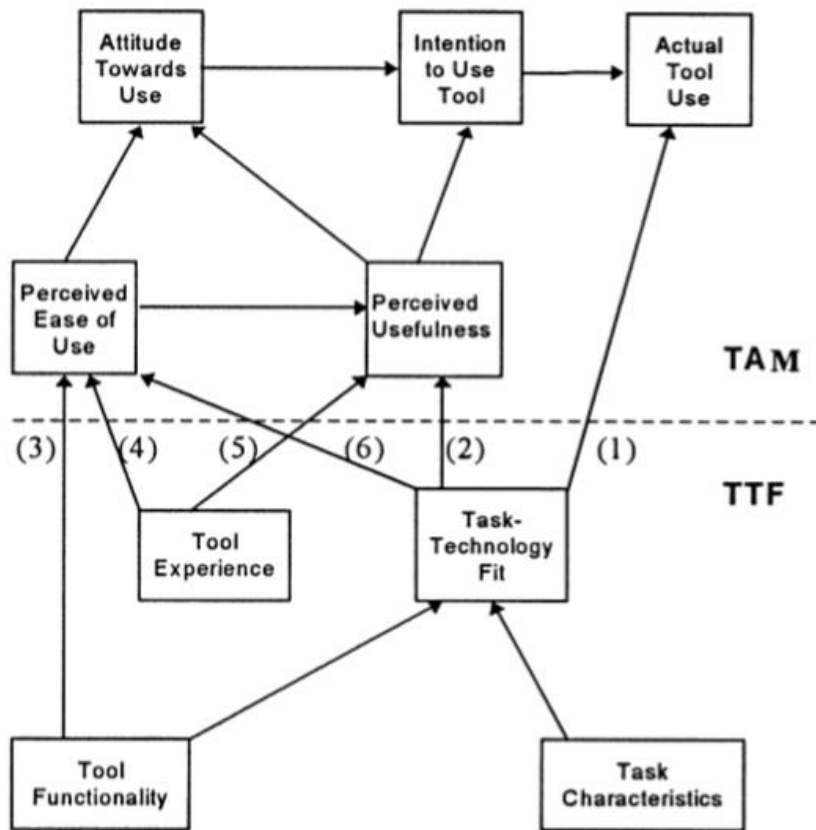


Figur 2-6. «Technology Acceptance Model», 2015, av Alsamugisha (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Technology_acceptance_model.png). Lisensiert under CC-BY-SA-4.0.

Task-Technology Fit (TTF) ble utviklet av Dale L. Goodhue og Ronald L. Thompson, og handler om hvor godt teknologien man bruker passer til oppgaven som skal utføres. De mente at dersom informasjonsteknologi skal ha en positiv innflytelse på individuell prestasjon, må teknologien (1) bli utnyttet og (2) passe godt til oppgaven den skal utføre (Goodhue & Thompson, 1995, s. 213). Goodhue og Thompson (1995) utviklet en modell for å måle Task-Technology Fit, som de kalte Technology-to-Performance Chain (TPC). TPC var i utgangspunktet omfattende og bestod av mange faktorer, men ble i løpet av forskningen kortet ned til åtte faktorer: Datakvalitet, lokalisering av data, autoritet til å få tilgang til data, datakompatibilitet mellom systemer, brukervennlighet, produksjonsaktualitet, pålitelighet og forholdet mellom informasjonssystemet og bruker. Ved å vurdere hver av disse faktorene, kan man lett måle Task-Technology Fit for det verktøyet man bruker eller skal implementere, og dermed ta en vurdering på om verktøyet skal brukes eller ikke.

På bakgrunn av TAM og TTF, er det utviklet en modell som tar for seg de to modellene kombinert. TAM/TTF er utviklet av Mark T. Dishaw og Diane M. Strong, som mener at TAM og TTF vil fungere mye bedre sammen enn hver for seg. De mener at en av svakhetene til TAM er at den ikke fokuserer på om teknologien passer til oppgaven som skal utføres, mens TTF ikke fokuserer på holdningene brukerne har til teknologien. Derfor vil Dishaw og Strong ta styrkene til TTF og implementere de i TAM, og dermed få en modell som dekker både holdninger og tilpasning mellom teknologi og oppgave. Det er hovedsakelig tre faktorer i TAM som direkte avhenger av TTF: Anvendelse, opplevd nytthet og opplevd brukervennlighet. Tallene i parentes viser til nummereringen av pilene i figur 2-7. Alle de tre faktorene er avhengige av om teknologien passer til oppgaven som skal utføres (1,2 og 6), i tillegg til at både opplevd nytthet og opplevd brukervennlighet avhenger av tidligere erfaringer med teknologien (5 og 4). Opplevd brukervennlighet avhenger også av de ulike funksjonene som er tilgjengelige i teknologien (3). Dersom det utvalgte systemet har mange funksjoner, kan systemet oppfattes som vanskelig å bruke. Har en derimot erfaring med systemet fra før, kan dette føre til at systemet virker mer brukervennlig. Som en konklusjon sier Dishaw og Strong (1999, s. 18) at å utvide TAM med TTF gir en bedre forklaring på variasjonen i IT-anvendelse enn TAM og TTF gjør hver for seg. De mener at programvareutviklere må være klar over at faktisk anvendelse av programvaren avhenger av alle de tre faktorene: opplevd nytthet, opplevd brukervennlighet og om funksjonene til programvaren passer til oppgaven som skal utføres.

2. Teori



Figur 2-7. «Integrated TAM/TTF model», Fra *Extending the technology acceptance model with task-technology fit constructs*, av Mark T. Dishaw og Diane M Strong, 1998 (s.13), *Information & Management*, 36 (1).

2.2 Fremdriftsplanlegging

«Hensikten med planlegging er å samordne aktiviteter og ressurser over tid slik at målene kan oppnås med minst mulig ressursforbruk» (Larsen, 2004, s. 3). Gjennom fremdriftsplanlegging ønsker man å skaffe oversikt over nødvendige oppgaver og bestemme hva som skal gjøres, tidspunkt for gjennomføring og varighet, nødvendige ressurser og hva resultatet skal være. I de følgende kapitlene belyses ulike aspekter ved planlegging: Prosjektnedbrytning, planleggingsnivåer, oppfølging av fremdrift, ulike metoder for fremdriftsplanlegging og til slutt digitale verktøy. Dette vil i stor grad basere seg på teori fra Lean Construction og Last Planner System, da disse står sentralt i dagens byggebransje. Senere i oppgaven anvendes innsamlet teori for å drøfte om 4D BIM tilfører fremdriftsplanlegging noe tidligere metoder og verktøy mangler.

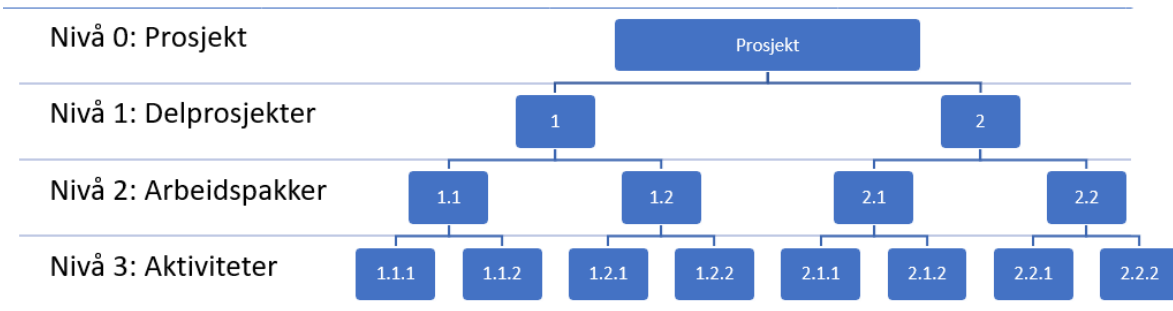
2.2.1 Planning vs. scheduling

I Norge oversettes både «planning» og «scheduling» til planlegging, men det er en vesensforskjell mellom disse to begrepene. Kort sagt innebærer «planning» *hva* og *hvordan*, mens «scheduling» omfatter *hvem* og *når*. Planlegging av et prosjekt starter altså med «planning»; man tenker ut prosjektets retning, hva som må gjøres og hvordan arbeidet skal utføres for at prosessen skal være så effektiv så mulig. Man må ikke her begynne å tidfeste aktiviteter, det viktige er å undersøke ulike muligheter for prosjektgjennomføringen og forsøke å optimalisere disse «hva» og «hvordan». Scheduling handler om å tidfeste de ulike arbeidsoppgavene og bestemme nødvendige ressurser for å utføre oppgavene (Rolstadås, 2011, s. 139).

2.2.2 Prosjektnedbrytning (WBS)

For å kunne planlegge et prosjekt er det vanlig å bryte det ned i mindre, håndterbare arbeidsenheter. En slik nedbrytning kalles Work Breakdown Structure og angis ofte med forkortelsen WBS (Project Management Institute, 2013, s. 105). Nedbrytningen gjøres ved at man deler inn arbeidet i mindre deler, nivå for nivå. Detaljnivået øker og tidshorisonten blir mindre nedover i hierarkiet. Det finnes mange ulike inndelingsmåter. Wålberg (2015) foreslår følgende nivåer i synkende hierarkisk rekkefølge: prosjekt, delprosjekt, arbeidspakke og aktiviteter (figur 2-8), mens Project Management Institute (2013, s. 128) angir arbeidspakker som det laveste nivået i en WBS. Hvor mange nivåer man velger å bruke vil avhenge av behovet for detaljering i prosjektet. Det laveste nivået man velger å operere med i en WBS er det laveste nivået vi rapporterer kostnader og fremdrift mot (Johansen, Langlo, Olsson, & Rolstadås, 2020, s. 164). Arbeidet med å bryte ned et prosjekt i slike mindre deler gir en strukturert fremstilling av hva som skal leveres (Project Management Institute, 2013, s. 151). Ifølge Karlsen (2017, s. 87) kan vi bryte ned et prosjekt med ulike hensyn. Hvis vi tar et husbyggingsprosjekt som eksempel kan projektnedbrytningen være leveranseorientert (tegninger, gravearbeider, fundament, fasade), lokasjonsorientert (hage, kjøkken, stue, bad) eller aktivitetsorientert (gravearbeid, tømrerarbeid, rørleggerarbeid, elektrikerarbeid). Karlsen peker på flere fordeler med en leveranseorientert nedbrytning, men sier samtidig at en blanding av leveranseorientert og aktivitetsorientert nedbrytning kan være hensiktsmessig.

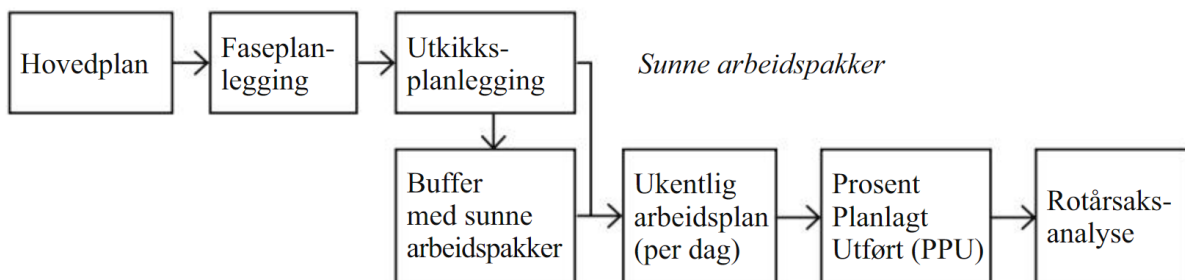
2. Teori



Figur 2-8. «Uten tittel». Illustrasjon fritt oversatt av: <https://www.prosjektbloggen.no/en-enkel-oppskrift-pa-en-arbeidsnedbrytningsstruktur>, 2015, Gjengitt med tillatelse.

2.2.3 Detaljnivå på planer

Fremdriftsplanlegging er ingen engangsaktivitet. På grunn av begrenset informasjon i begynnelsen av et prosjekt, vil man ikke kunne planlegge detaljert fra start, noe som heller ikke er hensiktsmessig ifølge Last Planner System. Vi kan derfor se på planlegging som en kontinuerlig og gjentakende prosess som utvikler detaljnivået i takt med tilført informasjon (Karlsen, 2017, s. 302–303). Det finnes mange ulike inndelingsmåter og gjennomføringsmetoder for planlegging. Planer med samme funksjon blir også ofte kalt ulike ting av ulike entreprenører. Store entreprenørfirmaer har gjerne utviklet sine egne standardiserte metoder (Kalsaas, Bølviken, & Klakegg, 2017, s. 29). I denne oppgaven skal vi forholde oss til plannivåene fra Last Planner System (Ballard, 2000), som deler planer inn i fire ulike nivåer: Hovedplan, faseplan, utviklingsplan og ukentlige arbeidsplaner. I kapittel 2.1.2 ble prinsippene i Last Planner System forklart, og dette kapittelet vil derfor begrense seg til hvordan en konkret kan utføre fremdriftsplanlegging etter Last Planner System. Figur 2-9 illustrerer sammenhengen mellom disse plannivåene.



Figur 2-9. «Last Planner», fra *Lean Construction – Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*, av B.T. Kalsaas, 2017 (s. 45), Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS. Copyright 2017, Vigmostad & Bjørke AS. Gjengitt med tillatelse.

Hovedplan

Det første som bør gjøres av planlegging i et prosjekt er å bestemme hovedmilepælene, som for eksempel prosjektets start og slutt, at bygget er tett eller at en stor teknisk installasjon skal på plass. Slike milepæler er også gjerne bestemt allerede i kontrakten (Kalsaas, 2017a, s. 46). Andersen, Grude & Haug (2016) definerer en milepæl som en målbar tilstand et prosjekt bør være i på et visst stadium. Milepælene har til hensikt å bestemme prosjektets retning og skal virke som kontrollstasjoner på om prosjektet har riktig kurs (Karlsen, 2017, s. 306). En slik overordnet plan kalles hovedplan på Last Planner-terminologien, men blir av mange kalt eksempelvis milepælsplan

2. Teori

eller masterplan. Kalsaas (2017a, s. 46) sier at man i tradisjonell planlegging ofte detaljerer hovedplanen mye mer enn det som ses som hensiktsmessig i et Last Planner-tankesett, og at resultatet ofte blir urealistiske planer som ikke blir fulgt.

Faseplan

Ut ifra milepælene i hovedplanen lager man en faseplan, der målet er å kunne plassere arbeidspakker i de ulike fasene i en hensiktsmessig rekkefølge. Man tar utgangspunkt i en milepæl og forsøker å planlegge alle arbeidspakker som fører frem dit, også kjent som pull-planning (bakoverplanlegging). Dette gjøres typisk i det man kaller et lappemøte, hvor post-it lapper brukes for å representere arbeidspakker. Baser og formenn for de ulike disiplinene bør være til stede på disse møtene for å komme med sine innspill. De ulike fagene kan da diskutere hva som vil være best rekkefølge for fremdriften, og de vil også få bedre forståelse for hvordan de ulike fagene avhenger av hverandre. Vanlig praksis er å utføre møter med lappeteknikk og deretter føre resultatet fra dette møtet inn i programvare som håndterer eksempelvis koding av avhengigheter (Kalsaas, 2017a, s. 46–49). Det finnes også programvare som tilrettelegger for lappeplanlegging digitalt. Disse og andre mye brukte verktøy for fremdriftsplanlegging omtales i kapittel 2.2.6.

Utkikksplan

Neste detaljeringsnivå i henhold til Last Planner System er utkikksplan. Her vil det være naturlig å detaljere arbeidspakker fra faseplanen i større grad, og se mer detaljert på rigg- og logistikkplanen. Hensikten med utkikksplanen er først og fremst å systematisk jobbe med å identifisere og fjerne hindringer før produksjon, slik at det man har planlagt i faseplanen *kan* utføres. Hvis alle de syv forutsetningene nevnt under kapittel 2.1.2 er på plass, kan en arbeidspakke eller oppgave gjøres helt ferdig, og vil klassifiseres som sunn. Å begynne på aktiviteter som ikke er sunne fører som regel til mye brannslukning der man må finne på alternative løsninger som fører til sløsing. Ansvar for potensielle hindringer bør tildeles ulike personer, og de må sørge for å holde seg oppdatert på deres status. Utkikksplanleggingen bør vanligvis begynne fem til ni uker før utførelse. Det vil i praksis være vanskelig å sjekke ut alle forutsetninger lenge før utførelse av en arbeidspakke, som for eksempel værforhold og foregående arbeider, men det viktigste er å jobbe systematisk med å forutse og fjerne hindringer (Aslesen, Bølviken, Sandberg, & Stake, 2017, s. 376–377; Kalsaas, 2017a, s. 50–53). Kalsaas (2017a, s. 52) understreker også at dette arbeidet bør integreres og tilpasses den enkeltes bedrifts systemer, slik at ikke utkikksplanleggingen bare blir en ekstra plantype å vedlikeholde.

Arbeidsplan

Arbeidet med å fjerne hindringer tas med videre over i arbeidsplanen, bare på et enda mer detaljert nivå. I likhet med de foregående planene, tar også denne for seg alle fagene, men med et kortere tidsperspektiv på to til fire uker. Planen kan inneholde kolonner som tar for seg soner, fag, aktiviteter, tidspunkt for oppstart og avslutning og avkrysning for om alle syv forutsetninger er på plass. Når man setter opp arbeidsplanen, er det viktig at alle de aktivitetene som skal utføres deles opp i mengder som kan bli gjort innenfor en uke. Det er for å kunne vurdere og kontrollere flyten i et prosjekt, og en metode fra Last Planner System som er egnet til dette er Prosent Planlagt Utført (PPU). Dette skal beskrives nærmere i kapittel 2.2.4. Basert på de flerfaglige arbeidsplanene er det også vanlig å lage lagsplaner for de enkelte fagene. De produseres uke for uke, og sier noe om hvilke håndverkere på laget som skal utføre de ulike oppgavene (Kalsaas, 2017a, s. 53–56).

2.2.4 Oppfølging av fremdrift

«Å planlegge er enkelt. Det er å følge planen som er vanskelig.» uttrykte Ingar Jonas Wilson på en forelesning om fremdriftsplanlegging på OsloMet 24.01.20. Et byggeprosjekt er komplekst, og det vil alltid oppstå uforutsette hendelser. Det viktige er da å håndtere disse og iverksette korrigerende tiltak. Bonnier og Kalsaas (2017, s. 63–64) sier at det ofte er slik at fremdriftsplaner kun blir hengende på en vegg, uten aktivt å styre etter den. Når det da oppstår avvik fra planen og den ikke oppdateres blir planen fort verdiløs. Da blir det i stor grad basene for de ulike fagene som styrer byggeprosjektene, og det blir ofte arbeidet uten en overordnet retning. Dette medfører ofte overskridelser av tidsfrister, som igjen henger tett sammen med kostnader. Videre sier de at kommunikasjonen og samarbeidet mellom prosjektkontoret og de utførende ofte ikke er god nok; prosjektkontoret vet ikke hvordan faktisk fremdrift er til enhver tid fordi det ikke blir rapportert inn, og dette igjen gjør at korrigerende tiltak ikke blir iverksatt fort nok. Å aktivt følge opp fremdriften ser ut til å være sentralt for å få vellykkede prosjekter.

En oppfølgingsmetodikk som brukes mye, særlig innen Last Planner, er PPU (prosent planlagt utført). Metoden måler prosentvis hvor mye av det planlagte arbeidet for en uke som ble utført. Dersom planen for uka var å gjennomføre 10 arbeidspakker, men bare 6 av dem fullføres blir PPU 60%. Det er da viktig å fokusere på det som ikke ble gjennomført, finne årsakene til dette, og eventuelt gjøre tiltak (Kalsaas, 2017a, s. 53–56). Et annet målingsverktøy som brukes er «inntjent verdi-metoden» (Rolstadås, 2011, s. 299), men skal ikke beskrives videre her. For å rapportere inn faktisk fremdrift, er man avhengig av jevnlig statusmøter. Kalsaas & Ose (2017, s. 330) sier slike møter bør holdes ukentlig, men at det heller ikke er uvanlig å ha daglige korte morgenmøter.

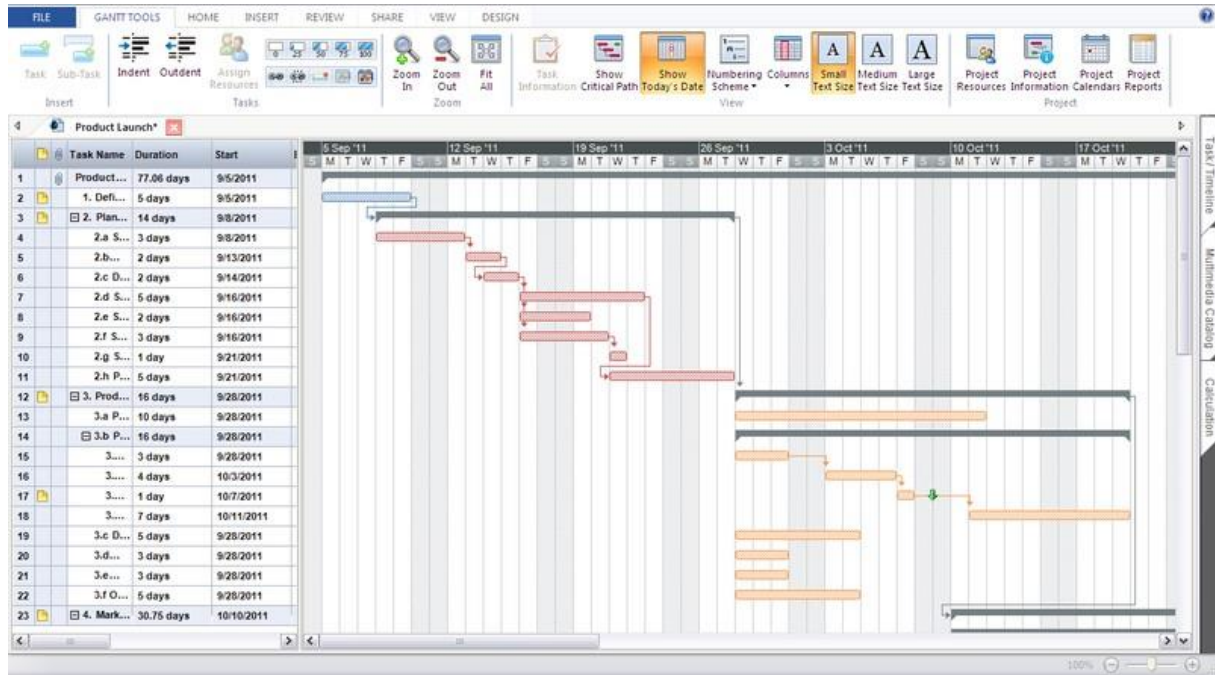
2.2.5 Planleggingsmetoder

Det finnes mange ulike metoder for fremdriftsplanlegging. De ulike metodene legger vekt på ulike ting, og har dermed også ulike styrker og svakheter. Tradisjonelt sett har særlig to metoder vært utbredt: Gantt-diagram og nettverksdiagram (Rolstadås, 2011, s. 139–143). I nyere fremdriftsplanlegging har andre fremstillinger blitt enda mer utbredt, deriblant skråstreksplanlegging og taktplanlegging, som er mer lokasjonsbasert planlegging enn Gantt- og nettverksdiagram. I praksis vil det gjerne være en kombinasjon av flere metoder som blir brukt for å planlegge fremdriften (Rolstadås, 2011, s. 142). For eksempel brukes ofte nettverksdiagram for videre å kunne fremstille planen i et Gantt-diagram, eller man bruker lokasjonsbasert lappeteknikk i samhandlingsmøter, men fører resultatet inn i et Gantt-diagram. Videre skal de vanligste metodene beskrives.

2. Teori

Gantt

Gantt-diagrammet ble utformet av Henry L. Gantt i 1917, og er et velkjent verktøy for planlegging av prosjektarbeid. Det er enkelt i bruk og har en oversiktlig fremstillingsform, noe som har gjort diagrammet svært utbredt (Karlsen, 2017, s. 320). Diagrammet har aktiviteter langs vertikal akse og tid langs horisontal akse. For hver aktivitet er det en strek, hvor strekens startpunkt viser tidspunktet aktiviteten begynner, og lengden på streken viser aktivitetens varighet.



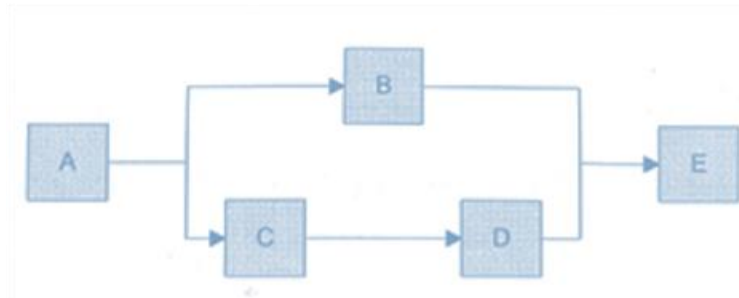
Figur 2-10. «English: Gantt Chart created with MindView», 2013, av Inc, Matchware (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MindView-Gantt_Chart.png). CC-BY-SA-3.0.

I figur 2-10 ser vi et eksempel på et lenket Gantt-diagram. Da brukes pilene for å illustrere aktiviteters avhengighet. Disse pilene kan illustrere at en aktivitet først kan påbegynnes når en annen for eksempel er fullført, halvveis ferdig eller tre dager etter foregående aktivitet er fullført. En slik nettverksfremstilling i Gantt-diagram kan fort bli rotete når diagrammet inneholder mange aktiviteter (Bjørnstad, Bjørhusdal, & Westerlund, 2019, s. 35). Generelt kan Gantt-diagram fort bli uoversiktlige fordi de inneholder en stor mengde aktiviteter. Bonnier og Kalsaas (2017, s. 83) nevner et eksempel på et gjennomsnittlig byggeprosjekt med oppføring av et kontorbygg som hadde et Gantt-diagram bestående av 17 sider. Da er det klart det fort kan bli uoversiktlig. Det er imidlertid flere digitale verktøy, som eksempelvis MS Project, som gjør det mulig å filtrere aktiviteter på ulike nivåer. Ønsker man det overordnede blikket på prosjektet, kan man velge å kun vise de oppsummerende arbeidspakkene og skjule de detaljerte aktivitetene og arbeidsoppgavene.

2. Teori

Nettverksdiagram (CPM)

Et nettverksdiagram er en metode innen fremdriftsplanlegging, som grafisk viser aktiviteter og deres avhengigheter. Aktiviteter er oppført som noder, og sammenhengen mellom aktivitetene vises med piler. Disse pilene kan representere ulike avhengigheter, eksempelvis at en aktivitet kan begynne to dager etter en annen aktivitet er avsluttet eller at en aktivitet kan påbegynnes straks en annen aktivitet er påbegynt. Det er også mulig å legge slike piler inn i Gantt-diagram, men forskjellen blir hvordan aktivitetene stilles opp (Karlsen, 2017, s. 310–316). Figur 2-11 viser et eksempel på et veldig enkelt nettverksdiagram.



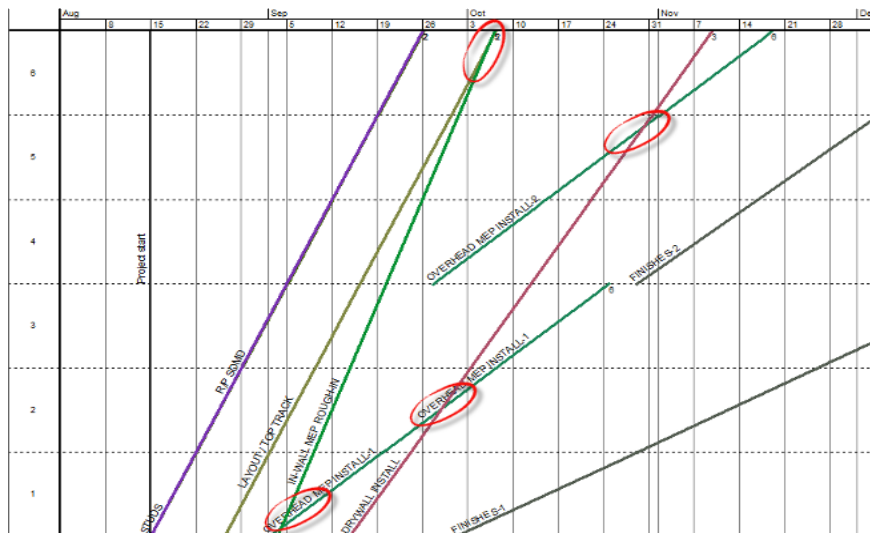
Figur 2-11. «Eksempel på AON-nettverk». Fra *Praktisk Prosjektstyring*, av A. Rolstadås, 2011, Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Det finnes flere forskjellige typer nettverksdiagram, men en type som er mye brukt heter CPM og står for Critical Path Method. Denne metoden retter fokus mot et nettverksdiagram sin kritiske sti, det vil si den rekkefølgen av aktiviteter som har lengst varighet og dermed påvirker prosjektets sluttdato direkte. Aktiviteter har vanligvis noe slingringsmonn, og dette kan legges inn i et nettverksdiagram ved å angi både aktivitetens varighet, når den tidligst og senest kan startes opp. Det vil alltid være en sti gjennom et nettverksdiagram som har lenger varighet enn de andre, og på denne stien er det derfor ikke rom for å forskyve aktiviteter uten at det påvirker prosjektets sluttdato (Karlsen, 2017, s. 310–316). Bonnier og Kalsaas (2017, s. 66) sier det bør rettes ekstra oppmerksomhet mot at aktivitetene langs denne stien ikke forsinkes, og om nødvendig sette inn ekstra ressurser for å opprettholde fremdriften. De påpeker imidlertid at denne metoden ikke bør brukes som eneste metode i prosjektstyring, og særlig ikke hvis prosjektene inneholder en stor grad av kompleksitet. CPM kan være en god metode for å komme frem til resultatene som stilles opp i et Gantt-diagram.

2. Teori

Lokasjonsbasert planlegging (Skråstreks- og taktplanlegging)

Mens Gantt-diagram og nettverksdiagram tar utgangspunkt i aktiviteter og tidsforhold, finnes det andre metoder som er mer lokasjonsbasert, deriblant skråstreksplanlegging (også kalt flytlinje eller line of balance) og taktplanlegging. Disse planleggingsmetodene er sentrale innen Lean-tankegangen, fordi de har til hensikt å skape bedre flyt og forutsigbarhet i prosjekter enn de tradisjonelle metodene som Gantt og nettverksdiagram (Seppänen, 2017, s. 93–106).



Figur 2-12. «Uten tittel», u.å. av Trimble (<https://gc.trimble.com/product/schedule-planner>).

Figur 2-12 viser et eksempel på et skråstreksdiagram. Prosjektet deles inn i soner, for eksempel etter etasje, de enkelte leilighetene eller lignende, og tanken er at arbeidsoppgaver skal flytte gjennom sonene. Ulike disipliner vil trolig ønske ulike soneinndelinger, og en god tommelfingerregel er å innrette seg etter den disiplinen som vil ha flest timeverk eller hvor «flaskehals» lettest kan oppstå. Disse sonene er listet opp nedover på den vertikale aksene, mens man har tiden på den horisontale aksene. Strekene representerer da de ulike disiplinenes aktiviteter, og hvordan de forflytter seg fra sone til sone i løpet av tiden. Denne fremstillingen gir mange færre aktiviteter opptredende samtidig enn for eksempel Gantt-diagram fordi repeterende aktiviteter representeres som en sammenhengende strek. Det skal imidlertid sies at denne fremstillingsmetoden egner seg best til arbeid som er repeterbart gjennom de ulike sonene. Tanken er at et arbeidslag må ha fullført en sone før neste lag kan begynne i samme sone. Denne fremstillingsmåten gir lett oversikt over tid-sted kollisjoner, ved at to linjer krysser hverandre. Avstanden mellom de ulike strekene kan også fortelle hvor stor tidsbuffer det er mellom to aktiviteter (Seppänen, 2017, s. 93–106).

Taktplanlegging handler om å få strekene i skråstreksdiagrammet til å gå parallelt. Da forflytter disipliner seg «taktfast» gjennom sonene. For å få disiplinene til å bevege seg med lik hastighet vil det være nødvendig å bruke en del tid på å kartlegge arbeidsoppgavene, hvor lang tid de ulike disiplinene trenger innenfor hver sone og bestemme arbeidsoppgavens rekkefølge og nødvendige ressurser. Tanken er å bestemme en felles takttid som gjelder for hver disiplin innenfor én sone. For å få til dette må det kanskje økes bemanning innenfor noen disipliners arbeidsoppgaver, noen må tildeles to takttider og lignende. Når man da har bestemt en felles takttid, er tanken at disiplinene skal bevege seg flytende gjennom de ulike sonene. Innenfor takttiden bør det også være satt av noe buffertid (Frandsen, 2016; Seppänen, 2017, s. 93–106).

2.2.6 Digitale verktøy for fremdriftsplanlegging

For de foregående metodene for fremdriftsplanlegging finnes ulike digitale verktøy til å lage, oppdatere og følge opp fremdriftsplanene. I dette kapittelet skal noen av disse planleggingsverktøyene presenteres. Det er først og fremst Excel og Microsoft Project som har utstrakt bruk i den norske byggebransjen, men noen andre verktøy som har blitt nevnt av informanter i intervjuer tas også med under Andre verktøy for fremdriftsplanlegging. Noen 4D-programvarer inneholder separate planleggingsverktøy. Synchro har for eksempel Synchro Scheduler som kan brukes som et eget planleggingsverktøy uten å måtte koble den mot en 3D-modell. Nærmere beskrivelser av 4D-verktøy blir gitt i kapittel 2.4.3 og 2.4.4.

Microsoft Excel

Excel er et program som inngår i Microsoft Office-pakken og består av regneark hvor man kan legge inn tall og tekst i celler for videre å beregne, analysere og filtrere dataene. Programmet er enkelt i bruk og er installert på omtrent alle datamaskiner fordi det inngår i Office-pakken. Det krever lite datakunnskap, noe som gjør at det brukes mye i dagens byggebransje. Særlig i fremdriftsplaner på de laveste nivåer, som ukeplaner hvor baser og fagarbeidere gjør endringer, er Excel mye brukt (Quach, 2018, s. 26). Av de tidligere nevnte planleggingsmetodene, er det særlig Gantt-diagram som brukes i Excel. Programmet er ikke spesielt utformet for prosjektstyring, og gir brukeren av programmet stor frihet til å bestemme hvordan informasjonen skal fremstilles.

Microsoft Project

MS Project er en programvare som er rettet spesielt mot prosjektstyring, og er blant de vanligste programmene som brukes i fremdriftsplanlegging i norsk byggebransje. Programvaren var opprinnelig laget for IT-bransjen, men har senere blitt utviklet spesielt med tanke på prosjektstyring i byggeprosjekter (Miller, 2017). Visualiseringen av planen er som Gantt-diagram eller nettverksdiagram, og inneholder dermed også kritisk-vei-funksjoner. I programmet kan man fylle ut aktivitetens avhengighet og rekkefølgerelasjon, ressursbruk, flyt og mye mer. Programmet kan fylle ut start- og sluttdatoer basert på avhengigheter og kjøre hva-skjer-dersom-scenarier for å kunne optimalisere planen. MS Project kan håndtere opp til 10 000 aktiviteter i ett prosjekt, noe som er tilstrekkelig i de fleste norske byggeprosjekter (Halleraker, 2014, s. 53). Programvaren har også funksjonaliteter som gjør det mulig å følge opp fremdriften. Blant annet kan man analysere årsaken til forsinkelser, og få informasjon om hvilke aktiviteter som påvirkes av forsinkelsen. Det er også mulig å filtrere aktiviteter på ulike nivåer, fra overordnet nivå til mer detaljert nivå (Microsoft, 2019).

Andre verktøy for fremdriftsplanlegging

Andre programvarer som har blitt nevnt under intervjuer er Primavera, Touchplan, BIM 360 Plan, Smart Sheet, Asta Powerproject, Safran og BlueBeam. Primavera er en programvare som ligner mye på MS Project, men som er laget for å håndtere enda større og mer komplekse prosjekter. Denne programvaren brukes svært mye utenfor Norge. Touchplan og BIM 360 Plan er programvarer som er tilpasset for involverende planlegging etter Last Planner System prinsippene. Blant annet tilrettelegger programvarene for digital lappeplanlegging og at utførende kan være med å detaljplanlegge og registrere egen fremdrift (Autodesk, u.å.-a; Touchplan, 2020).

2.3 BIM

BIM er et akronym som kan ha flere betydninger avhengig av hvem en spør. Denne oppgaven forholder seg til Building Information Modelling. En ofte forekommende feil er å tenke at BIM bare er en 3D-modell, når det er så mye mer enn det. Man kan tenke på BIM som en metode for prosjektering som krever høy kompetanse hos alle involverte. 3D-modellen er gjerne utgangspunktet, og underveis i prosjekteringen vil informasjon fra arkitekt, RIB, RIV, RIE og andre rådgivere legges til i modellen. Til slutt vil 3D-modellen være en slags database for all bygningsinformasjon som danner grunnlaget for kalkulasjon, bestilling og vedlikehold (Cobuilder, 2016b).

Fram til for noen år siden fantes det svært få programvarer som ga mulighet for å lagre filer i **ett** felles filformat, men i dag kan de fleste programmer behandle det åpne IFC-formatet. Derfor skaper det ikke lenger like store problemer at arkitekten og rådgiverne benytter seg av ulik programvare, fordi man kan jobbe med noe som kalles åpen BIM, som omtales nærmere i kapittel 2.3.3. Vi ser også at de involverte jobber mer samkjørte i dag enn for noen år siden. Fra å sitte på hvert sitt kontor og jobbe med sitt fagfelt, blir det mer vanlig å samles i ett rom og jobbe direkte i samme modell. Dette har ført til økt tverrfaglig forståelse og bedre kommunikasjon innad i prosjektteamet, noe som gir bedre flyt i prosjekteringen (Graphisoft, u.å.).

2.3.1 BIM-dimensjoner

Når en BIM-modell har blitt utarbeidet kan den også brukes til andre formål enn kun som et utgangspunkt for å bygge. Avhengig av kravene til prosjektskompleksiteten og prosjektet generelt, kan man legge til spesifikke parametere til den eksisterende informasjonen i BIM. Disse parameterne er bedre kjent som BIM-dimensjonene. Hensikten med BIM-dimensjonene er å forbedre data som allerede er integrert i BIM-modellen for å gi bedre forståelse av prosjektet. Ifølge United-BIM (u.å.) innebærer de ulike dimensjonene følgende:

3D - Geometri

3D-dimensjonen gir en visuell fremstilling av et bygg i rommet (x, y, z), og er et nyttig verktøy for å vise alle involvert i et prosjekt hvordan det endelige produktet skal se ut, og hva det består av. Hvert objekt i modellen kan tillegges informasjon, som materialer og mengder, noe som også gir et utgangspunkt for å beregne kostnader. Modellen lages så lik som det ferdige produktet som mulig, og brukes som et verktøy for å oppdage feil i konstruksjonen og fjerne kollisjoner mellom objekter som kan oppstå under bygging.

4D - Tid

4D kalles gjerne tidsdimensjonen og dreier seg om tidsforbruk, planlegging og fremdrift i et prosjekt. For eksempel kan hvert objekt i 3D-modellen knyttes opp mot en aktivitet i fremdriftsplanen, og på den måten kan man se hvordan de ulike objektene avhenger av hverandre. Man kan også oppdage konflikter som kan oppstå under bygging på et tidlig stadie, og finne løsninger for å unngå dem før de dukker opp.

2. Teori

5D - Kostnader

5D BIM er hensiktsmessig i prosjekter der for eksempel byggherre ønsker å ta ut kostnadsanalyser underveis. Kostnader kan knyttes opp mot modellen og aktiviteter, og gi prisoverslag hvis man foretar endringer i for eksempel utforming, materialer, bemanning eller nødvendige maskiner. 5D BIM er et nyttig verktøy for å unngå overskridelse av budsjettet, og gir bedre kontroll over økonomien underveis i byggingen.

6D - Bærekraft

6D dimensjonen brukes til energivurdering av bygget, både i design- og driftsfasen. For BIM-modellen innebærer det at man gjør simulasjoner for å vurdere byggets ytelse. For den ferdige konstruksjonen innebærer det at installerte sensorer foretar kontinuerlige målinger på det samme feltet, og ut ifra disse målingene kan man definere en strategi for å optimalisere byggets energiforbruk. Den sjette dimensjonen vil derfor også kunne knyttes opp mot kostnader, fordi analysene vil si noe om hvor mye det vil koste å drifte bygget. I tillegg vil den kunne knyttes opp mot den syvende dimensjonen fordi sensorene og tilsvarende komponenter i bygget vil knyttes opp mot objekter i modellen, og inneholde informasjon om produsent, installasjonsdato, vedlikeholdsplan og bruksanvisning.

7D - Drift og vedlikehold

7D BIM brukes for å ta ut og samle informasjon, relatert til drift og vedlikehold, om bygget gjennom hele dets livssyklus. Dette er ment for den som eier bygget og de som skal drifte det etter overlevering. Alle tekniske installasjoner skal finnes i BIM-modellen og inneholde informasjon om når det krever vedlikehold, når det eventuelt bør skiftes ut samt andre nødvendige data.

Det er ikke alle dimensjonene som utnyttes i like stor grad, men 3D er allerede godt implementert i alle byggeprosjekter, og man ser at 4D blir tatt mer i bruk i dag enn for bare noen år siden. Kostnader, bærekraft og drift og vedlikehold blir også tatt hensyn til i prosjekter, men de omtales ikke nødvendigvis som dimensjoner (Johannessen, 2018).

2.3.2 Modellmodenhetsindeks (MMI)

I byggebransjen er det tre hovedaktører som samarbeider, og disse omtales gjerne som AEC (architecture, engineering and construction). Det er viktig å understreke at disse tre har ansvar for helt ulike fagfelt, men allikevel stilles det strenge krav til prosjektering og samhandling mellom dem i bygg- og anleggsprosjekter. Det er viktig at de forstår hverandres bidrag og jobber sammen mot et felles mål.

Når man jobber med samme modell er det viktig at alle snakker et felles språk, der ferdighetsgraden av ulike objekter i modellen kommuniseres på en entydig måte. Derfor har Rådgivende Ingeniørers Forening, i samarbeid med Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg og Arkitektbedriftene, utviklet en standard man kan bruke for å angi i hvilken grad de ulike objektene/elementene i en BIM-modell er ferdig utviklet, eller modnet. Denne standarden kalles Modellmodenhetsindeks (MMI). En kjent problemstilling er at bygg gjerne prosjekteres og bygges samtidig, derfor er det hensiktsmessig å kunne si noe om hvilke objekter som er ferdig gjennomtenkt og klare for utførelse og hvilke som ikke er det, slik at man kan jobbe med å utvikle en fremdriftsplan. De ulike MMI-nivåene er beskrevet i tabell 2-1 (*MMI - Modell Modenhets Indeks*, u.å.).

2. Teori

Tabell 2-1. MMI-nivåer

MMI-nivå	Status objekter	Beskrivelse
MMI 100	Skisse	Det modelleres flere alternative forslag til løsninger, men disse er bare skisser som vil endres på og utvikles fram til neste nivå.
MMI 200	Ferdig konsept	Skissen er mer eller mindre ferdig utarbeidet, og konsepter er fastsatt.
MMI 300	Klar for tverrfaglig kontroll	Plassering og størrelse på objekter skal være riktig, og man skal utføre tverrfaglige kontroller for å undersøke at objekter ikke er i konflikt med hverandre.
MMI 350	Utført tverrfaglig kontroll	En iterativ prosess der objektene blir kontrollert flere ganger, for å utelukke at de kolliderer med hverandre.
MMI400	Produksjonsgrunnlag	Alle objekter er kontrollert og godkjent for bygging. Dersom det oppdages flere konflikter skal de prosjekterende gå gjennom disse, gjøre eventuelle endringer og gi klarsignal for produksjon.
MMI500	Som bygget	Skal i prinsipp være identisk med det fysiske bygget. Dersom det oppstår endringer i konstruksjoner, skal de prosjekterende sørge for å legge til disse endringene i BIM-modellen

2.3.3 Åpen BIM

Å jobbe med åpen BIM vil si at alle involverte i prosjektet opererer med det internasjonale og åpne filformatet Industry Foundation Classes (IFC). Det vanlige i byggebransjen er at de ulike rollene i et prosjekt bruker ulike programvarer og dermed også jobber i ulike filformater. Ved å eksportere filene til IFC gjør en det lettere å utveksle, sammenstille, kontrollere og analysere modellen som en helhet (Byggenæringen, 2016).

For å forstå hvordan en IFC-fil fungerer, kan man se på filformatet PDF. En PDF fungerer på den måten at man enkelt kan åpne og bruke filen uten å ha programvaren filen opprinnelig ble laget i. Har man for eksempel laget en fil i Word, kan man eksportere den til PDF slik at mottaker kan åpne den uten å ha installert Word på sin PC. En annen viktig funksjon er at man ikke kan gjøre endringer i en PDF, og den originale teksten vil derfor alltid være tilgjengelig. På samme måte fungerer en IFC-fil. Man kan lage en modell i Revit, Tekla, AutoCAD eller andre programvarer, eksportere den til IFC og mottaker kan åpne den uten å være avhengig av disse programvarene. På den måten kan arkitekten for eksempel jobbe i AutoCAD og RiBen jobbe i Revit eller Tekla uten at det vil være et problem når man skal sammenstille modellen. På samme måte som for en PDF kan man heller ikke endre innholdet i en IFC-fil uten å åpne filen i den originale programvaren (Baldwin, 2018). IFC-filer kan åpnes i relativt mange programvarer, blant annet Revit, Tekla BIMsight, Adobe Acrobat, FME Desktop, Constructivity Model Viewer, CYPECAD, SketchUp og ArchiCAD (Fisher, 2019).

Åpen BIM har i Norge blitt mest brukt under prosjektering og bygging, men etter at blant annet Dalux FM ble lansert har det blitt lettere å bruke også i sammenheng med forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) (Dalux FM blir nærmere beskrevet i kapittel 2.3.4). Å bruke åpen BIM i FDV-sammenheng gir en bedre visuell fremstilling, og gjør det lettere å forvalte arealer på en god måte. I tillegg blir det lettere å gjenbruke modeller og data fra produksjonsfasen (Byggmesteren, 2019).

2.3.4 Digitale verktøy

I tillegg til BIM finnes det mange andre digitale verktøy, noen brukes i dag mens andre er på vei inn i bransjen. Alle de digitale verktøyene som blir nevnt under har en form for tilknytning til BIM. Noen er avhengig av en ferdig BIM-modell, mens andre vil være med å utarbeide en god BIM-modell. De verktøyene som blir mest omtalt i oppgaven har fått en lengre forklaring, mens de resterende er fremstilt i tabell 2-2.

Digital Tvilling

En digital tvilling er en digital fremstilling av en fysisk ting, for eksempel et kontorbygg. Forskjellen på en digital tvilling og en modell, er at den digitale tvillingen inneholder sanntidsdata. Det fysiske bygget er utstyrt med sensorer slik at den digitale tvillingen holdes oppdatert til enhver tid. En kan da enkelt hente ut informasjon om for eksempel antall folk i bygget, strømbruk eller temperatur. I tillegg vil det være hensiktsmessig å hente ut informasjon om hvilket møterom som er ledig eller om printeren eller annet utstyr er i ustand. Med andre ord er det mulig å hente ut kompleks informasjon på en enkel måte. Digitale tvillinger blir ofte brukt i drift og administrasjonsfasen, men de kan også brukes før selve byggingen har startet. Man kan simulere hvordan et tenkt bygg eller en vei vil påvirke omgivelsene rundt, i tillegg til hvordan man best kan løse de ulike utfordringene man møter under bygging eller drift. Det er lettere og billigere å gjøre endringer i en modell enn når man står på byggeplassen og allerede er i gang med byggingen. Også når det gjelder byutvikling vil en digital tvilling være til stor hjelp. Man kan blant annet få oversikt over trafikken og befolkningstettheten, og dermed vurdere hvor det er mest hensiktsmessig å plassere en hjertestarter eller nye bysykler (Brand Studio & Geodata, u.å.).

Dalux

Dalux er en programvare som består av de fire delene Dalux BIM viewer, Dalux Box, Dalux Field og Dalux FM. Dalux BIM viewer er gratis og integrert i de andre delene, tilgjengelig for alle og brukes til deling og visning av BIM-modeller på PC og mobil. Den lagrer informasjonen i skyen, noe som gjør samhandling og deling enkelt (Dalux, u.å.-a).

Dalux Box brukes i design- og prosjekteringsfasen, blant annet for å dele filer på en organisert måte. Dokumenthåndteringen i Dalux Box inneholder flere nyttige funksjoner, blant annet at en kan linke PDF-er til tegningene og legge til kategorier for enkelt å finne tilbake til filene sine. I tillegg kan Revit-filer lastes direkte opp i Box, noe BIM-koordinatorene kan spare mye tid på. En annen funksjon som finnes i Dalux Box er at en kan jobbe med filene i Dalux direkte fra PCen uten å gå gjennom nettleseren. Dette kalles Dalux Box Sync, og fungerer slik at skylagringen er kopiert til den lokale disken på PCen, og en trenger ikke å logge inn på nettsiden for å ha tilgang til og endre filene i Box. Dalux Box har i tillegg en anbudsmodul kalt Dalux Tender. Dalux Tender kan brukes til å styre hele anbudsprosessen, og har oversiktlige og fleksible mappestrukturer (Dalux, u.å.-b).

Dalux Field brukes på byggeplassen for å lagre og ha oversikt over avvik. I tillegg gir Dalux Field en oversikt over hva som er gjort og hva som skal gjøres på byggeplassen. Når det gjelder kvalitetssikring og HMS er Dalux Field godt tilrettelagt, og vernerunder kan både utføres og deles via smarttelefon. Sjekkliste og bilder til sjekklister kan også lastes opp i Dalux Field. En annen viktig del av Dalux Field er TwinBIM. TwinBIM er AR-teknologi, og viser den digitale modellen i den virkelige verden. I dette tilfellet bruker en ikke briller eller hjelm, kun smarttelefon. Da vil den digitale modellen vises på smarttelefonen, slik at man enkelt kan se og sammenligne modellen med det virkelige bygget. Ved å

2. Teori

bruke smarttelefon fremfor briller og hjelm blir det lettere å kommunisere og diskutere med kollegaene på byggeplass (Dalux, u.å.-c).

Dalux FM (Facility Management) brukes til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV), og gjør det blant annet enkelt for brukere og leietakere å rapportere feil og mangler. I Dalux FM kan driftspersonalet håndtere blant annet oppgaver og rapporteringer direkte fra mobilen. Man kan også få god oversikt over alle bygninger og eiendommer man har gjennom oversiktskartet i Dalux FM. I tillegg brukes Dalux FM til å sende bestillinger til leverandører, der leverandørene får en egen portal i Dalux hvor de kan administrere sine egne arbeidsordrer. Dalux FM har som Dalux Box også fillagring i skyen, som fører til at du alltid har tilgang til filene dine. I tillegg kan det brukes til å forvalte arealene man eier ved å bruke arealforvalteren i Dalux FM (Dalux, u.å.-d).

Skanning

Laserskanning er en teknologi som kan brukes både på eksisterende bygg og underveis i byggefasen. Det er en nøyaktig og relativt rimelig måte å skaffe seg «som bygget»-informasjon på, både av innvendige og utvendige installasjoner. Ved hjelp av laseren genereres tusenvis av målepunkter per sekund for å lage en tredimensjonal punktsverm. Disse dataene kan deretter brukes videre i BIM-modeller (Norconsult, u.å.).

Statsbygg, en av Norges største bygherrer og eiendomsutviklere har de siste årene benyttet denne teknologien på eksisterende bygg, der mange ble bygd med papirtegninger som utgangspunkt. Ved hjelp av skanning har de lagd 3D-modeller av disse, som inneholder eksakte vinkler og mål av gulv, vegger og tak ned på millimeternivå, og disse modellene legger forholdene bedre til rette for FDV av byggene i fremtiden. Skanning har noen begrensninger i eksisterende bygg, da det ikke kan vise hva som ligger gjemt i vegger, tak og søyler (Bjørheim & Helland Urke, 2018). Derfor er det gunstig å benytte seg av det under oppføring, slik at man kan kontrollere at det som er bygd og dets plassering stemmer overens med det som er prosjektert. Da kan man oppdage avvik tidligere, slik at de kan korrigeres raskere og rimeligere mens entreprenøren fremdeles er til stede på byggeplassen (Seehusen, 2017).

RFID

RFID er en forkortning for Radio Frequency Identification, og blir ofte kalt radiobrikker på norsk. RFID er en liten brikke som blir plassert på alle produkter og komponenter, og har en unik kode. Ved avlesning av denne brikken får man informasjon om produktene, for eksempel vedlikeholds- og driftsinformasjon, hvor produktet befinner seg og hvor og når det ble laget. Dersom det er ønskelig kan også RFID-informasjon gå rett inn i en digital modell (Regjeringen, 2017). Et eksempel der RFID ble brukt er Statsbyggs Gol trafikkstasjon. Der brukte de RFID for å sørge for effektiv logistikk på byggeplass og i driftsfasen (Kvande, 2017).

2. Teori

Andre verktøy

Tabell 2-2. Andre digitale verktøy.

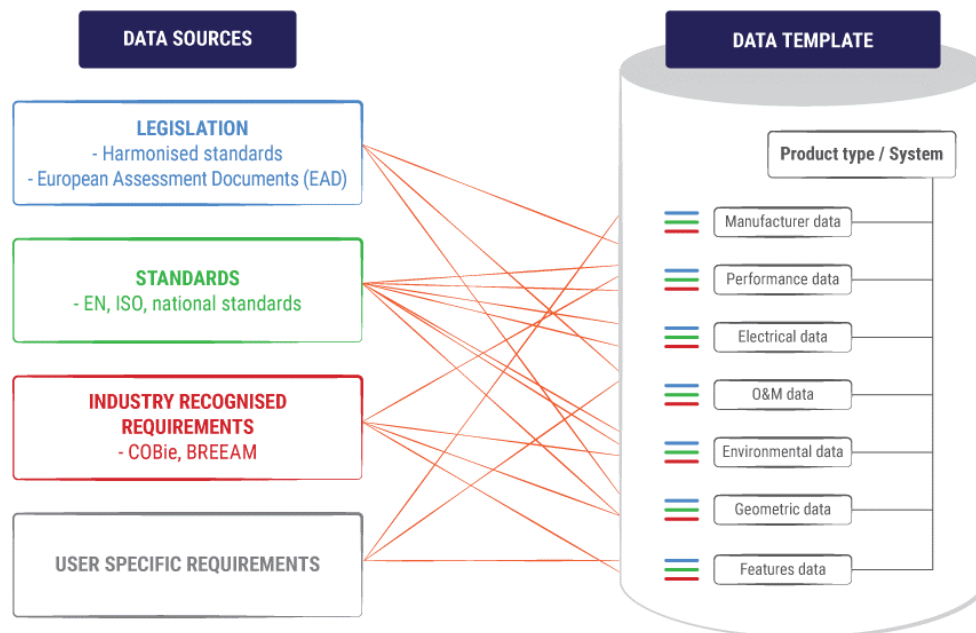
Augmented Reality (AR)	Utvidet virkelighet. Viser den virtuelle og den virkelige verdenen samtidig ved hjelp av mobil, nettbrett eller AR-briller (Egde Consulting, u.å.). Kan brukes for å vise hvor for eksempel tekniske føringer ligger i en fysisk vegg, uten å måtte åpne den.
Big Data og Internet of Things	«Big Data er, forenklet sagt, ny teknologi som gjør det mulig å analysere større og mer komplekse datamengder hurtigere og mer nøyaktig enn tidligere» (L. M. Andersen & Bakkeli, 2015, s. 2). Big Data ses ofte i sammenheng med Internet of Things (IoT). IoT kobler fysiske ting til internett, noe som kan gi mange nye muligheter (Garyaev & Garyaeva, 2019, s. 3).
BIM-kiosker	Stasjoner på byggeplassen der man kan se og navigere seg rundt i nyeste versjon av 3D-modellen som skal bygges. BIM-kiosker skal sammen med mobiler og nettbrett erstatte papirtegninger på byggeplass (Byggfakta.no, 2018).
Borerobot	Kan fjernstyres eller orientere seg rundt i bygget selv. Med utgangspunkt i 3D-modellen kan roboten bore forhåndsdefinerte hull i for eksempel betongtak (Seehusen, 2014).
Droner	Ubemannet luftfartøy som kan brukes til volumberegninger ved hjelp av ortofoto (bilder som inneholder informasjon av terrenget). Brukes også for å dokumentere fremdrift (NCC, u.å.).
Sensorer	Instrumenter som måler eller registrerer en endring i omgivelsene rundt (Valmot, 2019). Målingene brukes til å tilpasse for eksempel lysnivå, temperatur eller ventilasjon i et bygg automatisk (Zeiner, 2019).
SHA-simulatorspill	Dataspill laget for de som skal arbeide på byggeplassen. I simulatoren styrer man en avatar rundt på den virtuelle byggeplassen. Brukes for å skape bevissthet om farer som kan oppstå under bygging, og finne løsninger for hvordan man kan unngå dem (Aga, 2018).
Virtual Reality (VR)	Virtuell/kunstig virkelighet. Med VR-briller ser man en virtuell verden, og ved hjelp av kontroller kan man bevege og orientere seg i denne verdenen. Kan brukes for å bevege seg rundt i 3D-modellen før bygget er ferdig (Egde Consulting, u.å.).

2.3.5 Standardisering

Standarder finnes overalt, og legger grunnlaget for det meste vi mennesker foretar oss. Det fungerer som et utgangspunkt for å kjenne igjen mønster i problemstillinger man står overfor, og kan derfor brukes som et løsningsforslag i møte med nye utfordringer. Store Norske Leksikon sier at «Innen vitenskap, teknologi og økonomi gir standardisering løsninger for gjentatt anvendelse på problemer, og tar sikte på å oppnå høyest mulig grad av orden i en bestemt sammenheng» (Hofstad, 2018). Standardisering skal altså i denne sammenhengen hjelpe til med å skape mer orden i måten man gjennomfører prosjekter på. Dette innebærer hvordan man planlegger, hvilke arbeidsmetoder man bruker, valg av materialer og utvikling av prosesser. I byggebransjen er bruken av standarder utbredt, og mange er forankret i Plan og Bygningsloven. De utgjør grunnlaget for alle våre arbeidsprosesser, og kommer med forslag til preaksepterte løsninger man kan benytte seg av. Standard Norge, som utformer alle standardene til blant annet byggebransjen, har formelt definert det som: «Standard

2. Teori

dokument til felles og gjentatt bruk, fremkommet ved konsensus og vedtatt av et anerkjent organ som gir regler, retningslinjer eller kjennetegn for aktiviteter eller resultatene av dem for å oppnå optimal orden i en gitt sammenheng» (Norsk Standard, 2006). Det finnes også mer uformelle standarder, ment for internt bruk i en bedrift, som BIM-manualer til prosjektering. Statsbygg (2019) lanserte for eksempel den nyeste versjonen av sine krav til BIM-leveranser i 2019, som de har kalt SIMBA. En BIM-manual kan også si noe om hvilket informasjonsnivå som kreves og hvilke arbeidsmetoder man skal benytte seg av. Den kan være en generell mal for alle byggeprosjekter i en bedrift, eller den kan være prosjektspesifikk hvis det er nødvendig.



Figur 2-13. «Uten tittel», u.å., av Cobuilder (<https://cobuilder.com/nb/innholdstilbud/de-5-vanligste-sporsmalene-om-pdt/>). Gjengitt med tillatelse.

Ifølge Cobuilder (u.å.-a) er standardisering nøkkelen til gode digitaliseringsstrategier i fremtiden. Det er en internasjonal virksomhet som jobber for «å koble dagens byggenæring til den heldigitale fremtiden» (Cobuilder, u.å.-b), og ett av deres bidrag på veien til dette er å utvikle Product Data Templates (PDT) eller datamaler. En PDT vil inneholde informasjon om produktets egenskaper, som for eksempel ytelseserklæringer, sikkerhetsdatablad, monteringsanvisninger eller hvorvidt det oppfyller kravene til ulike miljøsertifiseringer (figur 2-13) (Cobuilder, 2016a). Ulike land og organisasjoner opererer med forskjellige navn på produktrelaterte konsepter som egentlig er identiske. Dette gjør at disse konseptene oppfattes ulikt av diverse programvarer – de snakker ikke samme språk. PDT-metoden baserer seg på et internasjonalt rammeverk for dataordbøker, og sørger for at informasjonen knyttet til produktene samsvarer uavhengig av hvordan konseptene beskrives eller benevnes. Da vil maskinene oppfatte samme mening uavhengig av at det er forskjeller i hvordan informasjonen blir lagt frem (Cobuilder, u.å.-a).

Bygg21 (u.å.-a), som er et samarbeid mellom bygg- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter, jobber med å utvikle løsninger for å implementere beste praksis for produktivitet og bærekraft i bransjen. Fordi byggebransjen de siste årene har hatt en negativ utvikling i produktiviteten, mener Bygg21 at byggenæringen har mye å lære fra industrien. Derfor har de utviklet en modell for å industrialisere byggeprosjekter som tar utgangspunkt i deres fasenorm «Neste steg» (figur 2-14).

2. Teori



Figur 2-14. «Fasenormen «neste steg»», u.å., av Bygg 21 (<https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/tenk-nytt-bruk-kjente-losninger/bygg21s-anbefalinger/#chapterheading3648-subheading1>).

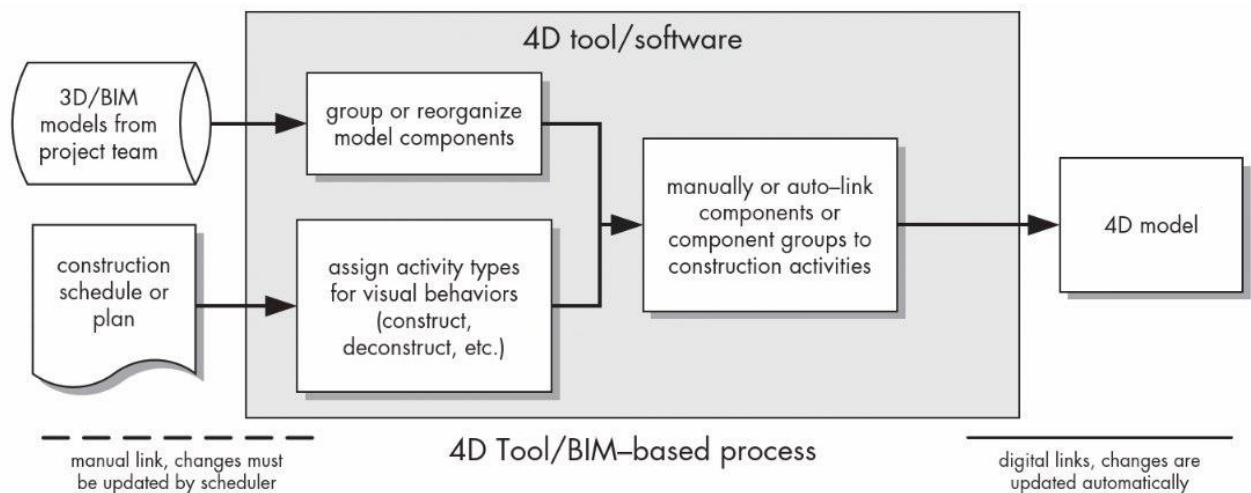
Målet med «Neste steg» er at det skal brukes som en standard for hvordan byggeprosjekter skal gjennomføres, både i planleggings-, prosjekterings- og produksjonsfasen, for å kunne levere bygg med best mulig kvalitet og bærekraft til så lav kostnad som mulig. «Neste steg» kommer med en veileder som forklarer hvordan dette skal utføres i praksis. Denne skal ikke beskrives i detalj, men den trekker frem standardisering, både av prosesser og arbeidsmetoder, som et viktig skritt på veien til en industrialisert byggeprosess. Veilederen innleder med å si at mye av grunnlaget legges før produksjon, og understreker at byggherre spiller en viktig rolle i etableringen av dette grunnlaget. Det er blant annet hans ansvar å sette krav om industrialiserte prosesser og løsninger. Fordi prosjekteringsfasen i stor grad er digitalisert, er et av kravene at man jobber med åpne systemer for å få god samhandling (Bygg21, u.å.-b). Bygg21 (u.å.) påpeker også at for å kunne dra full nytte av denne digitaliseringen må varebestillinger og -mottak gjøres digitalt. Ved hjelp av åpen vareidentifiseringsstandard er dette mulig. RFID ble nevnt i kapittel 2.3.4, og hvis alle produkter leveres med en slik brikke, har man bedre kontroll på vareflyten fra bestilling til produktet blir montert. Da vil produktinformasjon ligge tilgjengelig i 3D-modellen, og man kan lettere identifisere produktet i forbindelse med drift og vedlikehold når man ikke opererer med generiske BIM-objekter. Produkter kan også defineres ved hjelp av GTIN (unik identifikator for produktet), og knyttes opp mot elementer i modellen. Da kan det antallet man trenger av produktet kobles opp mot prisfiler fra leverandør slik at man sikrer seg rett produkt til avtalt pris. Man kan også søke i NOBB (Norsk varedatabase) hvis man ikke allerede har definert det produktet som skal brukes. Da kan man søke etter produktet man ønsker basert på produkttegenskaper, uavhengig av leverandør. Bygg21 (Bygg 21, u.å.) peker også til flere fordeler ved benytte seg av de åpne standardene, som å effektivisere logistikk og byggeplasslogistikk, mulighet til å lage elektroniske bestillinger basert på BIM-modellen med større sikkerhet, bedre kontroll på prosjektfremdrift som følge av at digital dokumentflyt følger fysisk vareflyt, at produktene kan spores «fra vugge til grav» og at norskproduserte varer blir mer synlige i det internasjonale markedet. Det gjenstår bare at bransjen kommer til enighet om dette.

2.4 4D BIM

4D er tidsdimensjonen i BIM, og brukes for å koble fremdriftsplanen sammen med 3D-modellen. Eastman, Lee, Sacks & Teicholz definerer 4D BIM som «BIM for schedule planning and management» (2018, s. 124) og forklarer videre at det er 3D-modeller tilført tidsinformasjon. Dette gir mulighet til å visualisere og kommunisere planen ut i kontekst av tid og lokasjon. Dette delkapittelet vil ta for seg litt historie om 4D BIM, hvordan en 4D-modell bygges opp, potensielle fordeler å hente ut fra bruk av 4D BIM og til slutt skal et utvalg konkrete 4D-programvarer omtales.

2.4.1 Hvordan brukes 4D BIM?

4D er ikke noe nytt. Allerede i 1980-årene ble 4D et begrep innen byggebransjen, da i form av å tilføre tidsinformasjon til de digitale 2D-tegningene med eksempelvis fargelegging. Da 3D-modeller først så dagens lys, begynte man ganske raskt å tilføre tidsinformasjon, typisk i form av å ta skjermbilder av modellen fra de ulike fasene eller fargekode objekter for ulike faser av en byggeprosess. Etter hvert har også 3D-programmer fått enkle funksjoner for å legge inn tidsinformasjon. For eksempel har Revit og Tekla mulighet for å tilordne tidsinformasjon til de ulike objektene, eksempelvis kategorisere objektene til ulike faser. Disse programvarene kommer likevel fort til kort dersom ønsket er å bruke programvaren til å planlegge prosjektet i. På grunn av dette begynte flere programvareleverandører sent på 90-tallet å utvikle egne 4D-verktøy, hvor både modell og fremdriftsplaner kunne importeres. Når man snakker om 4D BIM i dag er det som regel denne fremgangsmåten det siktes til (Eastman et al., 2018, s. 246–253). Figur 2-15 viser en typisk prosess for å lage en 4D-modell.



Figur 2-15. «Uten tittel», Fra *BIM Handbook*, av C.M. Eastman, K. Liston, R. Sacks & P. Teicholz, 2011 (s.289), Hoboken: John Wiley & Sons. Copyright 2011, John Wiley & Sons.

De fleste 4D-verktøy følger altså en lignende fremgangsmåte. En 3D-modell må importeres til programvaren, og fremdriftsplaner kan som regel enten lages i programvaren eller importeres fra andre plattformer. Før disse kan kobles sammen må det gjerne legges til eller reorganiseres noe i både planen og 3D-modellen. Bygningselementer fra 3D-modellen må knyttes til sine respektive

2. Teori

aktiviteter i fremdriftsplanen. Dette kan enten gjøres manuelt eller automatisk dersom aktiviteter og objekter er kodet på samme måte. Dette er ofte utfordrende, og krever at aktivitetene i planen er aktiviteter som kan kobles til objekter, og likedan er man avhengig av en god 3D-modell som henger sammen med aktivitetene (Eastman et al., 2018, s. 237–255).

4D-programvare har mye potensiale. De ulike programvarene og deres funksjonalitet vil beskrives mer utfyllende i kapittel 2.4.3 og 2.4.4, så her gjennomgås typisk funksjonalitet for de fleste av dem kortfattet. Det er vanligvis funksjoner for å optimalisere kranplassering og lage forslag til rekkefølge og arbeidsfordeling mellom kranene. En del programvarer har også mulighet til å legge inn midlertidige komponenter som stillas, søppelcontainere og lastebiler, som gjør byggeplasslogistikk visuelt. Logiske feil i rekkefølge og avhengigheter, for eksempel dersom innsetting av dører er planlagt før veggene er på plass, vil programmet vanligvis kunne varsle om. 4D-programvare kan altså hjelpe til med å åpenbare slike planleggingsfeil. Programvaren kan også varsle dersom det er planlagt flere arbeidere på samme sted til samme tid, eller dersom det er planlagt arbeid i en sone samtidig som det foregår innheising eller lignende i samme område. Det er vanligvis forholdsvis enkelt å produsere en video av 4D-simuleringen i programvaren. En del programvarer har også egne moduler for oppfølging ute på byggeplass, hvor de utførende kan krysse av for utførte oppgaver og kontinuerlig rapportere inn status (Eastman et al., 2018, s. 237–255).

Det viser seg å være svært ulikt hva man bruker 4D BIM til og hvor mye man bruker det i et prosjekt. Autodesk (2017, 21:45) påpeker at hovedforskjellen i bruk av 4D BIM er om det brukes for å kontrollere og visualisere en allerede utarbeidet plan, eller om en faktisk planlegger ved hjelp av 4D-programvare, slik at det tas utgangspunkt i modellen og planlegges ut fra den. Det første man ofte bruker 4D BIM til er å lage en 4D-simulering i form av en video av den overordnede planen. Dette kan for eksempel brukes inn mot et anbud for å vise hvordan man planlegger å løse fremdriften eller det kan brukes for å kommunisere den overordnede planen ut til ulike involverte. Bjørnstad, Bjørhusdal, & Westerlund (2019) gjorde i sin bacheloroppgave fra 2019 en feltundersøkelse som blant annet forsøkte å kartlegge tendensene av bruk av 4D i norske byggeprosjekter. Det viste seg at 4D var blitt brukt absolutt mest på hovedplan-nivå, og deretter sjeldnere og sjeldnere jo mer detaljerte planene ble. Programmet ble av de fleste informantene beskrevet som nyttigst i råbyggfasen med mye kranbruk og til rigg og logistikk på byggeplass. 4D-modellen kan være veldig nyttig å ha fremme i fremdriftsmøter. Det ser ut til at ytterst få av informantene har brukt 4D til å planlegge innvendige arbeidere. Laserskanning til oppfølging av 4D-modellen omtales av informant 2 som en løsning med mye potensiale, men som foreløpig er lite i bruk da det er for «de litt viderekomne».

2.4.2 Fordeler og utfordringer

Det er utvilsomt mange potensielle fordeler å hente fra bruk av 4D BIM. Eastman et al. (2018, s. 246–254, 272) mener det vil kunne gi en mer effektiv byggeprosess ved at man enkelt kan lage og simulere ulike planer og velge den mest effektive. Det påpekes også at det vil kunne bidra til bedre kommunikasjon mellom de ulike involverte, da en slik visuell fremstilling av fremdriften er mye lettere å forstå enn et Gantt-diagram som strekker seg ut over mange sider. Dette kan brukes inn i en anbudsfasen for å vise hvordan prosjektet er tenkt løst, det kan brukes for å presentere et prosjekt for interessenter, som naboer, investorer, byggherre eller det kan brukes for å få alle prosjektdeltakerne til å få en felles forståelse av fremdriften. Et prosjekt har ofte mange interessenter som på en eller

2. Teori

annen måte påvirkes av byggingen, det være seg trafikkbildet, tilgang til et sykehus eller lignende. 4D BIM kan være et godt verktøy til å vise hvordan det vil påvirke slike ting. En annen viktig fordel er logistikkplanlegging: hvilke områder man kan velge ut til lagringsplasser, hvor kranene bør plasseres, hvilke områder man har tilgang til på ulike tidspunkt og lignende. Det vil også kunne hjelpe å koordinere arbeidet på små plasser og med mange involverte. På denne måten vil det være mye mer visuelt hvor arbeid foregår til enhver tid, som igjen kan bidra til HMS-arbeidet (Eastman et al., 2018, s. 246–254, 272).

Det er allikevel en del utfordringer knyttet til det å ta i bruk 4D programvare, som gjør at man kanskje ikke drar den fulle nytten av programvaren (Eastman et al., 2018, s. 248–251). Forfatterne beskriver problematikk med å på nytt måtte koble objekter og aktiviteter etter at det har skjedd endringer i enten modellen eller planen. Selv om en del programvare har funksjoner for automatisk linking er dette tidkrevende og vanskelig, og ender med at mange forkaster 4D BIM når man kommer til detaljplanlegging. Forfatterne nevner også gjentatte ganger at 3D-modeller ofte ikke er utformet slik at objekter lett kan linkes til aktiviteter i planen. Et dekke som støpes i tre etapper er gjerne utformet som ett objekt i 3D-modellen eller et fasadeelement som er tegnet veldig detaljert med mange ulike objekter i 3D-modellen kan fint oppsummeres til ett objekt i 4D-sammenheng. Og mens en arkitekt gjerne grupperer objektene som «dekker» og «søylar» vil en 4D planlegger heller gruppere objekter etter fasen de tilhører. Autodesk (2017, 01:00) innleder sitt internasjonale foredrag om 4D BIM med å si at nytten man drar ut av 4D til syvende og sist ikke egentlig handler om selve programvaren, men folk som er involvert. Foredragsholderne beskriver også 4D BIM som teknisk krevende og spesielt utfordrende når mange aktører er involvert uten at man har et godt standardisert system å navngi etter. De påpeker at på daværende tidspunkt var den involverende faseplanleggingen en av de største svakhetene til Synchro. I tillegg sier de at arbeidsfordelingen mellom planlegger og BIM-teknikerne ofte forhindrer bransjen fra å dra full nytte ut av 4D BIM. Dersom den som sitter på planleggingskunnskaper kun lager en plan som importeres til Synchro, men ikke selv arbeider aktivt i Synchro, vil mye av nytten utebli. Synchro skal hjelpe nettopp til å planlegge bedre, og da bør også den som har kunnskap om planlegging arbeide aktivt i Synchro.

2.4.3 Synchro

Det finnes mange ulike 4D-programvarer ute på markedet. Som nevnt tidligere inneholder også 3D-modelleringsprogrammer noe 4D-funksjonalitet, men disse vil ikke beskrives videre. De ulike 4D-programmene inneholder ganske forskjellig funksjonalitet. En kan derfor ikke nødvendigvis peke på hvilken som er den beste, fordi de ulike programvarene kan være hensiktsmessige til ulike formål. Imidlertid beskrives Synchro som den mest brukervennlige programvaren ute på dagens marked både av informant 2 fra programvareleverandør og Elgohari (2015) i en lenger sammenligning av ulike 4D-programvarer. I denne sammenligningen får Synchro også skryt for omfanget 4D-funksjonalitet og mulighet for flere brukere. Basert på det innledende intervjuet med informant 2, en bacheloroppgave fra 2019 som kartla ulike 4D-programvare i den norske byggebransjen (Bjørnstad et al., 2019, s. 102), egne feltundersøkelser og generelle observasjoner, tyder det på at Synchro er den desidert mest brukte programvaren i den norske byggebransjen. Den vil derfor bli beskrevet mest grundig, mens de andre kun vil bli beskrevet kort i kapittel 2.4.4.

2. Teori

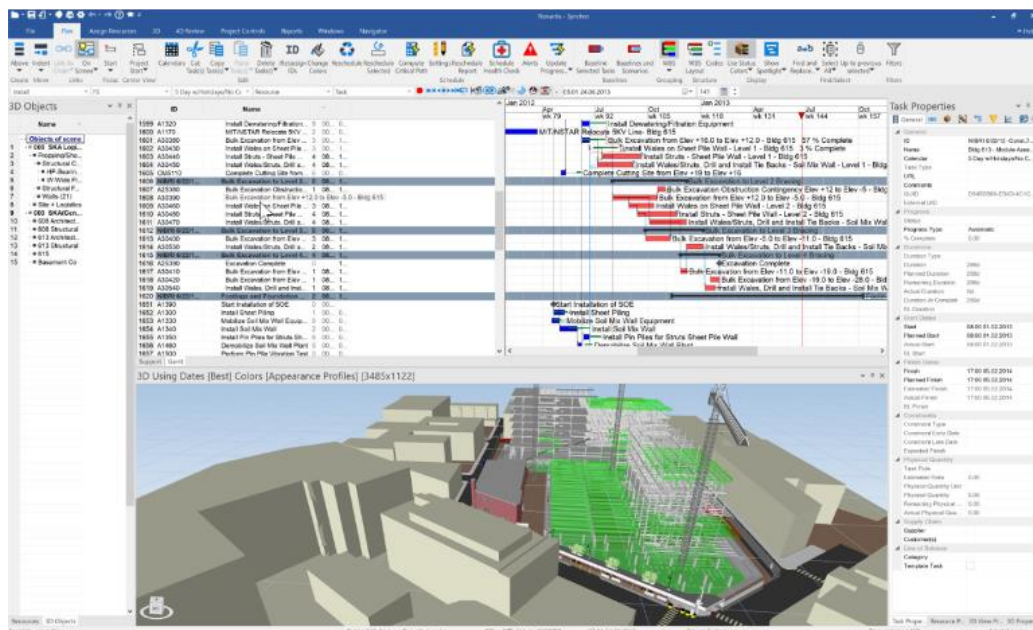
Synchro eies av Bentley, og på nåværende tidspunkt tilbys det seks ulike produkter, som til sammen utgjør den totale 4D-programvaren Synchro. Av de seks produktene er det Synchro PRO og Synchro Scheduler som legger grunnlaget for at de andre skal kunne brukes. Disse to vil derfor bli beskrevet først og deretter blir de andre produktene presentert i tabell 2-3. All den følgende informasjonen er hentet fra Synchro sine nettsider (Synchro Software Ltd, 2020) og programvaresammenligningen av Elgohari (2015):

Synchro PRO

PRO er selve kjernen i Synchros portefølje, for det er denne som knytter fremdriftsplanen opp mot 3D-modellen. Måten man bruker Synchro PRO på, er at man importerer både 3D-modellen og fremdriftsplanen. Før en plan og en modell kan knyttes sammen, kreves det som regel en organisering og sortering. Programmet skal da ved hjelp av algoritmer kunne knytte aktiviteter i planen opp mot elementer i 3D-modellen. Dersom det forekommer endringer i modellen eller planen underveis, skal det være mulig å omorganisere dette.

I figur 2-16 ser vi et utsnitt av hvordan det kan se ut når man jobber i PRO, med planen og modellen parallelt. Det er også mulig å legge til enkel geometri, splitte opp objekter i 3D-modellen og legge til midlertidige riggobjekter, noe som muliggjør det å planlegge rigg og logistikk i programmet. Ved hjelp av Synchro PRO kan man gjøre simulasjoner av byggeprosessen for å se om det oppstår situasjoner på byggeplassen som for eksempel ikke er gjennomførbare eller utgjør en risiko for sikkerheten. På denne måten kan man gjøre endringer på forhånd slik at man unngår at disse problemene oppstår i byggefasen. Programmet vil også synliggjøre dersom arbeid på samme sted er planlagt samtidig. Hvis man kan oppdage konflikter i fremdriftsplanen tidlig så man unngår kollisjoner, både mellom objekter i modellen, men også oppgaver som skal utføres på byggeplassen, kan man sikre en mer forutsigbar og stabil byggeprosess.

Synchro begrenser seg ikke til kun bygg, men kan også brukes innen olje og gass, industri, marin industri, infrastruktur-, vei- og broprosjekter. Programmet støtter filformatene til en rekke 3D-programmer, som Revit og Navisworks, men også det åpne filformatet IFC.



Figur 2-16. «Uten tittel», u.å., av NTI (<https://www.nti.biz/no/produkter/flere-produkter/synchro/>). Gjengitt med tillatelse.

2. Teori

Synchro Scheduler

Scheduler er Synchro sitt eget program for fremdriftsplanlegging. Man kan velge å importere filer fra Excel eller MS Project, eller man kan velge å jobbe med fremdriftsplanen i Scheduler helt fra starten av. I Scheduler legger man inn informasjon om arbeider, varigheten på disse og avhengigheter, og på grunnlag av dette kan Scheduler regne ut start og slutt på prosjektet, i tillegg til å finne den kritiske stien. Man kan generere flere ulike planer, legge inn begrensninger og buffere, og se planen i en Work Breakdown Structure.

Siden Scheduler er tilpasset for byggebransjen tenker det mer logisk enn programmer som Excel og MS Project. Det skjønner at en dør kan ikke monteres i en vegg som ikke er bygd ennå, så Scheduler vil fortelle hvilke kritiske arbeider som må fullføres før neste arbeid kan starte. Det vil også kunne komme med tilbakemeldinger på hvordan en forsinket arbeidspakke vil påvirke resten av fremdriften, og foreslå tilpasninger for å løse det.

Andre produkter

Tabell 2-3. Andre Synchroprodukter

Synchro Open Viewer	Visningsprogram der man kan åpne 4D-filen laget i PRO. Her kan hele prosjektteamet delta for å vise fremdriftsplanen og 3D-modellen, spille av animasjoner eller se hvordan bygget ser ut på et visst tidspunkt i byggeprosessen. Synchro Open Viewer kan også brukes til å utføre kollisjonskontroller og produsere rapporter.
Synchro Workgroup Project	Database der all informasjon om prosjektet lagres, som en slags nettsky. Alle involverte har tilgang til oppdatert informasjon til enhver tid gjennom SWP, og man kan åpne en fil derfra og jobbe videre med den i Synchro PRO. Der har flere personer mulighet til å jobbe med samme fil samtidig, ikke bare fra PRO, men også fra de andre applikasjonene Synchro tilbyr.
Synchro XR for HoloLens	Brukes med AR-briller for å kunne se 4D-simulasjon i den virkelige verden. Kan også brukes i stedet for Synchro Site for å gjøre oppfølging og kvalitetssikring.
Synchro Site for iPad	Tilrettelagt for bruk på byggeplass i forbindelse med oppfølging og kvalitetssikring. Her kan status på planlagte aktiviteter legges inn og dette vil synkroniseres direkte med fremdriftsplanen i PRO, slik at man kan sammenlikne planlagt utførte arbeider med faktisk utførte. Appen muliggjør filtrering, for eksempel etter komponenter eller type arbeid.

Nye funksjoner i Synchro

Alle de 6 produktene forklart ovenfor, hører til Synchro 4D. I tillegg til Synchro 4D er det forventet å komme nye funksjoner fra Synchro i løpet av året. Disse er: Synchro Field, Synchro Control og Synchro AWP, og vil bli beskrevet i tabell 2-4. Betaversjonene av disse er allerede tilgjengelig.

Tabell 2-4. Nye funksjoner i Synchro

Synchro Field	 <p>Synchro Field kan på sees på som en oppgradering av Synchro Site. Site handler mest om kvalitetssikring og oppfølging av fremdriftsplanen på byggeplass, mens Field handler om å administrere prosjektet fra byggeplassen. Kommunikasjon mellom byggeplass og kontor gjøres enkelt i Field, og man kan blant annet få tilgang til informasjon fra Synchro Control. I tillegg gir Field deg automatisk vær- og lokasjonsinformasjon og nøyaktig sanntidsinformasjon om prosjektet. Problemer og uforutsette hendelser er også enkelt å håndtere ved hjelp av Fields oppgavestruktur. Der kan man enkelt lage prioriteringslister og fordele hasteoppgaver til ulike personer (Bentley, u.å.-c).</p>
Synchro Control	 <p>Synchro Control er en løsning for prosjektadministrering hvor man på ett sted kan få tilgang til, administrere, samarbeide om og analysere informasjon. Det blir brukt for å ha kontroll på ulike prosjekter og ulike team. Man kan enkelt koble all informasjon til et kart eller 3D-modellen, i tillegg til at Control er utstyrt med ulike maler og standarder som gjør det lettere å håndtere ulike observasjoner og problemer. Når det gjelder håndtering av filer og dokumenter, kan de systematiseres etter oppgave, i 2D tegninger, i kalender, i et kart eller i modeller (Bentley, u.å.-b).</p>
Synchro AWP	 <p>Synchro AWP sørger for kontroll over det som på engelsk kalles WorkFace Planning. WorkFace Planning er den prosessen hvor man organiserer og skaffer alle de nødvendige elementene før byggingen kan starte, og er avhengig av at byggingen deles opp i arbeidspakker (Hamdi, 2015). Synchro AWP gjør det lettere å lage disse arbeidspakkene og de lages på mye mindre tid enn dersom det hadde blitt gjort manuelt. Tenkemåten er relativ lik som ved «post it-planlegging», selv om det ikke er samme måte å planlegge på. En annen fordel er at man planlegger arbeidet ut fra materialene og ressursene man faktisk har tilgang til. Ved hjelp av Synchro AWP kan man visualisere blant annet status på tilgjengelig materiale og hvor mye arbeid som gjenstår (Bentley, u.å.-a).</p>

Figur 2-17. Alle bilder i tabell: «Uten tittel», u.å., av Bentley (<https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro>).

2.4.4 Annen 4D-programvare

Som beskrevet tidligere, er det en tydelig tendens at Synchro er den mest brukte 4D-programvaren i den norske byggebransjen. I dette kapittelet skal noen av de andre 4D-programvarene beskrives kort. Disse programvarene er valgt ut basert på BIM Handbook (Eastman et al., 2018), informasjon fra informant 2 og en programvaresammenligning (Elgohari, 2015).

Vico Office

Vico Office er en programvare med både 4D og 5D moduler inkludert, og er en svært omstendelig programvare med mye funksjonalitet. I likhet med Synchro har den en egen planleggingsmodul som kan brukes selvstendig uten å koble mot modellen. Denne planleggingsmodulen tilrettelegger spesielt for lokasjonsbasert fremvisning i form av skråstreksdiagram, men en kan enkelt bytte mellom denne fremvisningen og eksempelvis Gantt (Elgohari, 2015). Informant 2 beskriver programvaren som svært omfattende, noe som gjør at brukergrensesnittet også blir svært høyt. De viser også til erfaring med entreprenører som har kjøpt inn dyre lisenser på Vico Office, men som ender med å bruke Synchro til deler av 4D-planleggingen fordi den viser seg å være bedre på lokasjons- og logistikkplanlegging enn Vico Office.

Navisworks

Navisworks er en programvare levert av Autodesk som inneholder mye forskjellig funksjonalitet, deriblant enkelte 4D-funksjoner. Autodesk (2017, 16:00) beskriver Navisworks som et veldig godt verktøy for å samle og samordne ulike modeller og planer i før man for eksempel eksporterer dette videre til Synchro, blant annet fordi det er et Autodesk produkt og kommuniserer godt med andre Autodesk produkter. 4D-funksjonaliteten til programvaren må sies å være noe begrenset, men programvaren roses for å enkelt produsere gode videosimuleringer av fremdriften (Autodesk, u.å.-b; Bjørnstad et al., 2019).

iTWO

iTwo er en programvare med både 4D og 5D moduler inkludert, og kan dermed dekke de fleste behovene i en organisasjon i én og samme programvare. I sammenligningen av 4D-programvare (Elgohari, 2015) scorer iTwo svært bra på 5D-funksjonalitet, men tilsvarende dårligere på 4D-funksjonalitet. iTWO scorer også bra på brukervennlighet og import- og eksportmuligheter, men produksjon av en animasjon beskrives som unødvendig komplisert.

ALICE

ALICE er en programvare som bygger på kunstig intelligens og tar utgangspunkt 3D-modellen. Ut fra kunstig intelligens og regler og input du som bruker kan legge inn, vil ALICE på få sekunder generere hundrevis av mulige fremdriftsplaner for den mest effektive og smidige fremdriften. Du som bruker kan sammenligne disse fremdriftsplanene og velge den mest hensiktsmessige med tanke på tid og kostnad (ALICE Technologies, u.å.). Det vil derfor ikke være mulig å importere allerede produserte fremdriftsplaner. Bjørnstad et al. (2019, s. 90) skriver at ALICE kun er blitt benyttet i pilotprosjekter i Norge, og at det derfor er relativt lite erfaring med denne programvaren i den norske byggebransjen, men at mange uttrykker interesse for programvaren.

2.4.5 4D BIM i fremtidens BIM-modell

Som nevnt tidligere finnes det mange BIM-dimensjoner og det er varierende hvor mye de blir brukt. Det vil kanskje være naturlig å se for seg at om noen år er alle disse dimensjonene inkludert i en BIM-modell. Samtidig må vi også se på andre digitale verktøy som blir mer og mer aktuelle. Bill Allen (u.å.) mener at vi etter hvert ikke lenger vil kalle det Building Information Modeling, men Building Information Optimization. Vi kommer ikke lenger til å tegne vegger, dekker og søyler manuelt i programvarene vi bruker, vi kommer i stedet til å gi datamaskinen regler og instruksjoner slik at den kan komme med den optimale løsningen. Dette er en annen måte å jobbe på, og ting som nå tar lang tid kommer til å ta betydelig kortere tid. Også VR, AR og roboter kommer til å ha stor betydning for hvordan bransjen digitaliseres fremover. Vi kommer ikke lenger til å måtte velge mellom VR og AR, vi kommer til å ha briller med både VR og AR inkludert. Når det kommer til roboter er de allerede integrert på selve byggeplassen og er kommet for å bli. Droner og 3D-printing blir mer og mer vanlig, og det har til og med blitt lansert en prototype av en 3D-printende drone (Allen, u.å.).

Dersom fremtidens BIM-modell likevel skulle bestå av alle dimensjonene, kommer 4D BIM til å være en del av denne modellen. 4D BIM kommer derfor kanskje til å spille en viktig rolle i den digitale utviklingen av bransjen. En interessant innfallsvinkel vil være hvilken betydning 4D BIM har for at hver enkelt bedrift skal henge med i den digitale utviklingen. Et eksempel er Nokia og hvor fort de gikk fra å være en av verdens største til å måtte si opp mange ansatte på grunn av lav omsetning. I 2009 innså Nokia at de hadde reagert for sakte på utviklingen av smarttelefoner, og at det var mye av grunnen til nedturen deres. De brukte altfor lang tid på å godta og utnytte den raske utviklingen, og ble derfor hengende etter (Himanshu, 2015). Det samme kan være tilfellet med 4D BIM. Dersom de ulike bedriftene ikke henger med i utviklingen av BIM-modellen, kan dette raskt føre til at de blir hengende etter og sliter med å holde seg oppdaterte.

I BIM Handbook (Eastman et al., 2018, s. 366) ser de på hvordan BIM kan komme til å utvikle seg frem til ca 2030. De baserer prognosen frem til 2025 på forskning og trender i markedet i 2018. Prognosen etter 2025 er noe mer usikker, og baserer seg på analyser av sannsynlige drivere for BIM og en god del intuisjon. Eastman et al. (2018, s. 387–389) mener at i 2025 kommer design- og konstruksjonsfasen i et byggeprosjekt til å være fullstendig digital, og at BIM kommer til å være informasjonsryggraden i prosjektene. I tillegg kommer Internet of Things til å gi ny informasjon fra blant annet tårnkraner, betongpumper og materialer. Denne informasjonen må tolkes og integreres i bygningsmodellen og kan brukes på måter som ikke er mulig i dag. For eksempel kan en drill gjennom lokasjonsovervåking identifisere hvilke materialer den skal borre gjennom og ut fra det anbefale hvilken bor som bør brukes. I tillegg nevnes det at utviklingen av blant annet GPS, RFID og laserskanning har ført til mer bruk av BIM på byggeplass, noe som vil føre til raskere og mer nøyaktige byggeprosesser. De mener også at BIM har ført til en kultur som er åpen for innovasjon og at det vil komme flere og flere byggetekniske oppstartsbedrifter og innovasjonslaboratorier. Disse bedriftene vil utvikle måten man følger opp både bygget og mannskapet man jobber med, og produksjonskontroll vil bli mye mer detaljert enn det er i dag.

Når det gjelder prefabrikkerte elementer og rom, vil BIM gjøre det lettere og billigere å lage unike bygninger med bruk av prefabrikasjon. BIM vil gjøre kompatibiliteten mellom elementene bedre slik at prosessen er mer effektiv og dermed også billigere. Det vil også bli et skille mellom de bedriftene som er veldig avhengige av BIM og andre teknologier, og de bedriftene som fortsetter uten dette. Også kunstig intelligens (AI) vil ifølge Eastman et al. (2018) føre til utviklinger innen BIM. For

2. Teori

eksempel programvaren ALICE, som tidligere forklart generer hundrevis av mulige fremdriftsplaner slik at du som bruker kan velge den som passer best, baserer seg på nettopp dette. Kunstig intelligens kan brukes til blant annet kontroll av bygningsmodeller for samsvar med kodekrav og kvalitetsvurderinger. Når det gjelder kontroll av bygningsmodeller vil AI-verktøy som tar i bruk maskinlæring bli mer og mer relevant når antall BIM-modeller for disse læringsrutinene vokser (Eastman et al., 2018, s. 389–392).

Eastman et al. (2018, s. 394–396) har valgt å kalle årene mellom 2020 og 2030 for «Lean BIM». Dette gjør de fordi samspillet mellom Lean og BIM påvirker hvordan BIM fører til bedre flyt av informasjon, materialer og utstyr. Tiåret etter dette har de valgt å kalle AI BIM. De tror at kunstig intelligens kommer til å bli mer og mer vanlig i samfunnet generelt, og at dette derfor kommer til å påvirke hvordan BIM utvikles. I tillegg tror de at blant annet Big Data og Internet of Things kommer til å ha enda større betydning i dette tiåret enn det har hatt hittil.

3. Metode

«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder» ((Vilhelm Aubert, 1985, s. 196) [referert i Dalland, 2017, s. 50]). I dette kapittelet skal oppgavens valgte metoder beskrives.

I utgangspunktet ønsket vi å undersøke hvor langt byggebransjen hadde kommet når det gjaldt digitalisering, ettersom vi visste at det var mye spennende utvikling på området. Gjennom case-studien skulle vi få hands-on-erfaring med programvare og lære alt om de verktøyene og programvarene som ble brukt i byggeprosjekter, helt fra prosjekterings- til produksjonsfase. Etter flere runder med diskusjon og idémyldring innså vi at digitalisering var et enormt tema, og det var utfordrende å konkretisere det nok til at det ville passe innenfor rammene for en bacheloroppgave. Etter møte med intern veileder fant vi ut at 4D BIM var et konkret tema vi kunne undersøke nærmere, med vinkling mot hvordan det kunne bidra til bedre prosjektstyring. Etter flere kartleggingsamtaler med folk i byggebransjen oppdaget vi at de fleste mener at 4D BIM har et potensiale, både for prosjektstyring og ikke minst forståelse av prosjektet, men til tross for dette er det svært få entreprenører som bruker 4D BIM aktivt. Vi ble veldig nysgjerrige på hvorfor det er sånn, og med det som utgangspunkt kunne vi virkelig sette i gang med undersøkelsene våre for å finne svar.

For å avdekke årsakene bak var det nødvendig å snakke med folk i bransjen, og høre deres erfaringer og opplevelser. Gjennom kvalitative intervjuer ble det gjort et forsøk på å kartlegge hvordan prosjektstyring foregikk i informantenes respektive bedrifter, hvorfor 4D BIM ikke har fått en fast plass i BIM-verdenen og hvorfor de som har testet det i et prosjekt valgte å gå bort fra det.

Kvalitativ metode er hensiktsmessig når en ønsker å få dybdekunnskap innenfor et visst område, og samle meninger og erfaringer det ikke er mulig å tallfeste eller måle (Dalland, 2017, s. 52). Ved å intervju strategisk utvalgte fagfolk, som jo er primærkilder på deres fagfelt, kan en lettere se sammenhengen og helheten i alt som prosjektstyring innebærer fra informantenes ståsted. Oversikt over de ulike informantene og deres rolle blir beskrevet i tabell 3-1.

Tabell 3-1. Oversikt over informanter

Informanter	Rolle/stilling	Type bedrift
Informant 1	Prosjektleder	Entreprenørfirma
Informant 2	Løsningsrådgivere	Programvareleverandør
Informant 3	Prosjektleder	Offentlig byggherre
Informant 4	VDC-utvikler	Entreprenørfirma
Informant 5	BIM-tekniker	Entreprenørfirma
Informant 6	Prosjektleder, byggeleder og fremdriftsordinator	Offentlig utbygger
Informant 7	Formann	Entreprenørfirma
Informant 8	Anleggsleder	Entreprenørfirma

3. Metode

Alle informanter omtales videre som «han», uavhengig av om det er mann eller kvinne som er intervjuet.

For å kunne utarbeide gode spørsmål til intervjuer var det nødvendig å ta utgangspunkt i allerede eksisterende teorier, kunnskap og forskning på det området vi ønsker å undersøke. Dette ble gjort gjennom litteraturgransking.

Gjennom en case-studie ble data fra intervjuer og litteraturgransking knyttet til et reelt prosjekt. I dette prosjektet er det besluttet å legge mer tid og ressurser i prosjekteringsfasen for å utvikle en digital tvilling før bygging starter. Hensikten med case-studien var, basert på all informasjon fra intervjuer og litteraturgransking, å kunne konkludere med om 4D BIM ville hatt noen innvirkning på dette prosjektet, eller om utfallet ville vært det samme med de verktøyene bedriften allerede bruker. I tillegg ble det ansett som svært relevant for rapporten å kunne delta i virkelige prosjekteringsmøter for å observere hvordan prosjektstyringen foregikk i den aktuelle bedriften. Hadde de Lean- og Last Planner-tankegangen med seg hele veien eller brukte de andre metoder, hvordan ble møter organisert, hva slags planleggingsverktøy brukte de?

3.1 Kvalitativ metode

Det ble utført åtte intervjuer av personer med ulike bakgrunner og roller i byggebransjen. Informantene ble valgt ut på bakgrunn av relevante prosjekter de har vært en del av, rollen deres i bedriften, deres kompetanse og anbefalinger fra andre folk i bransjen. Alle som ble intervjuet jobber for bedrifter som har sin virksomhet i et relativt tett geografisk område.

Avtale av møter og utveksling av informasjon foregikk over mail i de fleste tilfeller. I forkant av intervjuene ble informantene informert om hvordan vi skulle ivareta deres personvern gjennom prosjektperioden. Blant annet ble det opplyst at personlige opplysninger, i form av navn, mail og eventuelle lydopptak, ville bli slettet ved prosjektets utgang. Det ble meldt inn to utvalgt til NSD; informantene fra case-studien som indirekte vil kunne identifiseres og de resterende informantene som ikke vil kunne identifiseres.

Hensikten med intervjuene var å gå mer i dybden hos hver enkelt informant, og bli bedre kjent med deres arbeidshverdag, hvordan prosjektstyring foregikk i deres bedrifter, hva slags verktøy de benyttet seg av og hvordan deres holdninger til 4D BIM var. Noen av informantene hadde mye erfaring med 4D BIM, mens andre hadde lite eller ingen.

3.1.1 Intervjuguide

Intervjuguiden ble utarbeidet ved å ta utgangspunkt i problemstillingen og delspørsmålene, samt TAM og TTF fra teorien. Det ble satt opp flere hypoteser for hvert delspørsmål, og deretter utformet spørsmål som skulle bidra til å besvare disse. Det var nødvendig å lage spørsmål som favnet bredt, men samtidig tydelig bidro til å besvare det rapporten spurte etter. Siden informantene hadde ulike bakgrunner og stillinger ble det plukket ut spørsmål fra intervjuguiden som var relevante for den aktuelle informanten. De fullstendige intervjuguidene kan leses i vedlegg A1-A3.

3. Metode

Det ble utført to innledende intervjuer for å undersøke om intervjuguiden fungerte som vi ønsket og om vi fikk de svarene vi var ute etter. Etter disse intervjuene ble guiden gjennomgått og bearbeidet, slik at nye tanker og perspektiver som oppsto under de innledende samtalen kunne bli belyst i de kommende intervjuene. På denne måten ble guiden også tilpasset for å kunne lage gode spørsmål som kunne svare på problemstillingen. Deretter hadde vi et prøveintervju med informant 3 som ble gjennomført slik vi tenkte at de påfølgende intervjuene skulle foregå. Vi oppnådde det vi ønsket, og valgte derfor å bruke intervjuguiden på samme måte videre.

Det ble utført halvstrukturerte intervjuer, det vil si intervjuer der det ble brukt en ferdig intervjuguide, men spørsmålene ble ikke nødvendigvis stilt i den rekkefølgen de var satt opp (Dalland, 2017, s. 78). Dette var for å få bedre flyt i samtalen, og for ikke å bryte tankerekken til informanten. Da fikk de også rom for å utdype svarene sine ordentlig og i tillegg belyse andre temaer og synsvinkler som kunne være interessante.

3.1.2 Gjennomføring av intervju

Før hvert intervju satte i gang ble det først spurt om informanten hadde forstått hva samtalen skulle dreie seg om, før det ble informert om at han hadde lov til å trekke seg fra intervjuet når som helst. Han hadde også rett til å ikke svare på spørsmål dersom han ikke ønsket det. Deretter fulgte en kort introduksjon av de som skulle holde intervjuet, samt en nærmere beskrivelse av rapporten.

De to innledende intervjuene foregikk på arbeidsplassen til informantene. Det hadde blitt reservert møterom på forhånd, slik at samtalen kunne foregå uforstyrret. De påfølgende intervjuene ble arrangert over videokonferanse. Gjennomføringen av disse gikk fint uten særlige tekniske problemer.

Under intervjuene var det avklart på forhånd hvem som skulle ha ansvar for å lede det. De andre var med som observatører, og sørget for å notere det som ble sagt underveis. Etter intervjuene ble notatene gjennomgått og skrevet om til et sammendrag av samtalen. Sammendrag fra intervjuene finnes i vedlegg B1-B6.

3.2 Litteraturgransking

Hensikten med litteraturgranskingen var å finne eksisterende studier og informasjon om temaene som ble behandlet under teorikapitlet, for deretter å kunne lage gode spørsmål til informantene som besvarte problemstillingen. I tillegg var det nødvendig å kunne knytte all informasjon fra litteraturgranskingen opp mot de resultatene som ble oppnådd gjennom de kvalitative undersøkelsene slik at sammenhengen mellom disse kunne drøftes. Teorigrunnlaget i denne rapporten er hentet fra fagbøker, andre rapporter, artikler og nettsteder funnet gjennom søkemotorer. I tillegg baserer noe seg på muntlig informasjon fra informanter, og da dreier det seg om informasjon som ikke er mulig å finne på internett. Tidligere bacheloroppgaver har også blitt brukt, hovedsakelig for å peke ut hvilke 4D-verktøy som er mest brukt i den norske byggebransjen, og denne informasjonen har også blitt validert av informantene.

Før arbeidet med å finne relevant litteratur på nettet startet, ble det laget en tabell med nøkkelord, synonymer og forslag til søkeordkombinasjoner for å sikre at funnene ble så konkrete og relevante som mulig. Alle relevante nettsteder ble ført inn i en kategorisert tabell for å holde oversikt og sikre

3. Metode

at nettstedene var enkle å finne tilbake til på et senere tidspunkt. Fagbøkene som ble brukt som kilder er pensumbøker og andre bøker som ble anbefalt, både av informanter og interne veiledere ved skolen.

Under arbeidet med å samle inn data til teorikapittelet møtte vi på en utfordring. Selv om vi hadde problemstillingen og delspørsmålene klare for oss, følte allikevel det vi hadde samlet inn veldig «svevende». Det var et behov for å knytte all teorien opp mot noe mer håndfast, og etter samtale med en veileder ble vi introdusert for to kjente og utprøvde teorier, Task-Technology Fit (TTF) og Technology Acceptance Model (TAM).

3.3 Case-studie

En case-studie, eller en kasusstudie, er også en form for kvalitativ metode som er hensiktsmessig når man ønsker å beskrive for eksempel ett tilfelle eller én enhet inngående. Formålet med en slik studie er å samle inn data, i dette tilfellet kvalitative data fra observasjoner og intervjuer. Basert på resultatene kan man trekke slutninger, eller gi innsikt i hvorvidt de kan være representative for andre liknende tilfeller eller enheter (Wæhle, Dahlum, & Grønmo, 2018).

Bakgrunnen for at vi valgte å gjennomføre en case-studie, var for å undersøke om Node-prosjektet kunne ha oppnådd bedre prosjektstyring og mer forutsigbar fremdrift ved hjelp av 4D BIM. Deretter kunne man kanskje trekke slutninger om hvorvidt disse resultatene var representative også for resten av bransjen.

I utgangspunktet var planen å tilbringe mye tid på kontorene til Betonmast for å jobbe med oppgaven, observere og delta i prosjekteringsmøter. På grunn av situasjonen som har preget hele verden denne våren måtte dette løses på andre måter. Derfor ble vi heller invitert til å observere prosjekteringsmøtene Betonmast hadde med de andre aktørene over Microsoft Teams. I tillegg har vi gjennomført intervjuer med representanter fra Betonmast Buskerud-Vestfold, både med og uten direkte tilknytning til Node-prosjektet, over video. De ulike representantene er oppstilt i tabell 3-2, og sammendrag fra disse intervjuene finnes i vedlegg C1-C3.

Tabell 3-2. Informanter fra Betonmast Buskerud-Vestfold

Stilling
VDC-ansvarlig Norge
Prosjekteringsgruppeleder
Prosjekteringsleder

3.4 Refleksjon og kvalitetssikring

3.4.1 Validitet

For å sikre at validiteten i rapporten er ivaretatt er det vesentlig å hele tiden vurdere om informasjonen, kunnskapen og erfaringene som samles inn er relevante med tanke på problemstillingen. I tillegg til litteraturen baserer denne oppgaven seg i stor grad på informasjon fra informantene. Derfor ble det gjort en nøye vurdering, både av hvem som skulle bli intervjuet, men også hva vi ønsket å få ut av dem under arbeidet med intervjuguiden. For å få et så helhetlig bilde av bransjens oppfatninger som mulig, valgte vi å intervju personer med ulike roller, aldre og bakgrunner, slik at de kunne belyse det problemstillingen spør etter fra ulike perspektiver. I tillegg har det vært viktig at alle informantene har erfaring med fremdriftsplanlegging og oppfølging av denne. For å ytterligere heve oppgavens validitet, har vi hele tiden jobbet med de velkjente teoriene Technology Acceptance Model (TAM) og Task-Technology Fit (TTF) i tankene.

3.4.2 Reliabilitet

Selv om en sjeldent oppnår nøyaktig samme resultater ved å gjennomføre kvalitative undersøkelser flere ganger, øker sannsynligheten for at resultatet kan reproduseres hvis en tar utgangspunkt i den samme intervjuguiden. Derfor er det hensiktsmessig å jobbe ut fra en slik når man skal utføre intervjuer, slik at resultatene man oppnår oppleves som pålitelige. For å dokumentere det som ble sagt under intervjuene ble det tatt notater underveis, som ble bearbeidet til et sammendrag. Dersom noe var uklart eller vanskelig å tolke, forsøkte vi å få det oppklart der og da for å unngå misforståelser. Videre har alle informantene blitt tilsendt sammendraget fra intervjuet før publisering av oppgaven, hvor de har hatt mulighet til å korrigere svarene sine dersom noe ble misforstått.

Som nevnt måtte de fleste intervjuene gjennomføres over Teams, da det ikke var mulig å møtes fysisk. Dette fungerte bra til en viss grad, men en ulempe var at det ikke var like lett å fange opp kroppsspråket til den som ble intervjuet. I enkelte tilfeller ønsket heller ikke informantene å ha på kamera. Dette er noe som kan svekke reliabiliteten, fordi kroppsspråket gjerne sier mye utover det som blir sagt med ord.

3.4.3 Objektivitet

Under arbeidet med å innhente kvalitativ informasjon har vi vært interessert i å høre informantenes subjektive meninger om de temaene som blir tatt opp i denne oppgaven, for det er nettopp deres erfaringer og meninger som kan gi relevante svar på om de verktøyene som finnes er brukervennlige og gode nok for å drive med effektiv prosjektstyring. Forfatterne selv hadde lite erfaring med prosjektstyring og hva det innebar før arbeidet begynte. Så fort man hører om de ulike aktørenes erfaringer er det lett å tenke at de sitter på det endelige svaret, selv om det nødvendigvis ikke er sant. Selv om vi har forsøkt å holde oss nøytrale under arbeidet med oppgaven er det allikevel stor sjanse for at vi har gjort oss opp subjektive meninger underveis, og at disse gjenspeiles i undersøkelsene, drøftingen og resultatene.

3.4.4 Generaliserbarhet

Til tross for ulike meninger om planleggingsverktøyene og -metodene som finnes i dag, er alle informantene enige om én ting, og det er at god planlegging er viktig for å gjennomføre et byggeprosjekt. Alle bedrifter har sine egne kulturer og verdier, og de verktøyene og metodene som anses som best kan variere mellom hver av dem. Derfor ønsket vi å snakke med flere andre enn kun vår samarbeidsbedrift. Ved å intervju et bredere utvalg av personer, sikret vi relevante og kunnskapsrike svar som kunne brukes videre til å jobbe med en konklusjon som kunne være overførbart også til andre bedrifter. Allikevel er det mulig at utvalget er litt for lite til at resultatene kan anses å være representative for en hel byggebransje, både når det gjelder antall informanter og case-studien vi har foretatt. En svakhet ved utvalget er at alle informantene jobber i virksomheter som holder til i omtrent samme geografiske område. For å gjøre resultatene fra oppgaven mer generaliserbare ville det derfor vært hensiktsmessig å snakke med personer som jobber i andre steder av landet også.

3.4.5 Kildekritikk

Mye av informasjonen vi finner i dag kommer fra internett, en plattform der hvem som helst med en PC eller smarttelefon kan dele det de ønsker. Derfor er det viktig å være kritisk til det man leser, og sørge for at det kommer fra pålitelige kilder. Mye av inspirasjonen og informasjonen som ble brukt i arbeidet med teorikapittelet er hentet fra nettsider og databaser som er anbefalt av skolens bibliotek, og vi prøvde å unngå å bruke søkemotorer der annonsørinnhold blir fremhevet. Der vi har vært usikre på påliteligheten til informasjonen har vi forsøkt å finne tilbake til primærkilden der det er mulig. Allikevel har vært nødt til å bruke andre kilder enn foretrukket i enkelte tilfeller da tilgangen til biblioteker har vært begrenset under store deler av arbeidet.

En utfordring under innsamling av informasjon av de ulike programvarene som er omtalt i oppgaven, er at programvareleverandørene ofte presenterer subjektiv informasjon om produktene på nettsidene deres, ettersom de selvsagt ønsker å fremstille sine produkter i et godt lys. Derfor har de kvalitative undersøkelsene vært et nyttig supplement for å få et mer nyansert bilde av hvordan programvarene fungerer i praksis og også se de negative sidene som leverandørene ikke nevner selv.

Under arbeidet har vi heller ikke fått muligheten til å teste programvare selv. Selv om vi etter mange mailer frem og tilbake fikk innvilget lisenser til Synchron, virket ikke koden vi fikk tilsendt. Det ble sendt flere mailer der vi spurte om hjelp, uten å få svar. Dette er åpenbart en stor svakhet i oppgaven, da det vi vet om Synchron kun baserer seg på informasjon fra leverandøren og andre brukere. Derfor har vi i stedet måttet prøve å bruke all denne samlede informasjonen og vurdere hvor god og brukervennlig programvaren er ut ifra den.

4. Case-studie - Prosjektet Node

I denne studien tar vi for oss et pågående byggeprosjekt hos vår eksterne oppdragsgiver, Betonmast Buskerud-Vestfold. Bakgrunnen for valgt case-studie var et ønske om å forstå mer inngående hvordan et prosjekt typisk organiseres og gjennomføres, for videre å kunne uttale oss om hvorvidt 4D BIM kunne bidra til bedre prosjektstyring. Først vil vi gi en generell beskrivelse av konsernet og deres arbeidsmetoder, før vi går inn på det konkrete prosjektet og ulike aspekter ved det. Til slutt kommer et kapittel om 4D BIM, hvor prosjektdeltakernes egne tanker om det kommer frem.

Informasjon i dette kapitlet vil i hovedsak basere seg på observasjoner fra deltakelse i møter og samtaler med ulike prosjektdeltakere, mens mye av den prosjektspesifikke informasjonen er hentet fra Dalux, skyløsningen de benytter seg av internt i Betonmast. Fullstendige sammendrag fra samtalene med VDC-ansvarlig, prosjekteringsgruppeleder og prosjekteringsleder kan finnes igjen i vedlegg C1-C3..

4.1 Betonmast

Betonmast er et av Norges største entreprenørfirmaer, og jobber med å utvikle både nærings- og offentlige bygg, samt boliger. De har virksomhet i både Norge og Sverige, fordelt på 17 avdelinger (Betonmast, u.å.-c). Historien til selskapet strekker seg tilbake til 1923 da gründeren Aamund K. Bu støpte en flaggstang i betong hjemme på tunet sitt. Han patenterte denne metoden, og etablerte et selskap som skulle bygge høyspentmaster i betong – Betonmast. Ettersom tiden gikk ble master av betong erstattet med master i stål, og Betonmast begynte å sysselsette seg med bynære infrastrukturprosjekter i stedet, før de endte med boligbygg og næringsbygg som de fremdeles holder på med i dag (Betonmast, u.å.-b). Betonmast Buskerud-Vestfold, som er vår eksterne oppdragsgiver, ble startet opp i 2013 og er derfor en relativt nystartet avdeling. Det er en totalentreprenør, og gjennomfører oppdrag i både samspillsentrepriser og totalentrepriser (Betonmast, u.å.-a). Denne avdelingen har ingen egne utførende, så oppgaven deres i prosjekter vil blant annet være å lede prosjekteringen og følge opp underentreprenørene underveis i produksjonsfasen.

4.1.1 Prosjektorganisasjon

I prosjektet Node fungerer Betonmast som en totalentreprenør og har ansvar for de prosjekterende og alle underentreprenørene. Betonmast stiller da opp med blant annet prosjektsjef, prosjektleder, prosjekteringsleder, og VDC-ansvarlig. Prosjektsjefen har hovedsakelig ansvar for kommunikasjon med byggherre, og er en nøkkelperson når det gjelder kontakt med deres prosjektleder. Han har også ansvar for alt som har med kontrakter å gjøre, i tillegg til å ha ansvar for hele Drammenskontoret. Prosjekteringsgruppelederen har hovedansvaret for at prosjekteringen går som den skal, men har over tid fått tillit hos byggherren, og spiller derfor også en viktig rolle overfor dem. Prosjekteringsgruppelederen vil også bli overlappende fra prosjekterings- til produksjonsfasen. I dette prosjektet har de som sagt også med seg en VDC-ansvarlig som blant annet har ansvar for BIM, Dalux og ITB (integreerte tekniske bygningsinstallasjoner).

4. Case-studie – Prosjektet Node

Prosjektdeltakerne vi har snakket med understreker at et prosjekts suksess avhenger av et godt samarbeid med byggherre. For at entreprenøren skal få gjort en god jobb, og at prosjekteringa skal kunne gå som planlagt er det viktig at byggherre har klare mål for bygget, har god forståelse for hvor mye penger han har til rådighet og har evne til å ta beslutninger raskt. Det er mange viktige avgjørelser som må tas før man kan begynne å planlegge mer detaljert, og det trekkes frem et eksempel med hvordan man skal dekke utgifter i driftsperioden. Byggherre må ha gjort seg opp noen tanker om hva som er inkludert i leia for leietakere så de vet hva de skal forholde seg til. Er strøm i fellesarealene inkludert i leia, eller er det noe byggherre skal dekke? Hvis det er inkludert, skal det fordeles på antall leietakere, eller skal man velge en annen løsning? Svaret på slike problemstillinger må man ha tidlig, for det har mye å si for hvordan man legger opp systemet. Entreprenøren og de andre aktørene er avhengige av å ha et godt grunnlag for å kunne gjøre en god jobb. I Node ser det ut som samarbeidet mellom byggherre og Betonmast ikke helt ble som forventet og at byggherre trenger mer assistanse enn de opprinnelig hadde trodd. Det gir Betonmast større mulighet til å påvirke valg, men er samtidig utfordrende hvis beslutninger ikke blir tatt i tide. Likevel mener vi at dette har blitt løst på en god måte, hvor prosjektsjefen og prosjekteringsgruppelederen har god kommunikasjon med byggherre.

4.1.2 Konsernets oppbygning

I Betonmast har de ulike avdelingene stor mulighet til å ta avgjørelser selv, og det er nesten ingenting som kommer ovenfra. Det er kort vei til toppen, og avdelingslederen er som regel bare én telefonsamtale unna. Det vil dermed være enkelt for de som ønsker å innføre en endring å få tak i lederen, i tillegg til at det er lettere å få gjennomslag dersom idéen er god. Dette oppfordrer til innovasjon i den forstand at lista er lav for å ta kontakt, og tilliten er høy. Gjennom avdelingen vi følger ser vi i tillegg at de er gode på å samkjøre hele divisjonen, slik at det er lett å overføre kompetanse og folk mellom de ulike prosjektene der det er hensiktsmessig. Dette gjør at de bruker ressursene sine optimalt, for ikke å bare ha ett godt prosjekt, men mange. Det virker som at divisjonen lærer kollektivt av erfaringene fra hvert prosjekt, selv om de er adskilt. En av grunntankene i konsernet er at alt, både kunnskap, interesse og ferdigheter, skapes nedenfra i prosjektene, og en av konsernets viktigste oppgaver er å støtte opp det som foregår i prosjektene. Dette er i utgangspunktet foretrukket av de ansatte, men har til dels virket hindrende for utvikling, innovasjon og utprøving av ny programvare, fordi erfaringer har forblitt i det enkelte prosjekt uten at konsernet som helhet har lært av det. Dette har de imidlertid jobbet med, og har nå laget et system hvor prosjektene kan søke om å bli pilotprosjekt, dersom de ønsker å teste noe nytt. Før en programvare eventuelt implementeres, blir den testet og sjekket opp mot juridisk og IT. Konsernet får ved denne ordningen full oversikt over hvem som ønsker hva testet, kostnader dette fører med seg og erfaringer de fikk ut av det. Da kan det gjøres en vurdering på om dette blir en ny standard eller ikke. Dette skal også sørge for at pilotprosjektene får nødvendig økonomisk støtte, i stedet for at prosjektene selv sitter med regninga, noe som også vil bidra til innovasjon. I sum vil nye metoder, verktøy og løsninger bli lettere å satse på, og fortsette å løfte nivået på Betonmast sine prosjekter.

4.1.3 Fremdriftsplanlegging

Som omtalt under kapittel 4.1.2 Konsernets oppbygging, styrer hver enkelt avdeling seg selv, noe som gjør at praksis vil variere en del fra avdeling til avdeling. Vi vil forsøke å beskrive aspekter ved

4. Case-studie – Prosjektet Node

fremdriftsplanleggingen ut fra observasjoner og samtaler vi har gjort. Dette vil derfor særlig representere avdeling Buskerud-Vestfold og vil ikke kunne generaliseres for Betonmast i sin helhet.

Ethvert prosjekt er ulikt og planlegges ikke nødvendigvis på samme måte. Ofte er viktige milepæler allerede slått fast i anbudet. Disse milepælene fastsettes i stor grad ut fra erfaring og blir viktige for videre planer. Til dette brukes i hovedsak MS Project. I videre arbeid med å utarbeide planer, står den involverende planleggingen i VDC sentralt. Måten dette gjøres på er å samle ledere for underentreprenørene i samme rom. Så setter de ulike møtedeltakerne opp sine leveranser frem mot milepælene som post-it lapper. Deretter arbeides det med rekkefølgen og avhengigheten mellom disse. De bruker gjerne en dag på å «kna» rekkefølger og avhengigheter, og samles deretter noen dager senere for å forsøke å tidfeste arbeidspakker og justere etter at man har fått tenkt litt over utkastet og diskutert med involverte fra eget firma. Den ferdige faseplanen føres deretter inn i Excel, i tillegg til at oppgavebehandling i Dalux benyttes. Denne fremgangsmåten brukes både til leveranser i prosjekteringsfasen og leveranser i produksjonsfasen.

Når det gjelder planlegging av rigg og logistikk, gjøres dette i stor grad på «gamlemåten» med PDF-er, programvaren BlueBeam og Microsoft Powerpoint. I Powerpoint har de plantegning av byggeplassen og legger gjerne inn den viktigste informasjonen om rigg og logistikk for hver uke. Ut fra plantegningene mener prosjekteringsgruppelederen at det er relativt greit å velge kranplassering og forstå kranenes svingradius. Generelt opplever han at de har relativt god kontroll på rigg og logistikk. Han forteller om et system som ble laget spesielt til planlegging av rigg og logistikk på The Hub i Oslo, og at det fungerte svært godt. Det har likevel ikke vært et tema å videreføre dette til andre prosjekter, da det var kostbart og fordi prosjektet The Hub var såpass unikt i den forstand at det i praksis ikke fantes noen riggplass.

Oppfølging av fremdrift gjøres daglig av anleggsleder, og de samler alle lederne fra sine underentreprenører til fremdriftsmøter en gang i uken. Da oppdateres og eventuelt justeres planene for å holde ønsket fremdrift. De opplever at dette fungerer fint, samtidig som prosjekteringsgruppelederen omtaler en av og til manglende kommunikasjon mellom de utførende og prosjektkontoret. Han har merket seg at de utførende liker best å ha kontroll på sin egen arbeidshverdag og i praksis ikke følger så mye med på fremdriftsplanen.

Av digitale verktøy i fremdriftsplanleggingen brukes for det meste MS Project, Excel og oppgavebehandling i Dalux. Prosjekteringsgruppelederen påpeker at en fanesak hos Betonmast er å jobbe på færrest mulig plattformer. Prosjekteringslederen sier at han bruker MS Project på en veldig enkel måte, da han ser liten verdi i å legge inn mye avhengigheter, bemanning, ressurser, kostnader og lignende. Det gjør det også til en lett jobb å oppdatere planen når det har skjedd endringer. VDC-ansvarlig forteller at Synchro ble kjørt i et allerede gjennomført prosjekt som en test. Han sier det virker som at Synchro, ut ifra hans begrensede erfaring, er basert på ren teori, og har ingen praktisk tilnærming til hva som er riktig eller ikke når man planlegger fremdrift. Han mener man må ha en formening om hva som er riktig, og ikke bare hente verdier ut av et program. Han påpeker at Synchro er utviklet med tanke på byggebransjen, mens MS Project originalt ble utviklet som et IT-program. Selv om MS Project fungerer greit til byggeprosjekter er programvaren veldig «skjør», og det skal ikke mange feil tastetrykk til før hele planen raser sammen. Hvordan programmet brukes avhenger av hvem man spør, ettersom folk legger inn ulik grad av avhengigheter og logikk når de planlegger.

4.1.4 VDC i Betonmast

I Betonmast har de satset på den tverrfaglige gjennomføringsmodellen VDC (kapittel 2.1.3), med særlig vekt på ICE-møter og involverende planlegging. Fra januar 2020 satte konsernledelsen et krav om at VDC skal brukes på alle prosjekter i en eller annen form. Bruken varierer foreløpig mye fra prosjekt til prosjekt, men tendensen er at de involverte ser tydelige gevinster og har tro på å videreføre bruken av VDC. Flere av prosjektdeltakerne forteller at særlig det å løse problemstillinger i plenum gjør at man innser at man sitter i samme båt. Ved å jobbe i samme rom med samme modell blir man mer bevisst på produktet og målet, og man ser lettere konsekvensene og hvordan det påvirker andre i rommet hvis man ikke har gjort det en selv skal. VDC-metodikken har imidlertid blitt opplevd som tungvinn i prosjektet Node, og det skal kommenteres mer utdypende i kapittel 4.2.3.

Innføringen av VDC har vært tidkrevende. Det krever mye å implementere noe nytt fullt ut i et stort konsern. Da Betonmast besluttet å ta i bruk VDC sertifiserte de først noen få. Deretter var det viktig å finne retning og definere Betonmast sin tilnærming til metodikken og det ble derfor utviklet en VDC-manual som beskrev «The Betonmast way to do it». Betonmast ønsker å legge til rette for implementering av VDC, og har derfor laget to ulike standardpakker som inneholder alt man trenger av nødvendige fasiliteter for å kunne bruke VDC i prosjekter, som eksempelvis skjermer til ICE-møterom. Det har vist seg at mange har vært villige til å investere i disse, både på kontorene sine og på brakkerigger, og han tror grunnen til det er fordi de ser verdien i det. En person har fått rollen som VDC-ansvarlig på tvers av hele konsernet, og skal hjelpe prosjektene i gang med å bruke VDC. Det ble påpekt at det å lage sin egen tilnærming er essensen i hvordan man skal få til endring. Å forklare hensikten bak implementering av noe nytt og forsøke å få folk til å se gevinstene, pekes også på som kritisk for å lykkes. Prosjektdeltakerne opplever at de fleste prosjektdeltakerne har tatt VDC godt imot, og at de fleste ser at dette er en god måte å jobbe på. De sier likevel at det opplevdes som en stor omveltning for mange, særlig den involverende faseplanleggingen, men at de fleste prosjektdeltakere er nå enig i at dette er en god måte å jobbe på.

4.2 Prosjektet Node

4.2.1 Om prosjektet

Våren 2019 vant The Creators Community en konkurranse om Drammens mest lovende og komplette gründerhus-konsept, og sammen med Vestaksen Eiendom AS skal de nå bygge kontorbygget Node. Med seg på laget har de blant annet Dark Arkitekter AS og Betonmast Buskerud-Vestfold (Drammen Works, 2019). I dette prosjektet har byggherre en fastsatt innflyttingsdato for sine leietakere og har tatt inn Betonmast som skal hjelpe dem å finne ut hvordan de skal komme seg dit. Det er valgt en åpen bok-løsning hvor Betonmast ble valgt som samarbeidspartner fordi byggherren hadde tillit til dem. Prosjektet fungerer som en samspillsentreprise i starten når premissene legges, og deretter «låses» det og man går over i en totalentreprise. Overleveringsfristen er satt til 17. desember 2021. Prosjekteringsfasen startet i februar 2020 og avsluttes september samme år. Da kommer de allerede til å være godt i gang med fundamentering og bygging av kjelleretasjen, og kommer til å begynne på råbygget 29. oktober 2020.

Node er lokalisert like ved togstasjonen i Drammen, og har som mål å bli Nordens mest bærekraftige kontorbygg. Dette skal oppnås blant annet ved å bruke kortreiste og miljøvennlige materialer. Bygget skal hovedsakelig bestå av massivtre som hentes fra skogene rundt Drammen (Dark Arkitekter, u.å.), med unntak av kjelleretasjen som støpes i betong. En utfordring med denne lokasjonen er de dårlige grunnforholdene. Grunnen består stort sett av leire, og det er forventet at de må pele ned til rundt 100 meter for å treffe fjell. Heldigvis for Betonmast har de allerede bygd nabobygget, DBC, og kan hente erfaringer derfra. Node vil bli 10 etasjer høyt, inkludert kjelleretasjen, og store deler av bærekonstruksjonen vil være synlig inne i bygget. Det skal Breeam-sertifiseres, og har som mål å oppnå Breeam excellent, eventuelt outstanding. I tillegg skal det være et passivhus, med solceller på taket og fjernvarme. Betonmast satser også sterkt på digitalisering i dette prosjektet, og har blant annet mål om å lage en eksakt bygd modell, som de selv definerer som en digital tvilling, før prosjektets byggestart. Dette kommenteres mer under kapittel 4.2.4.

4.2.2 Hva endrer seg ved bygging i massivtre?

Node skal som sagt bygges med massivtreelementer, også kalt krysslaminat- eller KL-treelementer. Dette er flersjiktselementer, som betyr at lamellene er lagt sammen i varierende lengderetning på kryss og tvers (Byggforskserien, 2001). Sammenlignet med betongelementer har massivtreelementer høyere krav til nøyaktighet. Fra innledende intervju med informant 1 får vi vite at alle slike elementer prefabrikeres, og det vil ikke være mulighet for å gjøre endringer på byggeplass. Derfor er det viktig at blant annet alle utsparinger og festepunkter er riktig plassert, noe som stiller strenge krav til 3D-modellen. Prosjektet er med andre ord avhengig av god og nøyaktig prosjektering. En annen utfordring informant 1 påpeker er at bygg i massivtre ikke er veldig utbredt enda, og det er derfor begrenset hvor mye man kan lære av andres erfaringer og hva som finnes av preaksepterte løsninger. Betonmast har en teori om at dersom prosjekteringen er gjort riktig, så vil massivtre være noe av det raskeste man kan bygge, og at elementene vil falle på plass uten den tilpasningen man ofte finner ved bygging i betongelementer. For at dette skal kunne skje må levering av elementene

4. Case-studie – Prosjektet Node

på byggeplass planlegges nøye. Informant 1 forteller oss at massivtreelementene ikke bør utsettes for mye påkjenninger med tanke på vær eller mekaniske skader. Det skal lite til å få skader i treverket dersom man for eksempel kommer borti det mens man frakter materialer, i tillegg til at elementene må tørkes dersom de utsettes for fukt og at misfarging lett kan forekomme i kontakt med vann. Det er derfor viktig at det er utarbeidet en tydelig plan for logistikk og lagring, at elementene leveres til planlagt tid og at de utførende er ekstra forsiktig under bygging. Samtidig er det en vanlig oppfatning at massivtre gir et bedre klima både på byggeplass og for brukerne av bygget. De som jobber på byggeplass opplever byggeplassen som ryddigere, hyggeligere og tryggere, noe som trolig vil føre til et bedre sluttresultat fordi det gir motivasjon til å legge inn ekstra innsats for et finere sluttresultat (Byggeindustrien, 2018).

4.2.3 Prosjektering i Node

Vi ble invitert til å delta i oppstartsmøtet Betonmast skulle ha med alle sine underentreprenører samt byggherre i midten av mars. Møtet skulle egentlig ta sted på deres kontor i Drammen, men tidspunktet sammenfalt med den perioden hele Norge ble stengt ned på grunn av Covid-19-pandemien. Dermed ble dette møtet inkludert de påfølgende holdt over Microsoft Teams i stedet. Å jobbe sammen på denne måten med prosjekteringsgruppa har vist seg å være utfordrende. Det beste er så klart å jobbe sammen i plenum med fysisk tilstedeværelse. Da skjer ting mye mer automatisk ved at de små kommunikasjonene mellom de involverte skjer der og da.

Node er et litt spesielt prosjekt i den forstand at de i utgangspunktet hadde et ferdig utarbeidet konsept og en beskrivelse de prosjekterende kunne forholde seg til. Under budsjettperioden innså de at bygget og de valgte løsningene kom til å bli altfor dyre, og hele konseptet ble derfor kastet. Konsekvensen er at prosjekteringa i dag innebærer å kna frem et konsept som er byggbart, ikke å realisere gitte oppgaver. De prosjekterende mangler også en tydelig beskrivelse å jobbe ut fra, noe som byr på utfordringer når de skal legge en plan for prosjekteringa, i tillegg til å gjøre det vanskelig å jobbe med VDC. Prosjekteringslederen sa at han har opplevd VDC i dette prosjektet som mer utfordrende enn nyttig, nettopp fordi prosjektet er noe kaotisk. De gjorde et forsøk på å ha lappeplanlegging over Teams i et av de første møtene, men fordi ingen var nøyaktig helt klare over hva de skulle levere ga førsteutkastet av denne planen lite mening. Noe vi observerte i et av de innledende prosjekteringsmøtene var at FDV kom opp som et tema, og at byggherre ikke hadde noen plan for dette. Dette svarte flere i prosjekteringsgruppa på og sa at «Vi trenger jo ikke det enda».

All kommunikasjon rundt 3D-modellen foregår i Dalux, som er delt opp i to moduler. Field er oppgavestyringen, mens Box er selve prosjekthotellet. Der finner man alt fra BIM-manual og tegninger til alle aktørenes IFC-filer. Kommunikasjonen rundt modellen foregår i Box-modulen, der de har valgt å dele opp i ulike kategorier; BIM, prosjekteringsleveranse, prosjekteringsbehov, beslutningspunkter, referat og prosjekteringsavvik. Er det noe man ønsker å kommunisere angående modellen, kan man trykke på det objektet det gjelder og generere en kommentar akkurat der. Slik oppgavebasert kommunikasjon fungerer bra, og henger også tett sammen med VDC-prinsippet om å kunne visualisere det du vil få frem. Da sikrer man at man formidlet rett informasjon på en tydelig måte, i motsetning til å skulle beskrive hva en sikter til i en e-post.

4.2.4 BIM i Node

På Node-prosjektet har Betonmast hyret inn en ekstern BIM-koordinator som har det overordnede ansvaret for å koordinere alt som har med 3D-modellen å gjøre. Det innebærer blant annet å utføre kontroller av modellen underveis, bistå med hjelp der det trengs hos de ulike aktørene, godkjenne BIM-relaterte temaer og sørge for at alle følger prosjektets BIM-krav. I samråd med Betonmast har han utviklet en prosjektspesifikk BIM-manual som skal sørge for bedre tverrfaglig prosjektering og gode beslutningsgrunnlag. I den angis prosjektspesifikke krav og retningslinjer for den digitale modellen og tegninger som skal kunne utveksles og koordineres, og disse må alle involverte aktører følge. I tillegg beskriver den det informasjonsnivået som kreves, samt arbeidsmetode for utarbeiding av modeller og tegninger. Denne manualen har BIM-koordinator ansvar for å vedlikeholde gjennom hele prosessen. Hver enkelt aktør har selv ansvar for å utføre sine leveranser innen de gitte fristene, og i henhold til kravene BIM-manualen har satt. De må blant annet sørge for at det de leverer har det informasjonsnivået som kreves, at det har riktig detaljgrad, at det leveres i riktig filformat og med riktig filnavn og at de forholder seg til riktig aksesystem og soneinndeling.

Som nevnt i kapittel 4.2.1 Om prosjektet, har Betonmast satt som mål å utvikle en eksakt bygd modell, som er så fullstendig prosjektert at den kan låses helt, før byggestart. Dette definerer de som en digital tvilling, men bygget kommer ikke til å inneholde sensorer og modellen vil dermed ikke inneholde sanntidsdata. Målet er at denne modellen har MMI 400 før all bygging begynner, med unntak av fundamentering og bygging av kjelleretasjen. BIM-manualen er helt nødvendig for å oppnå dette slik at alle vet hva de må forholde seg til. Målene de ønsker å oppnå med en «digital tvilling» er:

- Null digitale feil
- Levere optimal informasjon til prosjektering, produksjon og drift av bygget
- Optimalt beslutningsunderlag
- Gjøre alle aktørene i prosjektet sin hverdag tryggere og enklere
- Gode kontrollmuligheter
- Bedre bygg
- Bedre prosjektøkonomi
- Fremdriftsoppfølging i prosjekteringen

Detaljnivået på BIM-modellen skal være såpass høyt at til og med hver minste kontakt og lysbryter skal modelleres. Dette er for at man skal kunne ta ut tegninger, mengder, visualiseringer og rapporter rett fra modellen med god sikkerhet, noe som også vil gi bedre økonomisk forutsigbarhet for prosjektet. For å ha bedre oversikt over prosjekterings fremdrift, har de også valgt å benytte seg av MMI (kapittel 2.3.2), som skal sørge for bedre kvalitetssikring av modellen. Det skjer ofte at de som prosjekterer modellerer noe for å visualisere det for seg selv. Hvis dette blir sendt til andre fag antar man at det er ferdig modellert. Det er noe de ønsker å unngå i dette prosjektet som stiller så høye krav til modellen. Derfor skal alle objekter som modelleres ha en oppdatert MMI som kan si noe om modellens troverdighet som en helhet. Ved å standardisere et mål på hvor mye informasjon og detalj som er tilført objekter i modellen, blir det lettere for aktørene å kommunisere rundt den, og de får også et klarere bilde av hva som skal inngå i deres respektive leveranser. Manualen angir også hvilke programvarer og versjoner av disse som kan benyttes. Dette er for å sikre at det som prosjekteres i de ulike programmene er kompatible og kan slås sammen. De ulike aktørene har sine

4. Case-studie – Prosjektet Node

foretrukne programvarer å jobbe i. RIB bruker gjerne Revit, mens leverandøren av prefabrikkerte elementer bruker Tekla. Kollisjonskontrollen skal utføres i Solibri. Minimumskravet er at de kan lagres enten i IFC- eller PDF-format, noe de tre nevnte kan.

I et av de innledende prosjekteringsmøtene i Node observerte vi at FDV kom opp som et tema, noe som jo er naturlig med tanke på detaljnivået de sikter etter å oppnå på 3D-modellen. Byggherre sa at han ikke hadde noen plan for dette, og flere i prosjekteringsgruppa svarte at det kunne ses på senere. «Vi trenger jo ikke det enda».

4.3 4D BIM

Å bruke 4D BIM i prosjektet Node har aldri vært et tema. Betonmast har så vidt forsøkt å bruke Synchro i en håndfull prosjekter, men konsernet har foreløpig ikke satset videre på det. I dette kapitlet skal først prosjektdeltakernes tanker om 4D BIM presenteres, og deretter skal vi forsøke å kommentere hvorvidt 4D BIM kunne bidratt til bedre prosjektstyring i prosjektet.

4.3.1 Hvilke tanker har prosjektdeltakerne om det?

Prosjektdeltakerne vi har snakket med har selv svært begrenset erfaring med Synchro, men prosjekteringslederen har forsøkt å bruke Synchro noe. Han opplevde programvaren som unødvendig komplisert, og sier at han har inntrykk av at det kreves mye ressurser for å innføre Synchro og holde modellen oppdatert. VDC-ansvarlig sa at han hadde inntrykk av at Synchro hadde lite praktisk tilnærming til hva som er riktig. De stiller seg allikevel begge positive til konseptet 4D BIM. Prosjekteringslederen uttrykker at han særlig har tro på at 4D BIM kunne hjulpet til en bedre riggplass. Plassering av kraner og betongpumper nevnes som spesielt kritiske for å få fremdriften til å fungere bra. Han nevner et eksempel på et prosjekt hvor han er overbevist om at kranene burde vært plassert annerledes, noe man lett ville oppdaget med bruk av Synchro. Han forteller også om et annet prosjekt hvor bunnplata skulle støpes. Under arbeidet viste det seg at det ikke var mulig å få heist på plass armeringa der arbeidet skulle foregå. I stedet måtte de lage en provisorisk riggplattform for å kunne få armeringen dit de ønsket den, noe som medførte ekstra kostnader. Han mener 4D BIM vil være en god hjelp til å tenke gjennom de litt mindre tingene som vanligvis glipper gjennom, men som kan ende opp med å koste prosjektet ganske mye på grunn av ringvirkningene. Alt som hjelper til en god fremdriftsplan og minske usikkerhet i prosjekter vil kunne være kostbesparende. Han tror også det kan være med å forbedre HMS, særlig i møte med utenlandske, ved å gi mer forståelse ved hjelp av visualisering. Det gjennomgående inntrykket til prosjektdeltakerne er at 4D BIM kan være verdifullt, men krever mye tid og ressurser for å vedlikeholde.

Det pekes på en del konkrete utfordringer som gjør innføring av 4D BIM vanskelig. VDC-ansvarlig sa det slik: «Det er ikke bare å skrive på Teams at nå bruker vi Synchro», og beskriver blant annet problematikk med lisenser. Det er foreløpig, av blant annet juridiske grunner, ikke mulig at konsernet eier noen lisenser som kan flyte mellom de ulike prosjektene etter behov. Dette henger sammen med hvordan konsernet er bygd opp (4.1.2) med avdelinger med egne organisasjonsnumre. Det vil i praksis si at det enkelte prosjekt i utgangspunktet måtte tatt kostnaden for lisens dersom man

4. Case-studie – Prosjektet Node

ønsker å bruke Synchron. Dersom en ikke ser en helt tydelig gevinst, vil det ikke være aktuelt for et prosjekt å ta den kostnaden. «Så lenge du får pluss på slutten av regnestykket så er det interessant for oss. Det er det eneste som fungerer på entreprenører» uttrykte prosjekteringslederen. Imidlertid er dette en utfordring Betonmast har jobbet aktivt med å løse, og har nå, som omtalt i kapittel 4.1.2 laget et system for pilotprosjekter. Slike tiltak vil stimulere til innovasjon og gjøre det lettere å kunne ta i bruk ny programvare, samtidig som erfaringer fra de ulike prosjektene blir satt mer i system. Prosjektdeltakerne har absolutt tro på at de etter hvert vil ta i bruk 4D BIM i en form, dersom dette med lisensflyt løser seg og man ser at det lønner seg i et kost-nytte-perspektiv. Når det gjelder tanker om 4D BIM i fremtiden, sa VDC-ansvarlig dette: «Jeg tror ikke på 4D BIM i fremtiden, jeg tror på det nå. Det er jo ikke noe nytt».

5. Resultater

I dette kapittelet presenteres resultater fra dybdeintervjuer gjort med relevante informanter i bransjen. I kapittel 5.1 presenteres de to første intervjuene, som blir sett på som innledende resultater. Disse, sammen med teori, ble brukt som grunnlag for videre intervjuer og undersøkelser. I kapittel 5.2 presenteres resultater fra de siste seks intervjuene med ulike folk fra bransjen.

5.1 Innledende resultater

To intervjuer ble avholdt ganske tidlig i prosjektforløpet, og de påvirket i stor grad oppgavens problemstilling og hypoteser videre. Det første intervjuet ble gjennomført 4. februar 2020 og var på et massivtreprosjekt. Det ble avholdt for å kartlegge litt hvordan det påvirker et prosjekt at det bygges i massivtre. Det andre intervjuet ble avholdt 17. februar 2020, og var med to løsningsrådgivere fra en programvareleverandør. Her var hensikten få bedre innblikk i hva 4D BIM er og kartlegge hvordan det brukes i dag. Disse intervjuene viste seg i stor grad å bli styrende for hva vi ønsket å undersøke videre, og anses derfor som innledende intervjuer.

5.1.1 Intervju med prosjektleder på prosjekt bygget i massivtre

Informant 1 er sivilingeniør fra NTNU. Han planla å jobbe i rådgiverbransjen, men havnet tilfeldigvis i entreprenørbransjen og har blitt der siden. Han har over 40 års erfaring, og jobber nå som prosjektleder for totalentreprenør.

Dagens fremdriftsplanlegging

Informanten forteller at det er viktig å involvere de ulike aktørene fra dag én i prosessen med utvikling av fremdriftsplanene. Det er for å inn fagkompetanse og spisskompetanse på de viktigste fagene tidlig. Da har man bedre forutsetninger for å utvikle gode og optimale løsninger med tanke på investering, byggetid, bærekraft og driftskostnader helt fra start. Planleggingen i dette prosjektet foregikk i et «prosjektstudio» der de ulike fagene selv var med på å tidsplanlegge sine respektive arbeider ved hjelp av lappeteknikk. Når alle jobber i samme rom kommer det tydeligere frem hvordan de ulike fagene avhenger av hverandre, og hva som forventes av den enkelte for at nestemann kan gjøre sin jobb. Ved det minste avvik må de konfronteres med hvorfor de ikke har overholdt sin del av avtalen. Derfor synes informanten at det er veldig positivt å involvere de utførende i planleggingen. Når de selv er med på å planlegge sin egen hverdag føler de mer ansvar for å fullføre på den tiden som er satt. Sånn sett blir det en total planlegging i motsetning til at én planlegger for alle. Da kan det fort gå galt.

Videre forteller informanten at tiden ofte blir knapp på prosjekter. En vanlig konsekvens blir at mye av prosjekteringa og bygginga foregår parallelt, noe som kan være krevende. Som regel har man så dårlig tid når man prosjekterer noe som skal bygges umiddelbart etterpå, at man rekker ikke sette av egen tid til planlegging. Ideelt sett burde man ha større avstand mellom prosjektering og utførelse for å kunne planlegge godt, men man ser dessverre en tendens til å akseptere at disse overlapper for mye. Dette fører til at det blir vanskelig å sette opp en fremdriftsplan man faktisk kan følge.

5. Resultater

Informanten kommenterer at her har entreprenørene et felles ansvar om å kreve nok tid til å prosjektere og planlegge prosjekter godt, men at det er vanskelig fordi man er redd for å miste jobber om man ikke imøtekommer alle byggherres krav.

4D BIM

Informanten har litt kjennskap til 4D BIM, men forteller at det ikke er noe de har benyttet seg av på dette prosjektet, selv om de hadde tilgang til programvaren. Han kan ikke selv si at han savner nye verktøy for fremdriftsplanlegging, for han vet ikke hva han savner. Selv om det aktuelle prosjektet var krevende logistikkmessig, med tanke på at mange av de store leveransene fra utlandet skulle komme til rett tid, klarte de å løse det fint uten 4D BIM. Allikevel må han innrømme at kun én eneste feilleveranse på treelementene fra utlandet kunne gjort det vanskelig å ferdigstille prosjektet til rett tid.

Til tross for lite erfaring med 4D BIM selv, har informanten allikevel tro på at det kan være nyttig i fremtiden. Da må man kunne avstemme i det samme systemet, slik at det kan oppdage avvik for deretter å vise hvordan man kan løse de. Da trenger man mennesker som er gode på verktøyet. Utfordringen nå er at det er for få som kan det, eller som har interesse for å lære seg det. Det er ikke nok at én person har kjennskap til programvaren og kan datadelen hvis han ikke kan planleggingsdelen av det eller kommunisere det til andre. De som kan planlegging holder seg helst til sine vanlige programmer. Informanten tror også at alder og hvor mye erfaring en har med teknologi spiller en viktig rolle. Han selv rørte omtrent ikke en PC før han var 40-50 år gammel, og tenker derfor at det de unge som har vokst opp med PC har en klar fordel og bedre forutsetninger for å lære seg ny programvare enn han selv. Det han derimot har som fordel er mange års erfaring. Selv om Synchro kan bidra med å lage riggplan og velge ut ideell kranplassering forteller informanten at det klarte han å velge ut helt fint selv, basert på erfaring. En kollega av informanten fortalte om et prosjekt der de oppdaget at brakkeriggen ikke hadde god nok kapasitet. Ved hjelp av Synchro kunne de oppdaget dette på forhånd ved å legge inn bemanning per dag, og dermed spart seg for store utgifter i ettertid. Sånn sett er informanten enig i at det kunne være nyttig med litt hjelp fra Synchro «for de som ikke er velbevandret, og har så mange år på baken».

De større strukturene

Dette prosjektet var en samspillsentreprise hvor de gikk sammen med aktører de har gode erfaringer med fra tidligere og har troen på. Det er viktig at alle spiller på samme lag, og at alle skjønner hva samspill er. Videre forteller han at dette er veldig personavhengig, som med alt annet. Derfor kunne de komme med ønsker om hvilke personer fra de ulike aktørene de ønsket å jobbe med, som de har gode erfaringer med fra tidligere.

Siden det har vært høye forventninger til dette prosjektet allerede fra start, har det vært viktig at alle jobber mot samme mål. Informanten var veldig positiv til byggherren som var veldig tydelig på én ting; «han ville ikke at dette bygget skulle bli billigst mulig, men han ville at det skulle gi mest mulig for pengene». Med andre ord var byggherre veldig opptatt av at det var satt av nok penger til at bygget skulle være av god kvalitet, uten at han brukte mer penger enn nødvendig. God kvalitet innebar blant annet at fornuftige kostnader i driftsfasen også. «Det hjelper ikke at et bygg er billig hvis det er dyrt å drifte. Det gjelder å finne den krysningen mellom investering og livssyklus-kostnad». Informanten ser tendenser til at byggherrer engasjerer seg i større grad enn tidligere, og er mer opptatt av å bestille bygg med lang levetid. Erfaringsmessig har byggherrer ønsket seg et bygg billigst

5. Resultater

mulig, men ser ofte etterpå at det er dyrt å drifte. Nå i dag fanger de tekniske forskriftene opp mange av disse fallgruvene, slik at de fleste prosjektene kommer greit ut av det uansett.

Massivtre

På spørsmål om det går raskere å bygge i massivtre sammenliknet med betong svarte informanten at det ikke gjør det. Til tross for at massivtre har mye lavere egenvekt enn betong og er lettere å heise på plass, er det helt andre toleransekrav som gjelder. Det var spesielt utfordrende i overgangen mellom betongkjelleren og første etasje i tre, der betongarbeiderne måtte forholde seg til toleransegrenser på +/- 3mm, noe helt annet enn de er vant til. Grunnen til at det er så lav toleranse for feil, er fordi alle bjelker, søyler og elementer i tre var prefabrikerte, og det var i prinsipp ingen mulighet for å gjøre tilpasninger på disse etterpå fordi elementskjøtene var så og si uten fuger. Hvis det oppsto et lite avvik tidlig å råbyggfasen kunne det gi store følgefeil som ble vanskelige og ikke minst kostbare å rette opp. Informanten fortalte også om ufattelige mengder skruer som skulle til for å få optimalt samvirke mellom elementene, bare festing av disse i seg selv var en stor og tidkrevende jobb. Dette hadde han tro på som et område som ville utvikle seg til det bedre etter hvert som man fikk mer erfaring med massivtre.

Siden man ikke kunne gjøre endringer på utsparinger til tekniske føringer etter at bjelkene var produsert, stilte det strenge krav til 3D-modellen, og at informasjonen der var korrekt.

Fordi posisjonene til utsparingene var ulike på alle bjelkene, tenkte jeg at det her kommer ikke til å gå bra. Ett eller annet sted bommer vi, men det gikk over all forventning. Jeg tror ikke det var en eneste utsparing som ikke passet (Informant 1).

Med andre ord hadde de prosjekterende gjort en god jobb i arbeidet med 3D-modellen. Der så informanten virkelig hvor god effekt man får av å jobbe i samme BIM-modell, og han tror det er et viktig bidrag til at man kan bygge med mye mindre feil i dag sammenliknet med før da de ulike fagene satt og jobbet mer hver for seg.

Når det kommer til fremdriftsplanlegging og rigg/logistikk med massivtre mente han at det krever litt mer fordi elementene ikke bør utsettes for mye påkjenninger med tanke på vær eller mekaniske skader. En ulempe er at de må tørkes om de utsettes for fukt, og at de lett blir misfargede i kontakt med regn eller lekkasjer. I tillegg skal det lite til for man får skader i treverket ved at man for eksempel dulter borti mens man bærer materialer. Dette krever at elementene ankommer plassen akkurat når de skal monteres, og at alle aktører utøver mer varsomhet enn vanlig. Informanten kommenterer at dette viste seg å ikke være noe problem i deres prosjekt. Alt ankom til tiden, været var på deres side, og de utøvende tok automatisk mer hensyn fordi det virket som om de rett og slett hadde mer respekt for materialet og arbeidsplassen.

Da vi spurte om han kunne tenke seg å jobbe med massivtrebygg igjen nøyte han ikke med å svare ja. Det har vært et lærerikt prosjekt, men også veldig krevende. Det var for eksempel utfordrende å skaffe tilstrekkelig dokumentasjon på materialene og produktene som ble benyttet. Siden massivtrebygg ikke er særlig utbredt ennå, fantes det svært få preaksepterte løsninger man kunne bruke, spesielt med tanke på brannproblematikken. «Brann har vært et hett tema hele veien, i og med at det er tre». Derfor var det viktig å involvere brannrådgiver tidlig, slik at han og arkitekten sammen kunne utarbeide tilfredsstillende løsninger, uten å måtte dekke til alt treverket med ubrennbare materialer.

5.1.2 Intervju med løsningsrådgivere fra programvareleverandør

Målet med å snakke med løsningsrådgiverne fra programvareleverandør var i hovedsak å få større innblikk i hva 4D BIM er, hvordan det fungerer og hvordan det typisk brukes. Vi ønsket også å undersøke om tankene vi hadde gjort oss om problemstilling og hypoteser rundt 4D BIM var relevante. Denne samtalen ga oss gode føringer for hva vi videre bestemte oss for å undersøke, og viktige resultater fra denne relativt ustrukturerte samtalen vil tas med under. Dette intervjuet ble gjennomført med to løsningsrådgivere, heretter kalt informant 2/programvareleverandør, som jobber hos en programvareleverandør som tilbyr lisenser, kursing og hjelp med mange ulike programvarer brukt i bygg- og anleggsbransjen. Informantene har inngående kjennskap til 4D-programvaren Synchro, men har også en del kjennskap til andre programvarer som Vico, ALICE, MS Project og lignende.

4D-programvare

Innledningsvis blir informantene spurt om hvordan de vil definere 4D BIM. De sier da at det egentlig er 3D-modellen + tid + lokasjon, og at man særlig ikke må glemme sistnevnte da det nettopp er her mye av styrken ligger. De forklarer at hensikten med for eksempel taktplaner eller Gantt-diagram er å visualisere aspekter ved planene, mens 4D BIM gir mulighet til å visualisere alt samtidig. Synchro beskrives av informantene som den beste 4D-programvaren per dags dato, selv om også denne har mangler. Vico blir også omtalt som en god programvare med mye funksjonalitet, men som er svært komplisert og noe dårligere på for eksempel midlertidige objekter i riggplanlegging. De forteller om prosjekter hvor Vico har blitt bestemt brukt, men hvor man har endt med å bruke Synchro av nettopp den grunn. Informantene mener Synchro er den mest brukervennlige programvaren i dag. De trekker frem Synchro sitt justerbare brukergrensesnitt som en stor styrke. De pleier ofte å sette opp noen forskjellige standardoppsett for sine kunder, hvor man enkelt kan bytte mellom et veldig enkelt oppsett med få knapper, til mer komplisert oppsett med flere funksjoner. «Kan man ikke bruke Synchro, så kan man ikke bruke Word engang» uttalte informant 2 i en spissformulering. Informantene er samstemte om at det egentlig ikke er brukergrensesnittet som er problemet med Synchro.

De ser imidlertid at programvaren ALICE er en interessant programvare som vi kanskje kommer til å se mer av fremover. Programvaren kan ved hjelp av kunstig intelligens spytte ut ulike fremdriftsplaner basert på 3D-modellen. En mulighet er å starte i ALICE, velge ut noen av alternativene og så bearbeide de videre i Synchro.

Hvordan fungerer Synchro?

Informantene forteller en del om oppbygningen av en 4D-modell og hvordan Synchro fungerer. Koblingen mellom aktiviteter og objekter beskrives som relativt grei hvis de er kodet likt i plan og modell, og for å få til dette er BIM-manualer viktig. Synchro er bygget på logikk, og vil derfor gi feilmelding ved typiske logiske feil i avhengigheter og rekkefølge mellom aktiviteter. Informantene beskriver dette som en svært god funksjon, men også som et frustrasjonsmoment for folk som ikke har gode planleggingsferdigheter. Hvis man er vant til å planlegge uten å for eksempel tillegge alle aktiviteter avhengigheter, vil man oppleve Synchro som problematisk, men det er egentlig fordi man jobber mot programvaren. De forteller også at Synchro krever et høyere detaljnivå på planer enn det mange er vant til. De bistår ofte med Synchro i prosjekter, og må av den grunn av og til be om mer detaljering på planer, noe mange kan oppleve som tungvint.

5. Resultater

Synchro har ulike moduler, deriblant en egen planleggingsmodul og en egen modul til oppfølging på byggeplass. Planleggingsmodulen Synchro Scheduler omtales som omtrent helt likt som MS Project, bare at det ligger litt mer planleggingslogikk innebygget i Scheduler enn MS Project. Informantene mener at å bruke Synchro Scheduler til fremdriftsplan uten å knytte den til objekter uansett er mye bedre enn MS Project. De understreker også at det vanligvis holder med en lisens til PRO, mens resten av prosjektdeltakerne kan bruke Scheduler og Viewer, som for øvrig er gratis. Synchro Site er modulen for oppfølging på byggeplass. Ifølge informantene er denne relativt lite brukt, og mangler noe for å være verdt å ta i bruk.

I tillegg beskriver de filtreringsmulighetene i Synchro som en svært god funksjon. Programvaren vil også kunne oppdatere planen dersom aktiviteter blir forskjøvet og påvirker andre aktiviteter. Denne funksjonen, "reschedule", mener de er en altfor lite brukt funksjon i Synchro. Informantene mener helt klart bruk av Synchro vil kunne gi mange fordeler. De sier at en person uansett ikke klarer å ha kontroll på et helt prosjekt, men når man får det visualisert vil en mye lettere kunne oppdage feil eller flaskehals. I et konkret prosjekt oppdaget de ved hjelp av Synchro at det som trakk prosjektet ut i tid, var monteringen av vinduer. Da kunne de iverksette tiltak for å unngå at det ble en flaskehals, og korte ned byggetiden. De forteller også om prosjekter hvor Synchro har lettet kommunikasjon hvor språk vanligvis er en barriere. Det vil også være veldig verdifullt å kunne vise frem til mindre erfarne prosjektdeltakere og byggherrer. Informantene påpeker i tillegg at skanning trolig er noe som kommer i større grad fremover i kombinasjon med 4D BIM, men at det foreløpig er for de litt viderekomne fordi det er ressurskrevende og avansert.

Bruk i norsk byggebransje

Informantene har ofte bistått i mange prosjekter med Synchro og har derfor en relativt god oversikt over hvor "landet ligger" i den norske bransjen. De sier de opplever svært mange som er interessert i 4D BIM og ser mye potensiale og nytteverdi, men som likevel velger å bruke det i svært begrenset grad. Hvorfor det er slik er et spørsmål informantene har tenkt en del på, men som de mener bør undersøkes mer. Ulike årsaker som hindrer bransjen for å dra den fulle nytten av 4D BIM omtales under neste overskrift.

De sier at det absolutt vanligste er å benytte Synchro til å lage en konseptfilm i tidligfase, og uttrykker at de synes det er leit at mange sier seg fornøyd med det, da 4D BIM er så mye mer enn det. Synchro brukes også i liten grad til oppfølging ute på byggeplass. «Det er få som faktisk trykker reschedule hver mandag etter oppdateringsmøte og da blir modellen fort verdiløs». Det er allikevel enkelte foregangsbedrifter og –prosjekter, som har brukt 4D noe mer. Informantene trekker særlig frem ett stort entreprenørfirma som bruker Synchro helt fra starten i prosjekter og som bruker modellen aktivt for å avdekke feil før møter.

Informantene mener imidlertid at programvaren enda ikke fungerer godt nok til å kunne bruke den i samhandlingsmøter, eksempelvis lappeplanlegging. Det anses heller ikke som hensiktsmessig å bruke programvaren på et veldig detaljert nivå. Allikevel mener de at det er mange potensielle fordeler å hente ved å ta det i bruk til den mer overordnede planleggingen, og særlig innenfor rigg og logistikk. Å ta med resultater fra et lappemøte inn i Synchro igjen foreslås også. De har tro på at de nye oppdateringene til Synchro som skal komme bedre vil løse det de nå ser som områder Synchro fungerer dårlig på.

Hindringer for å dra full nytte av 4D BIM

Av typiske hindringer for å begynne med 4D BIM og dra god nytte av det, nevnes blant annet liten vilje til endring. Dersom man opplever at måten man har jobbet på i flere tiår fungerer godt eller man har lært seg en programvare godt, er det ofte liten vilje til å lære noe nytt. Informantene forteller eksempelvis om et prosjekt hvor BIM-teknikeren hadde svært gode ferdigheter i Solibri, og at fargekoding av objekter i Solibri ble benyttet til 4D-formål, til tross for at Solibri ikke er en 4D-programvare. Det er en tydelig tendens at man foretrekker verktøy man er kjent med. Dette henger trolig sammen med generelt dårlige datakunnskaper i bransjen. Informantene mener at Synchron er så enkel du kan få det og at det egentlig ikke er der problemet ligger.

En annen årsak som nevnes mye, er at bransjen generelt er dårlig på planlegging. Mange steder finnes det egne utdannelser for planlegging og det er egne "plannere" i prosjekter, men i Norge er det som regel en prosjektleder uten formell planleggingsbakgrunn som har ansvaret for fremdriftsplanlegging. Informantene sier de mange ganger har mottatt fremdriftsplaner som helt tydelig viser manglende kunnskap om planlegging. Den dårlige utviklingen i byggebransjen kan nok egentlig ikke begrunnes med mangelfulle verktøy, men heller manglende kunnskap om planlegging. Og forsøker man å bruke Synchron uten god kunnskap om planlegging, blir det fort vanskelig og en vil oppleve liten nytteverdi. De forklarer også viktigheten av å huske på forskjellen mellom «planning» og «scheduling» og sier at vi har tendens til å hoppe bukk over den førstnevnte.

Informantene nevner også at ansvaret for Synchron ofte pålegges feil person og at det kan være et hinder for å virkelig dra nytte av verktøyet. Fordi det er et BIM-verktøy blir det ofte BIM-teknikeren sin jobb, som ikke har noen kunnskap om planlegging. Optimalt sett mener informantene at den som er ansvarlig for fremdrift skal være den som "eier" Synchron, men selvsagt samarbeide tett med BIM-tekniker. Informantene mener at det viktige er å forstå planleggingslogikken bak knappene, ikke bare forstå hva knappene gjør. De mener også dette vil være en fordel for å lære seg programvaren: «Har man kunnskap om planlegging, så er Synchron veldig enkelt å lære seg».

Det blir også pekt på en del organisatoriske forhold som kan virke begrensende. En del prosjekter er organisert slik at de involverte vil sitte igjen med en prosentvis andel av overskuddet hvis prosjektet går bra. Dersom kostnader for bruk av 4D-programvare (lisenser, kursing og lignende) må settes på prosjektets regning, vil nok mange være lite villige til å satse på 4D dersom de ikke ser en helt tydelig gevinst i kost-nytte-perspektiv. Entrepriseform kan også være begrensende. Det er også eksempler på prosjekter med mange involverte aktører, hvor de ulike aktørene har lisens og erfaring med forskjellige 4D-programvarer, for eksempel Vico og Synchron. Dersom en ikke kommer til enighet om bruk av programvare, vil nytten kunne utebli. De forteller om et prosjekt hvor den ene entreprenøren benyttet Synchron til grunnarbeidene, men at modellen aldri ble videreført til de neste aktørene inn i prosjektet fordi det ikke var en samspillsentreprise. Ved spørsmål om det hadde vært mulig at entreprenørene kunne gitt modellen videre, bare lo informantene og understreket at bransjen er svært konkurransepreget.

5.1.3 Hva ble brukt fra de innledende intervjuene?

Fra disse to intervjuene ble det gjort mange interessante funn. Etter det første intervjuet på massivtreprosjektet ble det fort konkludert med at det å bygge i massivtre ikke egentlig påvirker prosjektstyringen og fremdriftsplanleggingen vesentlig. Massivtre var nemlig tenkt å utgjøre en

5. Resultater

større del av oppgaven, men det ble konkludert med at det ikke egentlig var veldig relevant i forbindelse med 4D BIM da arbeidsprosessene er omtrent de samme uansett. Det informanten pekte på derimot, som vi ikke var klar over på det tidspunktet, var viktigheten av å involvere de ulike fagene tidlig i planleggingsprosessen – gjerne helt fra start. Han nevnte også at prosjektering og bygging gjerne skjer parallelt, og ønsket at det ble satt av mer tid til ren planlegging av fremdrift nettopp for å unngå dette. Derfor var det interessant å høre med andre entreprenører hvordan fremdriftsplanlegging foregår hos dem. Hvilken metodikk planlegger de etter? Hvilke verktøy bruker de? Hvem involveres i planleggingen? Når involveres de?

Fra det andre intervjuet med programvareleverandør, fikk vi bekreftet en del av mistankene våre om at 4D BIM blir utnyttet relativt lite i dagens byggebransje. Da informantene tydelig var interessert i å finne bedre ut hvorfor det er sånn, ble vi ganske fort enige om at dette er noe vi må undersøke mer. Informantene nevnte ulike årsaker til at 4D BIM blir brukt svært begrenset, og disse har vi forsøkt å ta tak i videre i feltundersøkelsene. Eksempelvis ble vi interessert i hvem som egentlig jobber med Synchron og er ansvarlig for det i prosjekter, og om det kan påvirke nytten man drar ut av det. Informantene pekte også på en del av de organisatoriske forholdene som prosjekttipe, kontraktsfesting og entreprisreform, og også her har vi forsøkt å finne ut hva som påvirker det. Informantene sa også at de oppfatter liten vilje til endring når man egentlig er fornøyd med eksisterende arbeidsmetoder, og dette la grunnlag for videre å undersøke hvor bra eksisterende metoder fungerer og om de andre informantene egentlig mener 4D BIM tilfører noe som eksisterende metoder mangler.

Det var tydelig fra intervjuene at 4D BIM er så mye mer enn et verktøy, og at det er selve tankesettet man bør adaptere. De tror mange i bransjen misforstår hva 4D BIM er, ved å tenke at det stort sett er en fin film man får ut av det.

5.2 Resultater fra intervjuer

5.2.1 Bakgrunn

Her var hensikten å kartlegge informantenes bakgrunn, hva slags erfaring de har og hvilke roller de har hatt. Målet har vært å intervjuer folk med ulike arbeidsplasser, bakgrunner og roller for å få så varierte perspektiver som mulig på de temaene som ble tatt opp. Vi ønsket også å finne ut hvilke erfaringer de ulike informantene har med 4D BIM. Resultatene presenteres i tabell 5-1.

Tabell 5-1. Informanter, rolle og bakgrunn

Informanter	Rolle/stilling	Bakgrunn	Erfaring med Synchro
Informant 3	Prosjektleder	Vært i byggebransjen siden 80-tallet. Utdannet ingeniør. Har forsøkt seg i mange ulike roller, men har de siste årene jobbet som rådgiver i det offentlige og opptrer som prosjektleder på vegne av byggherre.	Nei
Informant 4	VDC-utvikler	Har tømmerfagbrev i tillegg til bachelor i konstruksjon. Jobber nå som VDC-utvikler, og har ansvar for digitaliseringsstrategien i bedriften, samt å jobbe med å finne mulige løsninger på problemer som oppstår i prosjekter.	Ja
Informant 5	BIM-tekniker	Utdannet tømmer, og har i tillegg gått på BIM-teknikerskole og teknisk fagskole. Har tidligere arbeidet som BIM-tekniker og assisterende anleggsleder hvor han fulgte opp UE-er og styrte fremdriftsplanen, men jobber i dag med kalkyler og regner på anbud.	Ja
Informant 6	Prosjektleder, byggeleder og fremdrifts koordinator	Tre representanter fra offentlig byggherre; hovedprosjektleder, prosjektleder for fremdrift og byggeleder. Jobber nå på et stort offentlig prosjekt som er under oppføring. Alle har flere års erfaring i bransjen.	Ja
Informant 7	Formann	Bakgrunn som tømmer. Har tidligere vært driftsleder, formann og forskalings snekker, men jobber i dag som anleggsleder.	Nei
Informant 8	Anleggsleder	Utdannet ingeniør med tømmerbakgrunn. Jobber i dag for entreprenørbedrift, og er anleggsleder sterkt involvert i planlegging. Sjekker at prosjekterte løsninger er gjennomførbare, og har ansvar for fremdriftsplaner og god drift.	Ja

5.2.2 Fremdriftsplanlegging

I dette delkapittelet er hensikten å få et innblikk i noen aspekter ved fremdriftsplanlegging: Hva slags metoder og verktøy brukes, hvem involveres i planlegging og hvordan følges fremdrift opp? For å kunne diskutere om nåværende metoder og programvarer fungerer optimalt, er dette ting som må kartlegges først. Tilrettelegger de for å lage gode fremdriftsplaner eller har de mangler som 4D BIM kunne løst? Felles for informantene er at de i varierende grad har vært involvert i prosjekter der 4D BIM har blitt brukt, og dette har derfor vært fokus gjennom intervjuene. Allikevel ble flere spurt om fremdriftsplanlegging på litt mer generell basis.

Utarbeidelse av planer

Informant 3 sier at den kanskje viktigste jobben man gjør under fremdriftsplanlegging er å forutse hvor lang tid det tar å ferdigstille de ulike arbeidene. For å få til dette må man involvere de ulike fagene så tidlig som mulig. For å kunne bygge til rett tid, er det viktigste at planen er realistisk. Det vil alltid kunne oppstå noe uforutsett, typisk grunnforhold eller vær, men det kan man legge inn buffere for.

De verktøyene informantene gjennomgående har mest kjennskap til og har brukt mest er MS Project og Excel. Mange vektlegger at det tar tid å lære seg nye ting, og forklarer at siden MS Project har blitt et integrert program i hverdagen er det det de foretrekker å bruke. Derfor har de fleste som har brukt 4D BIM først utarbeidet hovedplaner i MS Project, for deretter å importere disse til Synchro. Informant 4 forteller at Synchro allerede har blitt en integrert del av planleggingen deres, men han syns programvaren mangler et godt system for involvering av den enkelte håndverker hvor de lett kan planlegge og følge opp sin egen hverdag. For å løse dette har han vært med på å utvikle et system internt i bedriften som bedre tilrettelegger for Last Planner sin anbefalte arbeidsmetode, som brukes i kombinasjon med Synchro.

De ulike informantene stammer fra ulike entreprenørfirmaer, og en tydelig tendens er at mange entreprenører har laget sin egen tilnærming til metoder som Lean og Last Planner System. Informant 7 sier at Lean var et stort fokus for rundt 20 år siden i deres bedrift, og at det bidro til å sette tankemåten deres i system. Det er flere som snakker om at de jobber med Lean, VDC, involverende planlegging, Last Planner, integrert prosjektgjennomføring og lignende. Det er tydelig at det er et stort fokus på forbedring og effektivisering, og at bedriftene lager sine egne tilpassede systemer å jobbe med.

Ansvarsfordeling og involvering

Flere informanter påpeker viktigheten av de enkelte håndverkerne skal få mulighet til å planlegge sin egen arbeidshverdag, noe informant 7 stiller seg bak. Som formann har han mye kontakt med de utførende, og forteller at han ser det som veldig viktig at faggruppene involveres tidlig, og er med på å lage fremdriftsplaner. Informanten understreker også viktigheten av at anleggsleder og formenn er synlige på byggeplassen. Selv er han ofte med på å ta fortløpende avgjørelser på byggeplass, det han kaller «brannslukkingsprosjektering». Han forteller også at de har ukentlige fremdriftsmøter med baser og formenn, men at det ofte har vært vanskelig å få innrapportering fra de tekniske, noe som kan føre til store forsinkelser i prosjektet.

Informant 8 sier at han som anleggsleder er med i overgangen fra prosjektering til utførelse for å kvalitetssikre at de prosjekterte løsningene faktisk er bygbare og kan tilrettelegge for god drift. På

5. Resultater

de fleste prosjekter er det anleggslederen som har ansvar for planlegging og oppfølgingen av fremdrift, men hvis prosjektene er store nok kan det gjerne være én person som er dedikert til å styre og følge opp fremdriften. Informant 3 er også positiv til ideen om at én person sitter med overordnet ansvar for fremdriften gjennom hele prosjektet, så lenge han har erfaring og er god til å kommunisere og samarbeide. Informanten, som representerer byggherre, sier at han ser store fordeler ved at byggherre engasjerer seg i fremdriftsplanen, selv om det vanligvis er entreprenøren som styrer denne. I hvor stor grad en byggherre er involvert varierer selvsagt med entrepriseform, men at han engasjerer seg vil ofte bidra til at valg gagnar produktet og videre drift bedre. Informant 6, som representerer byggherre i en delt entreprise forteller at de enkelte entreprenørene planlegger sin egen fremdrift, men at byggherren har det overordnede ansvaret for fremdriften og koordinering mellom entreprenørene. Det omtalte prosjektet er stort, så der har de en egen prosjektleder for fremdrift og en hovedprosjektleder som har det overordnede ansvaret for hele prosjektet.

5.2.3 4D BIM

I hvilken grad informantene har kjennskap til 4D BIM og hvorvidt de har benyttet seg av det varierer veldig. Derfor ønsket vi å kartlegge de ulike personene mener at 4D BIM innebærer og hva hensikten ved å benytte seg av det er. Det var også interessant å undersøke hva som skal til for at det blir benyttet og hvordan de ulike informantene mener man kan bruke det best mulig.

Definisjon

Hva legger de ulike informantene i begrepet 4D BIM, og hvordan vil de definere det? De fleste informantene var klare på at 4D BIM er 3D BIM med en ekstra dimensjon, tid. Informant 4 mente at selve visualiseringen i 4D BIM bare er en liten del av det, og at det handler mye om å bruke tidsdimensjonen til å filtrere informasjon. Han sier at veldig mange bare ser 4D-animasjonen uten å vite hva de skal bruke den til. Dette kaller han «Hollywood BIM». Informant 6 og 7 var enig i at 4D BIM er modell og fremdrift/tid samtidig, og at man knytter objektene fra 3D-modellen mot fremdriften. Informant 5 var derimot litt usikker på hva han skulle svare, men kom frem til at 4D BIM burde være en forenklet måte å gjøre planene mer forståelige for flere folk på, men at det ikke levde helt opp til forventningene. Informant 8 sa det slik da han skulle definere 4D BIM: «Man tar jo rett og slett en kollisjonskontroll på fremdriften».

Bruk og hensikt

Her ville vi finne ut hva de ulike informantene mener at hensikten med 4D BIM er, hvorfor det ble innført i deres organisasjon og hvordan det blir brukt.

Informant 4 og 6 mener at hensikten må være å skape mer forutsigbarhet i prosjektgjennomføringen slik at man kan avdekke utfordringer før byggingen starter. I tillegg mener informant 4 at 4D BIM må kunne brukes til å lage gode planer og for å lære av tidligere prosjekter. Da kan man bedre kartlegge hva de kan bli bedre på. Informant 6 forventet i tillegg bedre planer for rigg og logistikk, og i det prosjektet informanten snakket om var det hovedsakelig det 4D BIM ble brukt til, samt utvendige arbeider fra grunnarbeider til tett bygg. De ligger da stort sett på et ukesvis detaljnivå. De har også valgt å visualisere taktene i taktplanen i Synchron, men uten å knytte tidsinformasjonen mot konkrete objekter. Det var opprinnelig tenkt å bruke Synchron til alle faser, også innvendige arbeider. Dette gikk de etter hvert bort fra da de så hvor tungt det var å opprettholde et slikt detaljnivå. De opplever at bruken av taktplaner egentlig dekker behovet når det kommer til planlegging av innvendige arbeider.

5. Resultater

Informant 5 sier at 4D BIM ble brukt fordi de ville prøve ut noe nytt og forsøke å gjøre noe fremtidsretta. Han ser for seg at det etter hvert vil komme krav om digitalisering og 4D BIM fra de offentlige byggherrene og at de valgte 4D BIM for å kunne konkurrere om fremtidige prosjekter. Informanten lærte om Synchro i undervisningssammenheng, og sier at det var han som tok initiativ til å bruke det i det prosjektet han snakket om. Han holdt da en kort presentasjon for å informere de andre på prosjektet om hvordan de skulle ta i bruk 4D, hvordan det fungere og hensikten bak det. Han fikk da inntrykk av at folk generelt var positive. Informant 7 sier at 4D BIM etter planen skulle brukes gjennom hele prosjektet, men at de endte opp med å bruke en 3D-modell og en vanlig fremdriftsplan ved siden av. Han er ikke sikker på hvordan innføringen av 4D BIM skjedde, men sier at han ikke trengte noe mer forklaring på hvorfor det skulle brukes, da hensikten kunne virke noe selvsagt.

Informant 8 hadde sin første erfaring med 4D BIM i et prosjekt hvor de skulle bygge mens bygget var i full drift, og hvor det var veldig mange ulike aktører med ulik grad av erfaring involvert. Han så at logistikken var spesielt krevende og at daværende programvarer ikke var tilstrekkelige nok for den visualiseringen de hadde behov for. Han valgte derfor å benytte 4D BIM på eget initiativ, og lærte seg selv å bruke programvaren ved hjelp av internett. Han tror at man ved å være aktivt involvert i hele prosessen, fra idé til FDV, trolig vil få størst utbytte av 4D BIM. Fokuset bør være å bruke det der man ser størst nytte av det, for eksempel råbygget, logistikk og rigg, ikke til de mer detaljerte arbeidene, noe mange av de andre informantene også har påpekt. Han ser i tillegg at 4D BIM noen ganger blir hentet frem og brukt i prosjekter hvor man egentlig ikke skulle bruke det, fordi fremdriftsplanen i seg selv ikke var en god nok visualisering.

Opplevde fordeler

Her var målet å finne ut hvilke fordeler informantene har opplevd ved bruk av 4D BIM. Informant 3, 5, 6 og 8 var enig i at selve visualiseringen er en fordel i de fleste prosjekter, og spesielt informant 5 og 6 ser nytten av det når man skal sammenligne den faktiske fremdriften med den planlagte fremdriften. Både informant 5, 6 og 8 snakker om fordelene visualiseringen gir når man skal kommunisere planen ut til resten av prosjektet, men informant 8 legger spesielt vekt på at hindringer som språkforskjeller og ulikt kompetansenivå forsvinner litt når man har denne visualiseringen. Informant 3 ser i tillegg til visualiseringen at 4D BIM sammen med laserskanning må være en stor fordel. Informant 6 og 8 mener at 4D BIM også vil være en fordel tidlig i prosjektet, hvor informant 6 har brukt det som en hjelp til å finne de riktige datoene for milepæler og informant 8 har brukt det til innsalg hos byggherre. Han pekte til et konkret eksempel der han opplevde at visualiseringen i Synchro ga stor nytteverdi i forbindelse med anbudsfasen på et prosjekt, som de for øvrig vant. Han sa at med tilbudet leveres det vanligvis en grov fremdriftsplan fra entreprenøren, og at det for en uerfaren byggherre kan være vanskelig å se for seg denne planen.

5.2.4 Programvare

For å kunne se verdien i å ta i bruk ny og relativt kostbar programvare som Synchrono stilles det gjerne noen krav. I dette kapittelet skal informantenes opplevelse av programvaren Synchrono beskrives; hvordan er brukergrensesnittet, hvilke utfordringer opplever de og hvor enkelt er det å gjøre endringer? Deretter blir flere av informantene bedt om å sette Synchrono opp mot andre mye brukte programvarer.

Opplevd brukervennlighet

Her ønsket vi å kartlegge om de informantene som har erfaring med Synchrono opplevde det som et brukervennlig program å jobbe med. Informant 4 mener at Synchrono er altfor komplisert, spesielt hvis man ønsker å bruke det til fase-, utviklings- og ukesplanlegging. Verktøy som skal brukes på disse plannivåene må være lettfattelige og tilpasset for at mange aktører skal kunne jobbe sammen, siden involveringen er et såpass viktig aspekt av fremdriftsplanleggingen. Han sier også at Synchrono er laget av folk som tenker for akademisk og at brukervennligheten derfor i praksis ikke er tatt hensyn til. Informant 6 er også enig i at programmets brukergrensesnitt er for komplisert, og mener at man må bruke programvaren jevnlig for å vedlikeholde kunnskapene. Informant 5 tror problemet ligger i at folk mangler interesse for å sette seg inn i programvaren og lære seg den. Han opplevde selv programvaren som brukervennlig, og påstår at de som har problemer med 4D-programvare også har problemer med programvarer generelt. Informanten sier også at det at Synchrono er på engelsk kan være utfordrende for de som er litt eldre og ikke så stødige i engelsk. Informant 8 er også enig i at interessen og innsatsviljen for å lære seg programvaren må være der, og forteller at han selv lærte seg å bruke Synchrono ved hjelp av internett. Han opplevde, på lik linje med informant 5, programvaren som brukervennlig, og syns importering av fremdriftsplaner og modeller gikk fint, men at det krever litt datakyndighet og tilpasning. Informant 7 har ikke jobbet selv i Synchrono, men har sett hvordan det gjøres i praksis. Han syns det selv virker forståelig, og tenker at alle egentlig burde kunne forstå 4D BIM, men at det kanskje ikke er meningen at alle skal kunne bruke det aktivt.

Opplevde utfordringer med Synchrono

Som informant 4 påpekte under forrige avsnitt, ser Synchrono ut til å være for dårlig å bruke til oppfølging av planer. Tanken om at én person har ansvar for planleggingen mens alle andre skal rapportere til denne personen spiller ikke på lag med Lean-tankegangen og passer ikke med den norske måten å jobbe på, noe som gjør oppfølging i programvaren vanskelig. Han sier:

Synchrono sitt tanke sett starter i feil ende. Den tar utgangspunkt i at det er en superbruker som planlegger all fremdrift, og så må alle de andre bare følge den planen. Derfor har vi laget vårt eget program hvor de utførende kan detaljplanlegge sin egen hverdag, slik at de er med å berike planen selv.

I systemet informanten her snakker om er det enkelt for de utførende å følge opp og endre sine egne arbeidsoppgaver, og man får alltid opp en ferdig filtrert modell av det punktet man ser på. Han sier at han har liten tro på Synchrono sine forsøk på å løse disse problemene, fordi tanke settet i Synchrono uansett starter i feil ende. Problemene med oppfølging er også noe informant 7 og 8 kjenner seg igjen i. Informant 7 mener det blir krevende å holde Synchrono oppdatert under hele prosjektet når endringer forekommer hyppig, hovedsakelig fordi byggherre ofte kommer med innspill og endringer

5. Resultater

underveis. Informant 5 sa følgende: «Hvis en byggeprosess hadde fungert optimalt (...), så tror jeg Synchro eller 4D BIM hadde vært helt genialt.» Informant 8 ser ut til å være enig og forteller at det er tungt å følge opp når det blir gjort revisjoner, fordi det krever manuell justering av litt for mange avhengigheter. Han opplevde også at man var avhengig av en godt nok detaljert 3D-modell. Under prosjektering har man tid til 4D-modellen, men når utførelsen starter blir det sjeldent prioritert å følge den opp. Allikevel har han tro på at dagens satsning på komplette BIM-modeller før byggestart vil bedre dette, da fremdriftsplanene kan baseres på et grunnlag som faktisk er ferdig prosjektert, med unntak av rehabiliteringsprosjekter hvor endringer underveis er uunngåelige. En annen utfordring, som informant 5 og 6 sikter til, er at 3D-modeller ikke spiller på lag med 4D-måten å tenke på. Et dekke tegnes som regel inn som ett objekt i 3D, men når det skal støpes må dette gjøres i flere etapper. Han forteller at det er mulig å splitte objekter i Synchro, men da har han opplevd at objekter blir borte. I tillegg sier han at ikke alt legges inn i modellen, særlig fra elektro sin side, og da er det vanskelig å kunne planlegge fremdrift ut fra modellen. Informant 4 påpeker i tillegg at de som står bak Synchro bruker store ressurser på å for eksempel bruke Hololens på byggeplass. Han mener at de heller burde fokusere på å optimalisere kjerneprosessene.

Kan Synchro erstatte tradisjonelle planleggingsverktøy?

Informant 4 forteller at de allerede har erstattet tradisjonelle planleggingsverktøy med Synchro, som de bruker med et system de har utviklet selv. Basert på erfaringen informant 8 har med 4D BIM, vil han si at Synchro, MS Project og Excel har veldig mange av de samme forutsetningene, og burde i teorien brukes til samme oppgaver. Dette er også informant 5 enig i, som mener at Synchro leverer minst like godt som MS Project. Han forteller at de på sett og vis jobber i 4D i dag, ved at de på fremdriftsmøter bruker Gantt-diagram sammen med en 3D-modell, men han ser allikevel klare fordeler med Synchro fordi man kan dra tidsaksen på modellen dit man ønsker og, da stemmer modellen mer overens med det man diskuterer. Noe han derimot savner i Synchro er de samme filtreringsmulighetene og enkle «views» som MS Project har, siden det kan bli litt mye informasjon på en gang. Et annet hinder informant 5 nevner er at han opplever at nye ting som innføres ofte blir brukt som unnskyldning for mye av det som går galt, men hvis man kan se forbi dette, er Gantt-delen i MS Project og Synchro likestilt for hans del. Fordi Synchro i tillegg gir en visualisering ville han personlig valgt Synchro hvis han skulle velge igjen. Han mener at valg av programvare ofte baserer seg på hva man kan best, ikke hva som fungerer best. Dette er en problemstilling informant 8 også kjenner seg igjen i, som sier at den kanskje største utfordringa med Synchro er at det er nytt, og krever ressurser på en annen måte enn allerede integrerte programmer gjør. Hvilket planleggingsprogram man velger å bruke avhenger først og fremst av hvordan man bruker de ulike programmene, og hvor interessert man selv er i å få det til å fungere.

Ansvarsfordeling

Målet her var å kartlegge hvem som har ansvar for å jobbe i Synchro. De fleste informantene forteller at det er noen med datakunnskap, gjerne en BIM-tekniker, som har ansvar for å jobbe i programvaren. Informant 4 forteller at BIM-teknikeren jobber med Synchro, mens en annen person med planleggingsbakgrunn lager planen. Dette var opprinnelig ansvarsfordelingen på prosjektet informant 5 var involvert i også, der han selv skulle jobbe i Synchro og anleggslederen hadde ansvar for fremdriftsplanlegging. Anleggslederen ble ikke med på prosjektet allikevel, og informant 5 måtte derfor fylle begge rollene. For hans del syntes han det var en stor fordel at samme personen hadde ansvar for både fremdriftsplanleggingen og Synchro. I prosjekter der flere skal dele på ansvaret

5. Resultater

mener han det er viktig at det er en tett dialog mellom BIM-teknikeren og planleggeren, noe også informant 6 påpeker. Informant 8 mener at denne ansvarsfordelingen avhenger av prosjektets omfang. I større prosjekter vil det være aktuelt å ha en egen person som tar seg av planlegging og 4D BIM, men i mindre prosjekter ser han for seg at en fordeling mellom anleggsleder og BIM-tekniker kan være hensiktsmessig. Han påpeker at anleggsleder vanligvis eier fremdriftsplanen, og at det sitter langt inne å gi fra seg den oversikten til noen andre. Allikevel kan det være gunstig i større prosjekter. Informant 6 er også enig i at BIM-teknikeren er sentral i arbeidet med Synchro. I prosjektet de jobber med kjøpte de, som byggherre, inn Synchro-lisenser til alle entreprenørene og påla dem å planlegge sin egen fremdrift der allerede i anbudsfasen. Koordineringen skulle byggherre ha ansvar for. Hovedtyngden av arbeidet i Synchro ble lagt på en BIM-tekniker hos den største entreprenøren, som hadde ansvar for grunnarbeider, råbygg, tett hus og utvendige arbeider.

5.2.5 De større strukturene

Hva er det som skal til for at nye verktøy som 4D BIM blir med i et prosjekt? Er det nok at enkeltpersoner i prosjekteringsgruppa uttrykker et ønske om å teste det, eller ligger beslutningsmakten høyt opp i organisasjonens hierarki? En teori er at det først og fremst er personavhengig, og interessen for å legge tid og ressurser i å gjøre 4D BIM til en integrert del av BIM som man jobber med i dag må være til stede for å hente inn de fordelene programvarer som Synchro kan gi. Kontraktsformen, eller entreprisformen som blir inngått kan kanskje også ha noe å si.

Å innføre endring

Her ønsket vi å finne ut hva som kreves av ressurser og tilrettelegging for å innføre og fortsette med endringer både generelt og direkte rettet mot 4D BIM. Alle informantene gir inntrykk av at endringer generelt ikke er lette å gjennomføre, men at det likevel er mulig. Informant 3 påpeker at det er viktig med en god relasjon til de du formidler endringen til, og at det er en dårlig strategi å tvinge folk til endring. Informant 5 påpeker at endringer av og til må tvinges gjennom dersom de skal være mulig å innføre. At det kommer ovenfra kan hjelpe en treg bransje «over terskelen» og når man først er «over terskelen» vil man kanskje videre frivillig velge å ta med seg programvaren fordi man så at det var nyttig.

Informant 3 snakker også litt om konkrete, mindre endringer, som for eksempel å velge et annet vindu enn man opprinnelig hadde tenkt, og påpeker at man må kunne forsvare dette kostnadsmessig. Han sier også litt om at det kan være vanskelig å innføre endringer fordi folk generelt kan mye, og ser derfor ikke en grunn til å endre arbeidsmetode når de har jobbet slik i flere år. Informant 4 svarer direkte rettet mot 4D BIM og mener at noe av det viktigste er at programvaren må fungere til det den skal brukes til, noe han mener Synchro ikke er god nok på. Det spiller ingen rolle hvor god programvaren teoretisk skal være hvis den ikke fungerer like bra. Han mener også at de som skal bruke planen under utførelse må være med i planleggingen, og at kommunikasjonen av planen ut til resten av prosjektet er viktig for innføringen av 4D BIM. I tillegg nevner han at 4D BIM er veldig ressurskrevende med tanke på datakunnskapene som kreves for å bruke det, og at det vil være en utfordring for videre bruk. Informant 8 har også erfaringer med implementering av programvarer, og han trekker frem Dalux som et eksempel på at det ikke er noe problem å innføre nye programmer dersom de viser seg å være nyttige i bruk. Han påpeker også at Dalux er veldig brukervennlig og har

5. Resultater

gode visualiseringer, og at det kanskje ikke er like enkelt å innføre programvarer med høyere brukerterskel, som for eksempel Synchro.

Informant 5 og 7 har begge erfaringer med at innføring er utfordrende. Informant 5 opplever som nevnt tidligere at dersom ting går galt i et prosjekt blir det nye som er innført ofte en unnskyldning for at ting gikk galt. Informant 7 har erfaring med implementeringen av BIM-kiosker, noe som ikke ble veldig godt mottatt. BIM-kioskene ble bare brukt av de spesielt interesserte, noe han mener kan komme av lav interesse blant faggruppene. Han la også merke til at noen faggrupper har større interesse enn andre, og at dette trolig kan skyldes lavere snittalder hos enkelte av dem, i tillegg til interesse. I det konkrete eksempelet han snakket om var elektrikerne mer interesserte i å bruke BIM-kiosker enn tømmerne var. Informant 7 tror at for å få til endring på byggeplass kan det være en god idé å starte med baser og formenn, og deretter ha opplæring med resten. Han tror at det generelt er god vilje til digitalisering, men at det er litt for mange av de trauste som har roller de yngre heller burde hatt for å faktisk kunne gjennomføre digitale endringer. Man må finne en måte å engasjere folk på, i tillegg til at verktøyene man trenger må være tilgjengelige. Dersom alle de under utdanning lærer 3D på skolen, ser han for seg at det etter hvert ikke vil være et problem å innføre det på byggeplass. Samtidig nevner han at iPad og BIM-kiosker ikke alltid er like praktisk når man er ute i all slags vær, og at det derfor kan være en idé å bare bruke det til deler av prosjektet. Informant 6 og 8 mener at 4D BIM vil være lettest å innføre i store prosjekter og begrunner det med at man der har kapasitet til å avse en egen ressurs til å ta seg av Synchro.

Formaliteter

Hvilken rolle spiller formaliteter som organisasjonsstrukturer, byggherreinvolvering, kontrakter og lisenser? Her var målet å kartlegge hvor mye mulighet til påvirkning byggherren har når det gjelder innføring av innovasjoner. Har det noe å si for den teknologiske utviklingen i bransjen at byggherre stiller krav om for eksempel 4D BIM i kontraktene deres? Har entreprisformer og organisasjonenes oppbygging noe å si for om det kan gjennomføres?

Informant 3 mener at digitale programvarer som skal brukes i prosjektet må inngå i prisforespørselen fra start og at det ikke nytter å komme i ettertid å forlange bruk av en spesifikk programvare. Informant 5 mener også at det må inngå i kontrakten og stilles krav til at det skal brukes fra byggherrens side. På den måten mener informant 5 at man får organisasjonen «over kneika» og det er lettere å bruke det på eget initiativ senere dersom man ser nytteverdien i det. Særlig offentlig byggherrer har gode muligheter til å påvirke digital utvikling med å sette krav. Han understreker imidlertid viktigheten av at byggherren har tilstrekkelig kompetanse slik at de krever noe som faktisk er nyttig. Informant 3 foretrekker entrepriser der byggherren har mye kontroll og er sterkt involvert, fordi han ser at da blir videre drift og vedlikehold tatt med i beslutningene som gjøres. Dette bør tenkes på tidlig i prosjektet. Han nevner blant annet samspillsentreprise som en god løsning, men understreker at dette vil variere veldig fra prosjekt til prosjekt ettersom det er folka i prosjektet som er avgjørende for samarbeidet. Han har inntrykk av at entreprenører generelt er positive til at byggherre involverer seg i stor grad, men de er tydelige på at de trenger raske og klare tilbakemeldinger for å overholde fremdriften. Byggherren trenger heller ikke å mene noe om alt, men stole på at entreprenøren kan faget sitt og tar riktige beslutninger. Informant 7 har vært borti både engasjerte og mindre engasjerte byggherrer, og i tråd med informant 3 sin påstand sier informant 7 at han er opptatt av raske og tydelige avgjørelser. Informant 7 mener at hvor lang tid disse avgjørelsene tar er avhengig av hvor stort hierarkiet i bedriften er. I informantens tilfelle har de

5. Resultater

frihet til å ta avgjørelser på byggeplass, noe som gjør at det tar mye mindre tid enn i enkelte andre tilfeller. Informant 7 har også prøvd samspillsentreprise og synes ikke at avgjørelsene ble tatt noe raskere ved bruk av denne entreprisformen.

Både informant 5 og informant 8 snakker om lisenser og lisensflyt, og hvor viktig det er at programvarelisenser er tilgjengelige. Informant 5 mener at dersom et firma har tilgang på lisenser vil man lettere kunne begynne med 4D BIM på eget initiativ, noe som var tilfellet i informantens prosjekt. Informant 8 ser på lisensflyt som en hindring for innføring av 4D BIM, i alle fall når det kommer til Synchro. Entreprenører sparer der de kan spare, så hvis de kan utføre noe med et verktøy de allerede har kjennskap til så gjør de det. Han har erfart at Synchro har lisenser knyttet til personer i stedet for bedrifter eller avdelinger, og at disse lisensene er veldig kostbare. Han mener at for å kunne satse på Synchro må det komme en enklere lisensordning med mer flyt slik at de ulike avdelingene lettere kan ha tilgang til lisenser.

5.2.6 4D BIM sin fremtid

Når vi har hørt alle informantenes erfaringer og meninger om 4D BIM, både på godt og vondt, hvordan ser de da for seg fremtiden til dette verktøyet? Krever det såpass mye at bransjen til slutt velger å gå helt bort fra det, eller kan fordelene veie opp for ulempene etter hvert som man opparbeider seg mer erfaring med programvaren, og programvaren blir videre utviklet?

Informantene er samstemte om at 4D BIM er en del av fremtiden, men er også gjennomgående enige om at det trolig ikke er Synchro som brukes i fremtiden. Det viktigste argumentet er at Synchro er for komplisert og har for høyt brukergrensesnitt. Utfordringene og begrensningene til Synchro gjør en utstrakt bruk av det urealistisk, ifølge informant 5. Informant 4 påpeker at en 4D-programvare bør inneholde et fungerende system for detaljplanlegging og oppfølging som den enkelte håndverker lett kan bruke og gjøre endringer i. De må enkelt kunne finne frem til arbeidspakker og navigere seg rundt uten å måtte lete seg gjennom mappestrukturer. Informant 7, som selv ikke har jobbet med 4D BIM, mener visualiseringen som kommer med 4D BIM vil fortsette å være viktig også fremover, men at den største nytten vil nok hentes på de store prosjektene og overfor de mindre erfarne prosjektdeltakerne. Informant 8 understreker at man bør ha et rasjonelt ambisjonsnivå med tanke på implementering. Bransjen er treg; 3D BIM føles fortsatt som noe veldig nytt for mange, så det vil ta tid før 4D BIM er en naturlig del av en BIM-modell. Nå er det stort fokus på ferdig prosjekterte modeller før byggestart, noe informanten mener er et viktig steg i riktig retning. Informant 7 er enig i dette, men kan imidlertid fortelle at det har vært en drøm i årevis uten at man i praksis har fått det til. Informant 8 sier at når dette blir normen, vil det være mye lettere å kunne satse på 4D BIM. «Bransjen er ikke klar for det i morgen, men de blir det.» Dette er informantene gjennomgående enige om og tror nok det er mye av grunnen til at 4D BIM hittil har blitt lite brukt.

6. Drøfting

I dette kapittelet drøftes funnene fra teori og resultat, og danner grunnlaget for besvarelse av problemstillingen. All informasjon fra informant 1 og 2 finnes igjen i kapittel 5.1 – Innledende resultater. All informasjon fra de resterende informantene (informant 3-8) finnes i kapittel 5.2 og vedlegg B1-B6, mens informasjon fra case-studien finnes i kapittel 4 og vedlegg C1-C3.

6.1 Forutsetninger for innføring og bruk av 4D BIM

Mens innføring handler om å gi kunnskap om noe og ta det i bruk, handler implementering, i tillegg til å iverksette noe, om å gjøre det som er nødvendig av tilrettelegging for å få det til å virke. Denne forskjellen har vist seg å være viktig i undersøkelsen av 4D BIM. 4D BIM har eksistert lenge, og vært i bruk i flere prosjekter, men det har enda ikke fått ordentlig gjennomslag i den norske byggebransjen. I samtale med programvareleverandør, som daglig jobber med å innføre og implementere Synchro, viste det seg at de ofte bare klarte å oppnå førstnevnte. De kan introdusere folk for programvaren, ha opplæring og se et voksende engasjement, men uten forvarsel faller engasjementet sammen og Synchro blir lagt til side. Vi ønsker å undersøke hva det skyldes. For å gjøre dette skal vi først kartlegge forutsetninger for innføring og videre bruk av 4D BIM. Vi vil undersøke om systemet er klart til å ta endringen imot, om de involverte ser på endringen som verdt å innføre, og hvordan man skal bruke det videre. Målet med implementering må jo være at innovasjonen til slutt blir en integrert del av organisasjonens prosjektstyring.

6.1.1 Innføring av endringer

Utfordringer med bransjen

Byggebransjen er en litt egen bransje, og en tendens som har kommet til syne under arbeidet med oppgaven er at det virker å være liten vilje til endring. De fleste ønsker innovasjon, men de venter på at «noen» skal gjøre jobben med å implementere det. Det kan også virke som at tankegangen «sånn har vi alltid gjort det» står litt for sterkt hos mange, og brukes som en unnskyldning for å ikke teste nye ting. En uheldig konsekvens av dette kan være at bransjen hverken oppnår kontinuerlig forbedring eller utvikling. Flere av informantene vi har snakket med setter seg stadig mål om å forbedre og effektivisere måten de jobber på, enten ved hjelp av VDC, Lean eller nye verktøy som skal gjøre hverdagen enklere. Byggebransjen er full av flinke folk som ønsker å drive utviklingen fremover, men dessverre viser statistikk fra SSB (figur 2-5) at produktiviteten i bransjen har hatt en stabil nedgang de siste årene. Prosjekter blir ikke ferdig i tide, og overskrider budsjetter. Det er vanskelig å ikke etterlyse mer fremgang og bedre erfaringsoverføring mellom prosjekter, men det er bare en av mange faktorer som påvirker dette resultatet.

En annen faktor som er relevant i denne sammenhengen er at bransjen er prosjektorientert, fordi det i seg selv gjør utvikling og endring mer utfordrende. Bygg21 (kapittel 2.3.5) er blant de som mener at byggebransjen bør jobbe mer som den øvrige industrien, men ettersom byggebransjen hele tiden jobber med unike prosjekter og produkter er det vanskeligere å industrialisere den. For som Bølviken

6. Drøfting

sa er det i byggebransjen «arbeidsoperasjonene som flyter gjennom produktet, mens det i serieproduksjon er produktet som flyter gjennom produksjonen» (kapittel 2.1.6). Selv om en byggeplass vil ha mange likheter fra prosjekt til prosjekt, er de fleste informantene enige om at det er utfordrende å lage standardiserte systemer og løsninger som fungerer for alle prosjekter. Det å innføre noe nytt er en langsiktig investering. Etableringen av en ny idé skjer som regel under overflaten, og man må være tålmodig for å kunne se det eventuelle utbyttet. I tillegg krever det oppfølging, spesielt i overgangen fra ett prosjekt til neste, for å sørge for best mulig erfaringsoverføring. Ett enkelt prosjekt vil ofte være for kort perspektiv til å kunne si noe om man vil hente inn igjen investeringskostnadene. I tillegg har vi også sett at for å kunne regne en endring som ordentlig implementert må den fungere over flere prosjekter. Som sagt er ingen prosjekter i byggebransjen like, og for å sjekke at det faktisk vil fungere må man bevise at det ene prosjektet det ble prøvd på ikke var en abnormalitet, men en regularitet. En faktor som gjør dette ekstra vanskelig er at for eksempel 4D BIM ikke nødvendigvis passer til alle prosjekter. Dette krever at de som sitter ansvarlige for innføring av innovasjoner har litt is i magen, og er villige til å teste ut ting som kanskje ikke gir det store, umiddelbare utbyttet. En faktor som vil virke inn her er ønsket om å virke innovativ. Miljøet i byggebransjen er sterkt konkurransepreget, og det ligger stor prestisje i å være først ute. Dette kan også bidra til at bransjen utvikler seg, selv om det umiddelbare utbyttet kanskje er minimalt.

Prosjektorienteringen påvirker også hvordan aktørene er organisert. Betonmast er et stort konsern med divisjonsstruktur, og avdelingen vi har fått følge fungerer som en uavhengig divisjon med nærmest full autonomi. Det samme virker til en viss grad også å gjelde for strukturen innad i avdelingen. En utfordring som kan oppstå i konserner organisert på denne måten er at den overordnede ledelsen faktisk blir litt for lite involvert i divisjonene sine. Et relevant eksempel på dette handler om økonomisk støtte til innovasjoner. Hvis man vil innføre en ny programvare man ikke har lisens til, må prosjektet typisk ta regninga selv. Utfordringen er da at prosjektet og prosjektlederen står ansvarlig for å rettferdiggjøre kostanden. Dette skjerper kravet om at kost-nytte-regnskapet skal gå i pluss ytterligere, og fører igjen til at det blir vanskeligere å teste ut nye, uprøvde ting. Flere av informantene har nevnt, direkte og indirekte, at det er kostbart å innføre nye ting. Kostnadene dukker opp som lisenser, bemanning, opplæring eller andre ressurser. Om disse kostnadene går utover budsjettet til prosjektet reduserer det sannsynligheten for at prosjektlederen tar sjansen på å teste det ut. Hvis konsernet heller setter av penger øremerket testing av innovasjoner ville det trolig kunne stimulert til enda større grad av utforskning og utprøving. Dette emnet dukket opp i samtale med VDC-ansvarlig fra case-studien. Han roser Betonmast sin evne til å jobbe med utgangspunkt i at alt starter i prosjektene, og støtte opp under løsninger og innovasjoner som dukker opp fra folkene som faktisk utfører de ulike arbeidsoppgavene. Dette virker som en god idé og et veldig riktig fokus, men en utfordring kan være å finne balansen mellom å respektere divisjonenes selvstendighet og å bistå dem i utvikling. De har nylig jobbet med å få systematisert pilotprosjektene sine, for å sørge for at de får maksimalt utbytte av dem også som konsern. Så vidt vi forstår vil dette også gjøre det enklere å få midler til testing og gjennomføring av nye løsninger. Dette virker som et viktig skritt i retning av å utvikle organisasjonen og bransjen.

Engasjement, hensikt og lederens rolle

Mens forrige avsnitt var en generalisering av bransjen, skal dette avsnittet forsøke å ta for seg litt mer av det menneskelige aspektet. Mennesker agerer, reagerer, engasjerer, mister motivasjon og gjør feil. Dette vil påvirke hvordan organisasjoner og prosjekter fungerer, og igjen hvordan endringer

6. Drøfting

introduseres og tas imot. Skinnarland (kapittel 2.1.6) sier at indre motivasjon drives av deltakelse i et felleskap, læring og forståelse. Det er en sterk drivkraft for å få ting til, og henger tett sammen med engasjement og interesse. Informant 7 påpeker at dersom man vil få til en endring må man finne en måte å engasjere folk på. Han hadde selv sett tydelige forskjeller i engasjementet og interessen blant folk på byggeplass når det gjaldt nye verktøy og metoder, og informant 1 og 5 mener at et av problemene med innføring av 4D BIM ligger i at folk mangler interesse for å lære seg programvaren. Et strålende eksempel på hva interesse og engasjement kan føre til er informant 8. I det første prosjektet han benyttet seg av 4D BIM på var det ingen krav eller tydelige insentiver ved å bruke Synchro som planleggingsverktøy, kun han som så en potensiell gevinst i visualisering. Kun utrustet med internett og en demoversjon av Synchro lærte han seg programvaren, med sin egen indre motivasjon og interesse for teknologi som drivende faktorer.

Et annet aspekt som er med på å styrke den indre motivasjonen er det sosiale samholdet og samarbeidet innad i en gruppe. Her spiller lederne en viktig rolle, ettersom han eller hun ofte har mulighet til styrke eller dempe engasjement og legger føringene for hvilket samspill som oppstår i prosjektgruppene. En annen viktig del av lederens rolle er å stå i stormen som kommer med implementering av nye verktøy, hvor utfordringene er mange og eventuelle gevinster enda bare er spekulasjoner. Informant 5 påpeker at en typisk utfordring er at deltakere ofte skylder på det nye verktøyet når noe går galt, selv om feilen nok hadde oppstått uavhengig av hvilken programvare som ble brukt. Derfor er det viktig å ha en leder som tør å satse og innføre endringen, selv om det tar litt tid før resultatene kommer til syne. Informant 5 var fungerende anleggsleder da han brukte Synchro første gang, og som vi så i kapittel 2.1.6 vil en anleggsleder ofte fungere svært godt som initiativtaker til innovasjoner fordi han fungerer som et bindeledd mellom det administrative og de utførende. Dette gir han et godt utgangspunkt for å få flest mulig på prosjektet motivert til å jobbe for en fullstendig implementering.

En annen viktig ting informant 5 fortalte var at han i starten av prosjektet presenterte Synchro for alle deltakerne. De færreste hadde vært borti det før, så han forklarte hva det var, hvordan det fungerte og litt om hva hensikten med å bruke det var. Målet var så vidt vi forsto å få alle med på samme lag, og for å sørge for å legge ting til rette, da et nytt verktøy ofte vil kreve litt annen måte å jobbe på enn man er vant til. Skinnarland (kapittel 2.1.6) sier at det å «klargjøre hensikten kan bidra til å utvikle og bruke verktøy slik at de styrker samarbeidsforholdene». Med andre ord kan det virke som om redegjørelse av hensikten oppfordrer til endring som oversettelse, og bidrar til å styrke indre engasjement. Samtidig er det viktig å merke seg at det kan være lurt å ikke overdrive det, fordi man potensielt står i fare for å fornærme noen om man beskriver noe så banalt at de føler seg undervurdert. Informant 7 sa han ikke hadde behov for å få en grundig forklaring av hensikten da 4D BIM ble innført på prosjektet han var deltaker i, da det opplevdes selvsagt.

Pålagt innføring av endring

Informant 5 sa at et viktig virkemiddel for å få til endringer, er å stille krav om endringer. Entreprenører er avhengige av å vinne anbud for å overleve, og hvis et oppdrag krever at du må lære deg en ny programvare, er sjansen stor for at du gjør det. Informant 5 er positiv til at slike krav stilles, for da kommer man seg over kneika, og terskelen er lavere for å bruke det i andre prosjekter hvor det ikke nødvendigvis settes som krav. Informant 3 understreker også viktigheten av å få med

6. Drøfting

spesielle krav helt fra start. Han sier at hvis man fra byggherres side har et ønske om å bruke visse digitale programvarer på et prosjekt, så bør disse inngå i prisforespørselen. Det nytter ikke å komme i ettertid og kreve at entreprenøren skal bruke et nytt verktøy – i hvert fall ikke hvis byggherre ikke er villig til å betale ekstra for det. Informant 6 fortalte at de i deres prosjekt satte krav om å bruke 4D BIM allerede i anbudsfasen. De påla alle entreprenørene å planlegge fremdrift i Synchro, og for å bidra med tilrettelegging gikk de, som byggherre, til innkjøp av Synchro-lisens til alle involverte som skulle bruke det. De benyttet seg også av en skyløsning, så alle kunne koordinere planene sine i samme Synchro-modell, som byggherre satt med hovedansvar for. De fleste entreprenørene hadde aldri brukt Synchro før, men grunnet krav i kontrakter ga alle det et hederlig forsøk, og byggherre virket fornøyd med resultatet. Byggherre mener de fikk utnyttet programvaren til et hensiktsmessig nivå, selv om de ikke fikk utnyttet det fulle potensialet til programvaren. Allikevel regner de seg mange erfaringer rikere, og opplevde at de fikk stort utbytte av Synchro på de delene det ble brukt.

Byggherrens rolle

I løpet av arbeidet med denne oppgaven har det blitt klart at byggherren spiller en helt avgjørende rolle i byggeprosjekter. Byggherre er ikke bare essensiell for avgjørelser i tidligfase, men påvirker også i stor grad prosjektering, samspill og innovasjon. De har for eksempel mulighet til å påvirke samspillet innad i prosjekter ved valg av entrepriseform og kontraktsgrunnlag. Samspillsentreprise har økt i popularitet den siste tiden, og sørger for at byggherre er enda mer involvert i prosessen også etter endt forprosjekt. Dette kan være en fordel fordi byggherre må leve med konsekvensene av valg som blir tatt i lang tid etter endt bygging, og tenker derfor mer langsiktig enn entreprenørene som bare er med i prosjektfasen. Informant 3 påpekte viktigheten av å tenke forvaltning, drift og vedlikehold helt fra starten av prosjektet for å sørge for at man sitter igjen med et velfungerende bygg. I tillegg vil fokus på FDV med stor sannsynlighet heve kvaliteten på BIM-modellen, sånn at den forhåpentligvis faktisk kan brukes også etter at byggefasen er over. Her vil 4D BIM i kombinasjon med skanning kunne være en stor bidragsyter for å holde modellen oppdatert under bygging, og sørge for at man ender opp med en BIM-modell som er «as-built», og som man dermed kan få mer nytte av til FDV og fremtidig rehabilitering av bygget (FDVU).

Byggherren er også en viktig brikke under prosjektering, da veldig mange avgjørelser fortløpende trenger avklaring eller godkjenning for å kunne fortsette prosessen. Etter samtaler med informantene ble det tydelig at det er spesielt to aspekter som er viktig ved en god byggherre: han eller hun må kjenne sine oppgaver og evne å ta beslutninger. For å kunne lage leveransebeskrivelser, for eksempel, er de ulike aktørene avhengig av å vite nøyaktig hva de lager beskrivelser på, og om byggherre ikke har oversikt over, eller ikke klarer å ta stilling til, hvordan bygget skal brukes, hvilket budsjett han har, eller hvilke leietakere som skal inn med hvilke betingelser blir dette vanskelig. Det omtales i kapittel 2.1.2 som en tilbakevendende utfordring å få byggherrebeslutninger i tide, noe som fører til sløsing ettersom arbeidsoppgavene da ikke er sunne. Dette problemet oppsto i case-studien, og ble avgjørende for prosjektets fremgang. Ifølge prosjekteringsleder kan alle forutsetninger ligge til rette for et godt prosjekt, men om byggherre ikke tar de nødvendige avgjørelsene står hele prosessen stille. Byggherre spiller altså en veldig viktig rolle for kvaliteten på prosjektering og planlegging, i tillegg til prosjektets fremdrift. Dette understrekes i Bygg21s fasenorm «Neste steg» (kapittel 2.3.5), hvor det står at mye av grunnlaget legges før produksjon, og det er byggherres ansvar å sørge for etableringen av dette. Det bør altså kunne kreves at byggherre har nødvendige kunnskaper om byggeprosjekter for å kunne følge de opp på en god måte. Dette ville også vært en viktig faktor når det kom til innføring av innovasjoner, fordi byggherren står i en unik

6. Drøfting

posisjon til å stille krav for løsninger og metoder brukt i byggeprosjekter, men om denne makten ikke brukes rett kan det faktisk stå i veien for innovasjon. Byggherre må sørge for at han ber om noe som faktisk vil gagne prosjektet og/eller bransjen, ellers kan konsekvensene være at gode idéer ødelegges fordi de brukes på helt feil sted eller med feil grunnlag. Informant 5 forteller at det er viktig at byggherre er engasjert nok til å kreve ting som faktisk er nyttig og som har en klar definisjon og mening. De aller fleste endringer krever tilrettelegging de første gangene, og det er viktig at byggherre også følger opp dette. Det er selvfølgelig ikke ene og alene byggherres ansvar å innføre endringer. Entreprenører og andre utøvende er mer enn kapable til å innføre endringer selv om de ser en nytteverdi, men som nevnt tidligere, er krav et effektivt hjelpemiddel på veien mot innovasjon og utvikling.

6.1.2 Programvarens brukervennlighet

TTF og TAM er teorier som allerede har blitt nevnt flere ganger gjennom oppgaven. I dette kapittelet skal vi bruke disse som utgangspunkt for å drøfte hvorvidt en endring, i dette tilfellet en ny programvare som Synchron, er verdt å innføre. Basert på de nevnte teoriene er det tre kriterier som må oppfylles for at en endring skal bli akseptert; det må oppfattes som brukervennlig, brukerne må oppleve at det har nytteverdi, og så må programvaren passe til jobben som skal utføres. Derfor blir det innledningsvis drøftet rundt Synchrons brukergrensesnitt, hvordan det er å jobbe i, hvordan tankegangen til Synchron oppleves, hvor godt det fungerer til oppfølging under produksjon og til slutt hvordan ansvarsfordelingen rundt 4D-modellen bør være og hvem som bør involveres.

Brukergrensesnitt

Et viktig kriterium for at en programvare blir tatt i bruk er at den oppleves brukervennlig. Programvareleverandøren mener at Synchron er den mest brukervennlige 4D programvaren som finnes i dag, og selv om erfaringen med andre programvarer blant informantene er begrenset, er det ingen som virker direkte uenige i dette. Men under det kvalitative studiet har tilbakemeldingene på brukergrensesnittet vært blandet. Programvareleverandøren forteller at brukergrensesnittet i Synchron er justerbart, og de pleier ofte å tilpasse det til kundene sine etter hvilke behov de har, ved å for eksempel fjerne alle knapper de ikke har bruk for. Dermed burde i teorien ikke brukergrensesnittet være uoverkommelig for noen. Samtidig forteller de at det under opplæring og kursing er flere som synes Synchron er utfordrende, men de påpeker at disse menneskene ofte også mangler mer grunnleggende dataferdigheter. Denne problematikken dukker også opp hos informant 5, som påpeker at de som har problemer med Synchron, ofte har problemer med programvarer generelt. Et gjennomgående poeng hos informantene virker å være at de som har teknisk kompetanse synes programmet generelt er brukervennlig, men de anerkjenner at det krever en viss interesse for å lære seg det. Dette er en utfordring ettersom man ikke kan forvente eller kreve at alle i et byggeprosjekt har like stor interesse for data. I tillegg er programvaren på engelsk, noe informant 5 påpeker at en fordel for ham personlig da det letter arbeidet med å søke hjelp på internett, men kan være en ulempe for de som ikke er så stødige i engelsk og allerede synes teknologi er utfordrende. Et aspekt som blir etterlyst, som informantene mener ville gjort programmet enklere er flere «views» eller andre filtreringsmuligheter. De opplever at programmet fort blir rotete og uoversiktlig fordi det er en noe overveldende mengde informasjon. Informant 5 etterlyser noen enklere visninger eller filtreringsmuligheter, som bedre kan tilpasses de operasjonene han utfører. Dette er et viktig punkt også når det kommer til involvering, fordi det er viktig at en programvare er

6. Drøfting

mulig å orientere seg i også for de som ikke bruker den til daglig, men som kan være avhengig av informasjonen. Programvareleverandøren på sin side, mener at filtreringsmulighetene i Synchro er gode. Faktisk påpeker de det som en av programvarens største styrker. Hva denne misoppfatningen skyldes har vi ikke klart å finne ut, men det er en viktig faktor som går utover opplevd brukervennlighet, og kan føre til at programmet ikke blir brukt.

En annen utfordring som går igjen hos informantene er at kobling av elementer og avhengigheter oppleves som en for stor jobb. Er man vant til å jobbe i MS Project jobber man ofte i utgangspunktet vanligvis på et lavere detaljnivå, og uten koblede avhengigheter mellom aktivitetene. Synchro krever at man tillegger alle aktiviteter avhengigheter, og i tillegg skal alle elementer i fremdriftsplanen kobles opp til objekter i 3D-modellen. Her er det ifølge programvareleverandør mange som støter på problemer, og de mener det er to hovedgrunner til det: lite kjennskap til programvarens logikk og dårlig tilrettelegging. Dette mener de kan løses ved henholdsvis å øke planleggingskunnskaper og sørge for at man i prosjektet har en god BIM-manual med krav til for eksempel produktnavn. Noe annet som ville kunne bidra til effektivisering av denne prosessen er om man fikk til en større grad av standardisering av data. Da ville mer av jobben kunne gjøres automatisk, i stedet for at man må koble alle elementer manuelt. BIM-manualen gjør noe av denne jobben, men det hadde vært enda bedre om man hadde en form for standardisering som gjaldt hele bransjen og dermed var likt fra prosjekt til prosjekt.

Detaljplanlegging og revisjoner

Eastman et al. (kapittel 2.4.2) sier at 4D BIM ofte blir forkastet til detaljplanlegging fordi det oppleves for utfordrende å vedlikeholde når det forekommer endringer. Som forklart i forrige avsnitt er det i Synchro en stor jobb å koble alle objekter og avhengigheter. Det vil alltid forekomme endringer av et eller annet slag i prosjekter, noe vi blant annet så i kapittel 2.2.4. Informant 3 forteller at selv om man har masse erfaring og full kontroll på prosjektet, så vil det fortsatt kunne dukke opp uforutsette ting som endrer planer og forsinker prosjektet. Informant 8 forteller at han opplever revisjoner som en av Synchros største svakheter. Dette har også blitt bekreftet av informant 4 og 6. Når man planlegger for detaljert, er det så mange avhengigheter som skal tas hensyn til at det blir tungt å følge opp og gjøre endringer – som ofte må gjøres manuelt, og flere opplever derfor at programvaren jobber mer mot dem enn med dem. Teoretisk sett burde planer og modeller vært helt ferdig modellert og detaljert før byggestart, slik at objekter og aktiviteter kun må kobles en gang i et 4D BIM-program. I case-studien har de som ambisjon å låse modellen før byggestart, og derfor må 3D-modellen være fullstendig prosjektert. Å få dette til i praksis er krevende, og ifølge informant 7 er dette noe bransjen har drømt om i mange år uten at han har sett det utført. I tillegg betyr ikke en ferdig prosjektert modell en ferdig detaljert fremdriftsplan. Kalsaas (kapittel 2.1.2) mener at et for høyt detaljnivå på et tidlig stadium kun vil medføre at planene blir urealistiske, og i et Lean-perspektiv er det faktisk ikke ønskelig å detaljplanlegge for langt frem i tid. Last Planner System legger opp til å detaljere planene mer etter hvert som utførelsen nærmer seg, med plannivåene hovedplan, faseplan, utviklingsplan og arbeidsplan. Endringer i fremdrift er som nevnt tidligere så godt som uunngåelige grunnet uforutsigbare grunnforhold, påvirkning av vær og vind, utfordrende lokasjon eller sene avgjørelser fra byggherre eller andre interessenter. Prosjekteringslederen fra case-studien forteller at han liker å kunne jobbe i MS Project uten å måtte legge inn for mange detaljer. Jo færre detaljer man jobber med, jo lettere er det å gjøre endringer i fremdriftsplanen. Et spørsmål som oppstår fra dette er om kanskje bransjen bør møte Synchro på halvveien. Programvareleverandørene forteller at de møter liten samarbeidsvilje når de forsøker å få kundene

6. Drøfting

sine til å detaljere planene mer for å kunne lage bedre planer i Synchro. Det kan nesten se ut som Synchro ikke spiller helt på lag med prinsippene innen Last Planner System, og slik sett er bransjens motstand mot å detaljere for mye forståelig. Det kan imidlertid tenkes at med villighet til å øke detaljnivået et hakk, kunne man kanskje få igjen for den ekstra jobben ved å få en velfungerende fremdriftsplan som man faktisk kan bruke, ikke bare gjemme i en skuff, som ofte skjer med dagens fremdriftsplaner. En viktig brikke for å eventuelt skulle få til dette vil igjen være standardisering av data, selv om det er enklere sagt enn gjort. En godt definert WBS (kapittel 2.2.2) for prosjektet vil også kunne hjelpe med dette, ved at alt arbeid som skal utføres er oppdelt i et hierarkisk system, og detaljering av arbeidsoppgaver foregår nedover i hierarkiet. Dette vil si at den mer overordnede planen ikke vil endres ved at det detaljeres nærmere utførelse, fordi detaljering foregår innenfor alle etablerte rammer. Uansett så er på dette tidspunktet arbeidet med å opprettholde modellen i Synchro for stor, og derfor er det veldig få som bruker Synchro til annet enn overordnet planlegging og rigg og logistikk.

Teori mot praksis

Synchro ble utviklet for planlegging i byggebransjen. Programvareleverandør er tydelige på at dette er en av styrkene til Synchro, ettersom det gir programmet et fortrinn mot for eksempel MS Project som har sitt utspring i IT-bransjen. Synchro er utviklet av akademikere med mye kunnskap innen planlegging og bygging, og programmet vil derfor kunne oppdage typiske logiske feil i avhengigheter og rekkefølger mellom aktiviteter. Eksempelvis vil man ikke kunne legge inn at man først skal støpe et dekke, og deretter legge ut dekkearmoringen. Dette burde i teorien gi Synchro et overtak, da det bør være mer tilpasset bransjen og måten de planlegger på. Men om dette stemmer i realiteten hersker det uenighet om. Programvareleverandør mener at mye av gevinsten med Synchro forsvinner fordi de som benytter seg av det ikke har nok grunnleggende kunnskaper om planlegging, og dermed ikke klarer å få ut det fulle potensialet av programvaren. Deres hypotese er at det er lett å lære folk hvilke knapper som skal trykkes på, men for å få en programvare til å fungere godt må man også skjønne hvorfor man trykker på knappene og hvilke konsekvenser det får. De opplever at den største utfordringen de møter på under opplæring, sett bort i fra tekniske dataferdigheter, er at deltakerne opplever det som at Synchro jobber imot dem. Dette skyldes nok i stor grad at Synchro «blander seg mer inn» enn det for eksempel MS Project gjør, fordi man der i større grad selv styrer avhengigheter og detaljnivå. Dette fører til at de fortere gir opp, og går tilbake til programvarene de er vant med. For å bedre dette mener programvareleverandør at folk må få øynene opp for planleggingsteori, og forstå hvordan en fremdriftsplan bør fungere. De ønsker at det var et større fokus på grunnleggende kunnskaper om planlegging, gjerne som en del av folks utdanning, for å generelt heve kvaliteten på fremdriftsplanlegging i byggebransjen. Informantene på sin side hevder derimot at Synchro er laget av akademikere som ikke har noen praktisk tilnærming til planlegging. Den akademiske bakgrunnen, som programvareleverandør ser på som en styrke, blir altså av bransjen ofte sett på som en svakhet. Både informant 4 og VDC-ansvarlig fra case-studien mente at det fører til at Synchro er lite brukervennlig. VDC-ansvarlig sier videre at han opplever at Synchro ikke har noen praktisk tilnærming til hva som faktisk fungerer, og at fremdriftsplanlegging ikke er så lett som å bare hente ut teoretiske verdier av et dataprogram. Inntrykket er at informantene virker å mene at programvareleverandørens tilsynelatende higen etter en perfekt fremdriftsplan ikke er hensiktsmessig, da den alltid vil være i endring og krever mer fleksibilitet enn det de oppnår i Synchro. Å uttale seg om hvem som har rett i denne diskusjonen har vi ikke grunnlag til å gjøre, men et viktig poeng vil uansett være at om man ønsker forbedring og utvikling, må man til en viss grad

6. Drøfting

godta at bransjen er som den er. Selv om det skulle vise seg at programvareleverandør har rett, spiller det i realiteten ingen rolle så lenge de ikke klarer å overbevise brukerne sine om det.

Ansvarsfordeling og involvering

Da programvareleverandørene ble spurt hva de trodde var grunnen til at Synchrono ikke blir benyttet i større grad, var en av hypotesene deres at ansvaret for modellen lå hos feil person. Ettersom Synchrono er en BIM-programvare, blir som regel prosjektets BIM-tekniker tildelt ansvaret for 4D-modellen. De mente det er naturlig at en BIM-tekniker er sterkt involvert i arbeidet med den, spesielt med tanke på det noe høye brukergrensesnittet, men at den som «eier» Synchrono-modellen bør være en med litt mer inngående kunnskap om planlegging. I foredraget om 4D BIM, omtalt i kapittel 2.4.2, bekreftes det at de største gevinstene hentes ut av Synchrono om man nettopp har kunnskap om planlegging. De forklarer også at dersom den som sitter på planleggingskunnskaper kun lager en plan som så importeres til Synchrono, men selv ikke arbeider aktivt i Synchrono, vil mye av nytten utebli. Informant 8 påpeker at en hensiktsmessig måte å fordele ansvaret på kan være at det deles mellom BIM-tekniker og den ansvarlig for fremdriftsplanen, typisk anleggsleder. Han understreker at dette er gitt at anleggsleder får til å dele på ansvaret uten å miste oversikt over fremdriften. Informant 5 jobbet som BIM-tekniker og fikk ved en tilfældighet også jobben som anleggsleder på et prosjekt, og ble dermed sittende med ansvar for både Synchrono og fremdriftsplanen. Han så i ettertid på det som en fordel å ha vært alene om ansvaret for Synchrono. Fordi han som anleggsleder også skulle planlegge prosjektets fremdrift smidigst mulig, er det nærliggende å tenke at han jobbet med Synchrono på en noe annerledes måte enn om han kun hadde hatt ansvaret for det tekniske. Dette skyldes at han jobber tett på produksjonen og kan se den faktiske fremdriften selv dag for dag. Selv om dette kanskje var i tettete laget, understreker både informant 5 og 6 viktigheten av at samarbeidet mellom de med planleggingsbakgrunn og de med teknisk bakgrunn er tett for å få det til å fungere optimalt.

Ifølge informant 4 tar Synchrono utgangspunkt i at det er én bruker som tar på seg hele ansvaret, både for fremdriftsplanleggingen og Synchrono-modellen. En såkalt «superbruker». Superbrukeren vil være den som «eier» modellen, selv om han skulle trenge å samarbeide med en BIM-tekniker for teknisk bistand. Programvareleverandør fortalte at det i mange andre land ikke er uvanlig med en stilling hvor planlegging er eneste ansvarsområde. I Norge er det vanligvis en prosjektleder eller anleggsleder uten spesiell planleggingsbakgrunn som sitter med ansvaret, i tillegg til å sitte med ansvar for mange andre oppgaver. Dette skyldes i stor grad størrelsen på prosjektene. Vi har sjeldent så store prosjekter at det er rom for å sette av ressurser til en dedikert planlegger. Men som vi har sett krever Synchrono mye ressurser for å kunne følges opp på en ordentlig måte. Informant 8 fortalte at man kan sette av tid til å jobbe med 4D-modellen før byggestart, men så fort byggingen setter i gang blir det knapt med tid for å vedlikeholde modellen. På spørsmål svarer han derfor at han ser at det kunne vært fordelaktig med en dedikert planlegger til å ta seg av Synchrono gjennom hele prosjektet. Men dette spiller ikke helt på lag med hvordan vi vanligvis jobber i norsk byggebransje, ei heller med prinsippene i Last Planner. Et viktig prinsipp i Last Planner, som virker å ha blitt sentralt i dagens prosjektjobbing, er å planlegge sammen med dem som skal utføre arbeidet. Dette skaper mer forutsigbarhet og forpliktelse enn om en ekspertplanlegger planlegger all fremdrift (kapittel 2.1.3) og fører ifølge flere informanter til at deltakerne får større eierskapsfølelse til prosjektet og dermed føler seg mer forpliktet til å gjennomføre det de har lovet. Dette har flere av informantene våre pekt på som svært verdifullt. Informant 4 forteller at de har laget et program som supplerer Synchrono for å kunne jobbe med involverende planlegging, fordi de ikke er helt fornøyd med måten Synchrono er lagt opp når det kommer til detaljplanlegging:

6. Drøfting

Synchro sitt tankesett starter i feil ende. Den tar utgangspunkt i at det er en superbruker som planlegger all fremdrift, og så må alle de andre bare følge den planen. Derfor har vi laget vårt eget program hvor de utførende kan detaljplanlegge sin egen hverdag, slik at de er med å berike planen selv.

Deres program tar utgangspunkt i overordnede planer utviklet i Synchro, og har systemer med lavt brukergrensesnitt laget for at hvem som helst skal kunne berike, detaljere og følge opp planene videre. Informanten forklarer også at dette i større grad gir mer fortløpende kommunikasjon mellom byggeplass og prosjektkontoret, og ved å kombinere Synchro med dette systemet opplever informanten at de jobber på en god måte. Som vi så i kapittel 2.4.2, får de støtte fra 4D-eksperter i USA som mener at involverende faseplanlegging var den største mangelen i Synchro. Ifølge Synchros nettsider jobber de med å forbedre dette, men informant 4 mener at ettersom utgangspunktet til Synchro uansett er feil, vil «workarounds» bare gjøre programvaren enda mer komplisert å bruke. Programvareleverandør er enig i at detaljplanlegging foreløpig ikke fungerer godt nok i Synchro, men de har likevel såpass tro på Synchro at det vil være verdt det å ta med resultatene fra et lappeplanleggingsmøte inn i Synchro igjen. I tillegg håper de at de nye funksjonene til Synchro, som Synchro AWP vil løse dette problemet (kapittel 2.4.3).

6.1.3 Implementering og bruk

Betydningen av samspill

En annen viktig faktor som spiller inn når det kommer til bruk av 4D BIM er graden av samspill i et prosjekt. Under intervjuet med programvareleverandør fortalte de om et prosjekt hvor Synchro hadde blitt benyttet til grunnarbeidene, men at modellen ble kastet før neste fase fordi en annen entreprenør tok over prosjektet. Da vi spurte om det fantes noen mulighet for at entreprenørene kunne gitt modellen videre, bare lo informantene. Bransjen er som nevnt veldig konkurransepreget. Men denne mangelen på samspill er veldig ugunstig med tanke på bruken av BIM. Det er mange aktører inne i et byggeprosjekt, og for å få en god BIM modell som kan brukes til prosjektering, bygging og FDVU, er man avhengig av at alle samarbeider om å lage den best mulig. En utfordring er at bransjen er preget av en «alle mann for seg»-holdning, som fører til at deling av informasjon og samarbeid for å finne optimale løsninger for prosjektet er mangelvare. Slik som bransjen fungerer i dag, med tanke på samarbeid og digital utvikling, er det vanskelig å satse på nye programvarer. Informantene fra programvareleverandøren fortalte eksempelvis om et prosjekt hvor de hadde fått alle involverte i forprosjektet med på å bruke Synchro, og hadde lagt ressurser i modellering og planlegging, men så ble kontrakten på prosjektet gitt til en hovedentreprenør som hadde avtale med 4D-programvaren Vico og modellen ble lagt til side.

Som vi har sett i kapittel 2.1.1 er det en tendens til å tenke litt for kortsiktig i prosjekter, spesielt av de som kun er med i byggefasen, men som ikke følger bygget videre. Dette vil gå utover bruk av BIM-modeller til FDV. En løsning på dette vil kunne være samspillsentrepriser eller offentlig-privat samarbeid (OPS). Som vi har sett kan byggherrens involvering potensielt bidra til et bedre sluttprodukt, fordi han har et lengre kostnadsperspektiv enn aktørene som kun opptrer i byggefasen. En OPS vil sørge for at entreprenøren selv tar valg som gagnar produktet også etter prosjektslutt, fordi det er de selv som blir sittende igjen med de eventuelle dårlige kvalitetene. Ved et samspill vil byggherre og entreprenør finne løsninger i samarbeid, og byggherre vil ha mer kontroll over valg av

6. Drøfting

løsninger som kan gå på bekostning av sluttkvaliteten på bygget. En måte å underbygge dette, og sørge for at det virkelig blir gjennomført er å bruke IPD som kontraktsgrunnlag. Som vi så i kapittel 2.1.5 handler IPD om å «tvinge» alle involverte til å jobbe sammen mot et felles mål med felles økonomi og åpne bøker. Det vil derfor sørge for at de beste løsningene for prosjektet, ikke den individuelle aktøren, blir valgt. Dette kan føre til at for eksempel Synchro kunne brukes selv om ikke alle enda ser nytten av det, fordi om man kunne bevise at det ville gagnet prosjektet, for eksempel ved bedre riggplaner, ville det til slutt også gagnet skeptikerne.

Å lage sin egen tilnærming

Det har allerede blitt presentert flere eksempler på hvor utfordrende det kan være å implementere noe nytt, ikke bare på prosjekter, men også i en hel bedrift. Allikevel ser vi jo tilfeller, som hos informant 4, der digitale verktøy som Synchro har blitt en integrert del av deres planlegging av prosjekter. Hvorfor klarer noen det, når andre ikke gjør det? I kapittel 2.1.6 så vi at hvis en ny teknologi skal implementeres, kan en hjelp i denne prosessen være å lage ideene åpne for tolkning. Da er det mulig å gjøre tilpasninger for eksempel mellom prosjekter, siden alle er ulike og krever unike løsninger. Dette handler om endring som oversettelse, der man tar utgangspunkt i selve ideen, men ser på hvordan man kan tilpasse den slik at den passer til organisasjonen eller oppgaven den skal løse. Med andre ord; å få en generell idé til å fungere optimalt i en gitt setting. Når det er rom for å gjøre tilpasninger eller omformuleringer er sjansen større for at man ender opp med noe man faktisk vil bruke. Et godt eksempel på dette er Lean. Under intervjuene fortalte så godt som alle informantene om Lean i en eller annen form. Lean er en tydelig filosofi, med gitte prinsipper og metoder. Noen var klar over at de jobbet etter Leans prinsipper og brukte de «riktige» betegnelse, mens andre fortalte om metoder brukt i sin bedrift uten å koble at det var Lean de snakket om, eller i det hele tatt vite hva Lean er. Og det virker å ikke spille noen rolle for resultatet hvor bevisste de var. Dette er et ypperlig eksempel på hvordan man kan bruke oversettelse for å implementere ideer på en god måte.

Det er nettopp dette informant 4 sin bedrift har gjort med Synchro. De merket at Synchro hadde begrensninger når det kom til oppfølging av planer og involvering i detaljplanlegging, men i stedet for å forkaste programvaren videreutviklet de systemet for å tilpasse det til egne behov. Resultatet ble at de nå sitter med to programvarer som utnytter hverandres styrker, og er godt tilpasset måten de arbeider på. Informanten legger vekt på at bedriften han er en del av alltid fokuserer på å optimalisere kjerneprosessene først, før de eventuelt går videre på detaljer. Dette ser vi at de gjorde i Synchro, hvor de plasserte visualiseringen i andre rekke, og først fokuserte på å optimalisere fremdriftsplanleggingen. Dette er veldig i tråd med hvilket fokus programvareleverandøren mente man skulle ha når man jobbet med Synchro, selv om de nok ikke så for seg at man skulle utvikle programmet videre på denne måten. Et annet godt eksempel på denne måten å jobbe på er fra case-studien. Da Betonmast skulle innføre VDC, begynte de med å sertifisere noen få medarbeidere, som så fikk i oppgave å teste prinsippene og gjøre nødvendige tilpasninger til måten de jobbet på. Resultatet ble en VDC-manual som beskrev «The Betonmast way to do it», som ivaretok hensikten med VDC på den beste måten for Betonmast. Da denne var ferdig utviklet, fortsatte de med videre opplæring til alle avdelinger.

Fokus på planlegging

Under intervjuet med informant 1 ble vi gjort oppmerksom på at noe bransjen ønsket seg var bedre tid til planlegging. Sånn bransjen har utviklet seg i dag virker det som om man får stadig knappere

6. Drøfting

med tid, i tillegg til at alle de gode tomtene er tatt, så rigg og logistikk kan være svært utfordrende. Prosjekteringsfasen og byggefasen overlapper dessverre ofte, og dette har konsekvenser for planleggingen. Fra kapittel 2.2.1 vet vi at planlegging bør bestå av to ulike arbeidsoppgaver: «planning» og «scheduling». Man skal først kartlegge «hva og hvordan» og siden «når og hvem». I løpet av de siste månedene har vi blitt kjent med det vi antar er uoffisielle begreper som «nødprosjektering» og «brannslukking» når det kommer til prosjektering, fordi man prosjekterer bygget omtrent på samme tid som det blir bygget. Dette fører til at tiden satt av til planlegging er nærmest ikke-eksisterende. Flere vi har snakket med, blant annet informant 1, understreker at dette er uheldig, og det kan virke som om det er en stor kilde til dårlige planleggingsavgjørelser. Ideelt sett skulle man kanskje hatt en fase til i byggeprosjekter; en planleggingsfase. Da dette virker noe urealistisk i allerede pressede prosjekter, kan kanskje heller 4D BIM være en bidragsyter. Ved å visualisere fremdriftsplanen er det, som nevnt tidligere i drøftinga, lettere å oppdage flaskehalser, kollisjoner og andre utfordringer. Kunne man for eksempel satt alle relevante aktører sammen rundt en skjerm, vist dem 4D simuleringen og brukt dette som en erstatning for planleggingsfasen? Da hadde man i alle fall fått en slags oppsummering av byggeprosjektet, og det kunne hende det gjorde det lettere å organisere logistikk. I det minste kan man håpe på at 4D BIM øker fokus på planlegging, og gjør det lettere å kommunisere behovet for det til byggherre, noe som kan gjøre at planlegging kanskje får et større fokus og det settes av litt mer tid og ressurser til det.

6.2 Evaluering av 4D BIM

6.2.1 Utbytte av 4D BIM

Til nå har drøftingen handlet om hvordan man kan innføre 4D BIM i en utfordrende og kompleks bransje. Det naturlige neste steget vil da kanskje være å spørre «Hvorfor benytte 4D BIM?». Vi har kartlagt hvordan det fungerer, og hva som kreves for at det skal fungere, men nå ønsker vi å kartlegge hva det er man kan få ut av å bruke det. Hvilke fordeler kan man forvente? Denne oppgaven har tatt for seg en stor oppgave; kartlegge hele bransjen for å se om det er nytte av og plass til 4D BIM. Som et forsøk på å samle det til noe konkret man kan jobbe med vil dette avsnittet forsøke å oppsummere de punktene som i løpet av arbeidet med oppgaven har pekt seg tydeligst ut som potensielle fordeler med å benytte seg av 4D BIM. Det har, ikke overraskende, vist seg at visualisering er det som er det aller mest sentralt og nyttige ved arbeid med 4D BIM. Det er jo også det som er utgangspunktet, en tredimensjonal versjon av fremdriftsplanen. Det har allikevel vært lite diskutert så langt i drøftinga, kanskje fordi det kan virke for selvsagt. Men det er ikke nødvendigvis selvsagt hvor det største utbyttet av visualiseringen kommer fra. Derfor vil denne delen forsøke å oppsummere gevinstene ved 4D BIM, og da spesielt gevinstene fra bedre visualisering. Vi håper dette kan legge til rette for at andre som har mer praktisk erfaring enn oss kanskje kan bruke det som et grunnlag for å gjøre en mer ordentlig kost-nytte-analyse av 4D BIM.

Visualisering og kommunikasjon

Dette avsnittet skal diskutere om det kan være visualiseringens bidrag til kommunikasjon på tvers av fag, kunnskap, språk og interesser som gir aller størst utbytte, men først skal det handle litt om hvordan visualiseringen er en del av en større programvare. For Synchro er ikke bare et

6. Drøfting

visualiseringsprogram. Som vi ser i kapittel 2.4.3 og tidligere drøfting er det også en kraftig programvare for å planlegge fremdrift. Så selv om de aller fleste informantene peker på visualiseringen som den største fordel, er det andre som opplever at nettopp dette fokuset på visualisering gjør at man ikke utnytter det fulle potensialet som kommer med Synchron og 4D BIM. Informant 4 innfører begrepet «Hollywood BIM», og forklarer at han mener mange bare ser 4D som en fancy video som de ikke klarer å få noe reell nytte ut av. Han mener visualiseringen er nyttig, men at det bare er én av delene man kan benytte det til. Han forteller at 4D BIM også handler om å distribuere informasjon i tid, og at det legger til rette for bedre utnyttelse av l'én i BIM. Også informant 2 har observert dette, og påpeker viktigheten av å holde Synchron-modellen oppdatert ved revisjoner for at den ikke skal miste sin verdi. Men de poengterer begge at de ikke ønsker å undervurdere nytten som kan komme av visualisering, spesielt med tanke på kommunikasjon. Det kan virke som om bransjen ikke helt er kommet til enighet om hvordan 4D BIM bør brukes. Noen tenker at visualiseringen er nyttig nok i seg selv, men med tanke på hvordan Synchron er laget og logikken den er bygd på, kan det tolkes dithen at mange rett og slett ikke er klare over hva mer Synchron og 4D BIM egentlig kan brukes til. Vi vet allerede at det er tilnærmet ingen prosjekter som benytter 4D BIM fullt ut gjennom hele prosjektet, noe som kanskje ikke er så rart dersom de ikke er klare over hvilke gevinster det potensielt kan gi.

Å sette i gang med et byggeprosjekt innebærer blant annet å etablere en midlertidig organisasjon av ulike mennesker som sammen skal sørge for å levere et tilfredsstillende produkt. Det er mye informasjon som skal formidles, både til byggherre, prosjekteringsteam, underentreprenører, interessenter og andre involverte. Ulik kompetanse og språkbarrierer kan stå i veien for at denne informasjonen blir kommunisert og oppfattet som den var ment i utgangspunktet, og ifølge informant 2 er det her visualiseringsdelen i 4D BIM kan spille en viktig rolle. En visuell fremstilling av arbeidsoppgaver, HMS-utfordringer eller andre fremdriftsdetaljer, vil kunne kommuniseres uavhengig av språk, kompetanse og bakgrunn. Dette kan ses i sammenheng med det informant 3 fortalte under intervju, at en del av jobben hans innebærer å kartlegge hva de som skal bruke bygget har av behov, før detaljprosjekteringen begynner. Når han skal presentere prosjektet for brukerne sier han at de færreste skjønner noe hvis man kommer med 2D-tegninger, men med 3D- og 4D-modeller skjønner de mer og kan komme med bedre tilbakemeldinger. Også informant 8 pekte til et konkret eksempel der han opplevde at visualiseringen i Synchron i seg selv ga stor nytteverdi i forbindelse med anbudsfasen på et prosjekt, som de for øvrig vant. Han sa at med anbudet leveres det vanligvis en grov fremdriftsplan fra entreprenøren, og at det for en uerfaren byggherre kan være vanskelig å se for seg denne planen. Hvis man i stedet viser en 4D-modell som visualiserer hvordan fremdriftsplanen er tenkt, og at man ved hjelp av denne lettere kan forutse riggekostnader, faremomenter og risikoer, skaper dette stor trygghet hos byggherre når de leverer anbudet og kan ha stor betydning for det videre samarbeidet. Dette bekreftes av Eastman et al. i kapittel 2.4.2, som sier at en visuell fremstilling av fremdriftsplanen er lettere å forstå enn et Gantt-diagram som strekker seg over flere sider, og at dette kan brukes i en anbudsfasen for å vise hvordan prosjektet er tenkt løst. Informant 6 er også enig i at selve visualiseringen er gull verdt, fordi den gir forståelse til alle prosjektets deltakere og andre interessenter som påvirkes av byggingen. En visuell fremstilling av hvor arbeider foregår til enhver tid kan også være et viktig bidrag til HMS-arbeidet på byggeplassen i tilfeller hvor muntlig og skriftlig kommunikasjon er utfordrende. Dette er noe prosjekteringslederen fra case-studien påpeker, og han forteller at han tror det kan være med å forbedre HMS, særlig i møte med utenlandske. Som vi så i kapittel 2.3.4 vil 4D BIM også kunne bidra til bedre HMS ved hjelp

6. Drøfting

av SHA-simulatorspill, noe som kanskje er spesielt nyttig når man bringer uerfarne folk inn på byggeplass, som ikke er kjent med hvilke farer som typisk oppstår.

Rigg og logistikk

«Hvilke fordeler får man av å bruke 4D BIM?» Det første, tydeligste svaret hos tilnærmet alle som har fått dette spørsmålet har vært rigg og logistikk. Dette trekkes også frem av Eastman et al. (kapittel 2.4.2) som en av de tydeligste styrkene til 4D BIM. Synchro er et kraftfullt verktøy med mye logikk innebygget som tilrettelegger for å planlegge rigg og logistikk. Blant annet er det mulig å sette inn midlertidige riggobjekter i programvaren og programvaren kan foreslå ulike kranplasseringer, som gjør det lettere å finne de optimale løsningene. Visualiseringen vil også i seg selv gi mye bedre forståelse for hva som skjer på byggeplassen til enhver tid. Dette vil kunne hjelpe med å planlegge tilgjengelighet til ulike områder, om krana er plassert optimalt, plassering og kapasiteten til brakkerigg, og andre aspekter ved riggplanen. Blant annet informant 5 og 6 forteller at de fikk bedre kontroll på rigg og drift med bruk av 4D BIM. Informant 8 hadde sin første erfaring med 4D BIM i et prosjekt hvor han skulle bygge mens bygget var i full drift, og hvor det var mange aktører med ulik grad av erfaring involvert. Her valgte han å bruke 4D BIM fordi han så at det var spesielt krevende logistikk og at daværende programvarer, MS Project og Excel, ikke var tilstrekkelige nok for den visualiseringen de hadde behov for. Han opplevde at 4D BIM var veldig nyttig her. Også de som ikke selv har brukt 4D BIM i sine prosjekter ser ut til å ha tro på at det kan bidra til bedre rigg og logistikk. Prosjekteringslederen i case-studien nevnte konkrete eksempler fra gjennomførte prosjekter hvor han mener 4D BIM kunne spart prosjektet for unødvendige kostnader. I et prosjekt mente han at 4D BIM ville hjulpet dem til å plassere krana mer hensiktsmessig. I et annet prosjekt viste det seg at det ikke var mulig å få heist på plass armering der arbeidet skulle foregå, og de måtte derfor bruke mye tid og penger på å lage en provisorisk riggplattform for å få armeringa dit de ønsket. I et Lean-perspektiv er dette et veldig typisk eksempel på sløsing, hvor de syv forutsetningene for å få en sunn aktivitet ikke er oppfylt. Det prosjekteringslederen forteller om her er en feil som kunne blitt oppdaget ved å arbeide med plantegningen av riggplassen, men den ville vært lettere å avdekke med visualisering i 4D BIM. Ut fra argumentene over kan det se ut som visualiseringen i 4D BIM er noe som kan gjøre det lettere å planlegge og forutse rigg og logistikk.

At mange har gode erfaringer med 4D til dette bruksområdet råder liten tvil om, men hvor nyttig er det egentlig og for hvem? Vi ser at prosjekteringsgrupelederen fra case-studien, som har mange års erfaring i bransjen, selv mener han har ganske god kontroll på rigg og logistikk. Dette tolker vi som at han, for sin egen del, ikke ser behovet for 4D BIM når han skal utarbeide planer for rigg og logistikk. Dette kan sees i sammenheng med informant 1 som påpeker at det kan være nyttig å få hjelp fra Synchro til å finne blant annet ideell kranplassering «for de som ikke velbevandret, og har så mange år på baken». Det kan se ut som behovet for 4D BIM til rigg og logistikk ligger mest hos de med relativt lite erfaring fremfor de med flere års erfaring. Spørsmålet vil da være om man ved hjelp av 4D BIM kan lage en bedre riggplan enn det en med mye erfaring klarer uten 4D BIM, og om man uten 4D BIM i det hele tatt kan finne den optimale riggplanen. Vi vet at man stort sett er fornøyd med nåværende metoder så lenge man ikke kjenner til noe bedre, fordi man ikke merker hvor slitte sko man har før man tar på seg det nye paret. Dette finner vi igjen hos informant 1, som forteller at han ikke savner 4D BIM fordi han aldri har brukt det og dermed ikke vet hva han savner. En erfaren prosjektleder sitter på mye kunnskap, og så lenge det ikke oppstår store problemer vil han kanskje aldri kunne vite om krana faktisk var plassert på optimalt eller om riggplassen kunne vært utnyttet mer effektivt.

Oppfølging og FDVU

En sideeffekt av 4D BIM er at det øker fokus på planlegging og hva som faktisk blir utført i løpet av et byggeprosjekt. For hvordan kan man forsikre seg om at det man bygger faktisk er identisk med den digitale modellen? Man kan så klart gjøre manuelle kontroller for å sjekke at ut sparingene er riktig plassert, eller at trappesjakta har de riktige dimensjonene, men hva med alt det tekniske som skjuler seg inni vegger? Et kontorbygg for eksempel har gjerne flere leietakere i løpet av sin levetid, med ulike behov som bygget må tilpasses etter. Hvis man skal bore i en vegg, der man vet at det ligger tekniske føringer, i hvilken grad kan man stole på at rørenes plassering i veggen stemmer overens med modellen og tegninger? Kombinerer man 4D BIM med skanning, har man faktisk en reell mulighet til å ende opp med en «as-built»-modell, fordi man da hele tiden overvåker prosessen og oppdaterer BIM-modellen mot både intensjonelle og utilsiktede endringer. Dette kan man få god bruk for i FDVU (kapittel 2.1.1), som ifølge mange er et stort uutnyttet potensial ved BIM.

Laserskanning spiller i så fall ofte en sentral rolle, både i forbindelse med nyoppføring og ved rehabilitering, og spesielt i kombinasjon med 4D BIM. Ved å bruke skanning jevnlig under byggingen, og sammenligne bildene opp mot 4D modellen, vil man kunne kontrollere at for eksempel rørenes plassering i det fysiske bygget stemmer overens med det som er prosjektert. Hvis det skulle vise seg at rørene i realiteten ble lagt 20 centimeter lengre til venstre enn det som var prosjektert, kan skanning avdekke dette, og endringen kan føres tilbake til modellen slik at den er oppdatert til enhver tid. Ved hjelp av skanning kan man bedre legge til rette for å skape en mer nøyaktig 3D-modell som ikke bare gir nytte under bygging, men også i forbindelse med FDVU med tyngde på utvikling. Da kan man med større sikkerhet si at hvis vi åpner denne veggen, vil alt som finnes inni den ha nøyaktig samme plassering som 3D-modellen angir. Skanning kan også være gunstig i forbindelse med 4D BIM fordi man kan gjøre kontinuerlige målinger på hvorvidt det som faktisk er bygd, stemmer overens med det som er prosjektert og fremdriftsplanen. Forsinkelser kan lettere bli avdekket, noe som gir rom for å gjøre tilpasninger i fremdriftsplanen slik at man kan unngå at det får store ringvirkninger.

I intervjuene ble det påpekt at 4D BIM også stiller høye krav til 3D-modellen fordi den skal inneholde alt av objekter som fremdriftsplanen baserer seg på, i tillegg til at objektene skal defineres på en måte som gir mening sett opp mot virkeligheten. For eksempel forteller informant 5 og 6 at mens man i en vanlig 3D-modell kan definere en lang, plasstøpt betongvegg som ett enkelt objekt, må man i en 4D-modell dele den opp i flere støpetapper. Dette setter andre krav til modellen, og skjerper detaljnivået. 4D vil altså indirekte bidra til å heve nivået på BIM-modeller generelt, og blir modellene detaljerte nok begynner man også å nærme seg noe man kan betrakte som en digital tvilling. Hva man legger i begrepet digital tvilling har vist seg å variere ut fra hvem man spør. Fra kapittel 2.3.4 ser man at en digital tvilling er en digital fremstilling av et bygg som brukes i driftsfasen. Den inneholder sanntidsdata som mottas fra sensorer i det fysiske bygget, og det kan være informasjon som forteller noe om hvor mange som oppholder seg i bygget til enhver tid eller hvordan temperaturen er i ulike soner. En digital tvilling kan også brukes før byggingen har startet, ved at man kan gjøre ulike simulasjoner som kan si noe om hvordan man best kan løse utfordringer som kan dukke opp i byggefasen og drift. I forbindelse med case-studien ble en digital tvilling definert som noe tilnærmet det sistnevnte. Der skal de lage en eksakt 3D-modell som låses før byggestart, og detaljnivået skal være såpass høyt at de skal kunne ta ut mengder, tegninger, visualiseringer og rapporter rett fra modellen med god sikkerhet. Ifølge Bygg21 (kapittel 2.3.5) er det fremdeles mange som kun benytter seg av generiske BIM-objekter som ikke kan gi noen informasjon om produktets egenskaper. Som vi

6. Drøfting

tidligere har sett er målet om en komplett BIM-modell for de fleste bare en fjern ambisjon. Betonmast virker klar over hvilken utfordring de har tatt på seg, men håper å kunne bevise at det er mulig å låse en modell før byggestart. Noe som er litt synd i forbindelse med case-studien er at vi fikk inntrykk av at hverken byggherre eller entreprenør hadde viet noe særlig tanke til hvordan 3D-modellen skulle brukes videre under drift. Alle forutsetningene for å få en god digital modell man kan bruke til FDVU burde jo ligge til rette, men som vi så tidligere i drøftinga er dette noe byggherre må ha klare mål for allerede fra start. La oss håpe de også legger lista høyt for hva man kan bruke en BIM-modell til etter bygging, for å sørge for maksimalt utbytte av prosjekteringsjobben som blir gjort.

6.2.2 Hvor «Lean» er Synchro?

Fra Technology Acceptance Model (TAM) vet vi at en veldig viktig del av å innføre en ny programvare er at man ser nytteverdien av den. Hvis tiden brukt på å jobbe med Synchro føles som sløsing, vil det ikke bli brukt. Som nevnt er sløsing et viktig begrep innen Lean Construction. Arbeidsprosesser skal optimaliseres, flaskehalser må minimeres og alle oppgaver som ikke er nødvendige eller tilfører prosjektet verdi må fjernes. Spørsmålet er derfor hvor «Lean» brukerne opplever at Synchro er? Synchro har, som vi nå har sett, noen tydelige fordeler, men veier de opp for den ekstra arbeidsmengden programvaren også fører med seg? Det finnes både argumenter for og imot, og informantene virker å ikke ha gjort seg opp noen tydelig mening. Hverken individuelt, eller sammenlagt. Et noe selvsagt, men viktig poeng er at man må forsøke å finne balansen hvor man får størst mulig utbytte for minst mulig jobb. Et av vippepunktene er knyttet til detaljnivå. Flere av informantene har fortalt at de får god nytte av Synchro på et overordnet nivå, til hovedplan, råbygg eller riggplaner, men så fort man når et visst detaljnivå vil endringer forekomme så hyppig at det ikke lengre er hensiktsmessig å holde modellen oppdatert. Informant 6 valgte å bruke Synchro i mindre grad enn opprinnelig tenkt nettopp av denne grunn. Inntrykket etter samtale med blant annet prosjekteringsleder på case-studien er også at viljen til å legge ned mye tid og ressurser i detaljplanlegging av den overordnede fremdriftsplanen ofte er lav, fordi den da ofte ender opp med å ikke bli oppdatert nok til å kunne brukes på en god måte. Virkeligheten er at prosjekter er presset på tid og ressurser, og derfor ender opp med å kun gjøre det som strengt tatt er nødvendig. Derfor er valg av prosjekter viktig. På større prosjekter har man ofte større behov for god planlegging og organisering, ressurser til å gjøre det, og ikke minst et mye større potensiale for gevinst. I tillegg kan noen prosjekter ha større behov for visualisering på grunn av for eksempel vanskelig lokasjon, krevende logistikk eller ekstra behov for visuell kommunikasjon. En siste viktig faktor er at endring skjer over tid. Man får kanskje ikke stor gevinst ved første forsøk, men det betyr ikke at det ikke vil gi det når endringen er mer integrert.

6.2.3 4D BIM i fremtiden

Kanskje noe av det viktigste når det kommer til innovasjon er at det representerer fremtiden. De som ikke henger med på dagens teknologiske utvikling blir fort hengende ekstremt langt etter, og som nevnt holder det også stor verdi i seg selv for de store aktørene i bransjen å bli sett på som innovative og moderne. Ingen ønsker å bli byggebransjens Nokia. Hvordan ser det ut for 4D BIM fremover? Har folk troa på konseptet og programvarene? Hvordan vil BIM-verden se ut i fremtiden? Er det en plass til 4D BIM? Det første man kan kartlegge er hvordan 4D BIM oppfattes i dag, og om

6. Drøfting

brukerne mener at det har en naturlig plass i byggebransjen. Basert på resultatene fra denne oppgaven er bransjen ambivalent. Et godt eksempel, som oppsummerer inntrykker vi sitter igjen med, er følgende to sitater fra spørsmål om hva informantene tenker om 4D BIM i fremtiden: VDC-ansvarlig fra case-studien uttalte at «Jeg tror ikke på det i fremtiden, jeg tror på det nå. Det er jo ikke noe nytt», mens informant 7 på samme spørsmål sa at «Bransjen er ikke klar for det i morgen, men de blir det». Det positive er at bransjen virker samstemte i at 4D BIM som konsept er en god idé, og de trekker frem spesielt visualiseringen som noe med stor nytteverdi. Hva som skjer videre er det ingen som vet, men denne delen skal videre forsøke å oppsummere hva man ser for seg kan komme i fremtiden, og hvordan 4D BIM vil passe inn i dette bildet. Dette er ingen eksakt vitenskap, men synsing om fremtiden vil være en viktig del av å finne ut hvilke programvarer man ønsker å satse på.

I kapittel 2.4.5 legges det frem ulike teorier om 4D BIM i fremtiden og hvordan 4D BIM passer inn i det som i denne oppgaven blir kalt «fremtidens BIM-modell». Basert på Allens teori om «Building Information Optimization» og påstanden om fullstendig digitalisering av Eastman et al., ser BIM ut til å ville bli en enda viktigere og helt sentral del av byggebransjen om noen år. Hvor stor rolle 4D vil spille i den komplette BIM-modellen er enda uvisst, og det eneste man kan gjøre er å spekulere. En hypotese er, som nevnt i kapittel 2.4.5, er at det vil bli et uunngåelig steg i utviklingen av måten vi jobber med BIM. Kanskje vil en selvsagt del av BIM på byggeplass innebære at anleggsleder drar fram et nettbrett ute på byggeplass og går igjennom arbeidsoppgaver ved hjelp av en 4D-modell. Basert på resultater fra informanter og teorien rundt en mer komplett BIM-modell i fremtiden virker ikke dette usannsynlig. Gitt at man får alt det tekniske til å fungere, ville dette uten tvil vært en styrke for eksempel i kommunikasjon med utenlandske arbeidere. Men teknologisk utvikling skjer i rykk og napp, og det er veldig få som klarer å forutse hva som kommer. Månelanding var en gang en fjern drøm og internett skulle visstnok bare bli en døgnflue. Som Allen påpeker er det veldig mange elementer som spiller inn og som er under utvikling. Hvem vet, kanskje behovet for 4D vil forsvinne helt? Basert på uttalelser fra blant annet informant 4 og 6 kan det virke som om bruk av blant annet Lean og Last Planner System gir gode muligheter for å planlegge godt nok uten firedimensjonale hjelpemidler. Informant 6 sier også at de ikke opplever behov for å bruke 4D BIM til alt når de jobber med blant annet taktplaner. Informant 4 sier også at Synchro ikke spiller på lag med Lean, men Lean-metodikken virker å ha kommet for å bli. Eastman et al. (kapittel 2.4.5) kaller årene mellom 2020 og 2030 for «Lean BIM», og baserer det nettopp på at de tror samspillet mellom Lean og BIM vil påvirke hvordan BIM kommer til å utvikle seg.

Noe vi kan si sikkert er at det vil bli spennende å være med på utviklingen som kommer. Det er mange ulike løsninger, verktøy og ideer under utvikling. Eastman et al. (kapittel 2.4.5) drar for eksempel fram kunstig intelligens, noe vi ser igjen når informant 2 nevner programvaren ALICE som et spennende verktøy å følge i fremtiden. De ser for eksempel for seg at man kan bruke ALICE til å foreslå fremdriftsplaner, som man så kan videre bearbeide i Synchro. Basert på dette kan det tenkes at for eksempel kunstig intelligens muligens kan være med på å berike 4D BIM i fremtiden. Andre ting som vil komme og påvirke hvordan bransjen jobber er for eksempel VR, AR, roboter, radiomerking eller droner. Dette kan enten vise seg å underbygge behovet for 4D BIM eller «kaste» 4D BIM ut av bildet. Men dette får bli fremtidens studenters oppgave å diskutere.

6.3 Drøfting av case-studie

I utgangspunktet var tanken at case-studien skulle utgjøre en langt større del av oppgaven. Den skulle være hovedfokuset, og det øvrige bare være research for å underbygge det vi lærte fra den. Uheldigvis var ikke alle forutsetningene for å kunne gjennomføre arbeidet etter planen til stede på grunn av pandemien, utfordringer med å få tak i Synchro-lisenser og at prosjektet vi skulle følge hadde sine egne utfordringer. I stedet baserer nå oppgaven seg i større grad på teori og andres erfaringer, som vi i denne delen av oppgaven skal knytte opp mot det vi har observert i case-studien. Formålet er å evaluere om implementering av 4D BIM ville kunne hatt noen effekt Node-prosjektet.

Som vi så i kapittel 4.2.1 har prosjektet en krevende plassering, ikke bare fordi grunnforholdene er utfordrende, men også fordi det er plassert midt i Drammen sentrum, omringet av trafikkerte veier og en togstasjon. Særlig sistnevnte byr på utfordringer med tanke på logistikk, for med så begrenset plass og et knutepunkt for kollektivtrafikk som nabo, hvor skal man plassere kraner, brakker, materialer, avfall og alt annet som hører med på en byggeplass? Og hvordan skal man dirigere all trafikk inn og ut av tomta på en måte som ikke utgjør en fare for alle togreisende? Fordi Node skal bygges i massivtre, stilles det enda høyere krav til planlegging av leveranser og montering. Massivtre er et materiale som ideelt sett bør heises rett på plass fra lastebilen, fordi det tåler dårlig å bli utsatt for vær og vind, så logistikk i leveranse må koordineres enda mer detaljert enn med for eksempel elementer i betong. Det er ingen tvil om at Betonmast, og bransjen generelt, har mange glupe hoder som fint kunne løst logistikkproblematikken på en god måte uten hjelp av 4D BIM. Allikevel kan det tenkes at det er på nettopp slike prosjekter det virkelig kunne gjort nytte for seg, for erfaring er ikke nødvendigvis alltid nok. Prosjekteringslederen kunne peke til konkrete eksempler på tidligere prosjekter der han var overbevist om at Synchro kunne valgt ut mer hensiktsmessige plasseringer både av kraner og andre riggobjekter. Å måtte flytte på en kran fordi den ikke når dit den skal koster for det første mye, og for det andre spiser det opp mye byggetid. Derfor vil man gjerne plassere den rett første gangen, og 4D BIM kunne muligvis sørget for at den ble det på Node-prosjektet. Dette var noe vi gjerne skulle testet selv i Synchro, for det er nettopp med tanke på rigg og logistikk de fleste informantene som har brukt Synchro har opplevd størst nytte. Prosjekteringslederen opplevde for eksempel at man bedre kunne forutse riggekostnader, farestasjoner og risikoer som kan oppstå på byggeplassen, takket være visualiseringen.

Vi har også observert andre sammenhenger der visualiseringen i 4D BIM absolutt ikke bør undervurderes, blant annet i forbindelse med prosjekteringen. Som det ble beskrevet i kapittel 4.2.4, har prosjekteringsgruppa på Node-prosjektet få håndfaste oppgaver å forholde seg til i den forstand at konseptet for Node ikke er ferdig utarbeidet. De mangler en tydelig beskrivelse å jobbe ut fra som gjør det vanskelig å legge en plan for prosjekteringen. Noe av årsaken kan være at byggherre ikke har hatt det helt klart for seg fra start av hva målet for bygget er, og hvordan man skal komme seg dit. Når man jobber med en byggherre som kanskje ikke har så mye erfaring tror vi at visualisering med 4D BIM kunne vært ekstremt nyttig, fordi det tydeliggjør hvordan alt henger sammen. Kanskje også viktigheten av å kunne ta raske beslutninger kommer tydeligere frem når man ser avhengighetene mer klart for seg. Til tross for at prosjekteringen har gått litt tregere enn planlagt, så er fortsatt målet for prosjekteringen og modellen svært tydelig. I det første møtet vi deltok i ble BIM-manualen presentert og nøye gjennomgått av den eksterne BIM-koordinatoren, og alle aktører fikk mulighet til å komme med innspill underveis. Det ble klart for oss nøyaktig hvor detaljert de hadde satt som mål

6. Drøfting

at 3D-modellen skulle bli. Det fikk oss til å lure på hvorfor de ikke vurderte 4D BIM på dette prosjektet når de allerede satset såpass mye på å lage en nøyaktig digital modell med så høyt detaljnivå. Fra de andre intervjuene ble det påpekt at 4D BIM kan være problematisk hvis det skjer store endringer i 3D-modellen, så når Betonmast faktisk har en ferdig prosjektert modell før byggestart kan det tenkes at de egentlig har et ganske godt grunnlag for å bruke 4D på dette prosjektet.

Så hvorfor bruker de ikke 4D BIM på Node? Det har i grunnen aldri vært et tema, og det var heller ikke noe krav fra hverken byggherre eller konsernet å bruke det på prosjektet. Samtidig nevnte også prosjektdeltakerne noen konkrete utfordringer knyttet til det å ta i bruk ny programvare (kapittel 4.3.1). Nye verktøy krever en del ressurser nettopp fordi det er nytt og ukjent, og kan fort føre til mer rot i allerede oversiktlige prosjekter. Dette ville nok vært tilfelle her, for prosjekteringsleder fortalte at VDC, som han vanligvis mener er en god metode, i dette prosjektet bare førte til større utfordringer i prosjektering. Enn annen utfordring med innføring av Synchron som ble trukket frem er lisensproblematikken. Et viktig punkt, som ofte blir oversett, er at man ikke trenger betalte lisenser til alle. Synchron har også Scheduler og View, som er gratis å laste ned for alle. Hvis personen med hovedansvar kjøper Pro, kan andre involverte klare seg med disse. Men i en stor bedrift, vil man allikevel trenge flere enn én Pro-bruker, spesielt siden konsernet ikke foreløpig distribuerer lisensene på tvers av de ulike prosjektene. Dette betyr at dersom et prosjekt ønsker å ta i bruk Synchron, må de stå for denne utgiften selv. Virker det som at terskelen for å ta i bruk et nytt verktøy automatisk blir litt høyere. Både lisenstilgang og kommunikasjon med de som leverer lisensene blir omtalt i TTF i kapittel 2.1.6, og anses som to faktorer som er med på å bestemme om en programvare blir utnyttet eller ikke. Ser man dette i sammenheng, er det nærliggende å tenke at grunnen til at Betonmast ikke har innført 4D BIM på flere prosjekter er fordi lisenstilgangen har vært begrenset. Allikevel har vi inntrykk av at prosjektdeltakerne generelt er positive til å ta i bruk 4D BIM i likhet med flere av de andre informantene, men det virker som at svært få er villige til å investere for mye penger og ressurser i det før det kan bevises at det faktisk lønner seg i et kost-nytte-perspektiv. Frykten for å prøve og feile er ganske reell, og bekreftes av Klethagen i kapittel 2.1.6. Han sier at innovasjon handler om å tre inn i det ukjente og at omfattende endringer er en risiko man aldri vet om vil betale seg. At Betonmast, og resten av bransjen, vil ha tydeligere bevis på at 4D BIM vil lønne seg henger sterkt sammen med tankene til Klethagen, og sier noe om hvor villige man er til å tre inn i det ukjente. Samtidig er det ikke noe nytt at byggebransjen har denne holdningen, for inntrykket er at fokuset ligger på å minimere kostnader fremfor å maksimere verdi, noe Kunz og Fischer også bekrefter i kapittel 2.1.6. Fra kapittel 4.3.1 ser vi at Betonmast har noe erfaring med 4D BIM og Synchron, og erfaringene de sitter igjen med er både positive og negative. I deres tilfelle kan det virke som at de negative erfaringene veier tyngre, og at de derfor har konkludert med at det er best å vente på tydeligere bevis på at 4D BIM vil lønne seg.

7. Konklusjon

Utgangspunktet for denne oppgaven var å finne ut hvorfor 4D BIM ikke blir mer brukt i byggebransjen. Skyldes det at bransjen ikke er klar, eller at programvaren ikke fungerer godt nok? Problemstillingen er som følger: «Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen, og hvordan kan man best tilrettelegge for det?» Det er naturlig å starte med å søke etter eventuelle fordeler med enhver ny ting man innfører, for å se om nytteverdien i det hele tatt er der. Vi har i løpet av arbeidet med oppgaven funnet flere konkrete fordeler knyttet til bruken av 4D BIM, som her er forsøkt oppsummert:

- Bedre riggplaner, spesielt med tanke på kranplassering
- Bedre logistikk på byggeplass
- Økt forståelse av arbeidsoppgaver og eventuelle utfordringer
- Større mulighet for å avdekke feil og flaskehals i fremdriftsplaner
- Bedre kommunikasjon mellom alle prosjektets deltakere og interessenter
- Bedre oversikt og erfaringsoverføring til uerfarne aktører

Basert på fordelene ser vi at nytten er der, men det garanterer ikke at opplevd nytte er stor nok satt opp mot programvarens brukervennlighet og ressurser som kreves for innføring og implementering.

7.1 Hvorfor er ikke 4D BIM bedre implementert i byggebransjen?

Fordelene er tydelig til stede, så hvor ligger utfordringene som gjør at 4D BIM ikke er bedre implementert i byggebransjen? Nedenfor listes våre mest sentrale funn opp:

- Byggebransjen virker lite endringsvillig og tenker altfor kortsiktig i sine satsninger. Fokus ligger på å minimere kostnader i stedet for å maksimere verdi, noe som går utover innføring av endringer som ikke umiddelbart lønner seg. Det er generelt for dårlige planleggingskunnskaper blant folk i bransjen og for lite engasjement rundt digitalisering.
- Prosjektorientert arbeid skaper utfordringer i seg selv. Ethvert prosjekt er unikt, med ulik lokasjon, utførelse, aktører og sammensetninger. Dette gjør erfaringsoverføring og implementering utfordrende.
- 4D BIM er ikke noe bransjen savner i dagens fremdriftsplanlegging. Det sees på som et nyttig, men ikke nødvendig, hjelpemiddel. Metoder innenfor Lean og VDC, som for eksempel taktplaner og involverende planlegging, gir gode muligheter for å planlegge godt nok uten firedimensjonale hjelpemidler. Det oppleves også at Gantt-diagrammer, 3D BIM og erfaring sammenlagt gjør omtrent samme nytte som visualiseringen.
- Synchro er den mest utbredte og brukervennlige 4D-programvaren i dag, men holder ifølge informantene ikke helt mål. Programvaren ser ikke ut til å spille på lag med prinsippene fra Last Planner. Den legger for dårlig til rette for involvering og detaljplanlegging, og snevrer dermed inn bruksområdet. Brukergrensesnittet oppleves som høyt for de uten teknisk bakgrunn eller interesse, og de ønsker bedre filtreringsmuligheter.

7. Konklusjon

- Kostnaden for programvaren oppleves for stor, særlig på grunn av vanskeligheter med lisensflyt.
- Enn så lenge virker det som om svært få stiller krav til 4D BIM. Uten dette incentivet vil det ikke bli prioritert, da fokuset ligger på å sikre seg prosjekter.

7.2 Hvordan kan man eventuelt best tilrettelegge for 4D BIM?

Selv om fordelene med 4D BIM er til stede, ser vi også at utfordringene er mange og omfattende. Det kan virke som om bransjen har behov for en omstrukturering eller skifte i fokus for å kunne fortsette digitaliseringen og innføre verktøy som 4D BIM på en god måte. Bransjen har mange dyktige initiativtakere, men innovasjon og implementering krever at alle bidrar. Derfor er det viktig å ikke bare vurdere hvordan man implementerer det, men om man i det hele tatt burde implementere det. Alle informanter ble spurt om de hadde tro på 4D BIM fremover, og alle var tydelige på at 4D BIM som et konsept var kommet for å bli. Det virket ikke som om de oppfattet 4D BIM som en nødvendighet, men visualisering er omtrent alltid en fordel, og det sees i utgangspunktet på som et kjærkomment tilskudd til et fort stort og rotete Gantt-diagram. I tillegg ser vi at bransjen er i endring. Det startet med innføring av BIM, og digitaliseringen jobber seg gjennom bransjen med alt det fører med seg av strukturelle endringer. Frykten for å havne bakpå i den teknologiske utviklingen fører til utvikling og innovasjon, men når det kommer til 4D BIM er inntrykket at alle ønsker at noen andre skal prøve og feile for å finne ut hvordan det best bør brukes. Så langt virker det som om Synchro ikke nødvendigvis kommer til å være den foretrukne programvaren i fremtiden. Synchro sin største svakhet er at det ikke fungerer godt sammen med prinsippene i Last Planner, og i tillegg oppleves brukergrensesnittet som høyt for alle som ikke har særlig interesse i data. Det kreves til gjengjeld en kompetanseheving og økt fokus på planlegging i bransjen, for i dag er ikke gjennomsnittsbrikeren kapable nok til å utnytte Synchro sitt fulle potensial. Det er mulig informantene har rett i at det bør komme en helt ny programvare som fungerer grunnleggende annerledes, for å dekke byggebransjens behov som strekker seg litt utover ren fremdriftsplanlegging. Allikevel opplever vi videreutviklingen av Synchro som et godt eksempel på en vellykket oversettelsesprosess, hvor informanten ender opp med både styrkene fra Synchro og styrkene fra egen programvare. Kanskje øker det sannsynligheten for at Synchro blir med bransjen på utviklingen videre. Det er fullt mulig å få til 4D BIM med Synchro, men man trenger nok noen ivrige sjeler til å drive utviklingen av programvaren videre til den er mer brukervennlig, for at den skal bli mer utbredt enn den er i dag. De som har benyttet seg av 4D BIM virker alt i alt fornøyd, men understreker at det må brukes riktig. Man bør ikke grave seg ned i detaljnivåer, helst bruke det på prosjekter med litt størrelse, og velge prosjekter hvor man ser at det har en potensiell nytteverdi grunnet for eksempel vanskelig logistikk eller lokasjon.

Hvis man velger å satse på implementering av 4D BIM, har vi kommet fram til noen forslag på konkrete tiltak eller ting man kanskje bør tenke på for å få best mulig utbytte av det:

- Først må man skape et behov. Offentlige byggherrer bør gå i front og legge inn krav, samt være tydelig på beskrivelse av hensikt og ønsket utbytte. Dette må følges opp hos de utførende ved opplæring og oppfølging. Forklar hensikten med det som innføres, og skap engasjement.
- Fortsett å satse på prosjektering og planlegging, og bruk det til å forbedre BIM-modellen og bruk av BIM-modellen, spesielt til videre bruk etter endt byggetid.

7. Konklusjon

- Øk fokus på planlegging, både i prosjekter og utdanning, og bruk litt mer tid og ressurser på å utarbeide gode fremdriftsplaner.
- Spill på lag med Lean, det er kommet for å bli. Gjør VDC til en vane, og samarbeid bedre på tvers av fag og bedrifter. Samspillsentrepriser eller IPD vil kunne bidra til bedre samarbeid.
- Oppfordre til endring som oversettelse. Bruk 4D BIM der dere vil hente de største gevinstene. Det er ikke et mål å måtte bruke programvaren til alt, sånn som den er nå. Husk at 4D BIM ikke er en revolusjonerende arbeidsmetode, men en videreutvikling og forbedring av måten vi allerede jobber med fremdrift.
- Legge til rette for innovasjon ved å frigjøre midler, oppfordre til satsing og lage retningslinjer for valg av prosjekter. Sørge for god erfaringsoverføring.
- Holdningsendringer fra bransjen. Endringer og utfordringer er en kilde til utvikling.

7.3 Er byggebransjen klar for 4D BIM?

Det har vært mange gode tilbakemeldinger og spennende perspektiver som har kommet frem i løpet av arbeidet med denne oppgaven, men det som kanskje oppsummerer oppgaven best er følgende sitat fra informant 5:

«Hvis en byggeprosess hadde fungert optimalt (...), så tror jeg Synchron eller 4D BIM hadde vært helt genialt»

Bransjen har sine styrker og sine svakheter, og det samme gjelder Synchron. 4D BIM som et verktøy for bedre visualisering virker å være en god ide, og hvis man sørger for å bruke 4D BIM til riktige prosjekter og riktige bruksområder, vil det være et godt verktøy å bruke i byggebransjen. Utgangspunktet for denne oppgaven var et ønske om å kartlegge om byggebransjen hadde bruk for, og klarte å implementere, 4D BIM. Så er bransjen klar for 4D BIM? Nei, ikke helt. Men så er ikke 4D BIM helt klar for byggebransjen heller.

8. Videre forskning

På grunn av problemer med lisenser i tillegg til tids- og kapasitetsbegrensninger i forbindelse med arbeidet, fikk vi ikke anledning til å teste programvaren selv og undersøke om 4D BIM kunne vært et nyttig verktøy i forbindelse med Node-prosjektet. Dette er noe vi veldig gjerne skulle gjort, og dersom vi hadde fulgt Node gjennom hele prosessen kunne vi kanskje også sett på kostnadene rundt det å implementere 4D BIM. Vi har inntrykk av at spesielt entreprenører har stort fokus på kostnader, og at det spiller en stor rolle for innføring av endringer. Dette er derfor noe vi vil foreslå som videre forskning. Det ville da vært interessant å finne ut om besparelsene man kan gjøre i, blant annet rigg og logistikk, kunne veid opp for utgiftene kjøp og implementering innebærer, og om innføring av 4D BIM kan forsvares kostnadmessig. Hvor store er kostnadene i forhold til nytten man får ut av det?

Gjennom oppgaven har vi sett at en av hovedutfordringene som blir påpekt når det gjelder 4D BIM, er det å koble objekter og aktiviteter. Objektene navngis ofte ulikt og det finnes ingen form for felles standarder for dette. Vi tror at mange av problemene man opplever med 4D BIM vil kunne løses dersom bransjen enes om felles standarder, og at det videre vil bidra til mer effektivitet. På grunn av oppgavens begrensning har vi ikke kunnet undersøke dette inngående, men anser det som svært interessant for videre forskning.

Et annet viktig punkt for videre forskning er laserskanning. Basert på informasjon fra både veiledere og informanter, er dette noe vi tror har et stort potensial, spesielt i sammenheng med 4D BIM og digitale tvillinger. Hvordan kan skanning bidra i den sammenheng?

9. Referanseliste

- Aga, F. (2018, april 10). Slik skal Statsbygg simulere seg bort fra alvorlige ulykker. Hentet 19. februar 2020, fra <http://www.bygg.no/article/1349964>
- Ahmed, S. M., & Forbes, L. H. (2010). *Modern Construction*. Hentet fra <https://books.google.no/books?id=sL2wXr7dPEOC&pg=PA491&lpg=PA491&dq=Forbes+og+Ahmed&source=bl&ots=X1lQtMeQEB&sig=ACfU3U3toAmLwK88VqS3uSvvgimTRsZ9TA&hl=no&sa=X&ved=2ahUKEwikj8e3yMLpAhXVAXAIHQDMCFwQ6AEwCnoECAsQAQ#v=onepage&q&f=false>
- ALICE Technologies. (u.å.). ALICE – Construction planning meets Artificial Intelligence. Hentet 20. mars 2020, fra <https://www.alicetechnologies.com/>
- Allen, B. (u.å.). The Future of BIM Will Not Be BIM and It's Coming Faster Than You Think. Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Future-BIM-Will-Not-Be-BIM-and-Its-Coming-Faster-You-Think-2017>
- Alsamugisha. (2015). *Technology Acceptance Model*. Hentet fra https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Technology_acceptance_model.png
- Andersen, E. S., Grude, K. V., & Haug, T. (2016). *Mållrettet prosjektstyring*. Bekkestua: NKI-forlaget.
- Andersen, L. M., & Bakkeli, M. (2015). *Big Data—Hva er Big Data, og hva betyr Big Data for deg?* Hentet fra <https://www.pwc.no/no/publikasjoner/Digitalisering/big-data.pdf>
- Andersen, T. (u.å.). Hva er VDC? Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.ncc.no/vare-tjenester/kundelofte/digital-bygging/digitalt-arbeid-vdc-og-vr/hva-er-vdc/>
- ANS. (2020, mars 20). Gjennomføringsmodeller—BAE | Anskaffelser.no. Hentet 20. mai 2020, fra <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/gjennomforingsmodeller>
- Aslesen, S., Bølviken, T., Sandberg, E., & Stake, S. (2017). HMS-risikostyring integrert i Involverende planlegging. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 365–383). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Autodesk. (2017). *The Reality of 4D BIM Implementation*. Hentet fra <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Reality-4D-BIM-Implementation-2017#video>
- Autodesk. (u.å.-a). Autodesk. Hentet 3. mars 2020, fra <https://www.autodesk.com/bim-360/bim-360-plan/>
- Autodesk. (u.å.-b). Navisworks | Programvare for 3D-modellgjennomgang | BIM-koordinering | Autodesk. Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.autodesk.no/products/navisworks/overview>
- Baldwin, M. (2018). What is openBIM? Hentet 18. mars 2020, fra <https://bimconnect.org/en/wiki/what-is-openbim/>
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control* (Doktoravhandling). The University of Birmingham, Storbritannia.
- Bentley. (u.å.-a). Synchro AWP. Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.bentley.com/en/products/product-line/construction-software/synchro-awp>

9. Referanseliste

- Bentley. (u.å.-b). Synchro Control. Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.bentley.com/en/products/product-line/construction-software/synchro-control>
- Bentley. (u.å.-c). Synchro Field. Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.bentley.com/en/products/product-line/construction-software/synchro-field>
- Bentley. (u.å.-d). *Uten tittel*. Hentet fra <https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro>
- Betonmast. (u.å.-a). Betonmast Buskerud-Vestfold. Hentet 29. april 2020, fra <https://www.betonmast.no/selskaper/betonmast-buskerud-vestfold/>
- Betonmast. (u.å.-b). Historie. Hentet 12. februar 2020, fra <https://www.betonmast.no/om-oss/historie/>
- Betonmast. (u.å.-c). Hva gjør vi. Hentet 12. februar 2020, fra <https://www.betonmast.no/hva-gjor-vi/>
- Bjørheim, K., & Helland Urke, E. (2018, juli 11). Hver krik og krok av Operaen bimmes med robot-skanner på hjul. Hentet 29. januar 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/hver-krik-og-krok-av-operaen-bimmes-med-robot-skanner-pa-hjul-br/441612>
- Bjørnstad, J. E., Bjørhusdal, L. J., & Westerlund, V. L. (2019). *4D-verktøy i den norske byggebransjen* (Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2610479/no.ntnu%3ainspera%3a2331885.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonnier, K., & Kalsaas, B. T. (2017). Tradisjonell prosjektplanlegging og -styring i et Lean-perspektiv. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 61–89). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Brand Studio, & Geodata. (u.å.). *Digitale tvillinger har blitt en av de viktigste trendene: – Den som ikke har det vil bli akterutseilt*. Hentet fra <https://e24.no/betalt-innhold/bak-tallene/digitale-tvillinger-har-bli-ett-av-de-viktigste-trendene-den-som-ikke-har-det-vil-bli-akterutseilt/24657037>
- Bygg21. (u.å.). Felles og åpne standarder er nøkkelen. Hentet 22. mai 2020, fra <https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/tenk-nytt-bruk-kjente-losninger/bygg21s-anbefalinger/#chapterheading3648-subheading21>
- Bygg21. (u.å.-a). Om Bygg21. Hentet 29. april 2020, fra <https://www.bygg21.no/om-bygg21/>
- Bygg21. (u.å.-b). Råd 1. Hentet 23. mai 2020, fra <https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/tenk-nytt-bruk-kjente-losninger/bygg21s-anbefalinger/#raad3658>
- Byggeindustrien. (2018, oktober 8). Peab vil bygge med i massivtre. Hentet 12. mai 2020, fra <http://www.bygg.no/article/1369561>
- Byggenæringen. (2016, oktober 12). Alt om BIM - spørsmål og svar. Hentet 28. januar 2020, fra <http://www.bygg.no/annonsorinnhold/1290463?category=content+marketing>
- Byggfakta.no. (2018, desember 11). Smartere arbeidsdag med BIM-kiosk. Hentet 20. februar 2020, fra <https://www.byggfakta.no/smartere-arbeidsdag-med-bim-kiosk-131414/nyhet.html>
- Byggforskserien. (2001). Massive treelementer. Typer og bruksområder. I *Byggforsk*. Hentet fra https://www-byggforsk-no.ezproxy.hioa.no/dokument/3009/massive_treelementer_typer_og_bruksomraader
- Byggmesteren. (2019, september 12). Forvalter og drifter bygg med åpen BIM. Hentet 23. mars 2020, fra <https://byggmesteren.as/2019/09/12/forvalter-og-drifter-bygg-med-apen-bim/>

9. Referanseliste

- Bølviken, T., Kalsaas, B. T., & Klakegg, O. J. (2017). Produksjon og prosjekter—Flyt og verdiskaping i bygg- og anleggsnæringen. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 19–32). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Cobuilder. (2016a, mars 8). Hva gjør Cobuilder i forhold til krav til dokumentasjon av byggevarer. Hentet 13. mai 2020, fra Cobuilder website: <https://cobuilder.com/nb/hva-gjor-cobuilder-med-dine-varedata-og-dokumentasjon/>
- Cobuilder. (2016b, august 9). BIM er mer enn 3D modell: Digitalisering av produktdata. Hentet 27. januar 2020, fra Cobuilder website: <https://cobuilder.com/nb/bim-er-mye-mer-enn-3d-modell/>
- Cobuilder. (u.å.-a). De 5 vanligste spørsmålene om PDT. Hentet 13. mai 2020, fra Cobuilder website: <https://cobuilder.com/nb/innholdstilbud/de-5-vanligste-sporsmalene-om-pdt/>
- Cobuilder. (u.å.-b). Digitale løsninger for bygg- og anleggsnæringen. Hentet 13. mai 2020, fra Cobuilder website: <https://cobuilder.com/nb/digitale-loesninger-for-bygg-og-anleggsnaeringen/>
- Cobuilder. (u.å.-c). *Uten tittel*. Hentet fra <https://cobuilder.com/nb/innholdstilbud/de-5-vanligste-sporsmalene-om-pdt/>
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving* (6. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Dalux. (u.å.-a). Dalux Bim Viewer. Hentet 3. mars 2020, fra <https://www.dalux.com/no/daluxbimviewer/>
- Dalux. (u.å.-b). Dalux Box. Hentet 3. mars 2020, fra <https://www.dalux.com/no/dalux-box/>
- Dalux. (u.å.-c). Dalux Field. Hentet 3. mars 2020, fra <https://www.dalux.com/no/dalux-field/>
- Dalux. (u.å.-d). DaluxFM. Hentet 3. mars 2020, fra <https://www.dalux.com/no/daluxfm/>
- Dark Arkitekter. (u.å.). Gründerhuset Drammen. Hentet 23. april 2020, fra <https://darkarkitekter.no/projects/gr%C3%BCnderhusetdrammen>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Difi. (2019, oktober 2). Prosjektstyring. Hentet 16. mai 2020, fra <https://www.difi.no/fagomrader-og-tjenester/styring-og-organisering/virksomhetens-prosjektorganisasjon/prosjektstyring>
- Dishaw, M. T., & Strong, D. M. (1999). Extending the technology acceptance model with task-technology fit construct. *Information & Management*, 36(1), 9–21. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(98\)00101-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(98)00101-3)
- Drammen Works. (2019, mars 18). The Creators Community vant to millioner til gründerhus-konsept. Hentet fra <https://drammenworks.no/the-creators-community-vant-to-millioner-til-grunderhus-konsept/>
- Eastman, C. M., Lee, G., Sacks, R., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3. utg.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Egde Consulting. (u.å.). AR og VR. Hentet 13. februar 2020, fra <https://egdeconsulting.no/digital-innsikt/ar-og-vr/>
- Elgohari, T. (2015, november 10). General Comparison between BIM 4D Softwares | LinkedIn. Hentet 8. april 2020, fra <https://www.linkedin.com/pulse/general-comparison-between-bim-4d-software-tamer-mohammed/>

9. Referanseliste

- Fischer, M., & Kunz, J. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions* (Nr. 97). Hentet fra CIFE website: <https://purl.stanford.edu/gg301vb3551>
- Fisher, T. (2019, november 14). What is an IFC file? Hentet 23. mars 2020, fra <https://www.lifewire.com/ifc-file-2621820>
- Frandsen, A. (2016). 5 Steps to Takt Time Planning. Hentet 12. februar 2020, fra <https://leanconstructionblog.com/5-Steps-To-Takt-Time-Planning.html>
- Garyaev, N., & Garyaeva, V. (2019). Big data technology in construction. *E3S Web of Conferences*, 97, 1–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199701032>
- Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-Technology Fit and Individual Performance. *MIS Quarterly*, 19(2), 213–236. <https://doi.org/10.2307/249689>
- Graphisoft. (u.å.). BIM og IFC. Hentet 27. januar 2020, fra Graphisoft website: <https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc/>
- Grindheim, I., Kalsaas, B. T., & Læknes, N. S. (2017). Last Planner—Inspirert planlegging hos Kruse Smith Entreprenør—Lokaliseringsbasert planlegging. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 175–194). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Halleraker, S. (2014). *Fremdriftsplanlegging i bygge- og anleggsproduksjon* (Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Hentet fra https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/233227/755530_FULLTEXT01.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hamdi, O. (2015, april 8). What is WorkFace Planning (WFP)? Hentet 19. mars 2020, fra <https://www.workpackaging.org/single-post/2015/04/08/What-is-WorkFace-Planning-WFP>
- Himanshu. (2015, august 12). The rise, dominance and epic fail—A brief look at Nokia’s history. Hentet 20. mars 2020, fra https://www.gsmarena.com/the_rise_dominance_and_epic_fall__a_brief_look_at_nokias_history-blog-13460.php
- Hofstad, K. (2018). Standardisering. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/standardisering>
- Howell, G. A., & Matthews, O. (2005). Integrated Project Delivery An Example Of Relational Contracting. *Lean Construction Journal*, 2(1), 46–61.
- Hårstad, H. (u.å.). Endringsledelse og prosjektledelse—To disipliner som utfyller hverandre. Hentet 20. mai 2020, fra <https://www.holteacademy.no/endringsledelse-og-prosjektledelse/>
- Inc, M. (2013). *English: Gantt Chart created with MindView*. Hentet fra https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MindView-Gantt_Chart.png
- Johannessen, T. S. (2018, september 21). Byggebransjens nye BIM-dimensjoner skal gi bedre kontroll på tidsbruk, sikkerhet og kostnader. Hentet 27. januar 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/byggebransjens-nye-bim-dimensjoner-skal-gi-bedre-kontroll-pa-tidsbruk-sikkerhet-og-kostnader/446556>
- Johansen, A., Langlo, J. A., Olsson, N., & Rolstadås, A. (2020). *Praktisk prosjektledelse—Fra idé til gevinst* (2. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, B. T. (2017a). Last Planner—Et system for planlegging og styring. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 35–60). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.

9. Referanseliste

- Kalsaas, B. T. (2017b). Systematisk læring i byggeprosjekter. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 275–297). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Kalsaas, B. T., & Ose, A. O. (2017). Avhengigheter og koordinering i byggeplassproduksjon. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 319–334). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Karlsen, J. T. (2017). *Prosjektledelse* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Klethagen, P. (2017). Teori om endring som oversettelse innen bygg og anlegg. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 299–318). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Kvande, L. H. (2017, november 10). Digibygge på Gol: Heldigitalt og papirløst byggeprosjekt. Hentet 2. mars 2020, fra <https://transformationtools.no/articles/17/heldigitalt-byggeprosjekt/>
- Larsen, J. (2004, februar 17). *Leksjon 4: Prosjektplanlegging og oppfølging*. Hentet fra http://www.aitel.hist.no/fag/_prs/leksjoner/leksjon04.pdf
- Microsoft. (2019). Kjøp Project Standard 2019 – Microsoft Store nb-NO. Hentet 12. februar 2020, fra <https://www.microsoft.com/nb-no/p/project-standard-2019/cfq7ttc0k7ch>
- Miller, K. (2017, april 4). What is Microsoft Project? Is it right for your project management? Hentet 19. mai 2020, fra <https://www.workzone.com/blog/microsoft-project-history/>
- Mintzberg, H. (1989). *Mintzberg on Management: Inside Our Strange World of Organizations*. New York: Simon and Schuster.
- MMI - Modell Modernhets Indeks. (u.å.). Hentet fra <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>
- NCC. (u.å.). Droner—Gir enklere planlegging, er tidsbesparende og skaper et tryggere arbeidsmiljø. Hentet 19. februar 2020, fra <https://www.ncc.no/vare-tjenester/kundelofte/digital-bygging/droner/>
- Norconsult. (u.å.). 3D scanning. Hentet 29. januar 2020, fra <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/3d-scanning/>
- Norsk Standard. (2006). NS-EN 45020:2006—Standardisering og beslektede aktiviteter—Generelle termer. I *Standard.no* (4. utg.). Hentet fra <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=245537>
- NTI. (u.å.). *Uten tittel*. Hentet fra <https://www.nti.biz/no/produkter/flere-produkter/synchro/>
- NTNU. (u.å.). VDC-Certificate Program Norge (NTNU - Stanford Center for Professional Development). Hentet 20. mai 2020, fra <https://www.ntnu.no/videre/gen/-/courses/nv18109>
- Project Business Systems AS (Overs.). (2006). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: Norsk oversettelse* (3 utg.). Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute (Red.). (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)* (Fifth edition). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Quach, J. (2018). *Vurdering av 4D som planleggingsverktøy i Veidekke* (Masteroppgave, Norsk teknisk-naturvitenskapelige universitet). Hentet fra https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2563742/18439_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

9. Referanseliste

- RambollGroup. (2018). *Lean Construction*. Hentet fra https://www.youtube.com/watch?v=51v_cboZXTY&t=975s
- Regjeringen. (2017, september 11). Statsbygg viser vei med smarte digitale løsninger. Hentet 19. februar 2020, fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/statsbygg-viser-vei-med-smarte-digitale-losninger/id2570254/>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5. utg.). New York: Free Press.
- Rolstadås, A. (2011). *Praktisk prosjektstyring* (5. utg.). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Rolstadås, A. (2020). Prosjekt. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/prosjekt>
- Seehusen, J. (2014, september 23). Borerobot gir bedre arbeidsforhold. Hentet 19. februar 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/borerobot-gir-bedre-arbeidsforhold/218791>
- Seehusen, J. (2017, september 7). Mobilskanning kutter byggekostnadene med over 100 millioner. Hentet 29. januar 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/mobilskanning-kutter-byggekostnadene-med-over-100-millioner/405382>
- Seppänen, O. (2017). Lokaliseringsbasert planleggings- og styringssystem. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 91–120). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Skinnarland, S. (2017). Det sosiale samspillet på byggeplassen. I B. T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction—Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 257–274). Trondheim: Vigmostad & Bjørke AS.
- Skotvedt, S. (2018). *Integrated Project Delivery—Utfordringer og gevinster ved implementering av IPD i norsk byggebransje* (Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Hentet fra https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2018_ntnu_master_simen_skotvedt_integrated_project_delivery.pdf
- Statistisk Sentralbyrå. (2018). *Produktiviteten*. Hentet fra <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Statsbygg. (2019, desember 6). Slik er Statsbyggs nye BIM-krav. Hentet 23. mai 2020, fra <https://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2019/slik-er-statsbyggs-nye-bim-krav/>
- Synchro Software Ltd. (2020, mars 3). Construction project management software | 4D Construction Scheduling – 4D BIM FOR CONSTRUCTION. Hentet 14. april 2020, fra <https://www.synchroltd.com/>
- Touchplan. (2020). Touchplan. Hentet 13. april 2020, fra <https://www.touchplan.io/>
- Trimble. (u.å.). *Uten tittel*. Hentet fra <https://gc.trimble.com/product/schedule-planner>
- United BIM. (u.å.). What are BIM Dimensions—3D, 4D, 5D, 6D and 7D BIM Explained. Definition & Benefits. Hentet 27. januar 2020, fra United BIM website: <https://www.united-bim.com/what-are-bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained-definition-benefits/>
- Valmøt, O. R. (2019, desember 17). Disse knøttsmå sensorene styrer hverdagen vår i større grad enn vi tror. Slik virker de. Hentet 5. mars 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/de-uunnvaerlige-og-knottsma-sensorene/481238>
- Wæhle, E., Dahlum, S., & Grønmo, S. (2018). Case-studie. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/case-studie>
- Wålberg, J. A. (2015). En enkel oppskrift på en arbeidsnedbrytningsstruktur. Hentet 5. mars 2020, fra <https://www.prosjektbloggen.no/en-enkel-oppskrift-pa-en-arbeidsnedbrytningsstruktur>

9. Referanseliste

Zeiner, H. (2019, mai 19). Kraftig økning i energimåling: Fyller bygg til randen med sensorer. Hentet 20. februar 2020, fra <https://www.tu.no/artikler/kraftig-okning-i-energimaling-fyller-bygg-til-randen-med-sensorer/464446>

10. Vedlegg

Vedlegg A1-A3: Intervjuguider.....	1
Vedlegg A1 - Intervjuguide informant 1.....	1
Vedlegg A2 - Intervjuguide informant 2.....	2
Vedlegg A3 - Intervjuguide informant 3-8	3
Vedlegg B1-B6: Sammendrag fra intervjuer	5
Vedlegg B1 - Sammendrag informant 3.....	5
Vedlegg B2 - Sammendrag informant 4.....	8
Vedlegg B3 - Sammendrag informant 5.....	10
Vedlegg B4 - Sammendrag informant 6.....	13
Vedlegg B5 - Sammendrag informant 7.....	15
Vedlegg B6 - Sammendrag informant 8.....	17
Vedlegg C1-C3: Sammendrag fra samtaler i case-studie	20
Vedlegg C1 - Sammendrag prosjekteringsgruppeleder	20
Vedlegg C2 - Sammendrag prosjekteringsleder.....	22
Vedlegg C3 - Sammendrag VDC-ansvarlig.....	24

Vedlegg A1-A3: Intervjuguider

Vedlegg A1 - Intervjuguide informant 1

Generelle spørsmål

- Hva er din bakgrunn og hvor lenge har du vært i bransjen?
- Hva jobber du med til daglig? Hva er din rolle i prosjektet?

Dagens fremdriftsplanlegging

- Hvordan foregår fremdriftsplanlegging hos dere?
 - o Hvem involveres? Når? Hvorfor?
- Hva er viktig å tenke på når man planlegger fremdrift?
- Hva slags verktøy/metoder blir benyttet?
 - o Hvorfor brukes akkurat disse?
- Hva kan forbedres med måten prosjekter planlegges i dag?
 - o Er det noe du savner, enten verktøy eller andre ting?

4D BIM

- Hva er dine tanker rundt 4D BIM?
 - o Har du brukt det selv?
 - o Tror du det kunne hjulpet med for eksempel rigg og logistikk?
- Hva skal til for å innføre noe nytt som 4D BIM?
 - o Må det stilles krav, eller er det personavhengig?
- Kan 4D BIM erstatte de verktøyene og metodene som brukes i dag?

De større strukturene

- Hvor stor rolle spiller ting som entreprisform og kontrakter for hvordan et prosjekt gjennomføres?
- Hvor stor rolle spiller byggherre, og hva forventes av han?

Massivtre

- Går det raskere å bygge i massivtre, sammenlignet med betong?
- Hva er det som endrer seg når man bygger i massivtre i stedet for betong?
 - o Endrer det hvordan prosjekteringen foregår?
 - o Er det noen spesielle hensyn man må ta under bygging?
- Hvor ligger de største utfordringene når man bygger med massivtre?

Vedlegg A2 - Intervjuguide informant 2

4D-programvare

- Hvordan vil dere definere 4D BIM?
- Hva tenker dere er hensikten med å bruke 4D BIM?
- Hvilke programvarer brukes i Norge i dag?
 - o Hva er fordelene/ulempene med de ulike?
 - o Er det noen som skiller seg ut fra de andre? Hvorfor?

Hvordan fungerer Synchro?

- Hvordan er Synchro i bruk?
 - o Hvordan er brukervennligheten?
 - o Hvordan bruker man det i praksis?
- Hva skiller Synchro fra andre planleggingsverktøy?
- Hvilke fordeler/ulempes har Synchro?

Bruk i norsk byggebransje

- Hvordan ligger den norske byggebransjen an i dag, med tanke på implementering og bruk av 4D?
 - o I hvilken grad brukes det på prosjekter?
 - o Hvilke fordeler/utfordringer ser bransjen?

Hindringer for å dra full nytte av 4D BIM

- Hva hindrer bransjen i å dra full nytte av 4D BIM?
- Er det programvaren som er problemet, eller er det de som bruker den?
- Hvem er det som bør ha ansvar for å jobbe i Synchro?

Vedlegg A3 - Intervjuguide informant 3-8

Generelle spørsmål

- Hva er din bakgrunn og hvor lenge har du vært i bransjen?
- Hva jobber du med til daglig? Hva er din rolle i prosjekter?

Fremdriftsplanlegging

- Hvordan foregår fremdriftsplanlegging?
 - o Hvem har ansvar for fremdriftsplanleggingen?
 - o Hvem involveres? Når? Hvorfor?
 - o Hvor involvert er byggherre i fremdriftsplanlegging?
- Hva er viktig å tenke på når man planlegger fremdrift?
- Hva slags verktøy/metoder blir benyttet?
 - o Hvorfor brukes akkurat disse?
 - o Hvordan brukes de?
- Hvordan sørger man for at fremdriftsplanen blir fulgt?
 - o Har man noen måte å måle det på?
 - o Hvor ofte kontrollerer man det?
 - o Hvem har ansvar for å følge opp?
- Hva kan forbedres med måten prosjekter planlegges i dag?
 - o Er det noe du savner, enten verktøy eller andre ting?

4D BIM

- Hva legger du i begrepet 4D BIM?
- Hva tenker du er hensikten med å bruke 4D BIM?
- Hvordan bruker dere 4D BIM hos dere?
 - o Hva bruker dere 4D BIM til?
 - Hvilke deler av prosjektet, hvilket detaljnivå, hvilke fagområder?
 - o Hva slags utbytte har dere fått av det?
 - o Bruker dere 4D BIM til å planlegge og optimalisere planene fra start eller til å sjekke og visualisere allerede lagde planer?
 - o arbeidsfordelingen mellom BIM-tekniker og de som planlegger fremdrift?
- Hva kreves for å innføre 4D BIM?
 - o Hvem tar initiativ til å innføre det?

- Hvor flinke er de til å formidle det videre: Blir det kunngjort ovenfor alle i prosjektorganisasjonen at 4D BIM skal brukes, hva det innebærer, og hvilken nytte det kan føre med seg?
- Er det en fordel om det er kontraktsfestet?
- Hvordan spiller entreprisform inn?
- Har byggherrens involvering noe å si?
- Har du tro på 4D BIM i fremtiden?
 - Hva tror du skal til for å få folk til å satse på det?
 - Hva tenker du om å satse på 4D BIM? Er det verdt det?

Synchro

- Hvordan fungerer programvaren Synchro?
 - Hvordan er brukergrensesnittet? Er programvaren brukervennlig?
 - Hvilke fordeler og utfordringer opplever du med Synchro?
 - Opplever du at Synchro dekker hele behovet i fremdriftsplanlegging?
- Hvem sitter med ansvaret for 4D BIM og hvem andre involveres i arbeidet?
 - Hvem har ansvar for oppfølging?
- Stiller Synchro andre krav til prosjekteringa og 3D-modellen? På hvilken måte?
- Kan Synchro erstatte tradisjonelle planleggingsverktøy?

De større strukturene

- Hvordan innfører man endringer generelt?
 - Hva slags strategi bør man gå for?
 - Hvem bør innføre endringen?
- Hvor ligger utfordringen i å innføre noe nytt?
- Spiller formaliteter som hvordan bedriften er organisert eller kontrakter en stor rolle for om en ny programvare skal bli innført?
 - Har entreprisformen noe å si?

4D BIM sin fremtid

- Hvordan ser du for deg at 4D BIM brukes i fremtiden? Har det noen fremtid?
- Hva kreves av programvaren for at den skal bli?
 - Hva kreves av bransjen?

Vedlegg B1-B6: Sammendrag fra intervjuer

Vedlegg B1 - Sammendrag informant 3

Dato: 17. mars 2020

Bakgrunn

Informant 3 har vært en del av byggebransjen siden 80-tallet, og har opparbeidet seg lang erfaring i mange ulike roller i løpet av denne tiden. De siste årene har han jobbet som rådgiver i det offentlige, og opptrer som prosjektleder på vegne av byggherre.

Digitalisering

Informanten driver ikke med BIM selv, og sier at han heller får tegninger han forholder seg til, noe som fungerer godt nok i hans hverdag. Videre forteller han at selv om BIM ikke er nødvendig for alle i prosjektgruppa, er det et veldig nødvendig verktøy for prosjektlederen og prosjektgruppelederen på entreprenørsiden som sammen skal koordinere prosjekteringen og produksjonen, og samtidig sørge for at alle gjør jobben sin. BIM spiller også en viktig rolle med tanke på det visuelle. Siden informanten jobber med offentlige prosjekter, legges det stor vekt på at sluttbrukerne blir involvert slik at produktet oppfyller deres behov. Han har erfart at dersom man kommer med 2D-tegninger skjønner de ikke hva de ser, men med 3D og 4D vil de det.

4D BIM

Han har ingen erfaring med 4D BIM selv, men resonnerer seg frem til at det må være 3D med noe ekstra. Informanten har vært med på prosjekter der laserscanning har blitt benyttet, og tenker at det kan være en fordel for å jobbe med 4D BIM. Han har også tro på at det å kunne visualisere fremdriften kan være svært nyttig, og hvis det i tillegg kan bidra til å tidsplanlegge med større sikkerhet er det veldig positivt.

Prosjektstyring/Fremdriftsplanlegging

Informanten forteller at det viktigste i et prosjekt er fremdrift, og hvis man gjør en god jobb med tidsplanleggingen vil man kunne forutse hvor lang tid det tar å ferdigstille ulike arbeider, noe som er kjempeviktig. Derfor bør man involvere de ulike fagene tidlig i prosessen, som ARK, RIB, RIV, RIE og RIBr.

I hvilken grad byggherre engasjerer seg i planleggingen varierer veldig, men informanten forteller at han selv er med på det meste. Siden han har fått bestillingen og skal levere produktet, sørger han for å være med på brukermøter, fremdriftsmøter osv. Det er entreprenøren som har ansvar for å utarbeide fremdriftsplanen, men informanten kommer også med innspill slik at de samarbeider om den. Samtidig er informanten også positiv til idéen om at én person har det totale ansvaret for fremdriftsplanleggingen, men det forutsetter at denne personen har erfaring, evner å kommunisere godt med andre og er tydelig - at han er en samspiller.

For å lage en fremdriftsplan som verken er ferdig før eller etter tiden, men til "rett tid", må planen være realistisk først og fremst. Med god planlegging kan man klare det, men som regel dukker det opp ulike årsaker som gjør at ting ikke går etter planen. Ofte er det menneskelig svikt, som at leveringstider ikke er tatt høyde for slik at ting blir forsinket, men det kan også være andre

uforutsette ting som grunnforhold og vær. Som regel bygger man opp en buffer ved å gjøre ting raskere slik at man bedre kan håndtere slike situasjoner uten at det får for store konsekvenser for fremdriften.

Entreprenørene er generelt positive til at byggherre involverer seg i stor grad, men er tydelige på at de trenger raske og klare tilbakemeldinger for å overholde fremdriften. Byggherre trenger heller ikke å mene noe om alt, men stole på at entreprenøren kan faget sitt og tar riktige beslutninger.

Endringer

Folk kan generelt mye, og ser ofte ikke noen grunn til å endre seg fordi en alltid har gjort ting på en bestemt måte. Hvis man ønsker å endre noe i måten en bedrift er organisert på, for eksempel, er det beste tipset å engasjere en god selger. Ellers er det viktig å ha en god relasjon til personene du introduserer endringen for, og unngår at de føler at endringen blir tvunget på dem. Hvis man ønsker å innføre noe nytt, som digitale verktøy, bør det være med fra start. Det kan la seg gjøre å kreve i etterkant, men da vil som regel entreprenøren ha tillegg. Det meste må ses i et kost-nytte-perspektiv, så hvis man kan innføre det tidlig for å spare inn til slutt gjør man det. Hvis ikke må man selge det inn og trekke frem hva alle vinner på å ta det i bruk, men ofte skjer dette for sent til at det får gjennomslag.

Formaliteter

Når kontrakter utarbeides ønsker man ideelt sett å få med alt, men i realiteten gjør man aldri det siden man ikke klarer å forutse alt som kan dukke opp senere i prosessen. Man skal innhente priser og tilbud, og tiden strekker ikke til. Som en sikkerhet er det viktig å sette av en bolk til uforutsette ting siden det er mange faktorer man ikke klarer å ta høyde for såpass tidlig. Om man fra byggherres side har et ønske om å bruke visse digitale programvarer på prosjektet bør disse inngå i prisforespørselen din. Det nytter ikke å komme i ettertid å forlange for eksempel 4D-programvarer, da blir det pristillegg.

Entrepriseformer

Informanten foretrekker selv entrepriseformer der byggherre har mye kontroll, hovedsakelig fordi byggherre har høye krav til kvaliteten. Det er viktig at bygget oppfyller de funksjonskravene som er satt, og at driften videre er enkel. Han har opplevd å måtte skifte ut ulike ting etter bare 10 år, og det er ikke godt nok. Byggene de bestiller finansieres av skattepengene til det norske folk, og det er informanten veldig bevisst på. "Vi skal kunne stå for det i etterkant. Vi må være bevisste på hvordan vi bruker pengene".

Personlig har informanten veldig tro på samspillsentrepriser som baserer seg mye på åpenhet og ærlighet. Tillit går på person, og ikke firma, og om man velger å kjøre samspill forutsetter det at man stoler på de som sitter på andre siden av bordet, og at man samarbeider godt med disse i opptil flere år. Det har vært tilfeller der samspill ikke har fungert, og i de tilfellene har vi måttet endre entrepriseform, ofte til totalentreprise. Ulempen med totalentrepriser er at det blir mye tillegg hvis det dukker opp uforutsette situasjoner og endringer.

Engasjement fra byggherre

Det er positivt at prosjektlederen er ansatt hos byggherre i motsetning til at de er innleid som de ofte er. De tenker gjerne på driften videre etter at bygget står klart, og vet hvilke valg som er viktige for å få god kvalitet. Byggherre skal jo samarbeide med drift videre, så det er viktig å involvere det

Vedlegg B1 – Sammendrag informant 3

tekniske personellet og renholdsarbeiderne slik at de kan være med hele veien og forklare hva bygget faktisk trenger. Det er naturligvis ikke alltid mulig å involvere de som skal drifte et bygg fra start, men ofte i det offentlige er driftspersonell ansatt på virksomheten (altså prosjektet det jobbes på), noe som bør gjøre tidlig involvering enklere.

Vedlegg B2 - Sammendrag informant 4

Dato: 1. april 2020

Bakgrunn

Informanten har fagbrev som tømrer, bachelor i konstruksjon og jobber nå som VDC-utvikler. Han har ansvar for digitaliseringsstrategien i bedriften og er opptatt av å digitalisere for å effektivisere kjerneprosessene, ikke bare for innovasjonens skyld. Han har vært prosjektleder for fremdriftsstyring og prosjektgjennomføring, men har ikke ansvar for selve prosjektet. Oppgavene hans går ut på å undersøke hva slags problemer som oppstår i prosjekter og komme med mulige løsninger for disse.

4D BIM generelt

Vi startet intervjuet med å spørre informanten hva han legger i begrepet 4D BIM. Der hadde han et ganske konkret svar, BIM koblet til tid. Han mener også at selve visualisering av fremdriftsplanen bare er en liten del av 4D BIM, og at veldig mange bare ser visualiseringen uten å vite hva de skal bruke den til. Dette kaller han «Hollywood BIM». Ofte har vi veldig mye informasjon som må filtreres for å kunne brukes, og han mener at 4D BIM handler mye om å bruke tidsdimensjonen for å filtrere og finne denne informasjonen i planen. Videre sier han at målet/hensikten med å bruke 4D BIM må være å skape mer forutsigbarhet i prosjektgjennomføringen, å lage gode planer, i tillegg til å lære av tidligere prosjekter for å kartlegge hva de er gode på og hva de ikke er gode på. Vi snakket også litt om hvordan de bruker 4D BIM i organisasjonen hans, og fikk vite at det ofte er en person med datakunnskap som jobber i programvaren, mens det er en person med planleggingsbakgrunn som lager planen.

Synchro

Videre snakket vi om programvare og fikk vite at de hovedsakelig bruker Synchro, som har blitt en integrert programvare i prosjektene deres. Han kom fort inn på systemet de har utviklet selv som de bruker sammen med Synchro. Dette systemet er bedre på oppfølging av planene og er mye enklere å bruke. Informanten mener at Synchro har altfor komplisert brukergrensesnitt med tanke på at det skal brukes til fase-, utviklings- og ukesplanlegging. Noe som ofte fører til at man gjør forenklinger. Da er det igjen begrenset hva man kan få ut av det. Han påpeker at Synchro er laget av folk som tenker for akademisk, og at brukervennligheten derfor i praksis ikke blir tatt hensyn til. Han mener også at tankesettet i Synchro er feil og at utgangspunktet deres er i feil ende. Synchro baserer seg på at en person har ansvar for planleggingen og at alle andre skal rapportere til den personen. Denne personen kalte han en superplanlegger. Informanten sier:

Synchro sitt tankesett starter i feil ende. Den tar utgangspunkt i at det er en superbruker som planlegger all fremdrift, og så må alle de andre bare følge den planen. Derfor har vi laget vårt eget program hvor de utførende kan detaljplanlegge sin egen hverdag, slik at de er med å berike planen selv.

Dette spiller heller ikke helt på lag med Lean og passer ikke den norske måten å jobbe på. Han mener isteden at man må ta de utførende med i planleggingen slik at de er med på å planlegge sin egen hverdag. Dette er noe av det de vil oppnå med systemet de utviklet selv, i tillegg til bedre oppfølging isteden for rapportering. Informanten viste oss hvordan dette systemet fungerer, og vi var alle

enige om at det var brukervennlig og enkelt å forstå. Man kan enkelt følge opp og endre sine egne arbeidsoppgaver, i tillegg til at det har gode filtreringsmuligheter. Informanten sier at Synchro jobber med å løse disse problemene, men at han opplever at deres «workarounds» bare gjør programvaren ytterligere komplisert. Informanten er generelt negativ til at Synchro bruker ressurser på problemer som ikke trenger å løses. De har for eksempel brukt store ressurser på hololens, når det heller er andre problemer de burde løse først. Han ser det mer hensiktsmessig å fokusere på å optimalisere kjerneprosessene før de satser på andre ting. Det er i hvert fall slik de gjør det i informantens bedrift.

Innføring

Når det gjelder innføring av 4D BIM er han opptatt av at de som er med å planlegge også er de som skal utføre arbeidet. Han sier også at det er viktig at programvaren fungerer til det den skal brukes til, noe han mener at Synchro ikke er god nok på. Det spiller ingen rolle hvor godt verktøyet er å planlegge i (teoretisk) hvis det ikke kan følges opp og brukes. Samtidig må denne programvaren være enkel å bruke. I tillegg er det viktig at planen blir kommunisert med alle, istedenfor at en person sitter med fullt eierskap til den. Det blir også nevnt at 4D BIM er veldig ressurskrevende, mest med tanke på datakunnskapene som kreves for å kunne bruke Synchro.

4D BIM i fremtiden

Når vi snakker om fremtidens BIM-modell tror han at 4D BIM kommer til å være en del av det, men at visualiseringen ikke kommer til å være like viktig. Han tror ikke at Synchro er fremtiden, men at det kommer en programvare som løser de problemene de har sett. Han mener at det i fremtiden må bli enklere for håndverkerne å finne frem til den aktuelle arbeidspakken i fremdriftsplanen og se all nødvendig informasjon uten å måtte navigere seg gjennom mappestrukturer. Det bør automatisk komme frem ferdig filtrerte modeller slik at bare det som er relevant er med i visningen, så kan man heller manuelt fjerne filter dersom en vil se andre ting. Han sier også at han innser at de har et fortrinn med tanke på det egenutviklede systemet de har i tillegg til Synchro.

Vedlegg B3 - Sammendrag informant 5

Dato: 1. april 2020

Bakgrunn

Informanten er utdannet tømrer, gått BIM-tekniker skole og teknisk fagskole. Han har jobbet i samme bedrift siden 2016, og jobber til daglig med kalkyler og regner på anbud. Før dette var han BIM-tekniker og assisterte anleggsleder på et prosjekt hvor han styrte fremdriftsplan og fulgte opp underentreprenører. Dette prosjektet brukte Synchro som planleggingsverktøy. Informanten lærte om Synchro i undervisningssammenheng og tok initiativ til å bruke det i dette prosjektet. Avgjørelsen om å bruke Synchro ble tatt kort tid før bygging startet.

4D BIM

Vi starta med å spørre informanten hva han la i begrepet 4D BIM. Det spørsmålet hadde han allerede tenkt litt på, men han var litt usikker. Han mente det burde være en forenklet måte å gjøre planene mer forståelige for flere folk, men at det ikke levde helt opp til det. Dette mente han skyldes av bransjen ikke er klar. Han sammenligner Synchro med MS Project, og mener at Synchro leverer minst like godt som MS Project, men at det er vanskelig å få gjennomslag for nye programvarer. Han sier videre at skulle han starta et nytt prosjekt nå, så ville han ha valgt å bruke MS Project. Dette skyldes at han opplever at nye ting som innføres ofte brukes som unnskyldning for mye av det som går galt.

Informanten forteller videre at grunnen til at de valgte å satse på Synchro som planleggingsverktøy i dette prosjektet var at de ville prøve ut noe nytt, og forsøke å gjøre noe som er fremtidsretta. Fra de offentlige byggherrene spesielt kommer det krav om utvikling og digitalisering, og han ser for seg at 4D BIM blir en del av de kravene framover. For at entreprenørene skal kunne konkurrere om jobber må de henge med på den utviklingen. Utover dette hadde de ikke noe klar formening om hva de ønsket å få ut av 4D BIM. De hadde ikke noe direkte mål om hva det skulle gjøre for dem, men ønsket å teste hva det kunne bidra med.

Synchro var nytt for alle de involverte, men planen var at anleggsleder skulle lære informanten om planlegging, mot at anleggsleder fikk lære programvaren, og så skulle de styre framdriftsplanen sammen. Anleggsleder ble ikke med på prosjektet allikevel, og informanten endte med å ha ansvar for både planlegging og programvare alene. Dette mener han viste seg å være en fordel, fordi han mener at det beste er hvis samme person sitter med planlegging og har ansvaret for 4D modellen, heller enn at en planlegger og en visualiserer. Det er i alle fall viktig at disse to samarbeider tett.

Synchro

Informanten opplevde Synchro som brukervennlig. Han forteller videre at en ulempe kan være at programmet kun finnes på engelsk. Han påpeker at utfordringen ikke ligger i at det er engelsk i seg selv, men at flere i prosjektgruppa ikke er stødig nok i engelsk til å bruke programvaren godt. Han mener brukervennligheten generelt var bra, og at de som hadde problemer med programmet er de som har problemer med programmer generelt. Det handler om å være interessert nok til å sette seg inn i det.

Vi ber informanten sammenligne Synchro med MS Project, og han sier at en fordel med MS Project er at der opplever han større filtreringsmuligheter i Gantt-planen. Han opplever at det i Synchro er

for mye informasjon på en gang, og han etterlyser noen enklere «views» som er mer tilpasset de operasjonene han utfører. Han påpeker at han ikke har jobbet med den nyeste versjonen, og vet ikke om det har skjedd noen forbedringer. Når det kommer til ressursplanlegging ser han at Synchro taper for MS Project. Vi spør hvilken programvare han hadde foretrukket å jobbe med hvis han fikk velge fritt. Han velger Synchro, og vi får inntrykk av at dette er basert på at han likestiller Gantt-delen i Synchro med MS Project, men får visualiseringen som en bonus i tillegg. Han påpeker at det er den programvaren han har mest erfaring med, og at han ser at det som regel er den viktigste faktoren for hva folk velger å bruke. Han mener folk velger det de er trygge på, og fleiper med at det fortsatt noen som mener at tussj og ark er det aller mest effektive planleggingsverktøyet.

Informanten sier at alle som er knyttet til framdriftsplanlegging burde kunne Synchro, men det holder at de bruker Scheduler eller Viewer, fordi det viktigste for folk fortsatt er Gantt-diagrammet og visualiseringen sees på som en bonus.

Innføring

I dette prosjektet var det han, som BIM-tekniker, som kom med ideen om å bruke Synchro. Han påpeker at et viktig poeng er at hans firma allerede hadde lisens, og at distriktssjefen er positiv til å utforske nye digitale hjelpemidler. Informanten mener at det ofte er entreprenørene selv om kommer med ny programvare om de ser at de vinner på det, men hvis ingen forventer det av dem skal nytteverdien være stor for at de tar på seg ekstra arbeid og investeringskostnader. Basert på dette ser han at det er en stor fordel at de som stiller krav til leveranse bidrar med å drive utviklingen ved nettopp å stille krav. Samtidig er det viktig at byggherren er engasjert nok til å kreve ting som faktisk er nyttig og som har en klar definisjon og mening. Han ser at særlig offentlige byggherrer har gode muligheter til å innføre krav, fordi de ofte har store, prestisjefylte prosjekter man vil vinne. Selv om en endring er innført fordi man må, er man da over kneika, og det er lettere å bruke det i andre prosjekter videre selv om det ikke er krav der.

Informanten forteller at da han innførte Synchro hadde han en liten presentasjon for de som var involvert, og la til rette for en myk overgang. Folk var positive, men da de vanlige problemene dukket opp virket det lettere å skylde på programvaren ettersom den var ny. Vi spør hvordan han tenker man bør gå fram for å få folk interessert og involvert, og han svarer at man må definere et klart mål og være klar for å ofre litt i starten. I tillegg hjelper det med krav ovenfra.

Erfaringer

Noe de erfarte tidlig i prosjektet var at Synchro var veldig nyttig i tidligfase. Når de jobbet med grunn og fundamenter, og det var mange ulike folk og oppgaver på plassen, gjorde visualiseringsbiten at kommunikasjonen gikk lettere. Dette gjelder også fordi Synchro er mest effektivt før det blir for detaljert.

Han sier at de i dag jobber ganske likt som ved 4D visualisering, ved at de på fremdriftsmøter bruker Gantt-diagram sammen med en 3D BIM-modell. Fordelen med 4D BIM er at det tydeliggjør fremdriften i 3D fordi man kan dra tidsaksen på modellen dit man ønsker og da stemmer modellen mer overens med det de diskuterer. I tillegg ser han nytten av å planlegge riggplanen i 4D av samme grunn. De hadde et komplisert byggeprosjekt med tanke på logistikk på plass, og han mener en av grunnene til at det ble vellykket er at riggplanen ble laget med en tredimensjonal visualisering. Han sier også at selv om man har tro på en programvare og bruker det, betyr det ikke nødvendigvis at man bruker kun den.

Hvis man skal få en 4D modell til å fungere er man også avhengig av riktig leveranse fra alle involverte underentreprenører. En tydelig forskjell fra vanlig BIM til 4D BIM er at man for eksempel at en 100m lang betongvegg nå må deles opp i støpetapper. Han ser at det meste bør være mulig å få til, fordi bare de siste åra har det skjedd en enorm endring og utvikling i hva de får fra sine underentreprenører når det kommer til modeller.

4D BIMs fremtid

Informanten mener alt i alt at han har tro på at 4D BIM blir med oss fremover. Han mener at utfordringene i bransjen i dag først og fremst ligger i prosjektering og planlegging uavhengig av programvare, men at de litt større 3D programmene gjør endringer tyngre. Dette skyldes at en endring i 3D- (eller 4D-) modellen er mer omfattende.

Han mener at han kan virke litt negativ til Synchro, men at han heller ser på seg selv som realistisk. Han er positiv til 4D BIM, men ser at det er kost-nytte som gjelder. Han har tro på 4D BIM, men ser at det er rom for forbedringer. Dette gjelder for programvaren vi bruker, men kanskje først og fremst på måten vi jobber på både på individnivå og som bransje.

«Hvis en byggeprosess hadde fungert optimalt (...), så tror jeg Synchro eller 4D BIM hadde vært helt genialt.

Vedlegg B4 - Sammendrag informant 6

Dato: 2. april 2020

Bakgrunn

I intervjuet var det tre informanter tilstede; hovedprosjektleder, prosjektleder og byggeleder. Alle representerte byggherre i et stort byggeprosjekt på Vestlandet. Fordi dette prosjektet har delt entrepriser, ligger koordineringen av fremdrift hos byggherre og de blir videre svært sentrale i arbeidet med 4D BIM. Hovedprosjektlederen har bakgrunn fra elektro, men har jobbet som prosjektleder hos byggherre i mange år. Prosjektlederen jobber med Lean og VDC og har ansvar for å følge opp hovedfremdrift. Byggelederen har jobbet som byggeleder i mange år. Det omtalte prosjektet er nå noen år inn i utførelsesfasen, som totalt strekker seg over fem år.

Vi startet intervjuet med å spørre hva informantene legger i begrepet 4D BIM. Alle tre var enige om at 4D BIM er å knytte objekter i BIM-modellen mot fremdrift, for på denne måten å visualisere fremdrift. De pekte tidlig på visualisering som det sentrale innenfor 4D BIM. Informantene tenker at målet med bruk av 4D BIM er å avdekke utfordringer før bygging og finne de rette datoene for milepæler. Det er også forventet at 4D BIM vil gi bedre rigg og logistikk.

Bruk av 4D BIM i prosjektet

I dette prosjektet var det et sterkt ønske fra byggherre om å bruke 4D BIM gjennom hele prosjektet. Allerede i anbudsfasen ble det satt krav om 4D BIM og entreprenørene ble bedt om å levere en 4D simulering av tenkt gjennomført fremdrift. Synchron ble valgt som 4D-programvare, og det var opprinnelig tenkt brukt til all fremdriftsplanlegging, noe de senere har gått litt bort fra. Byggherre gikk tidlig til innkjøp av lisenser til Synchron og påla alle entreprenørene å planlegge sin fremdrift der. De kjøpte også en skyløsning, slik at det skulle fungere for alle å jobbe inn mot samme Synchron-modell. Alle entreprenørene planlegger sin egen fremdrift, men koordineringen ligger hos byggherre, som dermed også blir sentrale i arbeidet med Synchron. Både prosjektleder og byggeleder har selv en del erfaring med Synchron.

Prosjektet har én entreprenør som tar seg av både grunnarbeider, bygging av råbygg, tett hus og utomhusarbeider, og planlegger sin egen fremdrift i Synchron. Hos denne entreprenøren sitter en BIM-tekniker med ansvaret for Synchron, men denne samarbeider selvsagt tett med fremdriftsordinator. De mener det i utgangspunktet er en fremdriftsordinator sin jobb å ta seg av Synchron, men sier samtidig at på grunn av det høye brukergrensesnittet i Synchron er man også avhengig av inngående tekniske ferdigheter. De påpeker at man ikke nødvendigvis trenger veldig inngående kunnskap om planlegging for å jobbe i Synchron, så lenge en jobber tett med de som har med fremdrift å gjøre og har en grei forståelse av logisk rekkefølge. De forteller også at selv om den som planlegger fremdrift ikke som regel er den som knytter fremdrift og objekter i Synchron, lager den fremdriftsplanene i Synchron Scheduler og planlegger selvsagt ut fra modellen. Informantene så det likevel ikke som problematisk å starte i MS Project for deretter å importere til Synchron.

Som nevnt var planen i utgangspunktet å bruke Synchron til all fremdriftsplanlegging. Entreprenøren i prosjektet begynte å detaljere Synchron-modellen helt ned på dagsnivå, men oppdaget etter hvert at det ble for tungt å vedlikeholde sammenlignet med nytteverdien det hadde, og gikk videre over til å planlegge mer på ukensnivå. Informantene forteller at de stort sett har ligget tre måneder i forkant

med de noe mer detaljerte planene i Synchro. De har benyttet Synchro til rigg, logistikk og alt fra grunnarbeider og frem til tett bygg. Innvendige arbeider var opprinnelig tenkt inkludert i Synchro, men informantene forteller at de fort oppdaget at det hadde lite nytteverdi når de innførte Lean Construction prinsippet taktplanlegging. Nå lager de taktplaner i Excel, og bruker Touch plan til det de kaller 3-ukersplaner og dersom det skjer endringer i taktplanen. Informantene understreker at input, som for eksempel datoer, til disse planene hentes fra Synchro. Ved spørsmål om endringer i disse planene tas med inn i Synchro igjen svarer de at det opprinnelig ble gjort, men at de nå har sluttet med det fordi de ser for lite nytteverdi av det. Informantene mener at de får dekt sine behov til innredningsarbeider med taktplaner, og derfor ikke har sett noe behov for å knytte enkeltobjekter i de innvendige arbeidene til tidsinformasjon i Synchro. Taktplanene visualiseres dog i Synchro ved å vise hvilke disipliner som starter i en sone på gitt tidspunkt. De forteller at å legge dette inn i Synchro har hjulpet med å kunne kommunisere ut til alle prosjektdeltakere hvordan taktplanen fungerer.

Utbytte og utfordringer

Informantene mener de har fått mye bedre oversikt over rigg og logistikk ved å bruke Synchro og opplever at de har mer kontroll på fremdriften. De forteller at Synchro i tidligfase hjalp dem å finne de rette datoene for de store milepælene som for eksempel tett bygg og oppstart med innvendige arbeider. Kranplassering og kjøring inn og ut av byggeplass har blitt planlagt i Synchro og de har opplevd en god kontroll på dette. Visualiseringen har tydeliggjort hvilke områder kranen jobber i og gjort det lettere å planlegge sikkert. De påpeker også gjentatte ganger hvilken effekt selve visualiseringen har. Det å kunne vise en film av fremdriften fremfor et enormt gantt-diagram muliggjør en mye bedre kommunikasjon mellom alle prosjektets deltakere, men også til alle interessenter i prosjektet som på en eller annen måte påvirkes av byggingen. Det gir en felles forståelse av hvordan prosjektet skal løses.

Av utfordringer med å bruke programvaren står det høye brukergrensesnittet sentralt. Det krever ny kompetanse, og man er avhengig av å vedlikeholde ferdighetene sine ved å bruke mye tid i programvaren, og dette er tid man ikke alltid har til rådighet i hektiske prosjekter. Informantene påpeker imidlertid at det har vært en styrke at prosjektet har vært såpass stort, slik at man har satt av egne folk til 4D BIM. De nevner også hvor viktig det er at 3D-modellen spiller på lag med 4D-planlegging, men at dette er utfordrende da prosjektering og modellering ble påbegynt lenge før 4D BIM var inne i bildet. For eksempel vil et dekke i mange støpeetapper typisk kun representeres som ett objekt i 3D-modellen. Det finnes funksjoner for å splitte opp objekter i Synchro, men informantene har tidligere opplevd problematikk med å miste andre objekter når de splitter opp objekter. 4D-planlegging stiller også et høyt krav til 3D-modellen, med tanke på at den skal inneholde alt man skal fremdriftsplanlegge. I praksis legges ikke alt inn i modellen, sånn som rør-i-rør og kabling til elektro, og da blir det utfordrende å skulle planlegge elektro sin fremdrift riktig. Alt i alt opplever informantene at de benytter Synchro til et hensiktsmessig nivå, og at det per dags dato ikke fungerer godt nok for detaljplanlegging og innredningsarbeider til å ta det i bruk til dette.

4D BIM i fremtiden

Informantene er alle enige i at 4D BIM er fremtiden, men ikke Synchro. Programvaren oppleves for komplisert, særlig til de detaljerte planene, og sier at vi trenger en programvare som er enklere i bruk. Videre sier de at vi gjennom årene har fått mye bedre 3D-modeller overlevert, og med en stadig utvikling på dette området, som for eksempel enklere modellering av elektro sine kabler, vil 4D fungere enda bedre.

Vedlegg B5 - Sammendrag informant 7

Dato: 15. april 2020

Bakgrunn

Informanten har ingen formell utdanning og kom inn i byggebransjen litt tilfeldig gjennom et tømmerkurs som 18-19-åring. Til høsten har han vært i bransjen i litt over 40 år. Nå jobber han som anleggsleder, men har også vært driftsleder, formann og forskalingsnekker.

Prosjektering og planlegging

Informanten er ikke involvert i prosjekteringen som skjer på kontoret, men når ting blir feil og de må drive med brannslukningsprosjektering på byggeplass så er han med. Når vi snakker om Lean Construction og hvilke metoder bedriften hans bruker for prosjektering/planlegging er han ikke helt sikker på om det er Lean bedriften hans driver med, men han sier at det var mye fokus på det for 20 år siden. Nå er det mye erfaringsbasert, men det er mulig at det stemmer overens med metodikken likevel. Da de begynte med Lean for 20 år siden var ikke det en ukjent tankegang for han, men han følte at deres tankegang ble satt mer i system ved hjelp av Lean. Når det gjelder selve fremdriftsplanleggingen er han med på den detaljerte planleggingen som skjer på byggeplass. Han synes det er viktig at de ulike faggruppene er med å lage fremdriftsplanen og at de blir involvert tidlig, men synes ikke det er en dum idé at én person har det overordnede ansvaret for planen og oppfølging av denne. Hvor synlig denne personen er på byggeplass ser han ikke på som veldig vesentlig, det er viktigere at formenn og anleggsledere er synlige. For oppfølging av fremdrift har de ukentlige fremdriftsmøter med baser og formenn, men ofte er det vanskelig å få innrapportering fra de tekniske, noe som kan føre til store forsinkelser. De prøver å ta med de riktige folkene når planleggingsavgjørelser blir tatt, men det er jo ikke sikkert at de velger riktige folk. Det er veldig personavhengig og har ikke nødvendigvis bare noe med stillingen deres å gjøre.

Digitalisering på byggeplass

Informanten er godt kjent med bruk av 3D-modeller som skal være oppdaterte før de begynner byggingen, men de har fortsatt papirtegninger på byggeplass. De har prøvd å bruke BIM-kiosk, men den ble brukt mest av de spesielt interesserte. Han tror at interessen hos fagarbeiderne for denne digitaliseringen ikke er stor nok og at det er noe av grunnen til at det ikke funket. Han la også merke til at det er forskjell på de ulike faggruppene. Hos dem var for eksempel elektrikerne mye flinkere til å bruke BIM-kiosken aktivt enn tømmerne var. Han tror dette kan ha noe med at snittalderen hos elektrikerne er lavere enn hos tømmerne. Han har absolutt tro på at det kan funke i fremtiden, men det må tvinges gjennom for at det skal funke. Det vil også være en god idé å starte med baser og formenn, og deretter fortsette med opplæring for resten. Man må få folk engasjert og BIM-kioskene må være tilgjengelige. Han tror det generelt er god vilje til å bruke det, men at det kanskje er litt for mange av de trauste som har roller som de yngre heller burde hatt. Han sier også at det ikke alltid er praktisk med en iPad eller en BIM-kiosk når en holder på med råbygget i all slags vær, og at det derfor kunne vært lurt å bruke det kun til deler av prosjektet. Likevel ser han veldig nytten av den gode visualiseringen en 3D-modell gir i forhold til 2D-tegninger, og han tror at dersom de nyutdanna lærer 3D vil det være enklere å få det til å funke på byggeplass.

4D BIM

Informanten er kjent med og har vært borti 4D BIM, men i det prosjektet de skulle bruke det endte de opp med en 3D-modell og en vanlig fremdriftsplan ved siden av. Han tror at grunnen til dette kan være at det ble for krevende å holde Synchro oppdatert underveis. Han ser likevel nytten av å bruke 4D BIM fordi det blir mye lettere å se for seg prosessen. Det er enkelt å forstå uansett om du kan norsk eller ikke. «Hvis du ikke skjønner den, så skjønner du ingenting». Han mener at alle skal kunne forstå 4D BIM, men at det ikke er meningen at alle skal kunne lære å bruke det aktivt. For de som driver med planlegging må det kunne være mulig å tvinge det på dem og ha god opplæring. Uten god opplæring og interesse blir det vanskelig å innføre.

I det prosjektet hvor de prøvde 4D BIM hadde de én person som jobbet i Synchro, mens de andre (inkludert han selv) bare brukte animasjonen. Han er ikke sikker på hvem som innførte det i det prosjektet, det kan ha vært fylkeskommunen eller det kan ha vært noen internt i bedriften. Når det var bestemt at de skulle bruke Synchro var det ikke noe tema for dem å bruke noe annet, så han trengte heller ikke noe mer forklaring på hvorfor de skulle bruke det.

Det han ser på som et problem med bruk av 4D BIM er at byggherre hele tiden kommer med nye innspill underveis og da skjer det masse endringer. Dette gjelder både engasjerte og mindre engasjerte byggherrer. De profesjonelle vet ofte hva de vil ha, men bruker lang tid likevel. De mindre profesjonelle vet ikke alltid hva de vil ha, og bruker derfor mye tid på å finne ut av dette. For eksempel i fylkeskommunen er hierarkiet ganske stort og det er mange som skal være med å ta avgjørelsene, mens det i bedriften informanten jobber i er mye enklere og raskere å ta beslutninger fordi de får lov å gjøre det på byggeplass. Han har prøvd samspillsentreprise hvor det er viktig at de som er med i samspillet er med å ta avgjørelser, og han synes at denne tregheten i å ta avgjørelser ikke var noe bedre enn ved andre entreprisereformer.

Informanten har tro på 4D BIM, men ikke nødvendigvis Synchro. Han jobbet ikke i Synchro selv, så kan derfor ikke si så mye om selve programvaren. Han tror at det kan brukes i hele prosjekt dersom de er store nok. Ved små prosjekt vil det ikke lønne seg i et kost-nytte-perspektiv. Han tror at 4D BIM kan være en god visualisering for de mindre profesjonelle og erfarne byggherrene. Selv om han mener fokuset på ferdig prosjekterte modeller før byggestart er langt steg i riktig retning, forteller han at dette har vært drømmen i mange år uten at man har fått det til.

Vedlegg B6 - Sammendrag informant 8

Dato: 29. april 2020

Sammendrag intervju med anleggsleder som har erfaring med Synchro. Intervjuobjekt hadde ikke på kamera under samtalen.

Grunnlag

Informanten har bakgrunn som tømrer, har ingeniørutdanning og jobber nå i en entreprenørbedrift. Til daglig er han anleggsleder og er sterkt involvert i planlegging. Hans jobb innebærer blant annet å gjennomgå prosjektert materiale for å sjekke i hvilken grad løsningene er gjennomførbare for å sikre god drift. Han er også ansvarlig for fremdriftsplan. Informanten bruker i stor grad lappeplanlegging/involverende planlegging. Synes dette fungerer bra, gitt at man gir underentreprenørene tydelige rammer og milepæler å jobbe ut ifra.

4D BIM og Synchro

Hans første erfaring med 4D BIM var da han skulle ha et prosjekt hvor de skulle bygge mens det var full drift. Prosjektet hadde også veldig mange ulike aktører, med ulik grad av erfaring. Logistikken var dermed spesielt krevende, og han konkluderte med at daværende programvarer ikke var tilstrekkelige for den visualiseringen de hadde behov for. I samarbeid med bedriftens BIM-sjef kom de opp med to forslag til 4D programvarer; Naviswork og Synchro. Basert på programmets utseende og arbeidsmetode ble Synchro valgt. Han lasta ned en prøveversjon av Synchro og lærte seg programmet på egenhånd, ved hjelp av videoer og instruksjoner fra internett. Det eneste grunnlaget som allerede var i prosjektet var plantegninger i PDF-format, så han brukte Revit for å lage 3D-modellen som skulle brukes videre i Synchro, importerte deretter fremdriftsplanen fra MS Project, og forsøkte å koble elementene sammen. Dette funket ikke første gangen, og han begrunner det med at 3D-modellen var bygd opp feil fordi han forsøkte å forenkle modelleringsjobben. Han kommenterer også at visualiseringen i 4D BIM kan fungere som et innsalg hos byggherre. Han sier at det i anbudsfasen vanligvis leveres en grov fremdriftsplan, og at det for en uerfaren byggherre kan være vanskelig å se for seg denne planen. Her viser han også til et konkret eksempel hvor de leverte en 4D-modell og vant prosjektet.

Vi spør informanten om brukervennligheten til Synchro, og han sier at selv om det fungerte relativt bra for han, så krever det en viss interesse og innsatsvilje. Derfor tror han ikke at hvem som helst kommer til å bruke programvaren med det første. Importering fra ulike programvarer gikk fint, men krever litt datakyndighet og tilpasning. En svakhet med Synchro er revisjoner. De er tunge å følge opp, og krever en manuell justering av litt for mange avhengigheter. Under prosjektering har man tid til 4D-modellen, men når utførelsen starter blir det sjeldent prioritert å følge den opp. Informanten påpeker at dagens satsning på komplette BIM-modeller før byggestart vil bedre dette, da fremdriftsplanen kan baseres på et grunnlag som faktisk er ferdig prosjektert. En viktig bemerkning han kommer med er at dette endrer seg i et rehabiliteringsprosjekt, hvor endringer underveis er uunngåelig.

En annen parameter som er viktig å ta med i betraktningen når det kommer til bruk av Synchro er størrelse på prosjektet. Fordi Synchro vil kreve ekstra tid og ressurser må de være tilgjengelig, og det bør være et stort utbytte å hente. I større prosjekter vil det kunne være aktuelt å ha en egen rolle

som tok seg av planlegging og 4D BIM, men i mindre prosjekter ser han for seg at en deling mellom anleggsleder og BIM-tekniker kan være hensiktsmessig. Det er vanlig at anleggsleder eier fremdriftsplanen, og det sitter langt inne å gi fra seg den oversikten til noen andre, men i de store prosjektene ser han at det kan være gunstig. Uansett koker det ned til at det er ressurskrevende å holde modellen oppdatert, og løsningen ligger nok i å prosjektere riktig så endringene blir minimale.

Når det blir prat om andre programvarer, blir Dalux trukket fram som et program med høy brukervennlighet og god visualisering. Han mener Dalux har vokst frem på relativt kort tid, og at det er et eksempel på at det ikke er noe problem å innføre nye programmer om de viser seg nyttige i bruk. Han påpeker at terskelen for å bruke Synchro er høyere enn for eksempel Dalux, grunnet brukervennligheten og allerede tilegnet kjennskap og erfaring. Han blir spurt om å sammenligne Synchro Scheduler med dagens tilsvarende alternativer som Excel og MS Project. Han påpeker at hans erfaring er noe begrenset, men at de ifølge ham har veldig mange av de samme forutsetningene, og burde i teorien kunne brukes til samme oppgaver. Det avhenger først og fremst av hvordan man bruker de ulike programmene, og hvor interessert man selv er i å få det til å fungere. Den kanskje største utfordringa med Synchro er at det er nytt, og krever ressurser på en annen måte enn allerede integrerte programmer gjør.

Innføring/satsning

Lisensflyt ser han på som et hinder for innføring av 4D BIM, i alle fall når det kommer til Synchro, som er det han har mest kjennskap til. Entreprenører sparer der hvor de kan, så hvis man kan utføre noe med verktøy man allerede har skal det litt overbevisning til for å bytte. Når det kommer til Synchro er lisensen (så vidt han vet) knyttet til personer, og er veldig kostbar. For å kunne satse på Synchro ønsker han et enklere lisensordning med mer flyt.

På spørsmål om standardisering av data for en bedre arbeidsflyt og mer automatikk i programvarene er han ambivalent. Erfaringsoverføring avhenger av mennesker, og kan derfor ikke standardiseres. En ryddigere oppbygning av datamengden, som man for eksempel ser i bygningsdelstabellen, er han ikke imot, men han mener det er vanskelig å få til i praksis. Da må det i så fall skje gradvis. Han virker positiv til å få ned graden av manuelle arbeidsoppgaver når man legger inn oppgaver og avhengigheter i programvarene, men det er ikke noe han har tenkt noe spesielt over.

Informanten forteller at ved å være aktivt involvert i hele prosessen, fra idé til FDV, vil man trolig få større utbytte av 4D programvare. Fokuset bør ligge på å bruke det der man får størst nytte av det, som til råbygget, logistikk og rigg. Det er ikke hensiktsmessig å bruke det til de veldig detaljerte arbeidene. En annen viktig faktor virker å være å kunne bruke det til kun deler av prosjekter, der hvor man ser bruk for det. I et tidligere prosjekt, hvor de egentlig ikke skulle bruke 4D visualisering, ble det allikevel hentet fram da man så at fremdriftsplanen ikke gjorde en god nok jobb med å visualisere en relativt krevende logistikk hvor man skulle koordinere mange ulike aktører og flere kraner. "Man tar jo rett og slett en kollisjonskontroll på fremdriften".

Behovet for visualisering er ifølge informanten enormt og reelt. Spesielt i samarbeid med ufaglærte eller fremmedspråklige aktører. Når det kommer til 4D BIM har det også blitt brukt i anbudsfasen til innsalg hos byggherre med suksess. Vanligvis leverer man en grov fremdriftsplan med anbudet, og for en uerfaren byggherre kan den være vanskelig å se for seg. 4D-visualiseringen er nyttig for å kartlegge prosessen i en riggplan i tillegg til å bedre forutse riggekostnader, faremomenter og risikoer, noe som skaper trygghet hos byggherre. Når det kommer til videre satsning på 4D BIM mener han at

man bør ha et rasjonelt ambisjonsnivå med tanke på implementering, men at han har tro på det som et konsept. Bransjen er treg, 3D BIM føles for mange fortsatt nytt, men han tror mål om en ferdig prosjektert modell er et steg i riktig retning sammen med bedre lisensordninger.

“Bransjen er ikke klar for det i morgen, men de blir det”.

Vedlegg C1-C3: Sammendrag fra samtaler i case-studie

Vedlegg C1 - Sammendrag prosjekteringsgruppeleder

Dato: 23. april 2020

Om Node

Innledningsvis i samtalen forteller prosjekteringsgruppelederen, heretter PGL, om prosjektet Node. I dette prosjektet har byggherre en fastsatt innflyttingsdato for sine leietakere og har tatt inn Betonmast som skal hjelpe dem å finne ut hvordan de skal komme seg dit. Det er valgt en åpen bokløsning hvor Betonmast ble valgt som samarbeidspartner fordi byggherren hadde tillit til dem. Ansvarsfordelingen hos Betonmast fungerer slik at prosjektsjefen tar seg av kontrakter og hovedansvaret overfor byggherre. PGL, som vi her snakker med, har ansvar for at prosjekteringen går som den skal. Når prosjektet går over i produksjonsfase vil en prosjektleder fra Betonmast ta over styringen av prosjektet, men PGL vil bli en sentral brikke i overlappen mellom prosjektering og produksjon.

I prosjektet har det vært et sterkt ønske om å satse på digitalisering. Det ble blant annet tidlig bestemt at de skal lage det de definerer som en digital tvilling før byggestart. De definerer dette som en eksakt bygd modell, men det foreligger ingen planer om å videreføre den til driftsfasen med sanntidsinformasjon, slik man typisk definerer en digital tvilling. De anser det som en stor fordel å ha bygget "digitalt" før produksjonsfasen begynner, ettersom de bygger i massivtre som er relativt nytt. Fordi massivtreelementene må komme med alle utsparinger ferdig og tillater lite tilpasninger på byggeplass, er man avhengig av å ha en svært god 3D-modell. Det krever imidlertid noe mer av prosjekteringsgruppa enn man tradisjonelt er vant til, fordi detaljnivået på modellen skal heves betraktelig. Særlig RIE er nødt til å detaljere mer enn han vanligvis er vant til, og PGL kan fortelle om noen "oppsperrede øyne" i prosjekteringsgruppa da de innså hvilket detaljnivå man må legge seg på.

Når det gjelder status på prosjektet, har de møtt på en del utfordringer. Prosessen har hele tiden hakket litt, og handler til dels om mangelfulle byggherrebeslutninger, men også svært treg behandling i fylkeskommunen. PGL forteller at ting var på vei til å løsne, men da Covid-19-pandemien gjorde innrykk ble prosjektet på nytt mer komplisert. Han forteller at det har vært noe utfordrende å gjennomføre digitale møter, særlig fordi de fremdeles er i en fase hvor konseptet ikke er helt bearbeidet. I tillegg nevner han at de bruker mye tid på det tekniske, fordi det er nytt for mange.

Av særegenheter for prosjektet vektlegger PGL særlig byggets lokasjon. Det ligger innenfor sikkerhetssonen til jernbanen og medfører derfor strenge krav til sikkerhet. Bygget ligger også i en trafikkert gate og har liten riggplass, som gjør rigg og logistikk noe komplisert. I tillegg skal det 40 meter høye bygget oppføres helt uten bruk av stillas. Han forteller imidlertid at de har innhentet mye erfaring fra nabobygget, DBC, som vil hjelpe dem med å planlegge utførelsen av Node på en god måte. Han forteller at de legger vekt på å dra nytte av alle tidligere erfaringer.

Fremdriftsplanlegging

På grunn av tidsrommet vi følger prosjektet Node i, er det ikke mye konkret å ta tak i rundt fremdriftsplanlegging av produksjonsfasen på akkurat dette prosjektet. PGL har imidlertid i mange år jobbet som prosjektleder og har dermed mye erfaring med utførelse på byggeplass. Han ble derfor spurt om en del generelle spørsmål om fremdriftsplanlegging.

Vanligvis er en del milepæler allerede fastsatt i anbudet, for eksempel innflytningsdato og lignende. Ut fra dette skal entreprenøren planlegge sin fremdrift for å komme i havn, og milepæler som fastsettes til denne overordnede planen baseres mye på erfaring. I Node-prosjektet har de tatt utgangspunkt i erfaring fra nabobygget DBC, og planlagt mye ut fra dette. Videre forteller han at mer detaljerte planer utarbeides jo nærmere utførelse man kommer, i tråd med prinsippene fra Last Planner System. De bruker i hovedsak MS Project til utarbeidelse av planer. Faseplanleggingen i VDC-metodikken utføres vanligvis med post-it lapper i et felles rom, og resultatene føres inn i et Excel-dokument. Akkurat nå som møter foregår digitalt, foregår denne lappeplanleggingen i et felles Excel-dokument. Han forteller at planleggingsverktøyet han har mest erfaring med er MS Project. Han mener at programvare med noe mer planleggingsintelligens enn MS Project kan være til hjelp, særlig for de mindre erfarne prosjektdeltakerne. En viktig fanesak hos Betonmast er å jobbe på færrest mulig plattformer.

Når det gjelder rigg og logistikk opplever han at de generelt har god kontroll på dette, men at det er viktig å tenke på dette tidlig nok og involvere de riktige personene. Kranplassering og inndeling av riggplass mener informanten er forholdsvis greit å planlegge ut fra plantegning av byggeplassen. Han forteller at de ikke planlegger rigg og logistikk i noe spesielt program, men at man gjerne bruker Powerpoint for å vise riggplassen fra uke til uke.

Videre sier PGL at det er svært viktig at entreprenøren er tett nok på sine underentreprenører og følger opp fremdrift. Betonmast Buskerud-Vestfold har selv ingen utførende, så deres arbeidsoppgaver består i stor grad i å følge opp sine underentreprenører. Anleggsleder følger opp fremdriften daglig, og det avholdes ukentlige fremdriftsmøter med baser fra alle underentreprenørene. Nøkkelen er å avdekke forsinkelser og konsekvensene av dem tidlig nok, og det er viktig å alltid ha et øye med aktiviteter på prosjektets kritiske sti, det vil si aktiviteter som direkte vil påvirke prosjektets sluttdato hvis de blir forsinket. Han opplever at mange utførende ikke egentlig ser så mye på fremdriftsplanen, og at det er vanskelig å skape engasjement rundt den. De utførende liker å legge opp sin egen arbeidsdag. Han forklarer også at det er en utfordring med språkbarrierer, og at det gjør kommunikasjon mellom prosjektkontoret og de utførende hakket mer komplisert.

Vedlegg C2 - Sammendrag prosjekteringsleder

Dato: 23. april 2020

Prosjektet Node

Prosjekteringslederen (PRL) forteller først litt om Node, og sier at det er et litt spesielt tilfelle som ikke kan brukes for å få et godt bilde på hvordan et byggeprosjekt typisk gjennomføres. I utgangspunktet hadde de et ferdig konsept som de prosjekterende kunne forholde seg til, men under budsjettperioden innså de at det kom til å bli altfor dyrt og de måtte derfor kaste hele konseptet. Derfor innebærer fremdeles mye av prosjekteringen nå av å kna frem et konsept. Selv om «veien blir til mens man går» i utgangspunktet er en fin måte å jobbe på, har det vært veldig vanskelig å planlegge i dette prosjektet når man ikke vet hva man skal levere. Han forteller at samarbeidet mellom byggherre og Betonmast ikke ble helt som forventet, og at byggherre ser ut til å trenge mer assistanse enn de opprinnelig hadde trodd. Prosjektsjefen og prosjekteringsgruppelederen fra Betonmast ble derfor avgjørende for samarbeidet med byggherre, og de har god kommunikasjon med dem. En av utfordringene med byggherren er at ikke alt har klare mål, og avgjørelser som Betonmast trenger ikke alltid blir tatt i tide. Han trekker frem et eksempel hvor de diskuterte hvordan man skal måle strømforbruket på de forskjellige leietakerne, og at dette ikke var tenkt nok på enda. Han sier at forholdet mellom Betonmast og byggherren er essensielt og at tilliten mellom dem er veldig viktig. Han sier også at i dette tilfellet har en god 3D-modell vært veldig nyttig når informasjon skal viderefordles til byggherre og når prosjektlederen fra byggherre skal viderefordle det videre til sine sjefer.

Fremdriftsplanlegging

Når det kommer til lappeplanlegging i VDC kan heller ikke Node brukes som et godt eksempel, fordi det ikke gjennomføres på en tradisjonell måte. Dette skyldes både Covid-19 pandemien og at de, som sagt, ikke har et tydelig konsept å jobbe ut fra. Lappeplanleggingen fungerer vanligvis slik at man henger opp fysiske lapper på veggen, som synliggjør når ulike ting skal leveres og deres avhengigheter. I Node har dette vært vanskelig både fordi de prosjekterende ikke alltid vet hva de skal levere, og fordi alle møter og samtaler foregår digitalt. Ved digitale møter får man ikke til de små samtalenes mellom enkeltpersoner, noe som er viktig for å se rekkefølgen til deres aktiviteter og avhengighetene mellom dem.

Prosjekteringslederen sier at det meste av fremdriftsplanlegging gjøres i MS Project. Han bruker Project på en veldig enkel måte, da han ser liten verdi av å legge inn mye informasjon om avhengigheter, bemanning, ressurser, kostnader og lignende. Det gjør det også til en lettere jobb å oppdatere planen når det har skjedd endringer, men han er ikke sikker på hvor mye mer jobb det blir dersom man bruker Project på en mer omfattende måte.

VDC

Videre snakker prosjekteringslederen litt om VDC, som Betonmast jobber med å innføre for fullt. Han ser på VDC som et nytt tankesett og en liten omstilling, men er generelt positiv til det. Han har selv stått ansvarlig for VDC på et tidligere prosjekt, og der så han at de som var skeptiske i starten etter hvert så at dette var en logisk og god måte å jobbe på. Han tenker at målet med VDC er at hverdagen skal bli mer forutsigbar for de prosjekterende, og at de skal klare å bruke den tiden som er satt av til prosjektering på en bedre måte. Han sier også at en av de viktigste tingene med VDC er at de som

styrer prosessen har 100% kontroll på hvordan VDC skal fungere og hvordan de skal bruke det for å kunne overbevise samarbeidspartnere. Han legger også til at VDC fungerer godt når du har en plan, så man skal være forsiktig med å bruke det i en tidligfase når det ikke er tydelige rammer å jobbe ut fra. Når det gjelder VDC i Node synes han det er mer klønete enn nyttig. Det handler om at prosjekteringen skjer fortløpende, og at VDC-samarbeidet blir vanskelig når avgjørelser ikke er tatt.

4D BIM

Prosjekteringslederen har selv forsøkt å bruke Synchro. Han forbinder 4D BIM med fremdriftsplanlegging, og definerer det som en simulert oppbygging av bygget. Han har veldig tro på 4D BIM som konsept, men hans erfaring er at Synchro har et høyt brukergrensesnitt og egner seg dårlig for mindre prosjekter eller bedrifter. Han sier at det er på de store prosjektene det potensielt er stort utbytte å hente fra 4D BIM. Han påpeker også at det er utfordrende å holde planen oppdatert gjennom prosjektet, og at det krever ressurser å innføre og oppdatere det. Det han derimot har stor tro på er 4D BIM sin nytteverdi når det kommer til planlegging av rigg og logistikk. Han har sett flere eksempler på riggplaner som ikke er godt nok gjennomtenkt, hvor man kunne spart mye dersom man kunne forutsett alle potensielle hindringer i forkant. Det er her han mener den visuelle fremstillingen kunne vært nyttig. Han nevner et eksempel hvor han er overbevist om at kranene burde vært plassert annerledes, noe man lett ville oppdaget ved å bruke Synchro. Han forteller også om et prosjekt hvor bunnplata skulle støpes, og at det etter hvert viste seg at det ikke var mulig å få heist på plass armeringen der arbeidet skulle foregå. De måtte da lage en provisorisk riggplattform for å få armeringen dit de ønsket. I tillegg sier han at det kunne vært veldig nyttig med en visuell fremdriftsplan når man skal overbevise byggherrer, og når byggherren skal overbevise sine sjefer. Han mener at målet hele tiden er å senke risikoen, og at 4D BIM kan være et godt hjelpemiddel til det. Det kan også bidra til bedre HMS og generell kommunikasjon på byggeplass, særlig i møte med utenlandske hvor språk er en barriere. Han mener også at 4D BIM kan være en god hjelp til å huske de litt mindre tingene som vanligvis glipper gjennom, men som kan ende opp med å koste prosjektet ganske mye. Et eksempel er plassering av betongpumper, som ifølge informanten kan ha nesten like stor betydning som plassering av kraner.

Han understreker imidlertid at entreprenører alltid er ute etter å spare inn penger. Dersom man ikke ser en helt tydelig gevinst, vil det være vanskelig å få et prosjekt til å ta kostnaden, og sier: «Så lenge du får pluss på slutten av regnestykket så er det interessant for oss. Det er det eneste som fungerer på entreprenører».

Vedlegg C3 - Sammendrag VDC-ansvarlig

Dato: 22. april 2020

VDC i Betonmast

Først forklarer informanten en del om hva VDC innebærer. Han vektlegger særlig samhandlingen mellom mennesker, og sier at det i stor grad handler om å løse tverrfaglige problemstillinger i plenum. En grunnleggende VDC-tankegang er å innse at man sitter i samme båt, og at man må gi og ta litt for å oppnå prosjektets beste. Man blir enige om hvordan problemene skal løses der og da. Ved å jobbe i samme rom med samme modell blir man mer bevisst på produktet og målet, og man ser lettere konsekvensene og hvordan det påvirker andre i rommet hvis man ikke har gjort det en selv skal. Rammeverket VDC baserer seg i stor grad på Lean-filosofien, og er skapt spesielt for byggebransjen.

Betonmast har i lengre tid jobbet med VDC, og har nå satt krav om at VDC skal brukes i en eller annen form på alle deres prosjekter. I rollen som VDC-ansvarlig i Betonmast bistår han på alle prosjekter som ønsker hjelp med å bruke VDC. Da er han med i oppstarten og hjelper til med planlegging av prosjektet. Man sier at VDC deles opp i tre verktøy; BIM, planlegging og møtemetodikk. BIM-delen handler om å definere målene for BIM-modellen og hvordan den skal brukes best, som regel definert i en BIM-manual. Planleggingsdelen innebærer å planlegge hvordan man skal gjennomføre prosjekteringen ved hjelp av Last Planner System med lappeplanlegging. I tillegg bistår han også med opplæring i hvordan man gjennomfører ICE-møter til prosjekteringsteamet får dreisen på det. Det er en del som må ligge til rette for å kunne jobbe på denne måten, og de fysiske ressursene er ikke alltid på plass. Betonmast ønsker å legge til rette for implementering av VDC, og har derfor laget to ulike standardpakker som inneholder alt man trenger av nødvendige fasiliteter for å kunne bruke VDC i prosjekter. Det har vist seg at mange har vært villige til å investere i disse, både på kontorene sine og på brakkerigger, og han tror grunnen til det er fordi de ser verdien i det.

Å innføre VDC i konsernet har ikke bare vært lett, for det tar tid å fullstendig implementere noe nytt i et stort konsern. Da beslutningen om å satse på VDC ble tatt begynte de med sertifisering av noen få. Deretter laget de sin egen måte å gjøre det på ved å utvikle en VDC-manual som beskrev «The Betonmast way to do it». Etter dette satset de på sertifisering slik at alle selskapene skulle ha det de kaller «superbrukere». Det å lage sin egen tilnærming er nok essensen i hvordan man skal få til endring. I forbindelse med oppstartssamling på et nytt prosjekt, har man en gjennomgang av hvem deltakerne er, hvilke roller de har, hvilket prosjekt man skal gjennom og hva som er viktig å tenke på. Da er implementering av VDC en naturlig del av den gjennomgangen. Da forklares det hva det er, hva det skal brukes til, hvordan Betonmast bruker det, hva man forventer av de andre og hvordan man gjennomfører det i praksis. Det å være god på å forklare hva ting er og få frem hensikten med det er kanskje det viktigste for å få folk med på metodikken du ønsker å implementere.

Han sier at mange vil at det skal funke, men det finnes også de som ikke vil det. Da sikter han spesielt til de som har jobbet lenge med prosjektering eller har ledet prosjekter selv. For dem er det å begynne å jobbe på VDC-måten en stor omstilling, og det er uvant å la alle være med og definere sin egen plan. Møteformen, som i stor grad preges av interaktivitet mellom ulike digitale verktøy, er også nytt for dem. Han opplever at mange synes det er ubehagelig å skulle endre måten man jobber på, og derfor er det ekstra viktig å gjøre alt riktig i arbeidet med å innføre VDC så de ser effekten. «Tilliten

bygges millimeter for millimeter, og rives meter for meter. Det er noe i det. Man leter etter feil». Det vil alltid være noen som ser etter en del de kan plukke på som var bedre før. Allikevel understreker han at de fleste er positive til VDC. Han håper det å jobbe med VDC skal bli en selvsagt ting på alle prosjekter fremover.

Prosjektet Node

Node er organisert slik at det er en samspillsentreprise i starten når premisser legges og konseptet bearbejdes. Når dette er på plass, så låses det og man går over til en totalentreprise. Hvorvidt det lønner seg med samspill i begynnelsen avhenger av hvor god jobb man gjør med å legge premissene. Har man gjort en god jobb der innebærer det ikke noen risiko å gå over til en totalentreprise.

På grunn av Covid-19-pandemien har alle møter med de prosjekterende foregått over Teams, i stedet for fysisk deltakelse i samme rom. Det kan på ingen måte erstatte tradisjonelle møter, men det oppleves som et greit alternativ. En annen plattform de benytter seg av er Dalux, som de bruker i to forskjellige moduler; Box som er prosjekthotellet og Field hvor alle oppgaver kommuniseres. En av fordelene med Dalux er at man kan kommunisere rett fra 3D-modellen som ligger i Box-modulen ved å klikke på et element og generere en kommentar akkurat der, såkalt oppgavebasert kommunikasjon. Denne måten å kommunisere på er også en viktig del av VDC, nemlig det å kunne visualisere det man vil formidle. Da sikrer man at man gir rett informasjon siden det kan knyttes direkte opp mot problemet i modellen, sammenliknet med om man skulle kommunisert det samme over e-post.

Programvare til planlegging

Ved spørsmål om rigg og logistikk, sier informanten at de stort sett har god kontroll på det. Dette planlegges på «gamlemåten» i BlueBeam med plantegninger av byggeplassen, og her vurderer de for eksempel hvor kranene bør plasseres ut fra svingradius. På prosjektet «The Hub» ble det utviklet en egen app til logistikk. Det prosjektet hadde ingen riggplass, så alt måtte komme til nøyaktig planlagt tid. Dette håndhevet de sterkt, slik at dersom du ikke leverte på minuttet, så hadde det konsekvenser. Det har ikke vært snakk om å videreføre denne appen til andre prosjekter, hovedsakelig på grunn av kostnadene.

Videre snakket vi litt om programvaren Synchro Scheduler, som er planleggingsmodulen til Synchro. Han utførte i et prosjekt en «øvelse» hvor det i etterkant ble forsøkt å lage en plan i dette programmet. Han sier at Synchro, ut ifra hans begrensede erfaring, virker å basere seg på ren teori, og har ingen praktisk tilnærming til hva som er riktig eller ikke når man planlegger fremdrift. Dette mener han er et problem fordi «Man må ha en formening om hva som er riktig, og ikke bare hente verdier ut av et program». Så vidt han vet er Synchro utviklet med tanke på byggebransjen, mens MS Project originalt ble utviklet som et IT-program. Selv om Project fungerer greit til byggeprosjekter er programvaren veldig «skjør», og det skal ikke mange feil tastetrykk til før hele planen raser sammen. Hvordan programmet brukes avhenger av hvem man spør, ettersom folk legger inn ulik grad av avhengigheter og logikk når de planlegger. MS Project er programmet som har vært vanlig å bruke i Betonmast, men flere bruker det nå bare til milepælsplanlegging og hovedfremdrift. Kombinasjonen av Last Planner og lappeplanlegging, enten fysisk eller over video, sammen med flytting av leveranser til oppgaver i Dalux blir nå mer benyttet. Han legger til at folk bruker det som fungerer.

4D BIM og Synchro

Informanten har ikke har ingen egenerfaring med 4D BIM, men han har vært med på prosjekter hvor Synchro har blitt testet. Når vi spør om han har tro på 4D BIM i fremtiden svarer han raskt; «Jeg tror ikke på det i fremtiden, jeg tror på det nå. Det er jo ikke noe nytt». Han anser det som lite hensiktsmessig å bruke Synchro på et veldig høyt detaljnivå, da det å skulle koble hver eneste stikkontakt til 4D-modellen høres ut som en kompleks jobb. Kanskje det er mer hensiktsmessig å begrense bruken av Synchro til de store linjene i prosjektet, samt rigg og logistikk. Sånn som situasjonen er nå ser han ikke den store nytteverdien i en komplett detaljert 4D modell, men er åpen for å bli omvendt.

Innføring av ny programvare

Betonmast satser ikke aktivt på Synchro. Hovedutfordringene har vært kostnaden og begrenset kunnskap om bruken av programvaren. Alt må ses i et kost-nytte-perspektiv, og kostnadene kan enda ikke forsvares. En utfordring er at organisasjonsstrukturen hindrer lisensflyt, fordi hver divisjon har eget organisasjonsnummer. Får man løst problemene med lisensflyt, noe Betonmast jobber aktivt med nå, er han ikke fremmed for tanken om å ta i bruk Synchro i fremtiden. Det er også andre ting som spiller inn når man skal stette i gang med en ny programtype, som datasikkerhet, lagring og GDPR, i tillegg til å planlegge hvordan verktøyet skal implementeres i konsernet. Hvem skal stå som systemeier og systemansvarlig, og hvem skal ha ansvar for opplæring? «Det er ikke bare å skrive på Teams at nå bruker vi *Synchro*», det krever en del oppfølging og dedikasjon fra alle involverte.

En av grunntankene i Betonmast er at kunnskap, interesse og ferdigheter skapes nedenfra i prosjektene. En av konsernets viktigste oppgaver er å støtte opp om det som foregår av utvikling i prosjektene. Alternativet er at endringer kommer ovenfra, men informanten foretrekker denne måten å jobbe på. Utfordringen har vært at utvikling, innovasjon og utprøving har skjedd på de forskjellige prosjektene uten noen god systematisering som lar konsernet som en helhet lære av det. I det siste har dette derimot endret seg. De har nå opprettet et system for søknad om å bli pilotprosjekt, og det settes i gang en prosess etter prosjektet der piloteringen går fra testing, beslutning og sjekk opp mot juridisk og IT før en eventuell implementering i konsernet. Dermed får de full oversikt over hvem som ønsker hva testet, kostnader dette fører med seg og erfaringer de fikk ut av det. Det vil også gjøre det lettere å sørge for at pilotprosjektene får nødvendig økonomisk støtte, i stedet for at prosjektene selv sitter med regninga, noe som også vil bidra til innovasjon. I sum vil nye metoder, verktøy og løsninger bli lettere å satse på, og fortsette å løfte nivået på Betonmast sine prosjekter.